

PERBANDINGAN METODE PPK (*POST PROCESSED KINEMATIC*) DAN TITIK GCP (*GROUND CONTROL POINT*) FOTO UDARA STUDI KASUS: DESA KALIPECABEAN, KECAMATAN CANDI, KABUPATEN SIDOARJO

Zidam Firmansyah, Yunus Susilo, Regita Faridatunisa Wijayanti

Program Studi Teknik Geomatika Fakultas Teknik Universitas Dr. Soetomo

Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785

Email : zidamfirmansyah983@gmail.com

ABSTRAK

Metode fotogrametri biasanya membutuhkan *Ground Control Point* (GCP), yang berfungsi untuk keperluan georeferensi pada foto udara. Dalam memproduksi GCP memerlukan biaya dan waktu yang lebih dalam pada akuisisi data. Pada metode PPK bertujuan untuk meniadakan titik GCP. Penelitian ini bertujuan untuk menguji ketelitian ortofoto pada foto udara *Post Processed Kinematic* (PPK) dan menggunakan titik GCP. Kegiatan penelitian ini dilakukan di Desa Kalipecabean, Kecamatan Candi, Kabupaten Sidoarjo. Distribusi Titik *Ground Control Point* (GCP) dan *Independt Check Point* (ICP) secara merata pada citra yang sudah diolah. Pengujian ini meliputi uji akurasi horizontal untuk mengetahui peruntukan skala yang digunakan. Pengujian dilakukan pada titik ICP dengan ortofoto metode PPK dan ortofoto menggunakan titik GCP. Hasil Uji Akurasi pada Metode PPK menggunakan titik 14 (CE90) sebesar 0,8616 m dapat di katagorikan kedalam kelas III dengan skala peta 1:1000. Hasil Uji Akurasi pada Metode PPK menggunakan titik 12 (CE90) sebesar 0,7594 m dapat di katagorikan kedalam kelas III dengan skala peta 1:1000. Hasil Uji Akurasi pada Metode PPK menggunakan titik 10 (CE90) sebesar 0,7147 m dapat di katagorikan kedalam kelas III dengan skala peta 1:1000. Untuk hasil uji akurasi pada ortofoto dengan menggunakan koreksi geometri menggunakan titik 14 (CE90) sebesar 0,4398 m dapat di katagorikan kedalam kelas II dengan skala peta 1:1000. Untuk hasil uji akurasi pada ortofoto dengan menggunakan koreksi geometri menggunakan titik 12 (CE90) sebesar 0,2952 m dapat di katagorikan kedalam kelas II dengan skala peta 1:1000. Untuk hasil uji akurasi pada ortofoto dengan menggunakan koreksi geometri menggunakan titik 10 (CE90) sebesar 0,2322 m dapat di katagorikan kedalam kelas II dengan skala peta 1:1000.

Kata Kunci: CE90, Fotogrametri, Koreksi Geometri, Metode PPK, RMSE

ABSTRACT

Photogrammetry methods usually require a *Ground Control Point* (GCP), which serves for georeferencing aerial photographs. Producing GCP requires deeper cost and time in data acquisition. The PPK method aims to eliminate GCP points. This study aims to test the accuracy of orthophotos on *Post Processed Kinematic* (PPK) aerial photographs and use GCP points. This research activity was carried out in Kalipecabean Village, Candi District, Sidoarjo Regency. Distribution of *Ground Control Points* (GCP) and *Independt Check Points* (ICP) evenly on the processed image. This test includes a horizontal accuracy test to determine the scale designation used. The test was carried out at the ICP point with the orthophoto of the PPK method and the orthophoto using the GCP point. The results of the Accuracy Test on the PPK Method using point 14 (CE90) of 0.8616 m can be categorized into class III with a map scale of 1:1000. The results of the Accuracy Test on the PPK Method using point 12 (CE90) of 0.7594 m can be categorized into class III with a map scale of 1:1000. The results of the Accuracy Test on the PPK Method using point 10 (CE90) of 0.7147 m can be categorized into class III with a map scale of 1:1000. The results of the accuracy test on orthophotos using geometry correction using point 14 (CE90) of 0.4398 m can be categorized into class II with a map scale of 1:1000. The results of the accuracy test on orthophotos using geometry correction using point 12 (CE90) of 0.2952 m can be categorized into class II with a map scale of 1:1000. The results of the accuracy test on orthophotos using geometry correction using point 10 (CE90) of 0.2322 m can be categorized into class II with a map scale of 1:1000.

Keywords: CE90, Photogrammetry, Geometry Correction, PPK Method, RMSE

I. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Metode fotogrametri telah banyak digunakan dalam survei dan pemetaan. Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, metode fotogrametri saat ini berbasikan pesawat tanpa awak atau yang lebih dikenal dengan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV). Disamping itu juga dapat memberikan data foto

udara terkini dengan skala detail.

Post Processed Kinematik (PPK) yang tersemat dalam UAV memiliki prinsi yang sama dengan *Global Navigation Satellite System* (GNSS) Engine yang akan digunakan oleh peneliti. Metode penentuan posisi yang akan digunakan yaitu *differential post-processed kinematik* atau PPK dimana suatu titik ditentukan posisinya secara relatif terhadap titik lain yang diketahui koordinatnya dan pengolahan data dilakukan berdasarkan waktu pengukuran yang sama antara *base* dan *rover*. Proses pengukuran penentuan posisi yang dilakukan oleh *Global Navigation Satellite System* (GNSS) Engine dan orientasi foto udara yang dilakukan oleh *Inertial Navigation System* (INS) mampu menghasilkan ketelitian yang relatif baik, yaitu 0,09 m & 0,18 m (*north and east axis*) dan 1,7 m (*vertical axis*) yang disebut dengan metode *direct georeferencing* pada penelitian Gabrlik 2015 dan susetyo & Gularo (2018).

Hasil pemotretan dari area yang dipetakan menggunakan UAV PPK ini akan menghasilkan foto udara. Foto udara yang dimaksud harus memenuhi beberapa persyaratan agar bisa digunakan untuk pemetaan topografi. Foto udara tersebut harus dilakukan koreksi geometrik dengan cara melakukan pengamatan di lapangan secara terestris menggunakan *Global Positioning System* (GPS) Geodetik melalui *Ground Control Point* (GCP) untuk memposisikan foto udara pada posisi sebenarnya. Sedangkan untuk melakukan checking point pada foto udara hasil pemotretan menggunakan PPK dengan point di lapangan melalui pengamatan *Independent Check Point* (ICP).

Berdasarkan penelitian terdahulu, penambahan sistem *Global Positioning System* (GPS) pada sebuah wahana foto terbukti memberikan hasil dengan akurasi yang teliti karena ketelitian koordinat eksposur foto berada pada ketelitian dalam satuan centimeter. Lalu metode PPK saat ini menjadi metode yang banyak digunakan karena hasil koordinat yang diperoleh berada pada ketelitian 0,1 – 0,5 m (Zhangm et al, 2019) dan menurut (Gumilar, et al, 2019) metode PPK memberikan tingkat presisi yang lebih baik dibandingkan dengan metode Real-Time Kinematik (RTK). Ketelitian produk orthofoto hasil pengolahan data dengan perencanaan konfigurasi persebaran GCP, menjadi hal yang penting untuk dipertimbangkan dalam proses perencanaan pemetaan. Guna mencapai proses pemetaan yang efektif dan efisien.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Berapa nilai akurasi ketelitian posisi horizontal foto udara hasil pemotretan menggunakan metode *Post Processed Kinematik* (PPK)?
2. Berapa nilai uji akurasi *Root Mean Square Error* (RMSE) foto udara menggunakan pengukuran pada sampel titik *Ground Control Point* (GCP)?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dalam melakukan penelitian ini, yaitu:

1. Mengetahui nilai akurasi ketelitian posisi horizontal foto udara hasil pemotretan menggunakan metode *Post Processed Kinematic* (PPK).
2. Mengetahui nilai uji akurasi *Root Mean Square Error* (RMSE) foto udara menggunakan pengukuran pada sampel titik *Ground Control Point* (GCP).

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini, yaitu:

1. Sebagai efektivitas pemetaan mengenai informasi foto udara dengan menggunakan GCP dan tidak menggunakan GCP.
2. Membandingkan akurasi horizontal pada foto udara menggunakan metode *Post Processed Kinematic* (PPK) dan menggunakan titik *Ground Control Point* (GCP).

1.4 Batasan Masalah

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

1. Wilayah penelitian ini dilakukan di Desa Kalipecabean Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo.
2. Alat *Global Positioning System* (GPS) *Global Navigation Satellite System* (GNSS) yang digunakan untuk pengamatan *Ground Control Point* (GCP) dan *Independent Check Point* (ICP).
3. Pengambilan foto objek aerial dengan wahana foto Unmanned Aerial Vehicle (UAV).

II. Tinjauan Pustaka

2.1 Unmanned Aerial Vehicle (UAV)

Post Pricessing Kinematik (PPK) adalah salah satu metode pengolahan GPS berbasis data fase. PPK menjadi bagian dalam *relative*

positioning GPS dengan metode yang membutuhkan dua receiver GPS untuk melakukan pengamatan secara simultan terhadap satelit yang sama. Dua receiver tersebut bekerja saling mengikat antara base-rover.

Dalam *relative positioning*, base station melakukan pengukuran jarak (*pseudorange* dan *carrier phase ranging*) dengan menggunakan parameter – parameter yang ditransmisikan oleh satelit. Nilai jarak yang terukur kemudian diolah sedemikian rupa sehingga menghasilkan koordinat posisi base station per epoch pengamatan. Koordinat hasil olahan per epoch yang diperoleh pastinya berada dengan koordinat referensi base station yang telah ditentukan sebelumnya. (Permana, 2017)

2.2 Orthophoto

Orthophoto dapat didefinisikan sebagai foto yang menyajikan gambaran objek pada posisi orthografik yang benar. Orthophoto dapat digunakan sebagai peta untuk melakukan pengukuran langsung atas jarak, sudut, posisi, dan daerah tanpa melakukan koreksi bagi pergeseran letak gambar. Orthophoto juga memerlukan koreksi geometri yang dapat disebut *Georeferencing* atau *Rectify*. Rectify atau Rektifikasi adalah suatu proses melakukan transformasi data dari satu sistem grid atau piksel menggunakan suatu transformasi geometrik.

Dalam beberapa kasus, yang dibutuhkan adalah penyamaan posisi antara satu citra dengan citra lainnya dengan mengabaikan sistem koordinat dari citra yang bersangkutan. Penyamaan posisi ini kebanyakan dimaksudkan agar posisi piksel yang sama dapat dibandingkan. Dalam hal ini penyamaan posisi citra satu dengan citra lainnya untuk lokasi yang sama sering disebut dengan registrasi. Dibandingkan dengan rektifikasi, registrasi ini tidak melakukan transformasi ke suatu koordinat sistem (srgi.big.go.id, 2013).

- Menggunakan titik kontrol (*Ground Control Point*) yang dicari pada citra lain yang sudah memiliki georeferensi.
- Menggunakan titik (*Ground Control Point*) yang dapat dicari pada peta yang sudah memiliki georeferensi.
- Memakai titik pengukuran yang diambil menggunakan GPS (*Global Positioning System*) pada lokasi-lokasi tertentu yang mudah dikenali pada citra. Interpretasi Citra.

2.3 Root Mean Square Error (RMSE) dan Circular Error (CE)

RMSE atau tingkat ketelitian hasil orthorektifikasi yang diukur dengan besar kesalahan rata-rata 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: (Lu, 2014).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x^i)^2}{n}} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

- RSME adalah Root Mean Square Error yang ingin dihitung.
- X_i adalah koordinat titik kontrol yang diukur dalam sumbu tertentu.
- X^i adalah koordinat titik yang dicocokkan oleh perangkat lunak dalam sumbu yang sama.
- n adalah jumlah titik kontrol atau data referensi yang digunakan untuk perhitungan.

Ketelitian horizontal dengan selang kepercayaan 90% atau CE90 (Circular Error 90%) dapat dihitung dengan persamaan (2).

$$CE90 = 1.5175 * RMSE_{xy} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

- CE90 adalah nilai ketelitian horizontal dengan tingkat kepercayaan 90%.
- $RMSE_{xy}$ adalah nilai yang dimana diperoleh dari perhitungan koordinat x data dilapangan dan koordinat data x cek dicitra dan perhitungan koordinat y data dilapangan dan koordinat data y cek dicitra.

2.4 Standar Badan Informasi Geospasial

Skala pemetaan yang telah diatur dalam peraturan Badan Informasi Geospasial yang menjadi acuan dan sebagai pedoman tentang pembuatan peta tematik sehingga ada beberapa pedoman peraturan untuk penelitian ini.

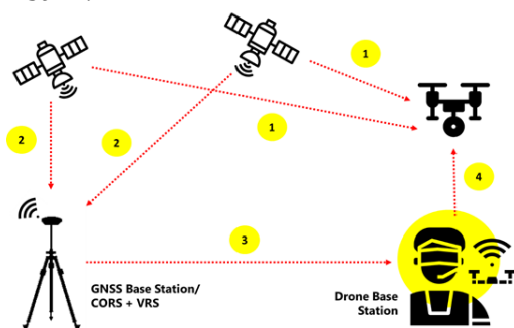
Peraturan ini disusun dan dimutakhirkan dengan memperhatikan perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, kemampuan nasional yang ada, dan standar atau spesifikasi teknis yang berlaku secara nasional atau internasional. Ketelitian geometri adalah nilai yang menggambarkan ketidakpastian koordinat posisi suatu obyek pada peta dibandingkan dengan koordinat posisi obyek yang dianggap posisi

sebenarnya. Komponen ketelitian geometri terdiri atas ketelitian horisontal dan ketelitian vertikal (PERKA BIG No 6 Th. 2018).

2.5 Survei Fotogradi dalam Unmanned Aerial Vehicle (UAV) PPK

Kegiatan akuisisi data lapangan berupa pengukuran *Ground Control Point* (GCP) memiliki peran yang sangat penting untuk menghasilkan ketelitian geometrik foto udara yang baik. Berbagai rintangan harus dihadapi dalam kegiatan ini seperti kondisi medan yang sulit diakses dan tidak bisa direposisi karena merupakan daerah pertampalan antara image, personil yang dibutuhkan lebih banyak survei fotogrametris itu sendiri, serta memerlukan waktu yang cukup lama dan biaya yang relative tinggi. Berbagai upaya untuk meminimalisir jumlah GCP terus dilakukan, salah satunya yaitu *direct georeferencing* (Susetyo dan Gularso, 2018).

Penentuan posisi menggunakan RTK-NTRIP dan RTK Radio sering mengalami masalah *unstable connectivity* antara *base receiver* dan UAV karena sinyal internet maupun radio yang terhalang vegetasi lebat maupun interferensi gelombang. Metode penentuan posisi survei fotogrametris *Post-Processed Kinematic* (PPK) mampu mengatasi masalah itu. Hal itu disebabkan oleh pemrosesan data setelah penerbangan yang menghilangkan resiko *loss signal*. Selain itu, *ephemeris data* (data yang digunakan berisi tentang informasi posisi, waktu, dan “kesehatan”) satelit GNSS yang tersedia selama *post-processing* seringkali dapat memberikan solusi yang akurat (Zhang et al. 2019a). Penggunaan metode PPK dan penentuan posisi melalui UAV tertera pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Akuisi data foto udara menggunakan metode PPK

2.6 Foto Udara

Foto udara adalah peta foto yang didapat dari survei udara dengan melakukan pemotretan

lewat udara pada daerah tertentu dengan aturan fotogrametris tertentu. Ciri – ciri foto udara antara lain :

- Skala pada foto udara sama untuk satu lembar foto
- Sistem proyeksi perspektif
- Semua aspek terlihat
- Tidak ada legenda atau symbol

Foto udara dibagi menjadi dua jenis, yaitu foto udara metrik dan foto udara non metrik. Foto udara metrik merupakan foto udara yang datanya diperoleh dari kamera udara. Kamera udara adalah kamera metrik yang fokusnya sudah tertentu. Kamera udara ini berbeda dengan kamera biasa yang non metrik dengan focus yang dapat diubah – ubah sesuai dengan keinginan (Sudarsono, B., 2008). Foto udara metrik ini memiliki ketelitian yang sangat tinggi karena memang dirancang khusus untuk pemetaan. Foto udara ini memiliki Panjang dan lebar masing – masing adalah 23cm x 23 cm. Pada foto ini dilengkapi dengan *fiducial mark*. Sedangkan, foto udara non metrik merupakan foto yang diperoleh dari kamera yang umum biasa digunakan.

2.7 Ground Control Point (GCP)

Ground Control Point atau titik control tanah titik control adalah proses penandaan lokasi yang berkoordinat berupa sejumlah titik yang diperlukan untuk kegiatan mengkoreksi data dan memperbaiki keseluruhan citra yang disebut sebagai proses rektifikasi GCP terdiri dari sepasang koordinat X, Y, dan Z yang terdiri atas koordinat sumber dan koordinat referensi. Tingkat akurasi GCP sangat tergantung pada jenis GPS yang digunakan dan jumlah contoh GCP terhadap lokasi dan waktu pengambilan (Darmawan, 2008).

2.8 Independent Check Point (ICP)

Independent Check Point atau titik cek adalah titik control tanah yang digunakan sebagai control kualitas dari objek dengan cara membandingkan koordinat model dengan koordinat sebenarnya. Perbedaan utama antara GCP dan ICP adalah GCP digunakan saat pengolahan data sedangkan ICP berfungsi Ketika data sudah menjadi produk dan tidak termasuk dalam proses pengolahan data. Titik ini digunakan untuk mendapatkan ketelitian horisontal foto udara hasil pemotretan (Lailissaum, 2015).

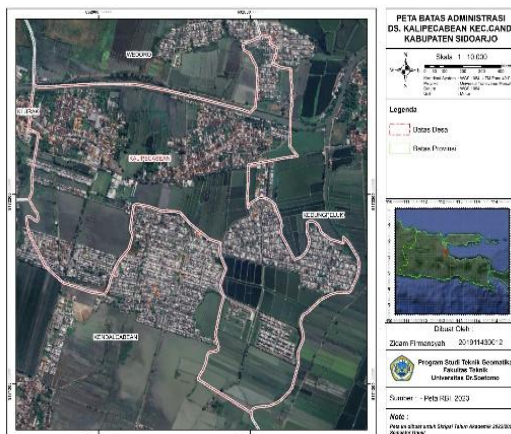
2.9 Postmark

Postmark adalah titik control yang diukur

setelah pekerjaan survei foto udara, dengan cara mengidentifikasi objek yang terdapat pada foto, kemudian ditentukan koordinat fotonya. Data koordinat postmark diambil setelah dilakukan akuisisi foto udara. *Postmark* ditentukan dengan menggunakan obyek – obyek yang mudah diidentifikasi pada foto udara. Ada beberapa ketentuan dalam menentukan titik yang akan dijadikan postmark, yaitu:

- Postmark ditentukan jika titik premark hilang atau rusak atau kuran atau tidak ada
- Lokasi ideal untuk menentukan postmark sama dengan Premark, yaitu dengan mengidentifikasi lokasi – lokasi atau obyek – obyek yang dapat dijadikan sebagai lokasi titik postmark
- Karena postmark adalah titik control yang diukur setelah pekerjaan survei foto udara, maka perlu dilakukan identifikasi objek yang terdapat pada foto

III. Metodologi Penelitian



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

3.1 Alat dan Data Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

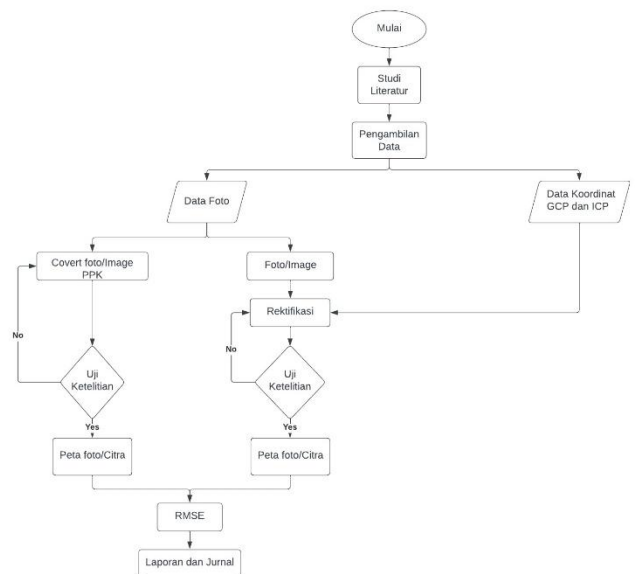
- Perangkat Keras
 - Laptop
 - Handphone
 - DJI Mavic 3 Enterprise
 - GNSS/GPS Stonex S850 & S800
 - Roll Meter
- Perangkat Lunak
 - Software Pengolah Data
 - Software Pengolah Kata
 - GPS Map Camera
 - Google Earth Pro
 - Global Mapper

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

- Data Sekunder
 - Batas Administrasi Desa Kalipecabean Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo
- Data Primer
 - Data Foto Udara
 - Data Titik Koordinat GCP Dan ICP

3.2 Diagram Alir Penelitian

Tahapan dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

3.3 Pelaksanaan Penelitian

1. Persiapan

Pada tahap ini merupakan langkah awal yang dilakukan yaitu tahap persiapan yang terdiri dari studi literatur dengan mencari referensi teori yang relevan dengan permasalahan yang terdapat pada penelitian yang akan dilakukan. Selain itu juga menyiapkan hardware dan software yang akan digunakan dalam pelaksanaan penelitian.

2. Pengumpulan Data

Setelah melakukan tahap persiapan kemudian dilanjutkan dengan tahap pengumpulan data penelitian yang meliputi :

- Data sekunder
 - Batas Administrasi Desa Kalipecabean Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo
- Data primer
 - Data Foto Udara
 - Data Titik Koordinat GCP Dan ICP

3. Pre – Processing

Pada tahap ini dilakukan pengambilan titik koordinat GCP/ICP untuk menambah nilai koordinat sebagai akuisisi data.

4. Pengolahan Data

Pada tahap pengolahan data setelah mendapatkan data foto udara menggunakan drone DJI 3 enterprise kemudian diolah menggunakan software PPK untuk diconvert dengan data GPS static yang akan menghasilkan data foto udara yang terkoreksi koordinat. Setelah itu dilakukan proses rektifikasi.

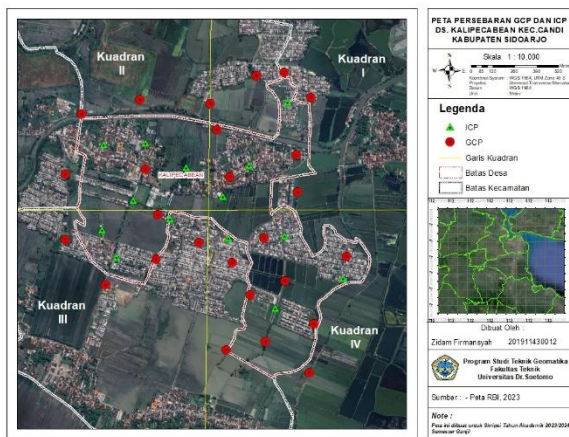
5. Uji Ketelitian dan Perbandingan

Pada tahap akhir ini dilakukan uji ketelitian pada foto udara dengan perhitungan RMSE horizontal dengan mengikuti ketelitian sesuai Peraturan Kepada BIG No. 15 Tahun 2014. Setelah semua data dioleh maka terdapat perbandingan data yang diperoleh.

IV. Hasil dan Analisa

4.1 Sebaran Ground Control Point (GCP) dan Independent Check Point (ICP)

Sebaran titik GCP merupakan titik kontrol tanah yang digunakan dalam koreksi citra ortorektifikasi. Sebaran titik ICP digunakan sebagai titik uji. Sebaran titik ICP menggunakan aturan distribusi titik uji, area yang akan diuji dibagi dengan 4 kuadran dengan distribusi ideal. Berikut persebaran titik GCP dan ICP sesuai dengan Gambar 4.1 sebagai berikut :

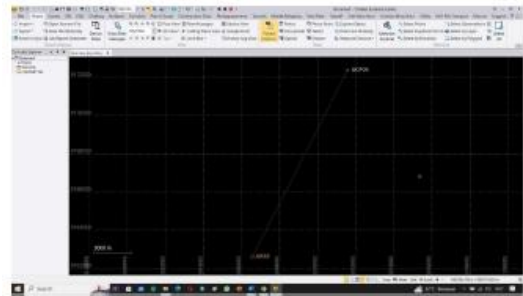


Gambar 4.1 Peta Sebaran GCP dan ICP

Total titik GCP dan ICP adalah 40 Titik yang terdiri dari 26 titik GCP dan 14 titik ICP. Pengambilan data koordinat titik GCP dan ICP menggunakan metode *Static Differential* menggunakan *Global Navigation Satellite System* (GNSS). Pengamatan per-titik GCP dan ICP adalah 2 jam yang mana hal tersebut mengacu pada jarak panjang *baseline* dari titik Jaring Kontrol Horizontal Nasional yang berada di Kantor Proyek Pekerjaan Umum (PU), Japanan, Gempol, Pasuruan, Jawa Timur dengan jarak + 11,27 km.

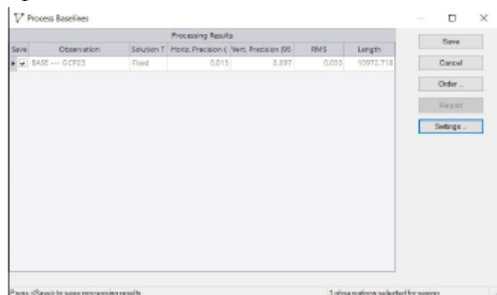
4.2 Pengolahan Data GNSS Statik Diferensial

Pada pengukuran GCP (*Ground Control Point*) dan ICP (*Independent Check Point*) yang dilakukan menggunakan metode statik diferensial. Dengan metode tersebut akan mempengaruhi ketelitian posisi titik yang diperoleh. Ketelitian posisi GNSS sangat berpengaruh oleh berbagai faktor dan parameter yang antara lain adalah ketelitian data, geometri satelit, metode penentuan posisi, dan strategi pemrosesan data. Berikut adalah langkah yang dimana dilakukan pemrosesan data GNSS:



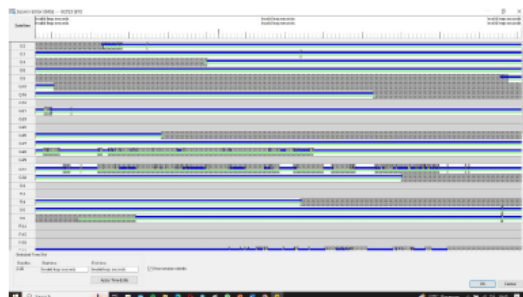
Gambar 4.2 Pemrosesan Data GNSS

Pada Gambar 4.2 diatas yang dimana pengolahan data GNSS menggunakan metode statik diferensial. Untuk *base* menggunakan patok JKHN yang dimana terletak pada lokasi yang berada di Kantor Proyek PU, Japanan, Gempol, Pasuruan, Jawa Timur.



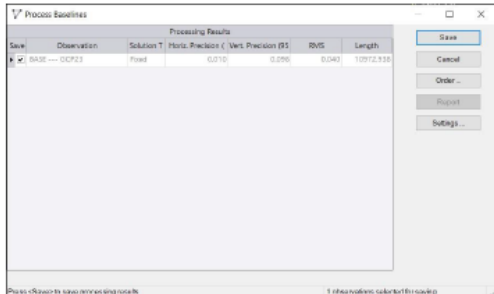
Gambar 4.3 Hasil Pemrosesan Baseline

Setelah memasukkan tinggi alat GNSS yang berada di base dan titik yang di survei yaitu GCP23 akan memperoleh *horizontal precision* yang dimana mendapatkan hasil 0.015.



Gambar 4.4 Sesion Editor untuk memilih rekaman hasil GNSS

Agar meningkatkan koreksi horizontal yang lebih bagus maka harus dilakukan session editor. *Session Editor* adalah analisis terhadap rekaman data, perlu dilakukannya pendektasian dan pengkoreksian *cycle slips* hingga didapatkan hasil rekaman data penamatan satelit yang baik.



Gambar 4.5 Hasil Titik Setelah dilakukan Sesion Editor

Setelah dilakukannya *session editor* pada *baseline* yang dimana memilah data rekaman yang bagus dan tidak bagus akan menghasilkan *horizontal precision* yang baik. Dimana setelah dilakukannya session editor mendapatkan nilai 0,010 m dan sebelum dilakukannya session editor horizontal precisionnya mendapatkan nilai 0,015 m

4.3 Hasil Pengukuran *Ground Control Point* (GCP)

Pengukuran ini dilakukan di 26 titik yang menyebar dan menghasilkan koordinat. Sebagai mana dilihat pada Gambar 4.6 dibawah:



Gambar 4.6 Detail Baseline GCP

Panjang *baseline* dengan kisaran 5-10 kilometer, lama pengamatan yang dianjurkan untuk pengamatan menggunakan metode *static differential* adalah 60 menit, untuk panjang *baseline* diatas 10 kilometer adalah 90-180 menit. Pada titik GCP total terdapat 26 titik. *Horizontal* yang tingkat akurasinya kurang bagus terdapat 10 titik dikarenakan pada lokasi tersebut adanya halangan disekitar GNSS sehingga mendapatkan akurasi horizontal yang kurang bagus. Pada *horizontal* yang tingkat akurasinya bagus terdapat 16 titik dikarenakan pada lokasi tersebut halangannya tidak ada.

4.4 Hasil Pengukuran *Independet Check Point* (ICP)

Pengukuran ini dilakukan di 14 titik yang menyebar dan menghasilkan koordinat. Sebagai mana dilihat pada Gambar 4.7 dibawah:



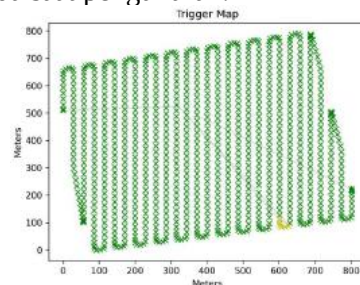
Gambar 4.7 Detail Baseline ICP

Panjang *baseline* dengan kisaran relative ± 11 km. Syarat persebaran ICP adalah obyek yang digunakan sebagai titik uji harus memiliki sebaran yang merata di seluruh area yang akan diuji. Sebaran titik uji ketelitian geometri menggunakan aturan distribusi titik uji, area yang akan di uji dibagi 4 (empat) kuadran dengandistribusi ideal titik uji.(SNI 8202:2015).

Pada titik ICP total terdapat 14 titik. *Horizontal* yang tingkat akurasinya kurang bagus terdapat 3 titik dikarenakan pada lokasi tersebut adanya halangan disekitar GNSS sehingga mendapatkan akurasi horizontal yang kurang bagus. Pada *horizontal* yang tingkat akurasinya bagus terdapat 11 titik dikarenakan pada lokasi tersebut halangannya tidak ada.

4.5 Pengolahan Data *Post Processed Kinematic* (PPK)

Pengolahan data secara PPK (*Post Processed Kinematic*) dilakukan dengan memberikan data *input* berupa data observasi dan navigasi dari *rover* serta data observasi dari base dan memiliki *output* berupa foto udara PPK. Data hasil PPK inilah yang akan digunakan dalam pemrosesan foto udara PPK (*Post Processed Kinematic*). Hasil pengolahan data GPS secara PPK juga dapat diketahui dari tracking position UAV pada saat pengukuran.



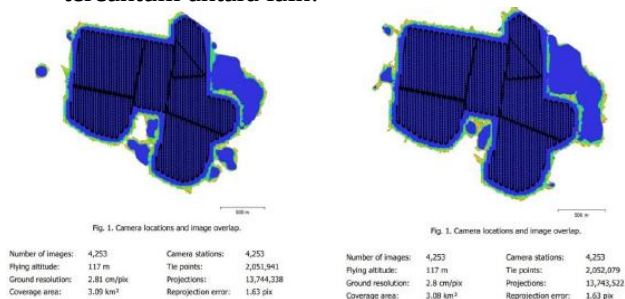
Gambar 4.8 Hasil Tracking Position UAV

Hasil *tracking* tersebut ditandai dengan titik –

titik dengan warna yang berbeda, yaitu warna hijau yang mengindikasikan bahwa titik koordinat tersebut mempunyai *fix solution*, warna kuning untuk *float solution* dan warna merah untuk *single solution*. Hasil contoh data *tracking position* UAV pada gambar 4.8 menunjukkan bahwa pengolahan data secara PPK menghasilkan nilai bersolusi *fix* yang ditandai dengan grafik hasil titik koordinat *tracking* UAV yang berwarna hijau 99.2% dan yang berwarna kuning 0.7%. Tracking berwarna kuning karena sinyal pada waktu menjalankan misi mendapatkan sinyal *float* yang menyebabkan hasil tracking position UAV ada sebagian mendapatkan berwarna kuning. Pengaruh dari adanya *fix* dan *float* pada UAV saat mengudara karena realtime yang ditangkap oleh GPS dari UAV pada saat itu satelit tidak banyak, oleh sebab itu terjadi *float* pada beberapa foto.

4.6 Hasil Pengolahan Data Foto Udara

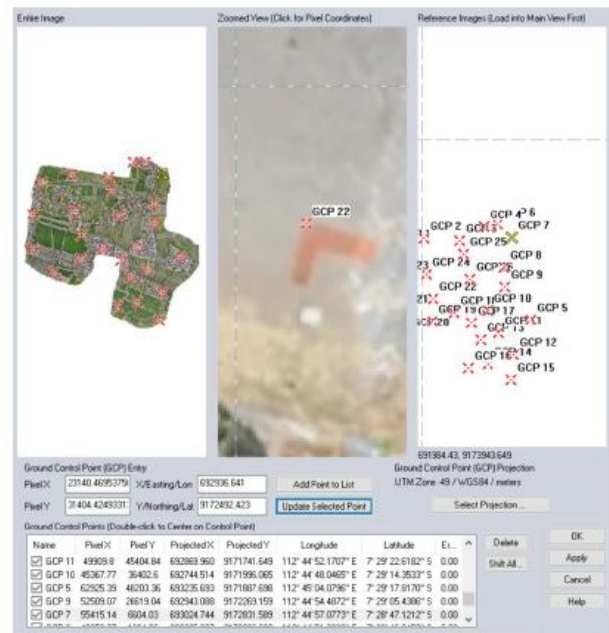
Pada bagian hasil pengolahan foto udara ada 2 data yang berbeda yaitu foto udara dan foto udara menggunakan PPK yang dimana kedua data tersebut adanya perbedaan yang cukup signifikan. Pada Gambar 4.9 menampilkan citra foto udara dengan beberapa parameter yang tercantum antara lain:



Gambar 4.9 Hasil Pengolahan Foto Udara PPK (kiri) dan Non PPK (kanan)

4.7 Rektifikasi Foto Udara

Rektifikasi adalah prosesnya dilakukan dengan memasukkan koordinat (X,Y), GCP dengan titik yang sudah ditentukan dilapangan. Kemudian dimasukkan koordinat (X,Y) dari setiap titik yang sudah diukur. Proses ini dilakukan sampai dengan semua titik ter-input dalam rektifikasi tanpa ada yang terlewat. Agar hasil koreksi geometrik dapat memenuhi standar ketelitian yang diharapkan, maka penggunaan GCP harus dengan jumlah yang cukup dengan pendistribusiannya tersebar secara merata. Pada Citra yang ada di Desa Kalipecabean proses rektifikasi dilakukan dengan titik koreksi sebanyak 26 titik yang tersebar dala *Area of Interest*.



Gambar 4.10 Proses Rektifikasi

4.8 Hasil Uji Ketelitian Geometri Foto Udara

Pada uji ketelitian geometri citra foto PPK dan Non PPK untuk perbandingannya cukup signifikan. Seperti pada Gambar 4.11 adalah perbandingan ketelitian citra foto yang mana PPK tidak melakukan rektifikasi foto udara dan Non PPK dilakukan rektifikasi foto udara.



Gambar 4.11 Citra PPK (kiri) dan Non PPK (kanan)

Pada Gambar 4.11 terdapat perbedaan titik ICP yang cukup signifikan. Untuk ICP yang berwarna kuning adalah titik yang dimana lokasi pada alat GPS yang didirikan dan untuk warna hijau dimana titik statik sudah diolah yang menghasilkan lokasi yang berbeda seperti gambar diatas tersebut yang dimana kedua gambar tersebut jelas perbedaan antara titik ICP. Untuk citra PPK yang dimana foto udara sudah memiliki koordinat lokasi namun tidak di rektifikasi hasilnya akan seperti Gambar 4.11 yang dimana titik hasil citra PPK berjarak 0,361m dan untuk citra Non PPK dilakukan rektifikasi menghasilkan jarak 0,085 m.

4.9 RMSE dan CE90

Pada penelitian ini untuk menilai keakuratan produk ortofoto dari metode PPK dan ortofoto menggunakan akurasi geometri GCP. Ketentuan ketelitian geometri mengacu pada peraturan kepala badan geospasial badan informasi geospasial (BIG) Nomor 18 Tahun 2021 tentang cara penyediaan informasi geospasial. Untuk data uji akurasi ortofoto metode PPK dan ortofoto menggunakan akurasi geometri GCP yang dimana dilihat dari Tabel 4.1 untuk menggunakan akurasi geometri GCP dan Tabel 4.1 untuk akurasi geometri metode PPK. Contoh pada Tabel 4.1

Gambar 4.1 Hasil Uji Akurasi Foto Udara Menggunakan Koreksi Geometri Pada Titik ICP 4

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
ICP1	691794,022	691794,022	0,0000	0,0000	9172552,239	9172552,239	0,0000	0,0000	0,0000
ICP3	691969,855	691969,782	0,0725	0,0053	9172220,203	9172219,984	0,2188	0,0479	0,0531
ICP4	691782,735	691782,492	0,2435	0,0593	9172045,548	9172045,291	0,2570	0,0660	0,1253
ICP6	692535,290	692535,421	-0,1309	0,0171	9171994,400	9171994,736	-0,3362	0,1131	0,1302
ICP7	692283,399	692283,511	-0,1120	0,0126	9172416,373	9172416,230	0,1428	0,0204	0,0329
ICP8	692499,895	692499,860	0,0345	0,0012	9172243,957	9172243,878	0,0793	0,0063	0,0075
ICP9	692658,054	692657,978	0,0759	0,0058	9172429,289	9172429,156	0,1330	0,0177	0,0234
ICP12	692813,537	692813,539	-0,0016	0,0000	9171579,169	9171579,092	0,0765	0,0059	0,0059
ICP13	691868,759	691868,725	0,0337	0,0011	9171883,758	9171883,816	-0,0581	0,0034	0,0045
ICP14	693216,520	693216,533	-0,0130	0,0002	9171758,864	9171758,950	-0,0857	0,0074	0,0075

Pada Tabel 4.1 ini dilakukan perhitungan pada koordinat ICP sebagai sample perhitungan yang dilakukan pada semua koordinat, berikut perhitungan Tabel 4.1.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{\text{koordinat peta dasar}} - X^i_{\text{koordinat data cek}})^2}{n}}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{(691794,022-691794,022)^2 + (691969,855-691969,782)^2 + (691782,735-691782,492)^2 + (692535,290-692535,421)^2 + (692283,399-692283,511)^2 + (692499,895-692499,860)^2 + (692658,054-692657,978)^2 + (692813,537-692813,539)^2 + (691868,759-691868,725)^2 + (693216,520-693216,533)^2}{10}}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{(0,0000)^2 + (0,0725)^2 + (0,2435)^2 + (-0,1309)^2 + (-0,1120)^2 + (0,0345)^2 + (0,0759)^2 + (-0,0016)^2 + (0,0337)^2 + (-0,0130)^2}{10}}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{(0,0000) + (0,0053) + (0,0593) + (0,0171) + (0,0126) + (0,0012) + (0,0058) + (0,0000) + (0,0011) + (0,0002)}{10}}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_{\text{koordinat peta dasar}} - Y^i_{\text{koordinat Data Cek}})^2}{n}}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{(9172552,239-9172552,239)^2 + (9172220,203-9172219,984)^2 + (9172045,548-9172045,291)^2 + (9171994,400-9171994,736)^2 + (9172416,373-9172416,230)^2 + (9172243,957-9172243,878)^2 + (9172429,289-9172429,156)^2 + (9171579,169-9171579,092)^2 + (9171883,758-9171883,816)^2 + (9171758,864-9171758,950)^2}{10}}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{(0,0000)^2 + (0,02188)^2 + (0,2570)^2 + (0,3362)^2 + (0,1428)^2 + (0,0793)^2 + (0,1330)^2 + (0,0765)^2 + (-0,0581)^2 + (-0,0857)^2}{10}}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{(0,0000) + (0,0479) + (0,0660) + (0,1131) + (0,0204) + (0,0063) + (0,0177) + (0,0059) + (0,0034) + (0,0074)}{10}}$$

Setelah $(D X)^2 + (D Y)^2$ sudah diketahui semua hasil nilainya, tahap selanjutnya adalah menjumlahkan hasil $(D X)^2 + (D Y)^2$ yang berjumlah 10 titik dan mendapatkan hasil. Setelah mendapatkan hasil tahap selanjutnya di bagi dengan jumlah titik ICP yaitu 10 titik.

$$RMSE = \sqrt{\frac{(0,0000+0,0000) + (0,0053+0,0479) + (0,2435+0,0660) + (0,0171+0,1131) + (0,0126+0,0204) + (0,0012+0,0063) + (0,0058+0,0177) + (0,0000+0,0059) + (0,0011+0,0034) + (0,0002+0,0074)}{10}}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (0,3904)}{10}}$$

$$RMSE = \sqrt{0,0390}$$

$$RMSE = 0,1976$$

Setelah mendapatkan nilai RMSE kita hitung untuk CE90 nya. Untuk rumus CE90 yaitu :

$$CE90 = 1,5175 \cdot RMSE_{xy}$$

$$CE90 = 1,5175 \cdot 0,1976$$

$$CE90 = 0,2322$$

V. Penutup

5.1 Kesimpulan

- Hasil uji akurasi *horizontal* (CE90) pada foto udara PPK didapatkan dengan menggunakan 14 titik ICP, 12 titik ICP, 10 titik ICP memiliki hasil yang berbeda. Pada uji akurasi menggunakan 14 titik ICP didapatkan ketelitian 0,8616 m. Pada uji akurasi 12 titik ICP didapatkan ketelitian 0,7594 m. Pada uji akurasi 10 titik ICP didapatkan ketelitian 0,7147 m.
- Pada hasil uji akurasi *horizontal* (CE90) pada foto udara dengan koreksi geometri didapatkan dengan menggunakan 14 titik ICP, 12 titik ICP, 10 titik ICP memiliki hasil yang berbeda. Pada uji akurasi menggunakan 14 titik ICP didapatkan ketelitian 0,4398 m. Pada uji akurasi 12 titik ICP didapatkan ketelitian 0,2952 m. Pada uji akurasi 10 titik ICP didapatkan ketelitian 0,2322 m.
- Pada kedua hasil uji akurasi bahwa lebih baik menggunakan koreksi geometri dari pada tanpa melakukan koreksi geometri. Pada uji akurasi menggunakan 10 titik ICP antara PPK dan foto udara dengan koreksi geometri selisihnya 0,4825 m. Pada uji akurasi menggunakan 12 titik ICP antara PPK dan foto udara dengan koreksi geometri selisihnya 0,4642 m. Pada uji akurasi menggunakan 14 titik ICP antara PPK dan foto udara dengan koreksi geometri selisihnya 0,4218 m.

5.2 Saran

- Untuk titik GCP dan ICP seharusnya menggunakan titik *premark* sehingga pada saat koreksi geometri sangat jelas dan akurat.

2. Untuk pembuatan misi terbang pada UAV bisa di buat lebih besar daripada batas administrasi Desa Kalipecabean.

Daftar Pustaka

- Darmawan, S., (2008). Pemanfaatan Teknologi *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* Quadcopter Dalam Pemetaan Digital (Fotogrametri) Menggunakan kerangka Ground Control Point (GCP). *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 47-56.
- Geospasial, Badan Informasi Geospasial (2018). Peraturan Badan Informasi Geospasial. *Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 6 Tahun 2018*, 49.
- Geospasial Badan Informasi Geospasial (2013). Website Badan Informasi Geospasial. *Website Badan Informasi Geospasial*, <https://www.srgi.big.go.id>.
- Lu, P., Y. Qin, Z. Li, A. C. Modini and N. Casagli. (2014). Bidirectional adaptive feature fusion for remote sensing scene classification. *Neurocomputing*, 1415-1436.
- Lailissaum, A. (2015). Peran Informasi Geospasial untuk Mendukung Pembentukan Desa.Cibinong: Badan Informasi Geospasial.
- Permana, S., Suwardhi, D., dan Wisayantono, D. (2017). Kajian pemetaan digital skala besar berbasis teknologi fotogrametri UAV dan close range. Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada. Yogyakarta, 50-63.
- Susetyo, D.B dan Gularso, H. S. (2018). Analisis akurasi pemetaan menggunakan direct georeferencing. *Ilmiah Geomatika*, 106.
- Sudarsono, B., Jasmani dan Purwanto, H. (2008). Pembuatan Peta Orthophoto dengan UAV untuk rencana Penyusunan Peta Desa. *Majalah Geografi Indonesia*, 31(1), 73-89.
- Zhang, H. Jague, E.A., Clapuyt, F., Wilken, F., Vanacker, V., dan Oost K.V. (2019a). *Evaluating the potential of Post-Processing Kinematic (PPK) georeferencing for UAV-based structure-from-motion (Sfm) photogrammetry and surface change detection*. *Earth Surface Dynamics*, 807-827. <https://doi.org/10.5194/esurf-7-807-2019>