

**PENGARUH JUMLAH DAN SEBARAN GCP HASIL PENGAMATAN
METODE DIFERENSIAL *RAPID STATIC* UNTUK PROSES
ORTOREKTIFIKASI FOTO UDARA**

(Skripsi)

Oleh

BOBIN LAXONO PUTRA



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

**PENGARUH JUMLAH DAN SEBARAN GCP HASIL PENGAMATAN
METODE DIFERENSIAL *RAPID STATIC* UNTUK PROSES
ORTOREKTIFIKASI FOTO UDARA**

Oleh

BOBIN LAXONO PUTRA

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK

Pada

**Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

PENGARUH JUMLAH DAN SEBARAN GCP HASIL PENGAMATAN METODE DIFERENSIAL *RAPID STATIC* UNTUK PROSES ORTOREKTIFIKASI FOTO UDARA

Oleh

BOBIN LAXONO PUTRA

Metode pengamatan diferensial *Rapid static* yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan metode diferensial statik singkat (*rapid static*). Metode penentuan posisi dengan survei statik singkat (*rapid static*) pada dasarnya adalah metode survei statik dengan waktu pengamatan yang lebih singkat. Biasanya foto udara mempunyai overlap 60% dan sidelap 30%. Sebelum dilakukan pemotretan pada setiap titik kontrol tanah yang ada harus diberi tanda (*premark*). Pada proses ortorektifikasi foto udara menggunakan metode *Rational Function*, penggunaan titik kontrol tanah sebanyak 8, 10 dan 13 titik, dengan sebaran dan model yang telah ditentukan dapat memenuhi batas toleransi yang ditentukan (yaitu : $0.5 \times$ Resolusi Spasial).

Adapun Ketelitian rata-rata penentuan posisi titik hasil pengukuran metode statik singkat sebesar ± 7.5 mm Untuk melakukan proses ortorektifikasi foto udara, disarankan minimal menggunakan 8 titik kontrol tanah, dimana sebarannya diusahakan mewakili kondisi topografi pada area yang di petakan, dan diusahakan tersebar merata.

Penempatan titik kontrol lebih baik apabila ditempatkan pada lokasi yang permanen dan solid, dan ditentukan tempatnya yang aman dari kegiatan manusia, baik pada saat aktifitas normal, maupun pada saat aktifitas pertambangan/produksi sedang berlangsung.

Kata Kunci: Penentuan posisi titik kontrol tanah (GCP), Foto udara, Ortorektifikasi

ABSTRACT

PENGARUH JUMLAH DAN SEBARAN GCP HASIL PENGAMATAN METODE DIFERENSIAL RAPID STATIC UNTUK PROSES ORTOREKTIFIKASI FOTO UDARA

By

BOBIN LAXONO PUTRA

Rapid static differential observation method that can be used is to use the short static differential method (rapid static). The positioning method with a short static survey is basically a static survey method with a shorter observation time. Usually aerial photos have 60% overlap and 30% sidelap. Before shooting, each existing soil control point must be marked (premarked). In the aerial photo orthorectification process using the Rational Function method, the use of 8, 10 and 13 soil control points, with a predetermined distribution and model, can meet the tolerance limits. specified (ie : 0.5 x Spatial Resolution).

The accuracy of the average position determination of the short static method measurement results is ± 7.5 mm To carry out the aerial photo orthorectification process, it is recommended to use a minimum of 8 soil control points, where the distribution is attempted to represent the topographical conditions in the mapped area, and try to spread evenly.

The control point placement is better if it is placed in a permanent and solid location, and a place is determined that is safe from human activities, both during normal activities, and when mining/production activities are in progress.

Keywords: *Determination of the position of the ground, Aerial Photography, orthorectification*

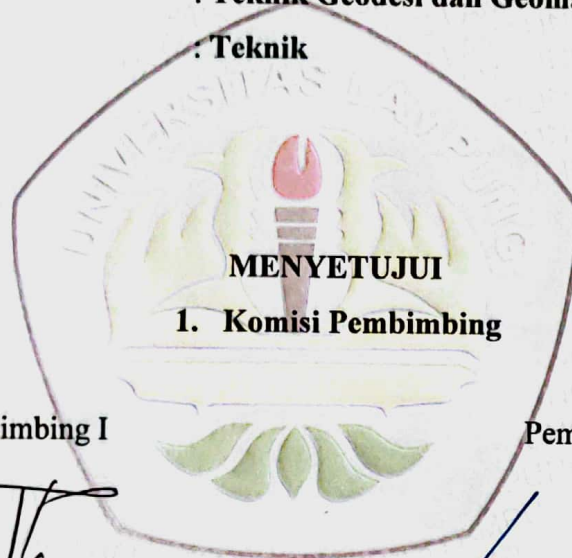
Judul Skripsi : **Pengaruh Jumlah dan Sebaran (GCP)
Hasil Pengamatan Metode Diferensial
Rapid Static Untuk Proses
Ortorektifikasi Foto Udara**

Nama Mahasiswa : **Bobin Laxono Putra**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1815071052**

Jurusan : **Teknik Geodesi dan Geomatika**

Fakultas : **Teknik**



Pembimbing I

Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM
NIP. 196410121992031002

Pembimbing II

Eko Rahmadi, S.T., M.T
NIP. 197102102005011002

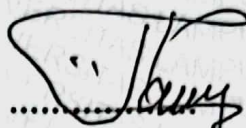
2. Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika

Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM
NIP. 196410121992031002

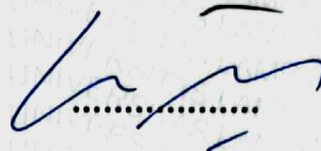
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Ir. Fauzan-Murdapa, M.T., IPM

.....


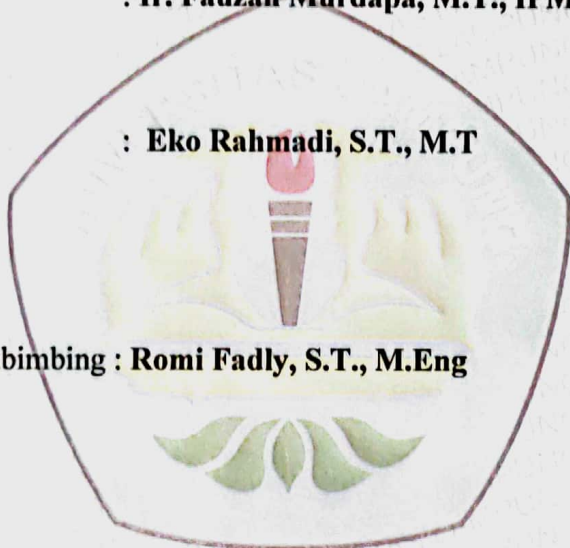
Sekretaris : Eko Rahmadi, S.T., M.T

.....


Penguji

Bukan Pembimbing : Romi Fadly, S.T., M.Eng

.....

2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Helmi Fitriawan, S.T., M.Sc.
NIP: 197509282001121002


Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 28 Juli 2022

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini dengan judul “Pengaruh Jumlah Dan Sebaran (GCP) Hasil Pengamatan Metode Diferensial *Rapid Static* Untuk Proses Ortorektifikasi Foto Udara “ tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dirujuk dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka, selain itu saya menyatakan bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 28 Juli 2022


Bobin Layan
1815071052



RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Krui Pesisir Barat pada tanggal 1 Juli 1994, anak Pertama dari 2 bersaudara. Putra dari Bapak Budi Laxono dan Ibu Dahlena.

diawali pada tahun 2000 di Sekolah Dasar Negeri 2 Pekonmon, yang diselesaikan pada tahun 2006. Selanjutnya pada tahun 2006 penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMPN 1 Pesisir Tengah Krui, yang diselesaikan pada tahun 2009. Setelah lulus pada tahun 2009 penulis melanjutkan kejenjang Sekolah Menengah Atas di SMAN 1 Pesisir Tengah Krui yang diselesaikan pada tahun 2012 pada melanjutkan pendidikan di Perguruan Tinggi Negeri Universitas Lampung Jurusan D III Survey dan Pemetaan (Geodesi) dan wisuda pada tahun 2017.

Pada tahun 2020 penulis mendaftar sebagai mahasiswa Program ISI Kelas Kerjasama Ikaran Surveyor Indonesia (ISI) Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Kemudian pada bulan Oktober 2021 penulis melaksanakan Tugas Akhir sebagai skripsi di Universitas Lampung dengan Judul “Pengaruh Jumlah Dan Sebaran (GCP) Hasil Pengamatan Metode Diferensial *Rapid Static* Untuk Proses Ortorektifikasi Foto Udara”

PERSEMBAHAN

Puji dan syukur ku panjatkan kepada *ALLAH SWT*,

Setulus ku persembahkan karya sederhana ini kepada:

Keluargaku

Bapak, Ibu , Adek, Istri dan Anak ku serta seluruh keluarga besarku yang selalu
memberikan

dukungan dan do'a untuk keberhasilanku.

Teman-teman satu almamater yang telah memberikan arti persahabatan dan
kekeluargaan dalam kebersamaan.

Almamater Tercinta
Universitas Lampung

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan ke hadirat *ALLAH SWT*, yang telah melimpahkan rahmat dan kesehatan sehingga skripsi yang berjudul “Pengaruh Jumlah Dan Sebaran (GCP) Hasil Pengamatan Metode Diferensial *Rapid Static* Untuk Proses Ortorektifikasi Foto Udara” telah terselesaikan. Skripsi ini merupakan salah satu bagian dari persyaratan meraih gelar S1 Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung.

Harapan penulis penelitian ini dapat memberi manfaat baik bagi penulis maupun pembaca terutama dalam bidang ilmu Geodesi. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu kritik dan saran sangat dibutuhkan guna membangun tulisan ini.

Bandar Lampung, 28 Juli 2022

Bobin Laxono Putra
1815071052

SANWACANA

Saya panjatkan puji syukur kepada *ALLAH SWT* atas berkah dan kuasa-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan penelitian sesuai dengan waktu yang diberikan dengan judul “Pengaruh Jumlah Dan Sebaran (GCP) Hasil Pengamatan Metode Diferensial *Rapid Static* Untuk Proses Ortorektifikasi Foto Udara”. Penulis menyadari jika selama proses pengerjaan penelitian ini, banyak pihak telah memberikan bantuan dan dukungannya, oleh karena itu, penulis juga ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung dan selaku Dosen Pembimbing I atas ketersediaannya untuk memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian penelitian ini.
3. Bapak Eko Rahmadi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II dalam penelitian ini yang sangat membantu dalam memberikan saran dan masukan membangun bagi penulis.
4. Romi Fadly, S.T., M.Eng. selaku Dosen Penguji yang telah membantu memberikan saran dan kritik dalam penelitian ini.
5. Seluruh Dosen Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung yang telah membekali penulis dengan ilmu dan pengetahuan sehingga dapat menyelesaikan penelitian ini.

6. Seluruh Staff Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung yang telah memberikan pelayanan akademis yang baik bagi penulis.
7. Keluarga Besar Kelas ISI.
8. Teman-teman satu bimbingan penelitian yang saling memberikan dukungan selama proses pengerjaan
9. Semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Bandar Lampung, 28 Juli 2022

Bobin Laxono Putra

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
MENYETUJUI.....	ii
MENGESAHKAN	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
SANWACANA	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Maksud dan Tujuan	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Metodologi Penelitian	4

BAB II DASAR TEORI

2.1. Data Citra	7
2.1.1. Foto Udara	7
2.2. Titik Kontrol Tanah	8
2.3. Penentuan Posisi Berbasis Satelit	10
2.4. Diferensial Statik Singkat	11
2.5. Pengolahan Foto Udara	12
2.5.1. Koreksi Raw Data Foto Udara.....	13
2.5.2. Pengamatan Titik Kontrol Tanah	14

2.5.3. Pembangunan <i>DEM</i>	15
2.5.4. Ortorektifikasi	15
2.6. Koreksi Geometrik	17
2.6.1. <i>Root Mean Square Error (RMSE)</i>	17

BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN

3.1. Persiapan	18
3.1.1. Wahana Foto Udara	18
3.1.2. Alat Ukur	19
3.1.3. Perangkat Lunak Pengolahan Data	22
3.2. Tahapan Penelitian	23
3.3. <i>Alignment</i> Foto Udara	25
3.4. Desain Distribusi Titik Kontrol Tanah	25
3.5. Pengukuran GCP Menggunakan Metode <i>Rapid Static</i>	27
3.5.1. Pengolahan Data	27
3.5.2. Koordinat GCP	28
3.5.3. Identifikasi GCP Pada Foto Udara	29
3.6. Ortorektifikasi Foto Udara	29

BAB IV HASIL DAN ANALISIS

4.1. Foto Udara Terkoreksi	36
4.2. Nilai Root Mean Square Error	37
4.3. Analisis Data Hasil Pengukuran	39
4.4. Analisis Pengaruh Jumlah Sebaran GCP	40
4.5. Analisis Hasil Ortorektifikasi	40
4.6. Analisis Kinerja Alat	41

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	44
5.2. Saran	45

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

1 GPS Adjustment Process

- 2 BM GCP Deskripsi cetak**
- 3 Proses Foto Udara**
- 4 Report Photo Process**
- 5 Peta Foto Udara A3**

DAFTAR TABEL

NOMOR TABEL	JUDUL TABEL	Halaman
3.1	Spesifikasi <i>receiver GNSS South Galaxy GI</i>	20
3.2	Koordinat hasil pengamatan <i>rapid static</i>	28
3.3	Posisi Titik Kontrol Tanah	31
4.1	Nilai <i>Root Mean Square Error</i> model 1	37
4.2	Nilai <i>Root Mean Square Error</i> model 2	37
4.3	Nilai <i>Root Mean Square Error</i> model 3	38
4.4	Nilai <i>Root Mean Square Error</i> model 4	38
4.5	Rekapitulasi <i>Root Mean Square Error</i>	40
4.6	Realisasi waktu yang diperlukan dalam pengamatan <i>rapid static</i>	42
4.7	Analisis kinerja UAV/Wahana	42
4.8	Analisis kinerja computer	43

DAFTAR GAMBAR

NOMOR GAMBAR	JUDUL GAMBAR	Halaman
1.1.	Diagram Alir Metode Penelitian.....	4
2.1.	Konsep akuisisi foto udara	8
2.2.	kombinasi metode survei statik dan statik singkat (Abidin, 2011).....	9
2.3.	Metode dan sistem penentuan posisi dengan GPS (Langley, 1998).....	11
3.1.	Quadcopter DJI Panthom 4 Standard	19
3.2.	Receiver GNSS South Galaxy G1	19
3.3.	Bagian pada <i>receiver</i> GNSS	20
3.4.	Diagram alir tahapan pelaksanaan penelitian	23
3.5.	Rencana baseline pengamatan titik kontrol tanah.....	26
3.6.	Penempatan titik kontrol tanah pada citra	26
3.7.	Model sebaran titik kontrol pada foto udara.....	30
4.1.	Grafik selisih nilai RMSE terhadap empat model sebaran GCP	39

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penentuan posisi titik kontrol tanah atau disebut *Ground Control Point* (GCP) yang berfungsi sebagai referensi atau titik sekutu dalam proses ortorektifikasi foto udara, dapat ditentukan atau diperoleh dengan berbagai macam metode, yang salah satunya menggunakan metode berbasis satelit dengan menggunakan sistem *diferensial*. Pada metode ini *receiver* yang digunakan adalah tipe *receiver GNSS Geodetik*, dengan menggunakan minimal 2 alat *receiver*, yang perekamannya di setting sedemikian rupa, sesuai dengan kebutuhan dan persyaratan teknis tertentu.

Ketelitian titik kontrol tanah yang diperlukan untuk proses ortorektifikasi foto udara dapat dikatakan bervariasi, sesuai dengan resolusi/ketajaman spasial foto udara yang direncanakan, sebagai contoh untuk foto udara dengan resolusi spasial 10cm, sebaiknya tingkat ketelitian GCP yang dimiliki adalah dalam satuan 5cm. berdasarkan prinsip ketelitian dalam orde sentimeter, metode pengamatan *diferensial statik* yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan metode *diferensial statik singkat (rapid static)*.

Metode penentuan posisi dengan survei statik singkat (*rapid static*) pada dasarnya adalah metode survei statik dengan waktu pengamatan yang lebih singkat, yaitu 5 sampai 20 menit (Abidin, 2007). Metode statik singkat umumnya diaplikasikan untuk *baseline* pendek ($< 5\text{km}$) dan diimplementasikan dengan menggunakan moda radial. Ketelitian posisi titik yang dihasilkan pada penentuan posisi titik menggunakan metode statik singkat adalah dalam orde sentimeter.

Fotogrametri didefinisikan sebagai proses pemerolehan informasi *metric* mengenai suatu objek melalui pengukuran pada foto (Taun, 2002). Hasil pemetaan secara fotogrametrik berupa peta foto dan tidak dapat langsung dijadikan dasar atau lampiran penerbitan peta. Pemetaan secara fotogrametrik tidak dapat lepas dari referensi pengukuran secara terestris, mulai dari penetapan *ground controls point* (titik kontrol tanah). Pada mulanya ilmu fotogrametri diawali dari pengambilan obyek topografi medan berbukit sulit dipetakan langsung, maka awal fotogrametrik mulai dimanfaatkan untuk membuat gambar pertampalan atau stereogram model dari bagian topografi tersebut.

Foto udara yang dihasilkan dapat dapat diketahui baik tidaknya dari kualitas ketajaman dan kesempurnaan *overlap* dan *sidelap* nya. Biasanya foto udara mempunyai *overlap* 60% dan *sidelap* 30%, dan untuk keperluan tertentu bisa dibuat dengan *overlap* 80% dan *sidelap* 60%. Sebelum dilakukan pemotretan pada setiap titik kontrol tanah yang ada harus diberi tanda (*premark*). Hal ini dimaksudkan supaya pada foto udara hasil pemotretan nantinya akan dapat ditemukan titik-titik kontrol tanah tersebut. Hal ini sangat penting artinya dalam pekerjaan triangulasi udara. Secara sederhana triangulasi udara merupakan proses transformasi dari koordinat yang diukur di foto ke koordinat tanah dengan bantuan titik kontrol tanah.

1.2. Rumusan Masalah

Penulisan skripsi ini akan menjawab pertanyaan-pertanyaan penelitian sebagai berikut :

1. Permasalahan yang dapat diajukan adalah seberapa besar ketelitian posisi titik GCP yang diperoleh, melalui pengamatan *rapid static*.
2. Seberapa besar pengaruh jumlah dan model sebaran GCP hasil pengamatan menggunakan metode *rapid static* terhadap batas toleransi pada proses ortorektifikasi foto udara.

3. Seberapa besar pengaruh model dan jumlah sebaran GCP yang dihasilkan oleh pengamatan *GNSS rapid static*, terhadap *Root Mean Square Error (RMSE)* untuk hasil ortorektifikasi foto udara.

1.3. Maksud Dan Tujuan

Pada penelitian ini, maksud dan tujuannya dapat dilihat pada hal-hal sebagai berikut:

1. Maksud dan tujuan dari penulisan ini adalah sebagai masukan untuk keperluan pekerjaan yang berkaitan ketelitian titik kontrol tanah (GCP) hasil pengamatan *static* singkat.
2. Mengetahui pengaruh berdasarkan jumlah dan model sebaran GCP yang diperoleh dari hasil metode *rapid static*, untuk proses ortorektifikasi.
3. Mengetahui besaran *Root Mean Square Error (RMSE)* yang dihasilkan berdasarkan jumlah dan model GCP yang digunakan, berdasarkan hasil pengamatan titik kontrol tanah menggunakan metode *rapid static*.

1.4. Batasan Masalah

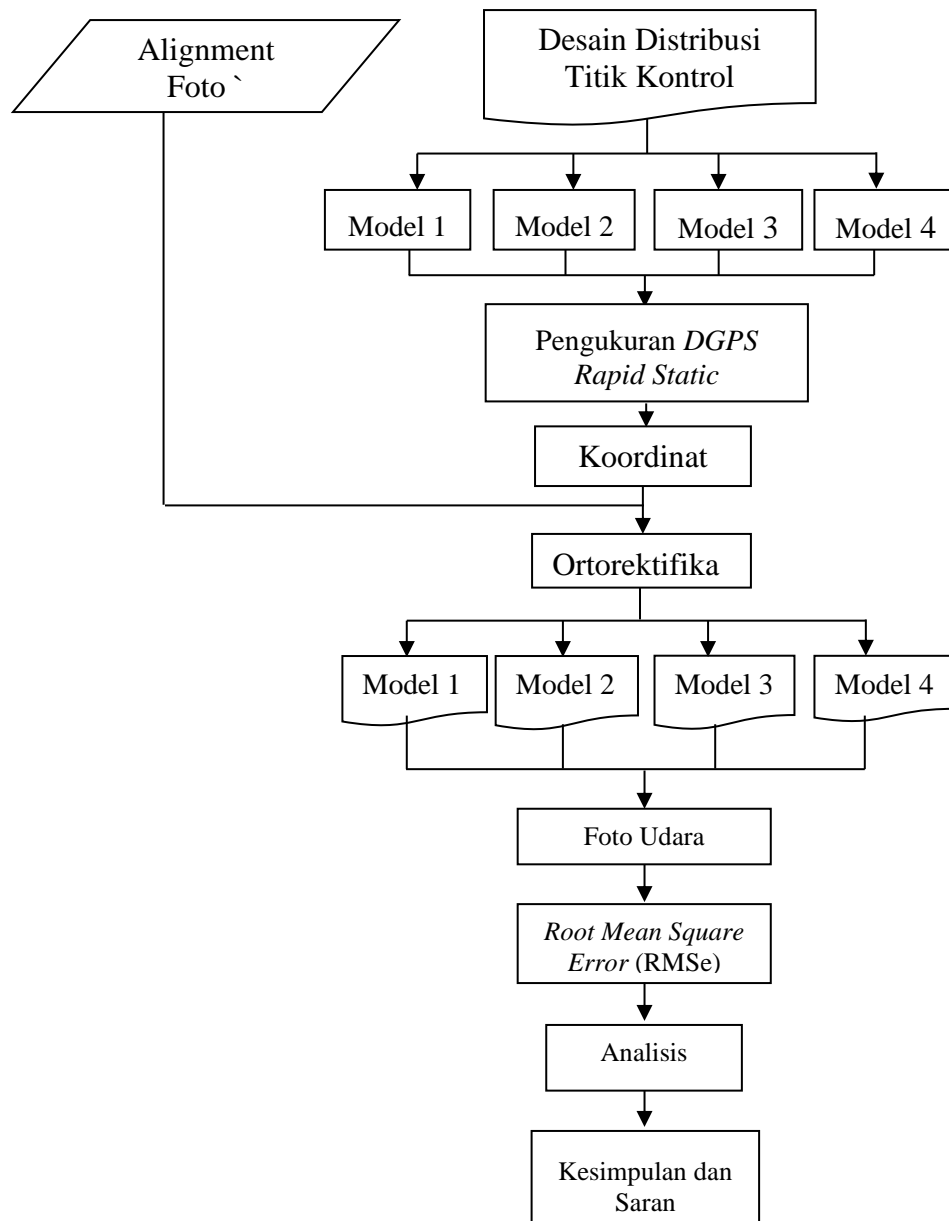
Pada penelitian ini, permasalahan dibatasi pada hal-hal sebagai berikut :

1. Alat yang digunakan pada penulisan skripsi ini adalah *receiver SOUTH GALAXI G1* dengan lama pengamatan 20 menit.
2. *Quad copter Drone DJI Panthom 4 Standard*.
3. Tinggi terbang 100meter, dengan luas sapuan 15 hektar per misi terbang.
4. Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini adalah
 - a. *To Rinex4*, adalah perangkat lunak pengolah data GPS yang berfungsi mengkonversi raw data GPS dari format file *.STH* menjadi format *rinex*
 - b. *HGO, Hi-Target Geomatics Office*, adalah perangkat lunak pengolah data GPS statik.
 - c. *Agisoft Metashape*, perangkat lunak yang digunakan untuk proses data foto udara.
5. Rencana Penentuan sebaran GCP diterapkan kedalam 4 model sebaran.

6. Metode pengamatan yang digunakan adalah metode *diferensial* statik singkat (*rapid static*).

1.5. Metode Penelitian

Adapun metode penelitian yang dilakukan pada penelitian ini, dapat dilihat pada gambar 1.1.



Gambar 1.1. Diagram Alir Metode Penelitian

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah :

1. Data

Data yang diperlukan pada tahap awal pelaksanaan pekerjaan foto udara adalah batas area pekerjaan. Setelah area batas diketahui, barulah melakukan pembuatan misi terbang / *flight plan*.

2. Pembuatan Desain Titik Kontrol Tanah (GCP)

Pada tahapan ini dilakukan pembuatan desain jumlah dan distribusi GCP yang akan disebar di citra untuk proses rektifikasi foto udara.

Terdapat 4 model jumlah

- a. Model 1 pola distribusi GCP terpusat di tengah citra, tidak mencakup pinggir foto udara.
- b. Model 2 pola distribusi GCP terletak pada titik terluar foto udara.
- c. Model 3 pola distribusi GCP terletak pada titik terluar dan sebagian yang berada ditengah foto udara.
- d. Model 4 merupakan representasi dari model 1 sampai model 3 dengan menggunakan 13 GCP.

3. Pengukuran Titik Kontrol Tanah

Pada tahap ini dilakukan pengamatan titik-titik yang telah direncanakan sebelumnya, pengamatan dengan menggunakan metode diferensial *rapid static*. Untuk mendapatkan nilai koordinat titik dengan menggunakan metode diferensial *rapid static* dapat diperoleh dengan cara *post-processing*. Untuk mendapatkan data koordinat dengan cara *post-processing* terlebih dahulu data hasil pengamatan diolah menggunakan perangkat lunak.

4. Ortorektifikasi

Nilai koordinat yang didapat melalui metode tersebut, kemudian diterapkan terhadap citra Foto Udara dan dilakukan *overlay* terhadap citra *Digital Elevation Model (DEM)*. DEM diperoleh melalui proses *Workflow Build DEM* pada perangkat lunak pengolahan foto udara *Agisoft Metashape*.

5. Citra Terkoreksi

Setelah ortorektifikasi dilakukan, maka didapatkan citra foto udara yang telah terortorektifikasi menggunakan titik kontrol tanah yang diperoleh melalui metode *rapid static*.

6. *Root Mean Square Error (RMSE)*

Besarnya penyimpangan hasil ortorektifikasi menggunakan model sebaran GCP / titik kontrol tanah hasil pengolahan, akan ditampilkan pada *RMSE*.

7. Analisis

Pada tahap ini, dilakukan analisis terhadap ketelitian posisi GCP hasil pengamatan *rapid static*, pengaruh jumlah dan model sebaran GCP terhadap nilai *Root Mean Square Error (RMSE)* yang diperoleh dari hasil pengolahan citra foto udara menggunakan model sebaran GCP yang telah direncanakan sebelumnya dan analisis terhadap waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan foto udara.

8. Kesimpulan dan Saran

Setelah koordinat diperoleh dan data *RMSE* dari ke 4 model tersebut telah diketahui, kemudian dilakukan penarikan kesimpulan berdasarkan pengaruh penentuan model, jumlah dan sebaran GCP yang digunakan dan lama waktu yang dibutuhkan untuk penyelesaian pekerjaan

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Data Citra

Citra merupakan salah satu dari beragam hasil proses penginderaan jauh (*remote sensing*). Data citra diperoleh dengan menggunakan alat pengindera atau alat pengumpul data yang disebut sensor. Berbagai sensor pengumpulan data dari jarak jauh, umumnya dipasang pada suatu wahana (*platform*) yang berupa pesawat terbang, balon, UAV, dan satelit. Sensor dipasang pada wahana satelit yang letaknya jauh dari objek yang di indra, maka diperlukan tenaga elektromagnetik yang dipancarkan atau dipantulkan oleh objek tersebut. Sensor elektronik, bekerja secara elektrik dalam bentuk sinyal. Sinyal elektrik ini direkam pada pita magnetik yang kemudian dapat diproses menjadi data visual atau data digital dengan menggunakan Komputer (Purwadhi, 2001).

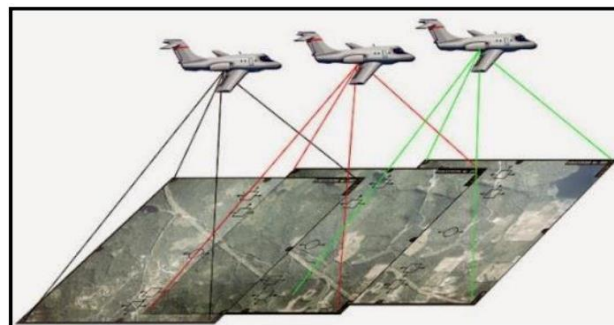
Foto udara merupakan salah satu produk pemetaan fotogrametri. Foto udara merupakan gambaran suatu objek permukaan dengan bantuan pesawat. Manfaat yang bisa didapatkan dari pemotretan foto udara adalah untuk perencanaan penggunaan tanah, kenampakan wilayah, kenampakan patahan, keperluan peta tematik, identifikasi hutan dan sebagainya

2.1.1. Foto Udara

Foto udara atau peta foto adalah gambaran permukaan yang didapat dari survei udara yaitu dengan melakukan pemotretan lewat udara

pada daerah tertentu dengan aturan fotogrametris tertentu. Foto udara format kecil (FUFK) atau *small format aerial photograph* merupakan foto yang dihasilkan dari kamera dengan ukuran film atau frame sekitar 24 mm x 36 mm dengan panjang fokus 35 mm. Teknologi FUFK pada dasarnya adalah menghasilkan foto udara dengan menggunakan kamera non metrik atau kamera amatir (kamera yang tidak didesain untuk keperluan pemotretan udara) dan menggunakan pesawat ringan (Wolf, 1993).

Foto udara merupakan salah satu produk pemetaan fotogrametri. Foto udara merupakan gambaran suatu objek permukaan dengan bantuan pesawat. Manfaat yang bisa didapatkan dari pemotretan foto udara adalah untuk perencanaan penggunaan tanah, kenampakan wilayah, kenampakan patahan, keperluan peta tematik, identifikasi hutan dan sebagainya.



Gambar 2.1 Konsep akuisisi foto udara

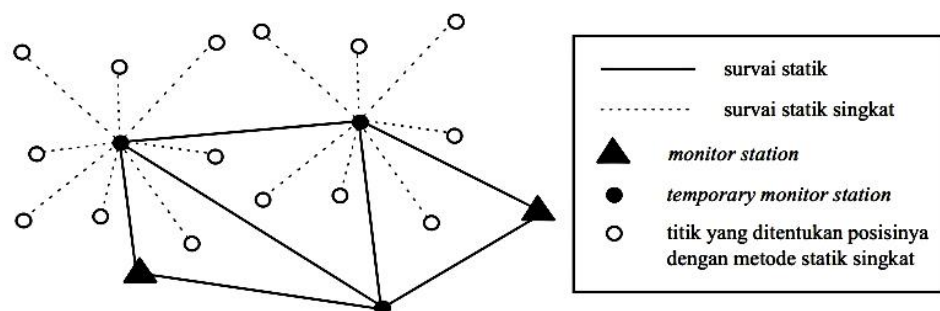
(Sumber: www.geopranata.co.id)

2.2. Titik Kontrol Tanah

Titik kontrol tanah sangat diperlukan dengan tujuan peningkatan mutu citra dengan tujuan ketelitian yang tinggi, maka diperlukan koreksi geometrik yang lebih kompleks seperti proses koreksi geometrik menggunakan titik kontrol tanah.

Peranan titik kontrol tanah adalah sebagai titik sekutu untuk melakukan proses transformasi koordinat dua dimensi. Transformasi koordinat ini bertujuan untuk mengkonversi dari satu koordinat ke sistem koordinat yang lain, atau hubungan antara posisi (koordinat) pixel citra asli (*input*) dan citra hasil transformasi (*output*) (Purwadhi, 2001).

Dalam penentuan koordinat titik-titik kontrol untuk keperluan survei dan pemetaan, skenario yang paling baik adalah dengan menggabungkan metode survei statik dan statik singkat, dimana setiap metode digunakan secara fungsional sesuai dengan karakternya masing-masing, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2. Dalam hal ini survei statik digunakan untuk menentukan koordinat dari titik-titik kontrol yang relatif berjarak jauh satu dengan lainnya serta menuntut orde ketelitian yang relatif lebih tinggi, sedangkan survei statik singkat digunakan untuk menentukan koordinat dari titik-titik kontrol yang relatif dekat satu sama lainnya serta berorde ketelitian yang relatif lebih rendah.



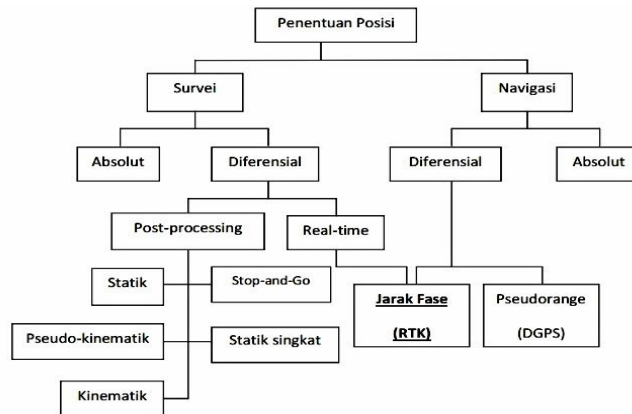
Gambar 2.2. kombinasi metode survei statik dan statik singkat
(Abidin, 2011)

Penggunaan metode radial pada pengamatan titik kontrol tanah, dimana ketelitian *baseline* secara teoritis adalah ($\sigma\Delta x$, $\sigma\Delta y$, $\sigma\Delta z$). Untuk penentuan posisi titik yang akan ditentukan, terlebih dahulu harus diketahui nilai koordinat titik ikatnya, seperti pada gambar dibawah ini :

2.3. Penentuan Posisi Berbasis Satelit

Metode penentuan posisi dengan *GNSS* merupakan metode ekstra terestrial untuk penentuan posisi titik-titik dengan melakukan pengamatan terhadap satelit di angkasa. Pada dasarnya konsep penentuan posisi dengan *GNSS* adalah reseksi (pengikatan ke belakang) dengan jarak secara simultan ke beberapa satelit *GNSS* yang koordinatnya telah diketahui. Posisi yang diberikan oleh *GNSS* adalah posisi tiga dimensi (X, Y, Z ataupun ϕ, λ, h) yang dinyatakan dalam datum WGS (*World Geodetic System*) 1984. Dengan *GNSS*, titik yang ditentukan posisinya dapat diam (*static positioning*) atau bergerak (*kinematic positioning*). Posisi titik dapat ditentukan dengan menggunakan satu *receiver GNSS* terhadap pusat bumi dengan menggunakan metode penentuan posisi absolut, ataupun terhadap titik lainnya yang telah diketahui koordinatnya (stasiun referensi) dengan menggunakan metode diferensial (relatif) yang menggunakan minimal dua *receiver GNSS* (Abidin, 2011).

Dari beragam metode penentuan posisi tersebut, metode survei *GNSS* secara umum dapat didefinisikan sebagai proses penentuan koordinat dari sejumlah titik terhadap beberapa buah titik yang telah diketahui koordinatnya, dengan menggunakan metode penentuan posisi diferensial serta data pengamatan fase dari sinyal *GNSS*. Pada survei *GNSS*, pengolahan data umumnya dilakukan setelah pengamatan selesai dilakukan (*post-processing*); meskipun dengan berkembang-nya sistem RTK (*Real-time Kinematic*), survei *GNSS* secara *real-time* juga melai dapat terealisasi. Secara umum dikenal beberapa metode dalam penentuan posisi dengan *GNSS* seperti pada skema berikut ini.



Gambar 2.3. Metode dan sistem penentuan posisi dengan GPS (Langley, 1998)

Pada penelitian bertujuan untuk membandingkan pengaruh model dan jumlah sebaran titik kontrol tanah yang didapatkan menggunakan metode diferensial hasil pengolahan (*post processing*) melalui metode statik singkat.

2.4. Diferensial *Rapid Static*

Pada tahap perencanaan dan persiapan survei *GNSS*, pemilihan metode yang akan diaplikasikan harus dilakukan dengan cermat dan efisien, sehingga dapat memenuhi tuntutan ketelitian, efisiensi dan efektivitas survei yang dapat tercapai. Metode yang umum digunakan dalam survei *GNSS* adalah metode survei statik, namun dengan kemajuan dalam keilmuan dan teknologi *GNSS* juga berkembang metode-metode lainnya.

Metode penentuan posisi dengan survei statik singkat (*rapid static*) pada dasarnya adalah metode survei statik dengan waktu pengamatan yang lebih singkat, yaitu 5 sampai 20 menit (Abidin, 2007). Metode statik singkat umumnya diaplikasikan untuk *baseline* pendek (< 5 km) dan diimplementasikan dengan menggunakan moda radial. Ketelitian posisi titik yang dihasilkan pada penentuan posisi titik menggunakan metode statik singkat adalah dalam orde sentimeter.

Metode statik singkat sangat bertumpu pada proses penentuan ambiguitas fase secara cepat, diperlukan geometri pengamatan yang baik, tingkat residu kesalahan dan bias yang relatif rendah, serta lingkungan pengamatan yang relatif tidak menimbulkan *multipath*. Beberapa hal yang patut dicatat pada metode survei statik singkat (Abidin, 2011), yaitu:

1. Survei statik singkat mempunyai tingkat produktivitas yang lebih tinggi dibandingkan survei statik, karena lama pengamatan satu sesi lebih singkat.
2. Metode survei statik memberikan ketelitian posisi yang relatif lebih tinggi dibandingkan metode survei statik singkat.
3. Metode survei statik singkat memerlukan *receiver* serta piranti lunak pemroses data yang lebih canggih dan lebih modern.
4. Karena harus memastikan penentuan ambiguitas fase secara benar dengan data pengamatan relatif lebih sedikit, metode survei statik singkat relatif kurang fleksibel dalam spesifikasi pengamatan dibandingkan metode survei statik.
5. Metode survei statik singkat lebih rentan terhadap efek dari kesalahan dan bias.

2.5. Pengolahan Data Foto Udara

Foto udara didapatkan dengan cara memotret menggunakan sebuah wahana atau alat transportasi biasanya berupa balon udara, pesawat udara.

Pemotretan ini dilakukan dengan menentukan tujuan pemotretan disesuaikan dengan tujuan pemetaan pula, menentukan jalur penerbangan, dan menentukan arah penerbangan. Dengan bantuan kamera udara dan pesawat udara ini, maka pemotretan dapat dilakukan. (Wicaksono, 2009).

Langkah umum yang dilakukan untuk memperbaiki kualitas foto udara dan proses pengolahan pada perangkat lunak pengolahan foto udara, meliputi :

1. Mengoreksi kesalahan, baik radiometrik
2. Menajamkan foto udara, baik untuk analisis maupun visualisasi.
3. Melakukan survei lapangan.
4. Menginterpretasikan hasil.

Pada penelitian ini, proses pengolahan data foto udara dilakukan dalam beberapa tahap yaitu ortorektifikasi yang terdiri dari koreksi geometrik melalui pengamatan titik kontrol tanah yang kemudian diterapkan terhadap lima model, dimana jumlah sebaran yang telah ditentukan. Koordinat titik kontrol tanah diperoleh melalui metode diferensial statik singkat dengan lama pengamatan 20 menit dan kemudian pembangunan *DEM*, dan ortorektifikasi.

2.5.1. Koreksi *Raw* Data Foto Udara

Koreksi *Raw* data yang diperoleh setelah melakukan pengambilan data foto udara, bertujuan untuk melakukan penajaman gambar.

1. Koreksi kecerahan *raw* foto udara

Sebelum melakukan penerbangan UAV, terlebih dahulu dilakukan pengaturan terhadap kamera yang digunakan, setelah memenuhi kriteria atau syarat, barulah proses akuisisi *raw* data/pemotretan dilakukan, akan tetapi terkadang terjadi perubahan kecerahan kualitas *raw* foto udara yang disebabkan oleh perubahan kecerahan matahari yang sangat signifikan, misalkan dari kondisi yang cerah, berubah menjadi sangat gelap/mendung dan atau pada kondisi sebaliknya, yang diawal kondisi mendung tiba-tiba berubah menjadi sangat cerah.

Koreksi *raw* data foto udara dapat dilakukan dengan menggunakan *software*, yang bertujuan untuk menyamakan tingkat kecerahan *raw* foto udara, sebelum dilakukan proses pengolahan foto udara.

2. Koreksi radiometrik karena pengaruh sudut elevasi matahari

Pengaruh elevasi matahari terhadap objek, sifatnya sangat individual sehingga pelaksanaan koreksinya harus dikaitkan dengan data pantulan (reflektansi) masing-masing objek. Informasi objek yang terekam oleh sensor atau data digital objek dipengaruhi oleh sudut elevasi matahari karena pantulan objek tergantung pada tenaga iradiasi matahari yang sampai ke objek. Sudut elevasi matahari akan mempengaruhi iradiasi objek yang dipantulkan. Pengaruh nyata sudut elevasi matahari pada kenampakan objek bersifat individual, yaitu setiap objek berbeda-beda tergantung sensitivitas (kepekaan) terhadap perubahan sudut elevasi matahari. Misalnya pasir sangat sensitif terhadap perubahan sudut matahari dibandingkan dengan vegetasi.

2.5.2. Pengamatan Titik Kontrol Tanah

Koreksi geometrik yang dilakukan haruslah memiliki hubungan relasional antara foto udara dengan posisi spasial dilapangan, pada saat menentukan posisi titik kontrol tanah, hal yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut :

1. Titik kontrol tanah haruslah berada pada lokasi yang mudah diidentifikasi.
2. Jumlah titik kontrol tanah harus memenuhi persyaratan dan tersebar secara merata.
3. Kualitas titik kontrol tanah pun harus baik, yang dapat ditinjau dari ketelitian posisi titik yang diperoleh dari hasil pengamatan dan peranannya saat memberikan nilai *Root Mean Square Error (RMSE)* yang kecil. Nilai *RMSE* berkaitan dengan ketepatan meletakkan titik kontrol tanah diatas foto udara yang akan diberikan koreksi geometrik.

2.5.3. Pembangunan *DEM*

Digital Elevation Model (DEM) dapat didefinisikan sebagai penggambaran bentuk permukaan bumi dengan sebuah model di dalam komputer, adapun cara mendapatkan *DEM* sebagai berikut :

1. Foto udara
2. Generate garis kontur
3. Citra satelit *optic stereo (SPOT, ASTER, dan lain-lain)*
4. Citra satelit radar (*Radarsat, ERS 1 sampai 2, dan lain-lain*)

DEM yang digunakan pada penelitian ini, merupakan *DEM* yang diperoleh dari hasil foto udara. *DEM* pada foto udara merupakan hasil overlap dan sidelap yang telah ditentukan pada misi terbang yang telah direncanakan.

2.5.4. Ortorektifikasi

Jika semua titik kontrol tanah telah didefinisikan, maka kita dapat melakukan ortorektifikasi terhadap foto udara. Ortorektifikasi merupakan proses memposisikan kembali foto udara sesuai dengan posisi sebenarnya, dikarenakan pada saat pengambilan data terjadi pergeseran (*displacement*) yang diakibatkan karena posisi miring pada wahana UAV dan variansi topografi.

Terdapat beberapa alasan untuk melakukan ortorektifikasi, antara lain :

1. Untuk membuat suatu basisdata sebuah pemodelan sistem informasi geografis.
2. Untuk identifikasi sampel yang mengacu pada koordinat peta.
3. Untuk membuat peta foto udara yang berskala tepat.
4. Untuk meningkatkan ketepatan hitungan jarak dan luas pada foto udara.

5. Sebagai dasar/acuan saat perangkat lunak melakukan proses mosaik foto udara.

Ortorektifikasi dapat dilakukan dengan beberapa metode, masing-masing metode memiliki model matematis sehingga data yang dibutuhkan serta hasilnya tidak sama. Salah satu metode ortorektifikasi adalah *Rational Functions*. Pada metode *Rational Functions*, ortorektifikasi dilakukan dengan menggunakan data titik kontrol tanah yang didapatkan dari hasil pengukuran, dengan data *DEM* sebagai tambahan untuk koordinat tinggi yang sebenarnya.

Metode *Rational Functions* adalah sebuah proses transformasi koordinat antara koordinat citra dan objek (pada lapangan) dengan menggunakan perbandingan dari persamaan *polynomial* 3D. Bentuk umum dari metode *RF* adalah sebagai berikut, (Toutin, 2004).

$$R_{3D}(x, y) = \frac{\sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n \sum_{k=0}^p a_{ijk} X^i Y^j Z^k}{\sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n \sum_{k=0}^p b_{ijk} X^i Y^j Z^k} \dots\dots\dots(1)$$

R_{3D} merupakan nilai koordinat hasil transformasi koordinat antara koordinat hasil transformasi metode *RF*; (x,y) merupakan koordinat citra; a_{ijk} merupakan koefisien *polynomial* dari *RF*; X,Y , dan Z merupakan koordinat dari *GCP*; i, j , dan k merupakan nilai peningkatan; m, n dan o merupakan orde dari model *polynomial*, pada umumnya antara 1 sampai 5. Koefisien *RF* diestimasi dari *GCP* dan yang dikenal sebagai *Terrain Dependent Method*.

2.6. Ketelitian Geometrik

Koreksi geometrik dapat dilakukan dengan menggunakan titik kontrol tanah. Ketelitian hasil koreksi geometrik tergantung pada ketepatan identifikasi baik di lapangan maupun di foto udara. Agar hasil koreksi geometrik memenuhi kriteria, maka pengambilan titik kontrol tanah harus dengan jumlah yang cukup dan distribusi yang memadai, kajian ketelitian planimetrik citra *Quickbird* dalam memproduksi peta garis skala besar, Ada beberapa parameter yang dapat digunakan untuk menentukan ketelitian geometrik dari suatu ukuran yang telah dikoreksi, salah satunya adalah *RMS Error*.

2.6.1. *Root Mean Square Error (RMSE)*

RMSE titik kontrol tanah merupakan vektor kesalahan yang komponen-komponennya adalah selisih koordinat hasil hitung dengan koordinat sebenarnya di titik tersebut. Berdasarkan nilai *RMSE* kita dapat memilih titik-titik kontrol yang baik kualitasnya, sehingga dengan fleksibel titik-titik kontrol tanah dapat diaktifkan atau di non aktifkan. Pada umumnya nilai *RMSE* dapat ditentukan oleh toleransi (nilai ambang batas). Untuk menghitung nilai *RMSE*, menggunakan rumus dengan persamaan sebagai berikut :

$$RMSError = \sqrt{(x' - x_{orig})^2 + (y' - y_{orig})^2} \dots\dots(2)$$

Penjelasannya,

x_{orig} = koordinat asli baris dari titik kontrol pada citra

y_{orig} = koordinat asli kolom dari titik kontrol pada citra

x' = koordinat titik kontrol hasil perhitungan pada citra asli

y' = koordinat titik kontrol hasil perhitungan pada citra asli

BAB III

PELAKSANAAN PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dilakukan mulai dari tahapan persiapan, pengambilan data lapangan, dan pengolahan data. Tahap persiapan yang dilakukan dimulai dari kegiatan penentuan lokasi titik kontrol tanah yang akan digunakan untuk melakukan ortorektifikasi dan persiapan penggunaan alat ukur yang digunakan. Pengambilan data dilakukan melalui pengamatan titik-titik kontrol tanah menggunakan metode diferensial *rapid static*. Tahapan pengolahan data dilakukan mulai dari tahap pengunduhan data, pengolahan data hingga menjadi koordinat.

3.1. Persiapan

Tahapan persiapan dilakukan untuk mendapatkan efisiensi dan efektifitas waktu, sehingga tidak terjadi kehilangan waktu yang disebabkan kelalaian terhadap kurangnya data penunjang pada pelaksanaan pekerjaan. Adapun persiapan penting yang perlu dilakukan adalah, persiapan batas area kerja, persiapan *UAV* atau wahana foto udara, persiapan tata cara pengoperasian alat ukur, terutama *receiver GNSS RTK South Galaxi G1* dan perangkat lunak pengolahan data.

3.1.1. Wahana Foto Udara

Akuisisi *raw* data foto udara, dilakukan dengan menggunakan *UAV Quadcopter DJI Panthom 4 Standard*. Sebelum dilakukan akuisisi *raw* foto udara, terlebih dahulu dilakukan pengecekan terhadap kondisi fisik *UAV* seperti :

1. Motor *UAV*, dipastikan dalam kondisi layak terbang dan tidak ada kerenggangan dinamo terhadap rumah magnet motor

2. Kondisi *propeller*/baling-baling
3. Kondisi baterai
4. Kondisi remot kendali
5. Konektivitas *UAV* dan remot kendali serta *FPV camera*.

Kenampakan Quadcopter yang digunakan, dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. *Quadcopter DJI Panthom 4 Standard*

3.1.2. Alat Ukur

Alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Receiver GNSS RTK South Galaxi G1* yang terdiri dari :

1. 1 set *receiver GNSS RTK South Galaxi G1*
2. 1 unit *Pocket PC South Galaxi G1* / kontroler



Gambar 3.2. *Receiver GNSS South Galaxy G1*

Gambar diatas merupakan kenampakan dari alat ukur yang digunakan untuk melakukan pengamatan diferensial *rapid static*. Gambar dibawah merupakan indikator pada fisik alat ukur dan fungsi yang terdapat pada unit alat ukur.

Gambar 3.3. Bagian pada *receiver GNSS*

Spesifikasi receiver GNSS yang digunakan, dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Spesifikasi *receiver GNSS South Galaxy G1*

Kinerja Survei	
Saluran	220 Saluran
Pelacakan sinyal	BDS B1, B2, B3,
	GPS L1C / A, L1C, L2C, L2E, L5
	GLONASS L1C / A, L1P, L2C / A, L2P, L3
	SBAS L1C / A, L5 (Hanya untuk satelit yang mendukung L5)
	Galileo GIOVE-A, GIOVE-B, E1, E5A, E5B
	QZSS, WAAS, MSAS, EGNOS, GAGAN, SBAS
Fitur GNSS	Tingkat output posisi: 1HZ ~ 50HZ
	Waktu inisialisasi: <10s
	Keandalan inisialisasi:> 99,99%
Presisi posisi	
Perbedaan Kode Posisi GNSS	Horisontal: 0,25 m + 1 ppm
	Vertikal: 0,50 m + 1 ppm
	Akurasi posisi SBAS: biasanya <5m 3DRMS
Survei GNSS statis	Horisontal: 2,5 mm + 0,5 ppm
	Vertikal: 5 mm + 0,5 ppm
Survei Kinematik Real-Time (<i>Baseline</i> <30km)	Horisontal: 8 mm + 1 ppm
	Vertikal: 15 mm + 1 ppm
	Horisontal: 8 mm + 0,5 ppm
	Vertikal: 15 mm + 0,5 ppm
RTK jaringan	Waktu inisialisasi RTK: 2 ~ 8s
Fisik	
Dimensi	12.9cm × 11.2cm
Menimbang	970g (termasuk baterai terpasang)
Bahan	Shell paduan aluminium magnesium
Lingkungan	
Pengoperasian	- 45 °C ~ +60 °C
Penyimpanan	-55 °C ~ +85 °C
Kelembaban	Non-kondensasi
Tahan air / tahan debu	Standar IP67, terlindung dari perendaman lama hingga kedalaman 1m
	Standar IP67, sepenuhnya terlindungi dari debu yang bertuip
Shock dan Getaran	Tidak beroperasi: Tahan 2 meter jatuhkan tiang ke tanah semen secara alami
	operasi: Menahan uji dampak gelombang gergaji 40 G 10 milidetik

Spesifikasi receiver GNSS South Galaxy G1

Kelistrikan	
Konsumsi daya	2W
Baterai	Baterai Litium-ion yang dapat diisi ulang dan dapat dilepas
Daya tahan baterai	Baterai tunggal: 7 jam (mode statis) 5 jam (mode dasar UHF interual)
	6 jam (mode rover)
Komunikasi dan Penyimpanan data	
I / O Port	5PIN LEOM port daya eksternal + RS232
	7PIN LEOM RS232 + USB
	1 port antena tautan data jaringan / radio
	Slot kartu SIM
Modem Nirkabel	Penerima dan pemancar radio internal terintegrasi 0,5W / 2W
	Pemancar radio eksternal 5W / 25W
Frekuensi kerja	410-470MHz
Protokol komunikasi	TrimTalk450s, TrimMark3, PCC EOT, SELATAN
Jaringan Seluler Seluler	Modul komunikasi jaringan WCDMA3.5G, kompatibel GPRS / EDGE, CDMA2000 / EVDO
	3G opsional
Modul Ganda Bluetooth	BLEBluetooth 4.0 standar, dukungan untuk android, koneksi telepon seluler ios
	Bluetooth + standar EDR
Komunikasi NFC	Menyadari pasangan jarak dekat (lebih pendek dari 10cm) antara Galxy G1 dan pengontrol
	(diperlukan pengontrol yang dilengkapi modul komunikasi nirkabel NFC)
Penyimpanan data / Transmisi	Penyimpanan internal 4GB, data pengamatan mentah lebih dari 3 tahun (1,4 juta / hari) berdasarkan perekaman dari 14 satelit. Pasang dan mainkan lebih banyak transmisi data USB
Format data	Format data diferensial: CMR +, CMRx, RTCM2.1, RTCM2.3, RTCM3.0, RTCM3.1, RTCM3.2
	Format data keluaran GPS: NMEA0813, rencana PJK, mengoordinasikan kode biner
	Dukungan model jaringan: berbagai, FKP, MAC, protokol pendukung NTRIP

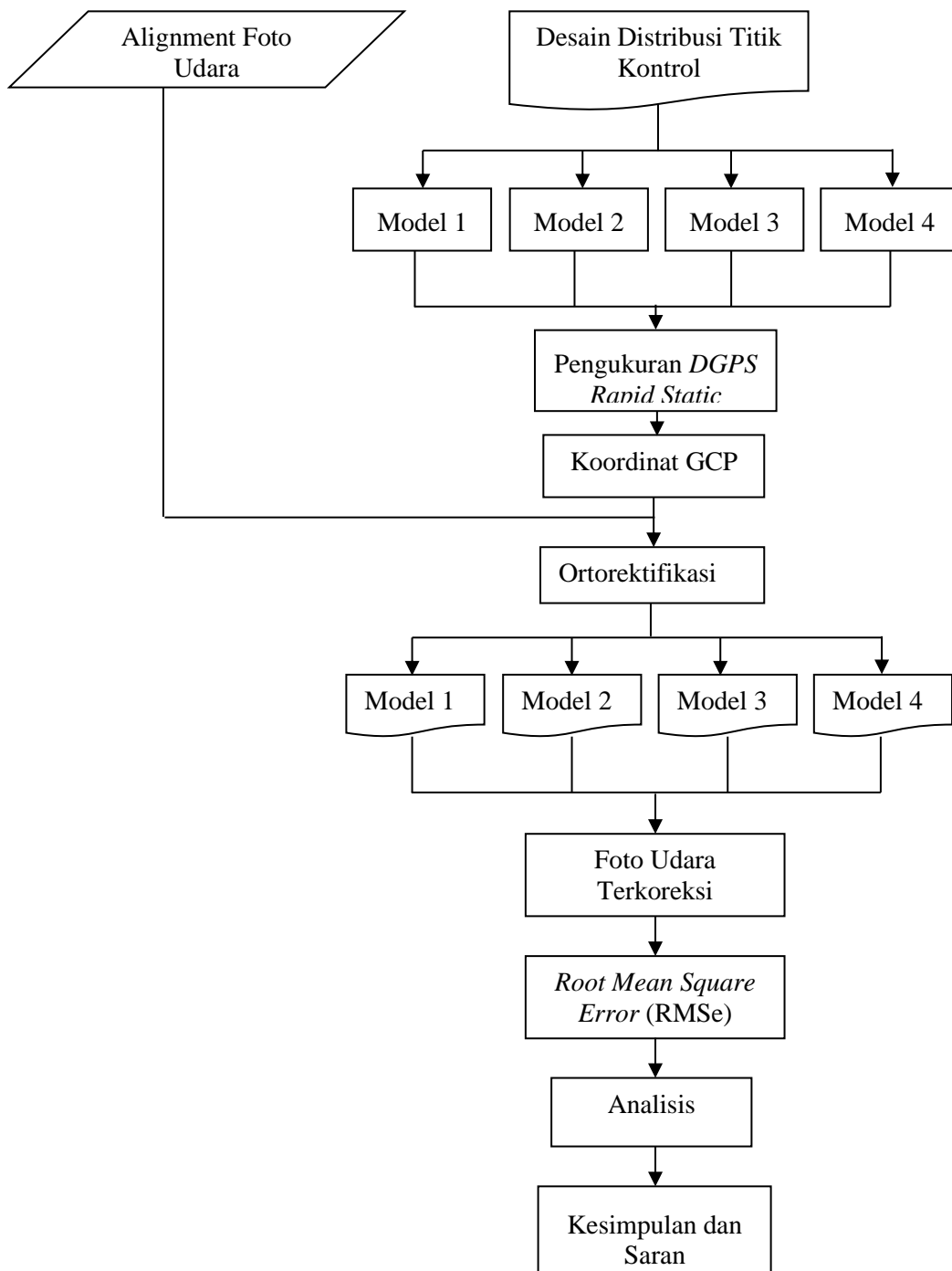
3.1.3. Perangkat Lunak Pengolahan Data

Perangkat lunak pengolahan data terdiri dari :

1. *ToRinex4*, perangkat lunak ini digunakan untuk mengkonversi data dari data berformat *.STH* kedalam format *RINEX* yang didapatkan melalui hasil pengamatan menggunakan *receiver GNSS South Galaxy G1*.
2. *HGO, Hi-Target Geomatics Office* merupakan perangkat lunak pengolah *baseline* hasil pengamatan menggunakan *receiver GNSS*.
3. *Microsoft Activesync*, perangkat lunak yang dimiliki oleh *Microsoft* ini digunakan untuk menghubungkan perangkat *receiver GNSS* ke laptop/PC dengan bantuan kabel data. Pada kondisi system operasi komputer tertentu, perangkat lunak *Microsoft Activesync* tidak diperlukan.
4. *Global Mapper*, perangkat lunak yang digunakan untuk membuat misi terbang *UAV*, dan untuk melakukan pengecekan posisi foto hasil akuisisi
5. *Agisoft Metashape*, perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan proses pengolahan *raw* data foto udara, menjadi satu kesatuan yang utuh, sehingga dapat dijadikan peta foto udara yang ber georeferensi.

3.2. Tahapan Penelitian

Secara menyeluruh proses pelaksanaan penelitian dijelaskan dalam bentuk diagram alir berikut :



Gambar 3.4. Diagram alir tahapan pelaksanaan penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan berdasarkan diagram alir yang telah direncanakan, adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data penunjang seperti batas IUP atau batas area.
2. Perencanaan misi terbang dan jalur terbang *UAV*
 Akuisisi *raw* data foto udara menggunakan wahana *Quadcopter DJI Panthom 4 Standard*. Penentuan misi terbang pada kegiatan ini mengacu pada permintaan pemilik pekerjaan, yaitu dengan nilai *GSD* (*Ground Sample Distance*) maksimal 10cm. *GSD* adalah satuan yang digunakan untuk membedakan objek spasial terkecil yang dapat diidentifikasi. Pada rencana terbang, *GSD* dapat diketahui saat melakukan penyetingan tinggi terbang wahana. Pada pekerjaan ini tinggi terbang yang digunakan adalah 100m, dengan *overlap* antar foto sebesar 70 persen dan *sidelap* sebesar 40 persen.
3. Perencanaan penempatan posisi GCP pada area kerja
 Penentuan lokasi GCP diletakkan pada area yang cukup terbuka, dan memaksimalkan *mask angle* sebesar 15 derajat. Setelah rencana sebaran ditentukan, kemudian dilanjutkan dengan melakukan pemasangan GCP dengan spesifikasi yang telah ditentukan, yaitu paralon 3 inch, yang dipasang besi, kemudian di cor. Setelah pemasangan GCP selesai, dilanjutkan dengan pemasangan *premark* / tanda untuk mengidentifikasi lokasi GCP saat proses orthorektifikasi foto udara. Pemasangan *premark* menggunakan terpal berwarna biru atau oranye, dipasang secara *crossing*.
4. Persiapan material untuk pemasangan GCP, seperti paralon 3inch, semen, pasir, besi, kayu dan terpal yang akan dijadikan sebagai tanda *premark*
5. Persiapan wahana foto udara / *UAV*
6. Persiapan alat ukur yang akan digunakan
7. *Alignment* foto udara
8. Pembuatan desain distribusi titik kontrol
 Pada tahapan ini dilakukan pembuatan desain dan distribusi titik GCP untuk proses orthorektifikasi. Terdapat 4 model sebaran titik kontrol.
9. Melakukan pengamatan titik kontrol tanah dengan menggunakan metode diferensial *rapid static*

10. *Download raw* data hasil pengamatan DGPS yang tersimpan pada *receiver* GNSS menggunakan kabel data, dan kemudian dilakukan penyusunan folder dan penamaan ulang berdasarkan nama titik kontrol yang telah dilakukan pengamatan.
11. Prosesing data *baseline* hasil pengamatan *rapid static* yang terlebih dahulu melakukan konversi data dari format *.STH* menjadi format *rinex*.
12. Data hasil pengamatan *rapid static* diterapkan kedalam foto udara berdasarkan model dan jumlah sebaran yang telah direncanakan untuk mendapatkan *Root Mean Square Error (RMSE)* dari setiap model sebaran GCP
13. Dilakukan analisis terhadap data yang dihasilkan dari ke empat model yang digunakan.

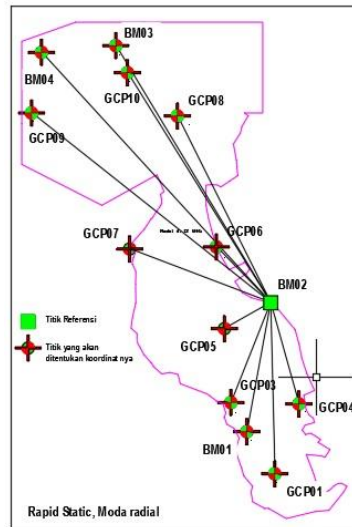
3.3. **Alignment Foto Udara**

Proses *alignment* foto udara dilakukan setelah akuisisi *raw* data foto udara telah selesai, proses *alignment* foto udara bertujuan untuk mendapatkan titik sekutu secara digital yang dapat di *generate* oleh perangkat lunak *agisoft metashape*. Titik sekutu pada proses *alignment* diperoleh melalui kesamaan objek yang terdapat pada setiap foto yang saling *overlap* dalam satu garis terbang, dan memiliki *sidelap* antara garis terbang.

3.4. **Desain Distribusi Titik Kontrol Tanah**

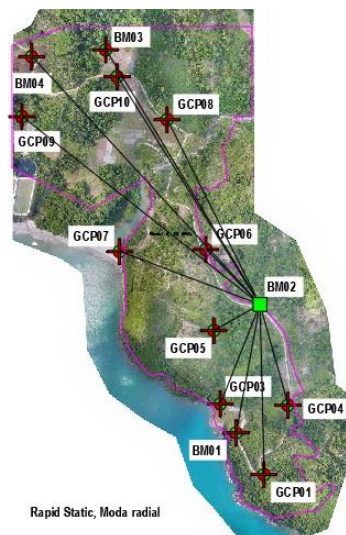
Penentuan titik kontrol tanah, dilakukan diatas citra *open source* sebagai acuan, dengan mempertimbangkan batas area kerja / IUP. Sebaran titik kontrol tanah menggunakan moda radial dengan jumlah *baseline* pada model 1 sebanyak 6 *baseline*, model 2 sebanyak 8 *baseline*, model 3 sebanyak 10 *baseline* dan model 4 sebanyak 13 *baseline*. Lokasi titik kontrol tanah diletakkan pada daerah yang mudah diidentifikasi pada citra satelit dan mempunyai ruang pandang kelangit (*mask angle*) yang terbuka. Penentuan *base station* yang berada di area IUP, dengan identifikasi nama BM02.

Visualisasi rencana titik kontrol tanah dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5. Rencana *baseline* pengamatan titik kontrol tanah

Rencana titik kontrol yang telah direncanakan, kemudian diterapkan kedalam citra satelit, untuk dijadikan sebagai gambaran lokasi sebaran GCP yang akan dilakukan pengamatan.



Gambar 3.6. Penempatan titik kontrol tanah pada citra

3.5. Pengukuran GCP Menggunakan Metode *Rapid Static*

Pengukuran titik kontrol tanah dilakukan dengan melakukan survei menggunakan *receiver GNSS South Galaxy G1*. Pengukuran dilakukan pada setiap titik GCP, yang terlebih dahulu telah dilakukan pengecoran pipa PVC 3 inch. Lokasi sebaran titik kontrol tanah di desain menggunakan *baseline radial*, dengan jumlah titik sebanyak 13 titik. Pengamatan terhadap satu titik kontrol tanah dilakukan dengan menggunakan metode *diferensial Rapid Static*.

Tahapan pengukuran GNSS menggunakan metode *rapid static* secara garis besar adalah sebagai berikut :

1. Proses *setting* yang dilakukan antara *receiver* yang berada pada *base* dan *receiver* yang berada pada titik lain bersifat sama.
2. Setelah alat selesai disentring pada titik yang akan diamati, kemudian alat diaktifkan dengan menekan tombol power, setelah alat menyala, kemudian hubungkan *receiver GNSS* dengan *controller*, untuk melakukan pengaturan terhadap metode pengamatan yang akan dilakukan. Setelah terhubung antara *receiver* dan *controller* melalui jaringan *bluetooth*, ubah mode alat menjadi *static*, dengan interval perekaman 1 detik dan *mask angle* sebesar 15 derajat.
3. Ubah mode perekaman data menjadi otomatis, sehingga saat alat menyala, maka secara otomatis akan melakukan perekaman data statik, dan Ketika alat dimatikan, maka perekaman akan berhenti dan menjadi sebuah file dengan format *.STH*

3.5.1. Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data dilakukan dengan *download* data hasil pengamatan menggunakan metode *rapid statik* dilakukan dengan menghubungkan *receiver GNSS* ke laptop dengan menggunakan kabel data. Data yang diperoleh dari pengamatan statik singkat berformat *.STH*. setelah data di *download* kemudian dilakukan pengolahan data, yang dimulai dari tahapan *rinex* data. Proses *rinex* data dilakukan karena

pengolahan *baseline* dilakukan menggunakan perangkat lunak *HGO* yang secara terperinci akan dijelaskan pada lampiran I. Setelah proses *rinex* data dilakukan tahapan berikutnya adalah melakukan proses *editing signal* kemudian melakukan perataan *baseline*, sehingga didapatkan data koordinat x, y, dan H. Proses pengolahan data statik singkat secara terperinci akan dijelaskan pada lampiran II.

3.5.2. Koordinat GCP

Sebaran titik kontrol tanah diperoleh melalui pengamatan GNSS, dengan menggunakan metode diferensial *rapid static*. Hasil pengamatan titik kontrol tanah yang diperoleh menggunakan metode diferensial *rapid static*, kemudian diolah dengan menggunakan perangkat lunak *ToRinex* dan *HGO*, Nilai koordinat dalam sistem UTM dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2. Koordinat hasil pengamatan *rapid static*

Nomer	Nama Titik	Koordinat UTM (meter)		Tinggi H	Simpangan Baku		
		x	y		σ (x)	σ (y)	σ (H)
1	BM01	575.403,0473	9.353.896,075	42,6844	0	0	0
2	BM02	575.389,337	9.354.430,327	47,207	0,002	0,004	0,008
3	BM03	574.907,2666	9.355.232,173	37,3215	0,006	0,009	0,021
4	BM04	574.673,2634	9.355.209,389	41,5376	0,009	0,009	0,028
5	GCP01	575.314,3131	9.354.029,415	26,3213	0,002	0,004	0,006
6	GCP03	575.265,9333	9.354.119,381	10,13	0,003	0,005	0,01
7	GCP04	575.477,0817	9.354.113,625	46,6471	0,001	0,003	0,004
8	GCP05	575.245,9884	9.354.348,521	99,1851	0,003	0,005	0,01
9	GCP06	575.220,1754	9.354.603,824	25,5831	0,009	0,009	0,014
10	GCP07	574.948,8478	9.354.597,988	3,0245	0,021	0,022	0,022
11	GCP08	575.099,4298	9.355.012,309	9,2223	0,009	0,01	0,028
12	GCP09	574.643,8606	9.355.021,033	9,4658	0,009	0,009	0,028
13	GCP10	574.941,3698	9.355.146,719	8,6503	0,01	0,01	0,028
Rata-rata					0,007	0,008	0,016

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan metode diferensial *rapid static* penentuan posisi titik kontrol tanah menggunakan *receiver*

GNSS dual frekuensi dengan metode *rapid static* dan lama pengamatan 20 menit, menghasilkan ketelitian posisi sebesar ± 7.5 mm.

3.5.3. Identifikasi GCP Pada Foto Udara

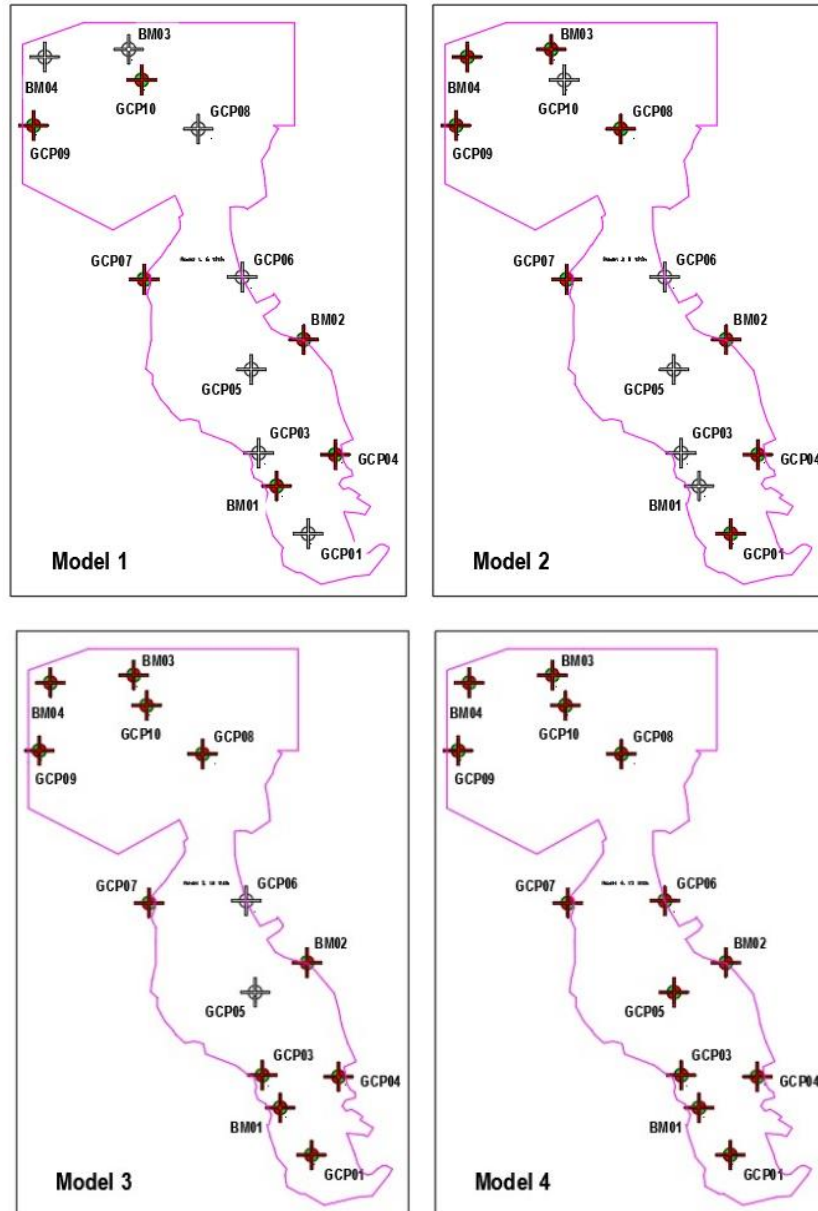
Tahapan identifikasi GCP dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *agisoft metashape*. Proses identifikasi atau melakukan penempatan nilai koordinat hasil pengolahan pada perangkat lunak *HGO* terhadap sekumpulan foto yang telah dilakukan *alignment*, kemudian dilakukan filterisasi berdasarkan letak foto satuan yang memiliki nilai mendekati koordinat GCP hasil pengamatan *rapid static*. Setelah foto sekitar GCP terfilter, maka perlu dilakukan pergeseran lokasi yang ditandai dengan simbol bendera berwarna merah dan hijau. Pergeseran tanda bendera tersebut, diletakkan tepat di tengah premark.

3.6. Ortorektifikasi Foto Udara

Proses ortorektifikasi yang digunakan menggunakan metode *Rational Function*, dengan menggunakan model sebaran titik sebagai berikut :

1. Model 1 : dengan menggunakan 6 titik kontrol
2. Model 2 : dengan menggunakan 8 titik kontrol
3. Model 3 : dengan menggunakan 11 titik kontrol
4. Model 4 : dengan menggunakan 13 titik kontrol

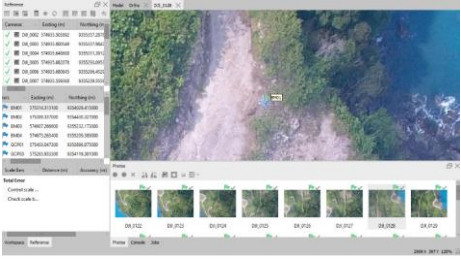
Sebaran titik kontrol tanah untuk masing-masing model seperti yang tergambar pada gambar 3.7. proses pengolahan data secara terperinci akan dijelaskan pada lampiran III.



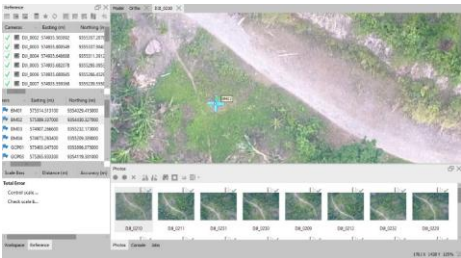
Gambar 3.7. Model sebaran titik kontrol pada foto udara

Penempatan posisi titik kontrol tanah dapat dilihat pada tabel sebagai berikut dan secara terperinci pada lampiran IV.


Tabel. 3.3 Posisi Titik Kontrol Tanah
Posisi Titik Kontrol Tanah (BM01)

No Titik	Jenis Objek	Koordinat (meter)	Visualisasi Pada Citra
		Ketelitian Posisi (m)	
BM01	Cor Pipa 3 Inch	x : 575403.0473	
		y : 9353896.075	
		z : 42.6844	
		$\sigma(x) : 0$	
		$\sigma(y) : 0$	
		$\sigma(H) : 0$	
		Posisi titik berada pada pinggir jalan houlung, dekat dengan jetty. Terdapat cor paralon 3 inch, yang dilengkapi dengan nama BM01	

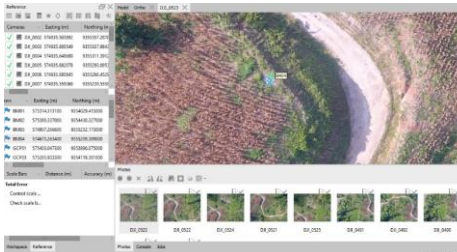
Posisi Titik Kontrol Tanah (BM02)

No Titik	Jenis Objek	Koordinat (meter)	Visualisasi Pada Citra
		Ketelitian Posisi (m)	
BM02	Cor Pipa 3 Inch	x : 575389.337	
		y : 9354430.327	
		z : 47.207	
		$\sigma(x) : 0.0019$	
		$\sigma(y) : 0.0038$	
		$\sigma(H) : 0.0079$	
		Posisi titik berada pada area topografi datar, berada di sebelah kiri jalur houlung arah muatan ke jetty	

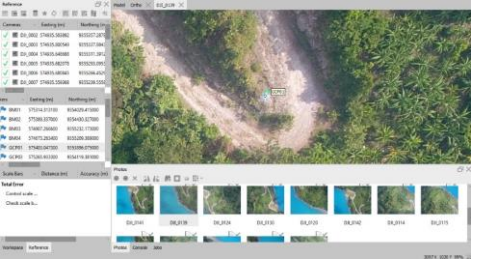
Posisi Titik Kontrol Tanah (BM03)

No Titik	Jenis Objek	Koordinat (meter)	Visualisasi Pada Citra
		Ketelitian Posisi (m)	
BM03	Cor Pipa 3 Inch		
		x : 574907.2666	
		y : 9355232.173	
		z : 37.3215	
		$\sigma (x) : 0.0059$	
		$\sigma (y) : 0.0087$	
$\sigma (H) : 0.0205$			
Posisi titik berada pada area topografi berbukit, berada di dekat gubuk istirahat petani.			

Posisi Titik Kontrol Tanah (BM04)

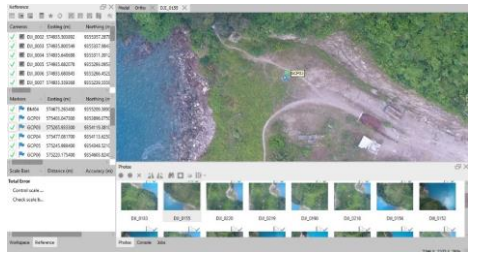
No Titik	Jenis Objek	Koordinat (meter)	Visualisasi Pada Citra
		Ketelitian Posisi (m)	
BM04	Cor Pipa 3 Inch		
		x : 574673.2634	
		y : 9355209.389	
		z : 41.5376	
		$\sigma (x) : 0.009$	
		$\sigma (y) : 0.0091$	
$\sigma (H) : 0.0282$			
Posisi titik berada pada area topografi berbukit, berada disebelah kanan jalan arah muatan menuju jetty. Dekat dengan tanky air.			

Posisi Titik Kontrol Tanah (GCP 01)

No Titik	Jenis Objek	Koordinat (meter)	Visualisasi Pada Citra
		Ketelitian Posisi (m)	
GCP01	Cor Pipa 3 Inch		
		x : 575314.3131	
		y : 9354029.415	
		z : 26.3213	
		$\sigma (x) : 0.0016$	
		$\sigma (y) : 0.0036$	
$\sigma (H) : 0.0059$			

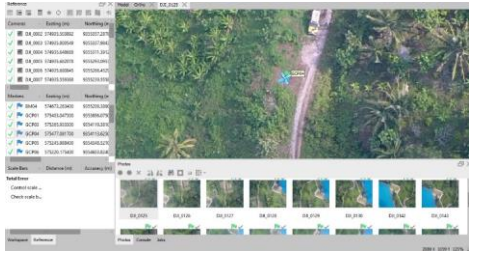
Posisi titik berada disebelah kanan jalan arah muatan menuju jetty. Dekat dengan tikungan curam.

Posisi Titik Kontrol Tanah (GCP 03)

No Titik	Jenis Objek	Koordinat (meter)	Visualisasi Pada Citra
		Ketelitian Posisi (m)	
GCP03	Cor Pipa 3 Inch		
		x : 575265.9333	
		y : 9354119.381	
		z : 10.13	
		$\sigma (x) : 0.0034$	
		$\sigma (y) : 0.0047$	
$\sigma (H) : 0.0104$			


Posisi titik berada pada area jetty, setelah timbangan.

Posisi Titik Kontrol Tanah (BM04)


No Titik	Jenis Objek	Koordinat (meter)	Visualisasi Pada Citra
		Ketelitian Posisi (m)	
GCP04	Cor Pipa 3 Inch		
		x : 575477.0817	
		y : 9354113.625	
		z : 46.6471	
		$\sigma (x) : 0.0014$	
		$\sigma (y) : 0.0027$	
$\sigma (H) : 0.0042$			

Posisi titik berada disebelah kanan jalan arah muatan menuju jetty.


Posisi Titik Kontrol Tanah (GCP 05)

No Titik	Jenis Objek	Koordinat (meter)	Visualisasi Pada Citra
		Ketelitian Posisi (m)	
GCP05	Cor Pipa 3 Inch		
		x : 575245.9884	
		y : 9354348.521	
		z : 99.1851	
		$\sigma (x) : 0.0031$	
		$\sigma (y) : 0.0048$	
$\sigma (H) : 0.0096$			
Posisi titik berada pada area topografi berbukit, berada disebalah kiri jalan akses kendaraan roda dua, menuju kebun.			

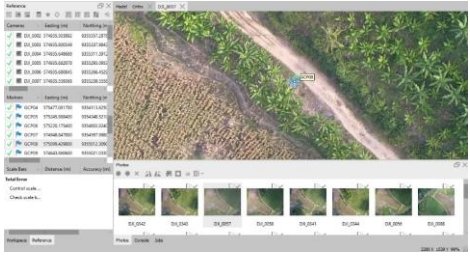
Posisi Titik Kontrol Tanah (GCP 06)

No Titik	Jenis Objek	Koordinat (meter)	Visualisasi Pada Citra
		Ketelitian Posisi (m)	
GCP06	Cor Pipa 3 Inch		
		x : 575220.1754	
		y : 9354603.824	
		z : 25.5831	
		$\sigma (x) : 0.0091$	
		$\sigma (y) : 0.0091$	
$\sigma (H) : 0.0144$			
Posisi titik berada disebalah kanan jalan arah muatan menuju jetty. Berada pada area persawahan.			

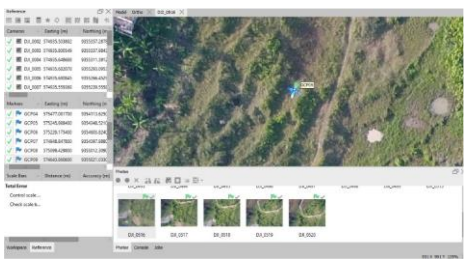
Posisi Titik Kontrol Tanah (GCP 07)

No Titik	Jenis Objek	Koordinat (meter)	Visualisasi Pada Citra
		Ketelitian Posisi (m)	
GCP07	Cor Pipa 3 Inch		
		x : 574948.8478	
		y : 9354597.988	
		z : 3.0245	
		$\sigma (x) : 0.0214$	
		$\sigma (y) : 0.022$	
$\sigma (H) : 0.0217$			
Posisi titik berada didekat muara sungai, dan berada ditepi pantai.			


Posisi Titik Kontrol Tanah (GCP 08)

No Titik	Jenis Objek	Koordinat (meter)		Visualisasi Pada Citra
		Ketelitian Posisi (m)		
GCP08	Cor Pipa 3 Inch			
			x : 575099.4298	
			y : 9355012.309	
			z : 9.2223	
			$\sigma (x) : 0.0092$	
			$\sigma (y) : 0.01$	
	$\sigma (H) : 0.0284$			
<p>Posisi titik berada disebelah kanan jalan arah muatan menuju jetty. Dipasang pada dekat dengan kebun pisang, dan lahan pertanian.</p>				

Posisi Titik Kontrol Tanah (GCP 09)

No Titik	Jenis Objek	Koordinat (meter)		Visualisasi Pada Citra
		Ketelitian Posisi (m)		
GCP09	Cor Pipa 3 Inch			
			x : 574643.8606	
			y : 9355021.033	
			z : 9.4658	
			$\sigma (x) : 0.0091$	
			$\sigma (y) : 0.0094$	
	$\sigma (H) : 0.0283$			
<p>Posisi titik berada pada galengan sawah dengan kondisi topografi trap-trapan.</p>				

Posisi Titik Kontrol Tanah (GCP 10)

No Titik	Jenis Objek	Koordinat (meter)		Visualisasi Pada Citra
		Ketelitian Posisi (m)		
GCP10	Cor Pipa 3 Inch			
			x : 574643.8606	
			y : 9355021.033	
			z : 9.4658	
			$\sigma (x) : 0.0091$	
			$\sigma (y) : 0.0094$	
	$\sigma (H) : 0.0283$			
<p>Posisi titik berada pada galengan sawah dengan kondisi topografi trap-trapan.</p>				

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Ketelitian rata-rata penentuan posisi titik hasil pengukuran metode statik singkat sebesar ± 7.5 mm
2. Pada proses ortorektifikasi foto udara menggunakan metode *Rational Function*, penggunaan titik kontrol tanah sebanyak 8, 10 dan 13 titik, dengan sebaran dan model yang telah ditentukan dapat memenuhi batas toleransi yang ditentukan (yaitu : $0.5 \times$ Resolusi Spasial).
3. Berkaitan dengan *GSD* yang direncanakan pada citra foto udara yang sebesar ± 10 cm, maka syarat diterimanya hasil ortorektifikasi adalah nilai *RMSE* maksimal sebesar setengah dari resolusi spasial, yaitu sebesar 5 cm. Dari keempat model sebaran GCP pada pengamatan titik kontrol tanah tersebut model 2, model 3 dan model 4 dapat diterima.

5.2. Saran

Saran yang dapat diajukan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk melakukan proses ortorektifikasi foto udara, disarankan minimal menggunakan 8 titik kontrol tanah, dimana sebarannya diusahakan mewakili kondisi topografi pada area yang dipetakan, dan diusahakan tersebar merata.
2. Untuk pengadaan titik kontrol tanah untuk keperluan proses ortorektifikasi foto udara, baiknya menggunakan minimal 3 buah *receiver GNSS*, untuk memaksimalkan waktu yang dibutuhkan pada saat pengambilan data.
3. Penempatan titik kontrol lebih baik apabila ditempatkan pada lokasi yang permanen dan solid, dan ditentukan tempatnya yang aman dari kegiatan manusia, baik pada saat aktifitas normal, maupun pada saat aktifitas pertambangan/produksi sedang berlangsung.
4. Pada area yang memiliki topografi berbukit dan jurang, baiknya jalur terbang dibuat secara *cross grid*, guna menghindari blank area pada saat proses pengolahan foto udara dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H.Z. (2007) **Penentuan Posisi Dengan GPS dan Aplikasinya**. Jakarta: P.T. Pradnya Pramita. Edisi Ketiga. ISBN 978-979-408-372-2.
- Abidin, H.Z. (2011) **Survei Dengan GPS**. Bandung: ITB Bandung. ISBN 978-602-9057-01-3
- Azwar, R.F. (2014) **Aplikasi Survei GPS Dengan Metode Statik Singkat Dalam Penentuan Koordinat Titik-Titik Kerangka Dasar Pemetaan Skala Besar**. Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional, Bandung.
- James Bissett, Michael. (2008) *Investigation on utilising Real Time Kinematic (RTK) Global Navigation Satellite Systems (GNSS) for Electronic Distance Measurement (EDM) Baseline Calibration and Traceability of Measurement. Faculty of Engineering and Surveying University of Southern Queensland, Australia.*
- Purwadhi, Sri H. (2001). *Interpretasi Citra Digital*. Jakarta: Gramedia.
- Wolf, P., R. 1993, **Elemen Fotogrametri dengan Interpretasi Foto Udara dan Penginderaan Jauh, Penerjemah: Gunadi, Gunawan, T., Zuharnen, Edisi kedua**, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Langley, R. B. (1998). *RTK GPS, GPS World*. Vol.9, No.9, September, pp. 70-76.
- Wicaksono, Felix Yanuar Endro. 2009. **Apa itu Foto Udara?**. Artikel. Badan Perpustakaan dan Arsip Daerah, DIY.