

Analisis Peta Skala 1:1000 Hasil Pemotretan dengan Wahana *DJI Phantom 4 Pro* untuk *Updating Master Plan ITS*

Achmad Thirmidzi, Agung Budi Cahyono, dan Mohammad Rohmaneo Darminto
Departemen Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: agungbc@geodesy.its.ac.id

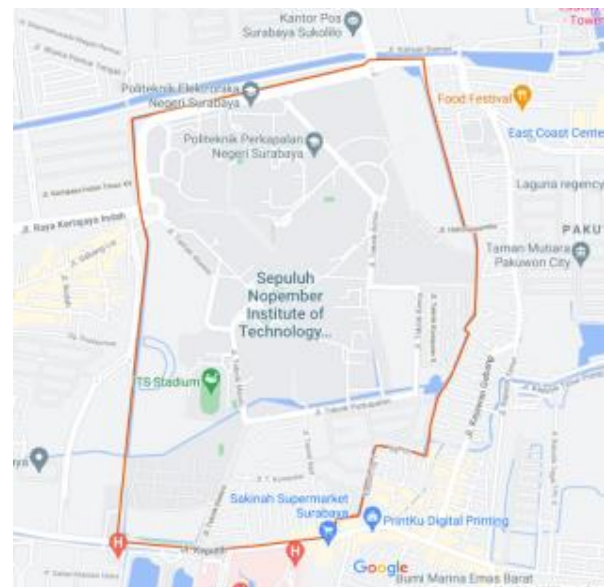
Abstrak—Pembaruan *Master Plan* memerlukan sebuah data peta yang terbaru, dimana salah satu metode yang dapat digunakan adalah Fotogrametri. Fotogrametri adalah metode pemetaan untuk memperoleh informasi dari objek-objek permukaan bumi menggunakan data foto udara, yang dapat digunakan untuk penafsiran maupun pengukuran geometri objek permukaan bumi. Data foto udara bisa didapatkan dengan akuisisi data menggunakan wahana *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* seperti *drone*. Salah satu jenis *drone* yang banyak digunakan untuk pemetaan secara fotogrametri adalah *drone DJI Phantom 4 Pro*. Selanjutnya wahana ini dipergunakan untuk pembuatan peta ortofoto di wilayah Kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember Sukolilo. Pengolahan data foto dilaksanakan menggunakan metode *Structure from Motion (SfM)*. Peta ortofoto menggunakan 17 titik GCP yang tersebar di wilayah Kampus ITS. Dari hasil penelitian ini didapatkan sebuah peta ortofoto skala 1:1000 yang kemudian diuji menggunakan 11 titik ICP. Berdasarkan nilai uji dari Perka BIG No.6 Tahun 2018, diketahui peta hasil ini digolongkan memenuhi standar ketelitian peta dasar skala 1:1000 kelas 1. Yang kemudian akan dikonversi menjadi peta garis untuk *updating Master Plan ITS*.

Kata Kunci—*DJI Phantom 4 Pro*, ITS, *Master Plan*, Uji Ketelitian Geometrik.

I. PENDAHULUAN

PADA Rencana Strategis Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) 2015-2020, secara umum permasalahan terkait pengembangan sarana dan prasarana fisik ITS yang ada di ITS adalah belum terselesaikannya semua rencana *Master Plan (MP)* Kampus ITS. Dimana untuk beberapa aspek pengembangan terkini masih belum diakomodasi pada *MP* Kampus ITS yang sudah ada, khususnya terkait dengan orientasi kampus ITS sebagai universitas riset (*research university*) serta adanya perubahan status ITS sebagai PTNBH. Maka *MP* Kampus ITS menjadi salah satu target utama dalam implementasi sarana dan prasarana fisik di ITS [1]. Sehingga diperlukan peta dasar terbaru yang dapat dijadikan sebagai referensi data spasial dalam mengembangkan *Master Plan (MP)* Kampus ITS pada masa yang akan datang.

Pada proses pembuatan peta, mulai banyak penggunaan metode baru untuk mempermudah dan mempercepat proses pembuatan peta, salah satunya adalah penggunaan wahana pesawat tanpa awak atau UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*). UAV dipilih karena memiliki keuntungan jangkauannya yang dapat menjangkau daerah atau objek yang tidak dapat dijangkau oleh pesawat besar serta dapat menekan biaya menjadi lebih murah [2]. Terdapat beberapa bentuk dari

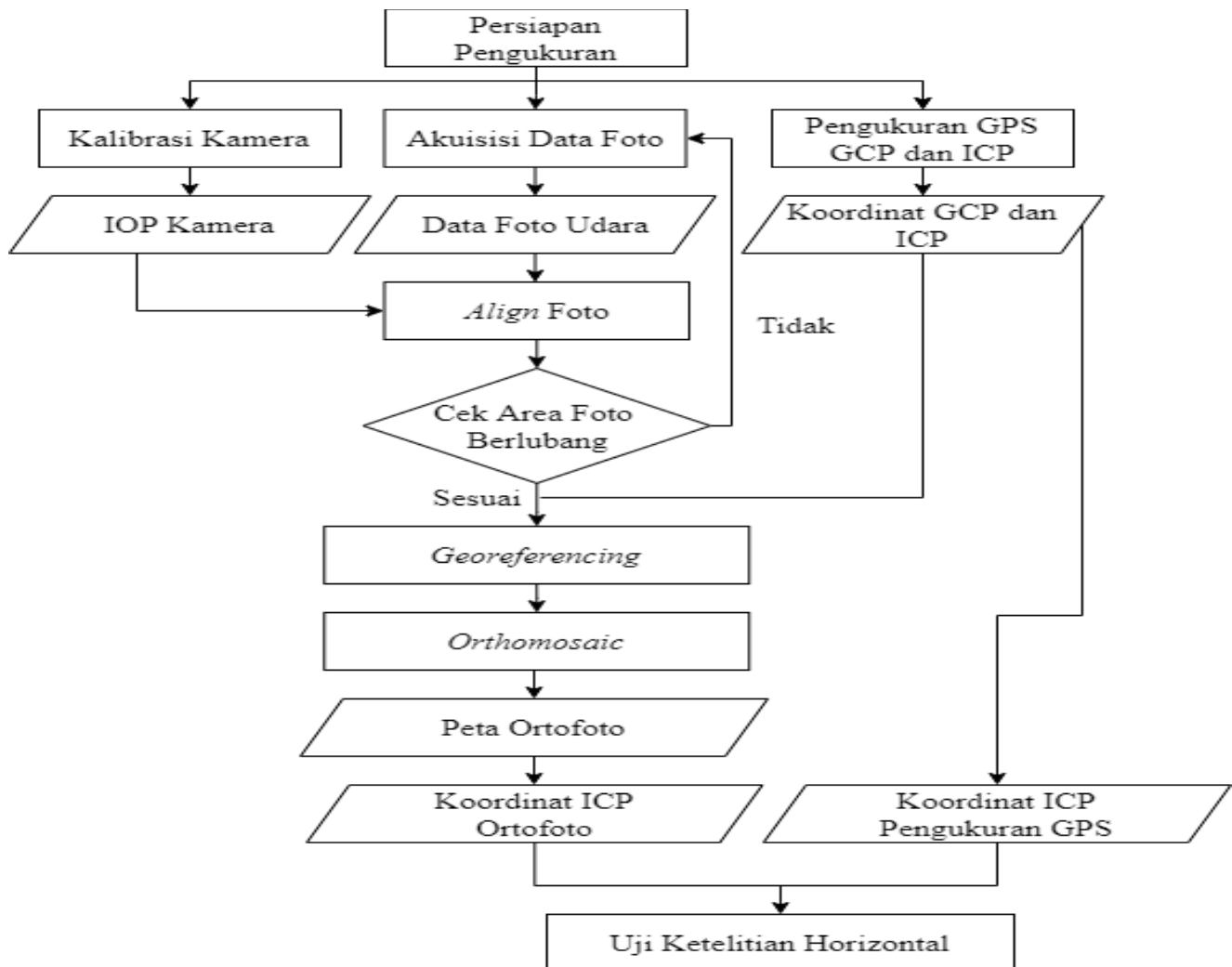


Gambar 1. Lokasi penelitian di wilayah kampus ITS Sukolilo.

wahana UAV, sebagai contoh adalah wahana *fixwing* dan *drone*. Dimana, untuk saat ini bentuk UAV yang paling populer adalah UAV *drone quadcopter*. Dimana, saat ini *drone* sudah tersedia dalam berbagai macam merk dan spesifikasi yang dapat digunakan pada akuisisi foto udara untuk pembuatan peta foto udara.

Saat ini terdapat beberapa jenis *drone* yang dapat digunakan untuk pemetaan secara *autonomous* menggunakan perangkat lunak pembuatan misi terbang untuk pemetaan seperti Pix4D Capture, salah satu jenis *drone* yang telah mendukung kemampuan tersebut adalah *DJI Phantom 4 Pro*. Wahana *drone* ini merupakan *drone* yang sudah mumpuni untuk digunakan pada pekerjaan pemetaan dengan spesifikasi yang diusungnya dan harga yang relatif terjangkau jika dibandingkan dengan jenis *drone* lain yang juga sudah mendukung untuk pemetaan seperti seri *DJI Mavic*, *DJI Inspire*, maupun *DJI Matrice*,

Data ortofoto dari pemetaan dengan fotogrametri ini dapat digunakan sebagai peta dasar untuk mendukung pembuatan peta dari wilayah Kampus ITS Sukolilo untuk mendapatkan data peta yang terbaru. Namun, pemilihan pemetaan dengan fotogrametri ini juga sangat tergantung pada hasil peta ortofoto dari wahana UAV *DJI Phantom 4 Pro* yang akan digunakan pada pemetaan. Dimana analisis hasil peta ortofoto yang dihasilkan dengan *DJI Phantom 4 Pro* akan di uji ketelitian horizontalnya berdasarkan Perka BIG No. 6 Tahun 2018.



Gambar 2. Diagram alir penelitian.

II. URAIAN PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di wilayah Kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Sukolilo, Surabaya dengan luas area sekitar 188 ha. Lokasi penelitian di wilayah kampus ITS Sukolilo tertera pada Gambar 1.

B. Data dan Peralatan

Data yang akan digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut foto udara hasil pemotretan dengan wahana drone DJI Phantom 4 Pro, Koordinat titik GCP dan ICP yang diukur dengan metode GNSS, Batas wilayah Kampus ITS.

Adapun untuk peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian tugas akhir ini dibagi menjadi dua yaitu perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang digunakan yaitu laptop Intel® Core(TM) i7-7700HQ CPU 2.81 GHz RAM 8 GB. *Personal Computer (PC)* Intel® Core(TM) i7-9700F CPU 3.00 GHz RAM 64 GB. Drone DJI Phantom 4 Pro, GPS Geodetik South Galaxy G1 Dual Frequency, dan Premark titik GCP dan ICP.

Sedangkan untuk perangkat lunak yang digunakan yaitu DJI GO 4 sebagai kendali jarak jauh penerbangan UAV secara manual. Pix4DCapture sebagai perangkat lunak pembuatan rencana jalur terbang dan penerbangan secara

autonomous. Perangkat lunak pengolah data foto udara. Perangkat lunak pengolah data koordinat GPS. Perangkat lunak pengolah data spasial untuk menyajikan data foto.

C. Tahap Pengolahan Data

Adapun tahapan pengolahan data yang dilakukan pada penelitian ini dijelaskan dalam Gambar 2 yang dijelaskan sebagai berikut:

1) Persiapan dan Perencanaan

Melakukan persiapan serta merencanakan proses akuisisi data, yang mana meliputi perencanaan jalur terbang dari wahana UAV serta perencanaan sebaran titik GCP dan ICP.

2) Akuisisi Data

Akuisisi data dilakukan dengan melaksanakan pengukuran GPS Koordinat GCP dan ICP. Koordinat GCP dan ICP digunakan sebagai titik ikat pengukuran yang dilakukan dengan pengukuran GPS. Serta akuisisi data foto udara dilakukan menggunakan UAV drone DJI Phantom 4 Pro untuk menghasilkan peta ortofoto.

3) Pengolahan Data Ortofoto

Tahapan dalam pembuatan ortofoto adalah meliputi *Align foto* yang dilakukan untuk mencocokkan 2 foto udara atau lebih melalui titik yang saling cocok pada gambar foto udara. Selanjutnya *Georeferencing* yaitu dengan memasukkan koordinat GCP sebagai titik ikat pengukuran pada data foto yang sudah dilakukan *align foto*. Dan yang



Gambar 3. Jalur terbang UAV DJI Phantom 4 Pro pada perangkat lunak Pix4DCapture.

Tabel 1.
Koordinat GCP dari pengukuran GPS

No.	Titik	Easting (m)	Northing (m)	StdDev Hz(m)
1	ITSN	698148,367	9194910,191	0
2	GCP01	698494,855	9195498,794	0,002
3	GCP02	698511,769	9194966,802	0,002
4	GCP03	697842,124	9195336,401	0,002
5	GCP04	697701,760	9195039,218	0,002
6	GCP05	698166,095	9194691,908	0,001
7	GCP06	697989,666	9194973,018	0,003
8	GCP07	697883,255	9194440,500	0,003
9	GCP08	697865,780	9193805,824	0,007
10	GCP09	697637,576	9193883,670	0,002
11	GCP10	698035,879	9194164,382	0,002
12	GCP11	698590,257	9194678,426	0,002
13	GCP12	698290,902	9193885,428	0,004
14	GCP13	698634,767	9194400,733	0,004
15	GCP14	698295,106	9195315,981	0,001
16	GCP15	698598,668	9195221,319	0,001
17	GCP16	697777,640	9194611,108	0,001
18	GCP17	697732,460	9194191,006	0,002

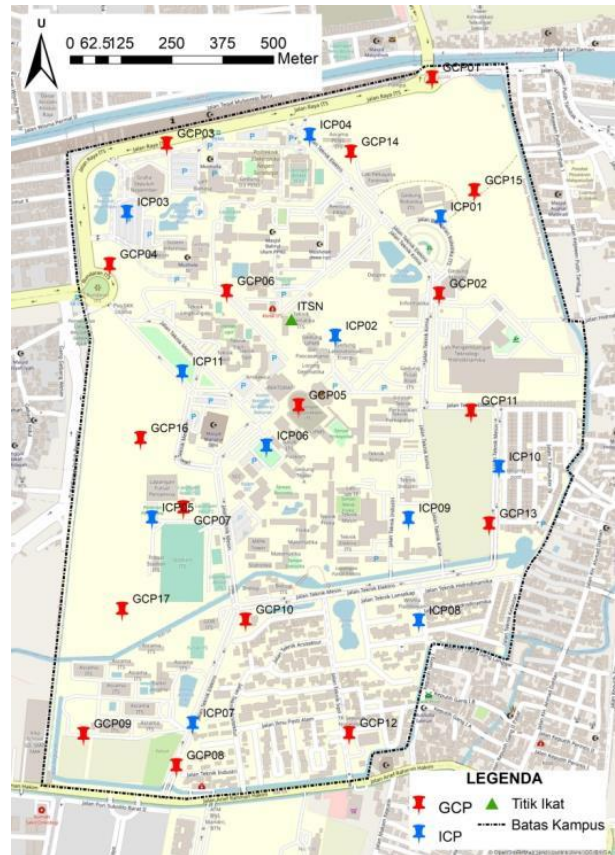
Tabel 2.
Koordinat ICP dari pengukuran GPS

No.	Titik	Easting (m)	Northing (m)	StdDev Hz(m)
1	ICP01	698514,901	9195155,974	0,001
2	ICP02	698256,611	9194863,27	0,001
3	ICP03	697744,294	9195167,791	0,002
4	ICP04	698193,395	9195358,059	0,002
5	ICP05	697805,417	9194415,556	0,003
6	ICP06	698087,184	9194592,478	0,001
7	ICP07	697906,071	9193909,672	0,003
8	ICP08	698461,619	9194162,358	0,002
9	ICP09	698436,348	9194414,474	0,001
10	ICP10	698658,509	9194540,446	0,002
11	ICP11	697880,086	9194775,105	0,001

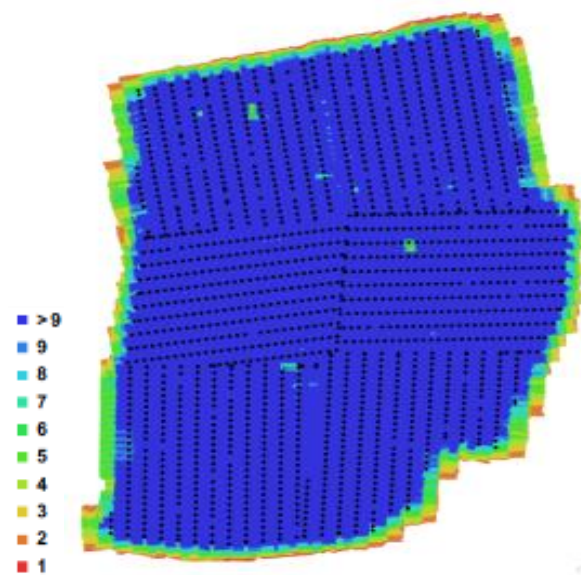
terakhir yaitu *Orthomosaic* merupakan pembuatan peta ortofoto dari data foto udara yang sudah dilakukan *align* foto dan *georeferencing*

4) Analisis Data

Analisis data yang dilakukan meliputi uji ketelitian horizontal dengan menghitung RMSE horizontal dari titik ICP foto dan ICP GPS berdasarkan Perka BIG No. 6 Tahun 2018,



Gambar 4. Lokasi titik GCP dan ICP menyebar di wilayah kampus ITS Sukilo.

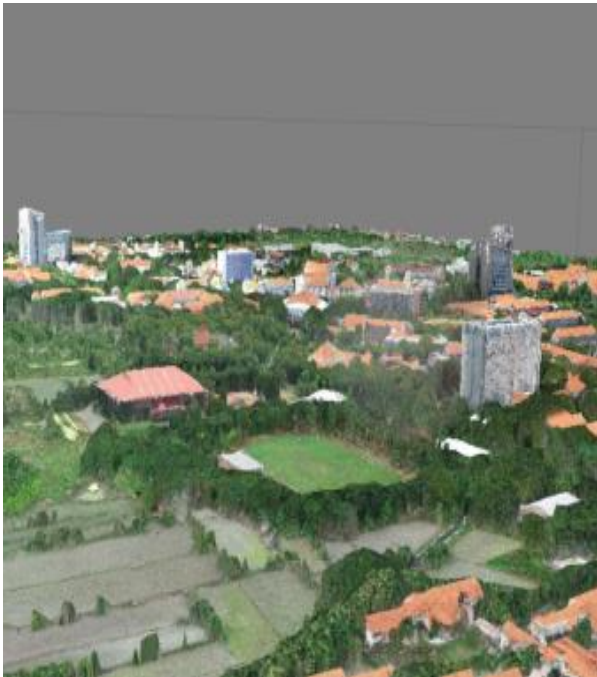


Gambar 5. Posisi kamera dan pertampalan foto wahana DJI Phantom 4 Pro.

III. HASIL DAN ANALISIS

A. Jalur Terbang

Jalur terbang yang dibuat menyesuaikan rencana penerbangan yang akan dilakukan, meliputi tinggi terbang, lama waktu akuisisi tiap misi terbang, target nilai GSD yang diinginkan, dan overlap pada foto. Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka didapatkan rencana jalur terbang akuisisi data foto udara yang tertera pada Gambar 3.



Gambar 6. Hasil *build mesh* dengan metode *structure from motion (SfM)*.

Jalur terbang dibuat pada *software* Pix4D Capture yang mana jalur terbang yang dibuat terdiri dari 6 blok area rencana terbang yang membagi seluruh wilayah Kampus ITS. Baterai yang digunakan pada DJI Phantom 4 Pro adalah sebanyak 2 baterai, sehingga pada satu sesi terbang akan dilakukan 2 kali penerbangan pada 2 flight plan. Drone diterbangkan pada ketinggian rata-rata 120 m dengan waktu terbang selama 15-16 menit dan nilai overlap foto 80%.

B. Pengukuran Koordinat GCP dan ICP

Pengukuran GCP dan ICP dilakukan dengan pengamatan GPS metode static menggunakan GPS geodetik. Pengukuran GPS dilakukan dengan interval data 5 detik serta *elevation mask angle* 15°. Lama waktu pengamatan titik GCP dilakukan selama 30 menit, sedangkan lama waktu pengamatan titik ICP dilakukan selama 15 menit. Hasil dari pengamatan GPS adalah koordinat GCP dan ICP dalam sistem koordinat UTM WGS84 Zona 49-S. Adapun sebaran titik GCP dan ICP pada penelitian ini tertera pada Gambar 4.

Dari proses pengukuran GPS pada titik GCP dan ICP, didapatkan nilai koordinat titik GCP dan ICP dalam sistem koordinat UTM WGS 1984 Zona 49 S, dengan nilai koordinat GCP dan ICP yang tertera pada Tabel 1. Adapun untuk koordinat hasil pengukuran titik ICP dalam sistem koordinat UTM WGS 1984 Zona 49 S tertera pada Tabel 2.

Hasil koordinat hasil pengukuran GPS baik pada titik GCP dan ICP sudah memiliki hasil yang presisi, yang ditunjukkan dengan standar deviasi yang rendah pada rentang 0,001m - 0,004 m. Akan tetapi terdapat 1 titik GCP yang memiliki nilai standar deviasi sebesar 0,007 m, yakni titik GCP08. Hal ini dapat terjadi karena letak titik yang memiliki jarak terjauh dari titik ikat pengukuran dan lokasi sedikit terhalang oleh tiang lampu jalan.

C. Akuisisi Data Foto Udara

Akuisisi data foto udara dilakukan dengan menggunakan wahana DJI Phantom 4 Pro yang dilengkapi dengan 2 baterai untuk melakukan akuisisi, sehingga dalam masing-



Gambar 7. Peta ortofoto Kampus ITS hasil pengolahan.

masing sesi penerbangan, bisa dilakukan 2 kali penerbangan pada 2 misi terbang yang berbeda. Adapun jumlah foto yang didapatkan adalah sebanyak 1714 foto setelah dilakukan pemilihan data dari foto yang kurang sesuai. Posisi kamera dan pertampalan foto wahana DJI Phantom 4 Pro tertera pada Gambar 5.

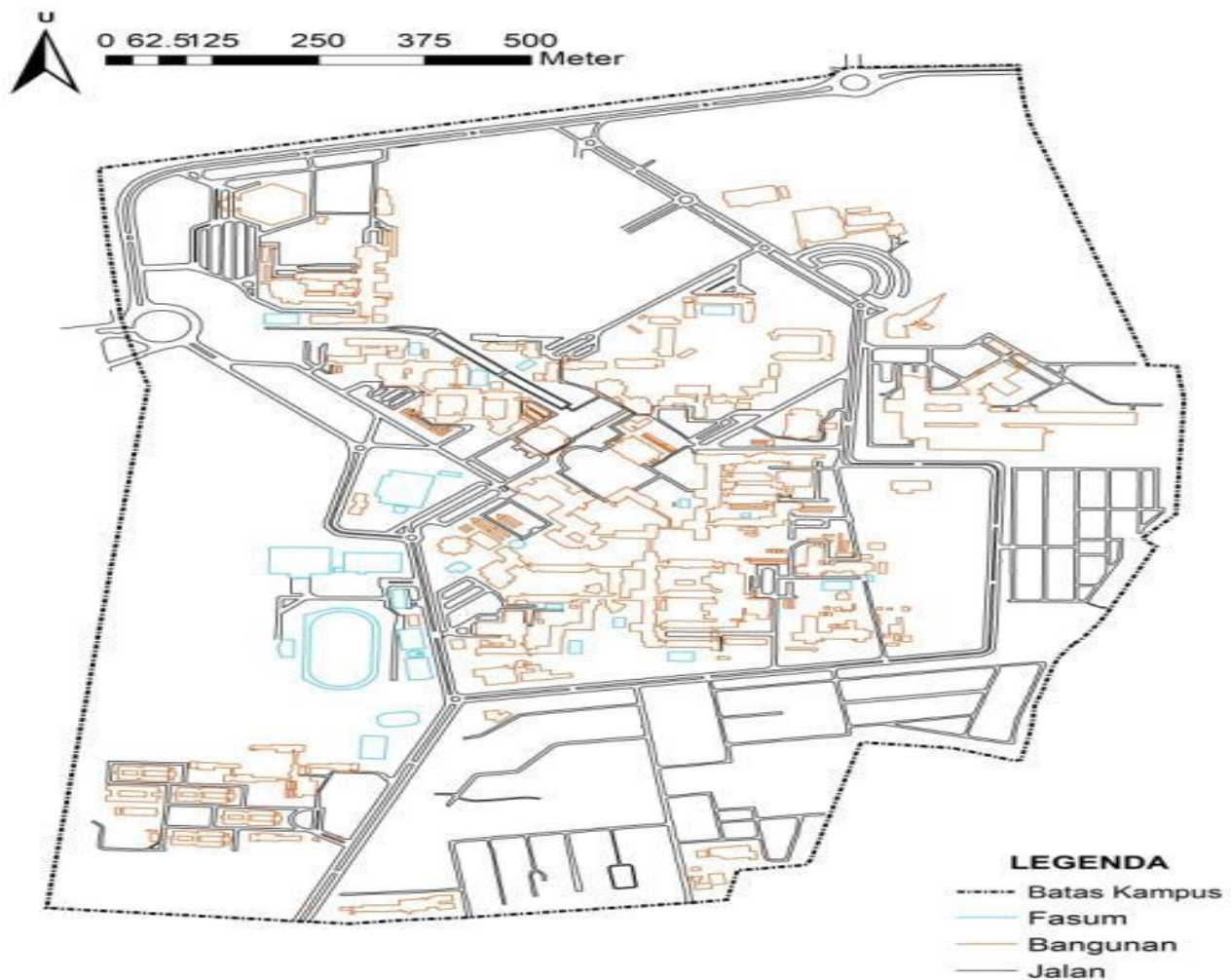
D. Pengolahan Ortofoto

Pengolahan data foto udara menjadi peta ortofoto dilakukan dengan metode *Structure from Motion (SfM)*. Pengolahan diawali dengan menjalankan proses align foto untuk melakukan image matching pada data foto udara bertampalan yang sudah didapatkan dari proses akuisisi. Dimana untuk *tie point* yang dihasilkan adalah sebanyak 1.653.254 titik. Hasil *build mesh* dengan metode tersebut tertera pada Gambar 6.

Setelah selesai dilakukan proses *align* foto, maka dilanjutkan dengan proses georeferencing untuk memasukkan data GCP sebagai titik ikat pengolahan data foto udara, yakni dengan memberi tanda GCP pada data foto udara sesuai dengan lokasi titik GCP yang sudah ditandai dengan *Premark*.

Setelah melakukan proses *georeferencing*, akan dilanjutkan dengan proses *build dense cloud*, *build mesh*, dan *texture* untuk membentuk model 3D dari wilayah pemetaan yang akan dibuat menjadi peta ortofoto. Adapun jumlah titik pada *dense cloud* yang dihasilkan adalah sebanyak 223.730.100 titik dan untuk mesh yang dihasilkan adalah sebanyak 14.836.047 permukaan.

Setelah mendapatkan model 3D berupa *mesh*, maka dapat dilanjutkan dengan membuat ortofoto dengan *orthomosaic* dengan nilai GSD yakni 3,29 cm/px. Adapun nilai total kesalahan GCP pada ortofoto yang dihasilkan adalah senilai



Gambar 8. Peta garis hasil digitasi.

2,694 cm. Peta ortfoto Kampus ITS hasil pengolahan tertera pada Gambar 7.

E. Uji Ketelitian Horizontal

Pengujian ketelitian horizontal dilakukan dengan mengacu pada aturan PERKA BIG No. 6 tahun 2018. Adapun pengujian ketelitian horizontal dilakukan pada koordinat horizontal foto udara dengan membandingkan nilai koordinat ICP ortofoto dengan nilai koordinat ICP hasil pengukuran GPS untuk mendapatkan nilai RMSE horizontal yang kemudian digunakan pada perhitungan pada peraturan ketelitian peta dasar pada skala 1:1000.

Berdasarkan peraturan BIG tersebut, akan digunakan perhitungan *Circular Error 90%* (CE90) yang digunakan untuk pengujian ketelitian horizontal [3], dimana nilai CE90 dapat diperoleh dengan rumus:

$$CE90 = 1,5175 \times RMSE_r$$

$$RMSE_r = \sqrt{D^2/n}$$

$$D^2 = \sqrt{RMSE_x^2 + RMSE_y^2}$$

Dimana:

- CE90 : *Circular Error 90%*
- RMSE_r : *Root Mean Square Error Horizontal*
- RMSE_x : *Root Mean Square Error Koordinat X*
- RMSE_y : *Root Mean Square Error Koordinat Y*

- X model : Koordinat X ICP Ortofoto
- X lapangan : Koordinat X ICP Pengukuran GPS
- Y model : Koordinat Y ICP Ortofoto
- Y lapangan : Koordinat Y ICP Pengukuran GPS

Adapun nilai hasil perhitungan RMSE_r dan nilai CE90 untuk menentukan kesesuaian ketelitian horizontal peta foto udara yang dihasilkan adalah RMSE_r yakni 0,120 m dan nilai CE90 adalah 0,182 m. Dimana, berdasarkan hasil nilai CE90 yang didapatkan maka peta ortofoto yang dihasilkan memenuhi standar ketelitian peta dasar dengan skala 1:1000 pada kelas 1.

F. Digitasi Peta MasterPlan Kampus ITS

Digitasi peta dilakukan untuk mengkonversi data peta ortofoto yang dihasilkan menjadi peta garis berisi data kondisi existing Kampus ITS. Digitasi dilakukan menjadi 3 layer, yakni layer jalan, bangunan, dan fasilitas umum. Adapun hasil digitasi dari peta Kampus ITS yang telah dilaksanakan tertera pada Gambar 8.

IV. KESIMPULAN

Telah dilakukan akuisisi berupa foto udara di atas Kampus ITS dengan wahana *drone* DJI Phantom 4 Pro dengan ketinggian rata-rata 120 meter dan dihasilkan 6 blok pemetaan dengan jumlah foto sebanyak 1714 foto. Selanjutnya dilakukan pengolahan data foto udara untuk mendapatkan peta ortofoto, yang memiliki nilai RMSE

yakni 0,120 m dan nilai CE90 yakni 0,182, dimana nilai CE90 yang didapatkan memenuhi standar ketelitian peta dasar skala 1:1000 pada kelas 1. Selanjutnya dilakukan konversi menjadi peta garis dengan metode digitasi sebanyak 3 layer, yaitu layer jalan, bangunan, dan fasilitas umum

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Biro Sarana dan Prasarana Biro Sarana dan Prasarana ITS yang telah memberikan izin untuk melaksanakan akuisisi data di

Kampus ITS.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ITS, *Rencana Strategis ITS PTNBH 2015-2020*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2016.
- [2] H. Gularso, S. Subiyanto, and L. Sabri, "Tinjauan pemotretan udara format kecil menggunakan pesawat model skywalker 1680 (studi kasus :area sekitar kampus UNDIP)," *J. Geod. Undip*, vol. 2, no. 2, 2013.
- [3] Badan Informasi Geospasial, *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*. Jakarta: Badan Informasi Geospasial, 2018.