



TUGAS AKHIR - RG 141536

**ANALISA KETELITIAN ORTHOREKTIFIKASI CITRA
PLEIADES 1A UNTUK PEMBUATAN PETA DASAR
RENCANA DETAIL TATA RUANG TERBUKA HIJAU
(STUDI KASUS: KOTA SURABAYA)**

**MEIKA SUMARSONO
NRP 3512100023**

**Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA., DESS**

**JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016**



FINAL PROJECT - RG 141536

**ACCURACY ANALISYS OF ORTHORECTIFICATION OF
PLEIADES 1A SATELLITE IMAGES FOR MAKING
BASE MAP OF DETAILED GREEN SPACE SPATIAL PLAN
(CASE STUDY: SURABAYA CITY)**

MEIKA SUMARSONO
NRP 3512100023

Supervisor
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA., DESS

GEOMATICS ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil Engineering and Planning
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2016

**ANALISA KETELITIAN ORTHOREKTIFIKASI CITRA
PLEIADES 1A UNTUK PEMBUATAN PETA DASAR
RENCANA DETAIL TATA RUANG TERBUKA HIJAU
(STUDI KASUS: KOTA SURABAYA)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh:

MEIKA SUMARSONO

Nrp. 3512 100 023

Disetujui Oleh Pembimbing Tugas Akhir

Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEAN DESS (C)
1953 0527 1983 03 1001



SURABAYA,

Juni 2016

**ANALISA KETELITIAN ORTHOREKTIFIKASI CITRA
PLEIADES 1A UNTUK PEMBUATAN PETA DASAR
RENCANA DETAIL TATA RUANG TERBUKA HIJAU
(STUDI KASUS: KOTA SURABAYA)**

Nama Mahasiswa : Meika Sumarsono
NRP : 3512 100 023
Jurusan : Teknik Geomatika FTSP-ITS
Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo,
DEA., DESS

Abstrak

Surabaya merupakan salah satu kota besar di Indonesia yang mempunyai banyak penduduk sehingga perlu adanya pengembangan RTH yang cukup dalam suatu wilayah agar kondisi lingkungan tetap nyaman salah satunya dengan pembuatan peta RDTR RTH menggunakan citra satelit resolusi tinggi. Namun citra satelit resolusi tinggi perlu dikoreksi geometrik secara orthorektifikasi yang bertujuan untuk memposisikan kembali citra sesuai lokasi sebenarnya yang disebabkan karena pada saat peliputan data terjadi pergeseran posisi.

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu citra Pleiades 1A dengan resolusi spasial 0,5 m PAN dan 2 m MS, DEM ALOS PALSAR dengan ketelitian 12,5 m, Ground Control Point (GCP) dan Independent Check Point (ICP) hasil dari pengukuran di lapangan serta menggunakan metode RPC dimana metode ini menggunakan informasi parameter orientasi dalam yang terdapat di metadata serta dibantu dengan titik kontrol tanah dan DEM.

Penelitian ini mengkaji ketelitian orthorektifikasi citra Pleiades 1A dengan menggunakan metode RPC sebagai peta dasar untuk rekomendasi dalam pembuatan peta RDTR RTH di wilayah Surabaya bagian pusat. Hasil dari proses orthorektifikasi dengan menggunakan 8 titik GCP berupa RMSE sebesar 0,36 piksel dan 0,18 meter serta mempunyai RMSE dari ICP 12 titik sebesar 0,52 meter dimana memenuhi syarat untuk pembuatan peta dasar

1:5.000. Hasil orthorektifikasi ini diuji dengan cara tumpang tindih (overlay) terhadap peta skala 1:25.000.

Kata kunci : Pleiades, ALOS PALSAR, RPC, orthorektifikasi

**ACCURACY ANALISYS OF ORTHORECTIFICATION OF
PLEIADES 1A SATELLITE IMAGES FOR MAKING BASE
MAP OF DETAILED GREEN SPACE SPATIAL PLAN.
(CASE STUDY: SURABAYA CITY)**

Name : Meika Sumarsono
NRP : 3512 100 023
Department : Teknik Geomatika FTSP-ITS
Supervisor : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo,
DEA., DESS

Abstract

Surabaya is one of big city in Indonesia that has a lot of resident so that the development need for make a sufficient green space in the region to remain comfortable environment either by making maps detailed spatial plan green space using high resolution satellite imagery. However, high-resolution satellite imagery needs to be geometrically corrected by orthorectification which aims to reposition the image corresponding actual location due shifty during data acquisition position.

The data used in this study is the image of the Pleiades 1A with 0.5 m spatial resolution of PAN and 2 m spatial resolution of MS, DEM ALOS PALSAR with 12.5 m accuracy, and Ground Control Point (GCP) and Independent Check Point (ICP) which directly measured on the field, and using RPC where this method uses informations of orientation parameter contained in the metadata, assisted with ground control points and DEM.

This study examines the accuracy of Pleiades 1A image orthorectification using RPC as a base map for the recommendation in making Detailed Green Space Spatial Plan in the central part of Surabaya. The results of orthorectification using 8 point GCP are RMSE 0.36 pixel and 0.18 M and have the RMSE of ICP 12 points at 0.52 m of which are accepted for create basic

map 1:5000. The results of this orthorectification tested by overlay to a map scale of 1: 25.000.

Keywords : Pleiades, ALOS PALSAR, RPC, orthorectification

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vii
HALAMAN PENGESAHAN	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penginderaan Jauh	5
2.2 Ruang Terbuka Hijau	7
2.3 Citra Pleiades	8
2.4 Radar ALOS PALSAR	11
2.5 <i>Ground Control Point</i>	11
2.6 <i>Independent Check Point</i>	12
2.7 Orthorektifikasi	13
2.8 Metode <i>Rational Polynomial Coefficients</i> (RPC)	14
2.9 <i>Strength of Figure</i> (SoF)	16
2.10 <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE)	18
2.11 Penentuan Posisi GPS	19
2.11.1. Metode Penentuan Posisi Statik	20
2.11.2. Metode Penentuan Posisi Kinematik	22
2.11.3. Metode Penentuan Posisi Rapid Statik	22
2.12 Uji Ketelitian	23
2.13 Penelitian Terdahulu	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27

3.1	Lokasi Penelitian	27
3.2	Data dan Peralatan	27
3.2.1	Data.....	27
3.2.2	Peralatan	28
3.3	Metodologi Penelitian.....	28
3.3.1	Tahapan Penelitian	28
3.2.3	Tahapan Pengolahan Data	30
BAB IV HASIL DAN ANALISA		33
4.1	Data Citra.....	33
4.2	Desain Jaring Kontrol dan SoF (<i>Strength of Figure</i>)...34	
4.3	Data DEM (<i>Digital Elevation Model</i>)	35
4.4	Koordinat Titik Kontrol.....	35
4.5	Koreksi Geometrik	36
4.6	Uji Ketelitian	38
4.7	<i>Overlay</i>	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		41
5.1	Kesimpulan.....	41
5.2	Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		
BIODATA PENULIS		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Satelit ALOS PALSAR	11
Gambar 2.2 Koreksi pergeseran relief menggunakan data DTM 14	
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	27
Gambar 3.2 Tahapan Penelitian	28
Gambar 3.3 Tahap Pengolahan Data	30
Gambar 4.1 (a) citra Pleiades Pankromatik, (b) citra Pleiades Multispektral, (c) Hasil <i>pansharpening</i>	33
Gambar 4.2 Desain Jaring Kontrol.....	34
Gambar 4.3 Data DEM ALOS PALSAR.....	35
Gambar 4.4 Citra Pleiades 1A (<i>orthoimage</i>) yang dioverlaykan dengan data vektor jalan skala 1:25.000	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Pleiades-1A.....	9
Tabel 2.2 Karakteristik Pleiades-1B.....	10
Tabel 2.3 Jumlah Titik Uji Akurasi Berdasarkan Luasan	13
Tabel 2.4 Tabel Ketelitian Peta RBI	24
Tabel 4.1 Daftar Koordinat Titik Kontrol	35
Tabel 4.2 Daftar Koordinat Citra	36
Tabel 4.3 Perhitungan RMSE Citra Pleiades dalam piksel	37
Tabel 4.4 Perhitungan RMSE Citra Pleiades dalam meter.....	37
Tabel 4.5 Koordinat Titik ICP.....	38
Tabel 4.6 Nilai RMS Error Koordinat ICP.....	39
Tabel 4.7 Ketelitian Geometri Peta	39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ruang Terbuka Hijau (RTH) merupakan area yang memanjang berbentuk jalur dan atau area mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh secara alamiah maupun yang sengaja di tanam. Dalam Undang-undang No. 26 tahun 2007 tentang penataan ruang menyebutkan bahwa 30% wilayah kota harus berupa RTH yang terdiri dari 20% publik dan 10% privat.

Surabaya merupakan kota padat penduduk dimana tingkat pertumbuhan penduduknya cepat karena Surabaya termasuk salah satu kota besar yang ada di Indonesia. Agar pembangunan tetap sesuai dengan RDTR (Rencana Detail Tata Ruang) yang telah ada, maka perlu adanya peta 1:5000 sebagai peta dasar dalam pembuatan perencanaan RDTR RTH selanjutnya.

Citra resolusi tinggi seperti Pleiades, Ikonos, Quickbird, Worldview banyak digunakan untuk pembuatan peta dasar skala besar salah satu contohnya adalah peta RDTR. Sebagaimana diketahui bahwa dalam proses perekaman citra satelit diliput dari wahana (satelit) yang bergerak di atas permukaan bumi pada ketinggian ratusan kilometer, sehingga menyebabkan citra satelit memiliki distorsi geometrik. Untuk mengurangi pengaruh distorsi geometrik objek pada citra dilakukan koreksi geometrik dengan cara orthorektifikasi.

Orthorektifikasi adalah proses memposisikan kembali citra sesuai lokasi sebenarnya yang disebabkan karena pada saat peliputan data terjadi pergeseran (*displacement*) posisi. Pada foto udara pergeseran relief ini dihilangkan dengan rektifikasi differensial. (Frianzah, 2009).

Orthorektifikasi dapat dilakukan dengan beberapa metode, salah satu metode orthorektifikasi adalah *Rational Polynomial Coefficients* (RPC). Model fungsional RPC adalah perbandingan dua polinomial kubik koordinat tanah dan menyediakan fungsional antara koordinat tanah (φ, λ, h) dan koordinat citra (L, S) (Frianzah, 2009). Metode ini menggunakan informasi parameter orientasi dalam yang terdapat di metadata serta dibantu dengan titik kontrol tanah dan DEM. Data DEM yang digunakan adalah ALOS PALSAR yang mempunyai ketelitian 12,5 m dan dapat di *download* secara gratis.

Oleh karena itu pada penelitian ini bertujuan menganalisa ketelitian dari citra resolusi tinggi Pleiades dengan GCP yang didapat dari pengukuran menggunakan GPS metode differensial statik dan geometri jaring melalui proses orthorektifikasi metode *Rational Polynomial Coefficients* (RPC) untuk rekomendasi pembuatan peta dasar Rencana Detail Tata Ruang Terbuka Hijau skala 1:5.000 Kota Surabaya

1.2 Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- a. Berapa tingkat ketelitian Citra Pleiades dilihat dari hasil nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) setelah dilakukan proses orthorektifikasi dan pengambilan *Independent Check Point* (ICP) ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

- a. Wilayah studi penelitian ini berada di Surabaya Pusat.
- b. Data yang digunakan adalah Citra Pleiades tahun 2015, Koordinat GCP dan ICP, DEM ALOS PALSAR, Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1:25.000.
- c. Metode yang digunakan dalam proses orthorektifikasi adalah metode *Rational Polynomial Coefficients* (RPC).
- d. Hasil penelitian berupa analisa ketelitian citra Pleiades.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

- a. Melakukan uji tingkat ketelitian orthorektifikasi Citra Pleiades menggunakan metode *Rational Polynomial Coefficients*.
- b. Melakukan uji ketelitian hasil orthorektifikasi dengan menggunakan koordinat ICP pada citra Pleiades 1A.
- c. Melakukan uji kelayakan citra Pleiades 1A untuk pembuatan peta 1:5000.

1.5 Manfaat

- a. Citra Pleiades yang sudah terorthorektifikasi dapat dijadikan dasar dalam pembuatan peta dasar atau bidang pemetaan yang lain.
- b. Membantu perkembangan pembangunan yang ada dalam wilayah Surabaya.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh adalah proses perolehan informasi tentang suatu obyek tanpa adanya kontak fisik secara langsung dengan obyek tersebut (Rees, 2001). Informasi didapatkan dengan cara deteksi dan pelaksanaan pengukuran berbagai perubahan pada tempat objek berada. Informasi secara potensial tertangkap pada suatu ketinggian melalui energi yang terbangun dari permukaan Bumi, yang secara detil didapatkan dari variasi-variasi spasial, spektral dan temporal lahan tersebut (Landgrebe, 2003).

Variasi spasial, spektral dan temporal memberikan tambahan informasi yang saling melengkapi. Sebaran bentukan garis lurus yang membentuk jalur-jalur memberikan informasi terdapatnya suatu aktifitas di lokasi tersebut. Bentuk-bentuk teratur yang menyerupai rumah menambah informasi bahwa lokasi tersebut juga menjadi tempat tinggal. Dua informasi tersebut berasal dari adanya variasi spasial obyek pada citra. Warna merah kecoklatan memperjelas pembedaan kumpulan obyek rumah dengan lokasi lahan bertutupan vegetasi yang berwarna hijau. Tambahan informasi ini berasal dari adanya variasi spektral yang dapat secara detil menambah akurasi identifikasi obyek. Perubahan jumlah obyek pada satu lokasi yang terdapat pada dua atau lebih citra akan memberikan informasi tentang pertumbuhan fenomena di lokasi tersebut. Informasi pada suatu lokasi yang sama dari dua citra yang berbeda waktu perekamannya memberikan informasi multi temporal. Informasi multi temporal ini sangat bermanfaat dalam menganalisis perubahan fenomena yang terjadi pada rentang waktu tertentu di lokasi tersebut.

Satelit penginderaan jauh sumber daya yang banyak dimanfaatkan selama ini merupakan satelit yang

menggunakan sistem optis. Penginderaan jauh sistem optis ini memanfaatkan spektrum tampak hingga infra merah (Liang, 2004). Rentang gelombang elektromagnetik yang lebih luas dalam penginderaan jauh meliputi gelombang pendek mikro hingga spektrum yang lebih pendek seperti gelombang infra merah, gelombang tampak, dan gelombang ultra violet (Elachi & Jakob, 2006).

Penginderaan Jauh berkembang dalam bentuk pemotretan muka bumi melalui wahana pesawat terbang yang menghasilkan foto udara dan bentuk penginderaan jauh berteknologi satelit yang mendasarkan pada konsep gelombang elektromagnetis. Dalam perkembangannya saat ini, dengan adanya teknologi satelit beresolusi tinggi, pengenalan sifat fisik dan bentuk obyek dipermukaan bumi secara individual juga dapat dilakukan (Liang, 2004).

Pada dasarnya teknologi pemotretan udara dan penginderaan jauh berteknologi satelit adalah suatu teknologi yang merekam interaksi berkas cahaya yang berasal dari sinar matahari dan obyek di permukaan Bumi. Pantulan sinar matahari dari obyek di permukaan Bumi ditangkap oleh kamera atau sensor. Tiap benda atau obyek memberikan nilai pantulan yang berbeda sesuai dengan sifatnya. Pada pemotretan udara rekaman dilakukan dengan media seluloid (film), sedangkan penginderaan jauh melalui media pita magnetik dalam bentuk sinyal-sinyal digital. Dalam perkembangannya potret udara juga seringkali dilakukan dalam bentuk digital.

Data penginderaan jauh adalah berupa citra. Citra penginderaan jauh memiliki beberapa bentuk yaitu foto udara ataupun citra satelit. Data penginderaan jauh tersebut adalah hasil rekaman obyek muka Bumi oleh sensor. Data penginderaan jauh ini dapat memberikan banyak informasi setelah dilakukan proses interpretasi terhadap data tersebut.

2.2 Ruang Terbuka Hijau

Ruang Terbuka Hijau (RTH) adalah area yang memanjang berbentuk jalur dan atau area mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh secara alamiah maupun yang sengaja di tanam. Dalam Undang-undang No. 26 tahun 2007 tentang penataan ruang menyebutkan bahwa 30% wilayah kota harus berupa RTH yang terdiri dari 20% publik dan 10% privat. RTH publik adalah RTH yang dimiliki dan dikelola oleh pemerintah daerah kota/kabupaten yang digunakan untuk kepentingan masyarakat secara umum. Contoh RTH Publik adalah taman kota, hutan kota, sabuk hijau (*green belt*), RTH di sekitar sungai, pemakaman, dan rel kereta api. Sedangkan RTH Privat adalah RTH milik institusi tertentu atau orang perseorangan yang pemanfaatannya untuk kalangan terbatas antara lain berupa kebun atau halaman rumah/gedung milik masyarakat/swasta yang ditanami tumbuhan.

Penyediaan RTH memiliki tujuan sebagai berikut:(Permen PU No.5, 2008)

- a. Menjaga ketersediaan lahan sebagai kawasan resapan air,
- b. Menciptakan aspek planologis perkotaan melalui keseimbangan antara lingkungan alam dan lingkungan binaan yang berguna untuk kepentingan masyarakat.
- c. Meningkatkan keserasian lingkungan perkotaan sebagai sarana pengaman lingkungan perkotaan yang aman, nyaman, segar, indah, dan bersih.

RTH yang telah ada baik secara alami ataupun buatan diharapkan dapat menjalankan empat (4) fungsi sebagai berikut:(Permen PU No.5, 2008)

- a. Fungsi ekologis antara lain paru-paru kota, pengatur iklim mikro, sebagai peneduh, produsen oksigen, penyerap air hujan, penyedia habitat satwa, penyerap polutan dalam udara, air dan tanah, serta penahan angin.

- b. Fungsi sosial budaya antara lain menggambarkan ekspresi budaya lokal, media komunikasi, dan tempat rekreasi warga.
- c. Fungsi ekonomi antara lain sumber produk yang bisa dijual seperti tanaman bunga, buah, daun, dan sayur mayur. Beberapa juga berfungsi sebagai bagian dari usaha pertanian, perkebunan, kehutanan, dan lain-lain.
- d. Fungsi estetika antara lain meningkatkan kenyamanan, memperindah lingkungan kota baik skala mikro (halaman rumah/lingkungan pemukiman), maupun makro (lansekap kota secara keseluruhan); menciptakan suasana serasi dan seimbang antara area terbangun dan tidak terbangun.

dalam suatu wilayah perkotaan, empat fungsi utama ini dapat dikombinasikan sesuai kebutuhan, kepentingan, dan keberlanjutan kota seperti perlindungan tata air, keseimbangan ekologis, dan konservasi hayati.

Manfaat RTH berdasarkan fungsinya dibagi dalam kategori sebagai berikut: (Permen PU No.5, 2008)

- a. Manfaat langsung (dalam pengertian cepat dan bersifat *tangible*), yaitu membentuk keindahan dan kenyamanan (teduh, segar, sejuk) dan mendapatkan bahan-bahan untuk dijual (kayu, daun, bunga, dan buah).
- b. Manfaat tidak langsung (berjangka panjang dan bersifat *intangible*), yaitu pembersih udara yang sangat efektif, pemeliharaan akan kelangsungan persediaan air tanah, dan pelestarian fungsi lingkungan beserta segala isi flora dan fauna yang ada (konservasi hayati dan keanekaragaman hayati).

2.3 Citra Pleiades

Satelit optis Pleiades dikembangkan dan diluncurkan oleh *AIRBUS Defense and Space*, Prancis. Diluncurkan melalui roket Russia Soyuz STA di Pusat Peluncuran Guiana, Kourou. Satelit ini dibedakan berdasarkan 2 tipe sensor yaitu Pleiades-1A dan Pleiades 1B.

- a. Pleiades-1A diluncurkan pada 16 Desember 2011. Sensor satelit ini mampu mengambil gambar stereo dalam sekali pemotretan dan dapat mencakup wilayah yang luas (hingga 1.000 km²).

Tabel 2.1 Karakteristik Pleiades-1A
(LAPAN, 2015)

Metode Pencitraan	Pankromatik	Multispektral
Resolusi Spasial Pada Nadir	0.5 m GSD pada nadir	2 m GSD pada nadir
Jangkauan Spektral	480-830 nm	Biru (430-550 nm)
		Hijau (490-610) nm
		Merah (600-720 nm)
		IR Dekat (750-950 nm)
Lebar Sapuan	20 km pada nadir	
Pencitraan <i>Off-Nadir</i>	Hingga 47 derajat	
	Tersedia opsi pemilihan sudut ketinggian	
Jangkauan Dinamik	12 bit perpixel	
Masa Aktif Satelit	Perkiraan hingga lebih dari 5 tahun	
Waktu Pengulangan	Setiap 1 hari	
Ketinggian Orbit	694 km	
Waktu Lintasan Equatorial	10:15 A.M	
Orbit	sinkron matahari	
Level Proses	primer dan ortho	
Harga	€ 10 per km ² untuk data arsip	
	€ 17 per km ² untuk perekaman baru	
Luas Pemesanan	Minimum 25 km ² untuk arsip (jarak lebar min. 500 m)	
	Minimum 100 km ² untuk perekaman baru (jarak lebar min. 5 km)	
Tingkat Akurasi	3 m tanpa GCP (CE90)	
	Hingga kurang dari 1 m dengan GCP	

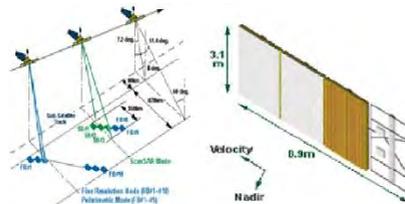
- b. Pleiades-1B diluncurkan pada 2 Desember 2012. Memiliki kemampuan untuk melakukan pemetaan skala besar termasuk rekayasa dan proyek konstruksi, monitoring (kompleks pertambangan, industri dan militer, daerah konflik dan krisis, bencana alam serta evakuasi dan operasi penyelamatan).

Tabel 2.2 Karakteristik Pleiades-1B
(LAPAN, 2015)

Metode Pencitraan	Pankromatik	Multispektral
Resolusi Spasial Pada Nadir	0.5 m GSD pada nadir	2 m GSD pada nadir
Jangkauan Spektral	480-830 nm	Biru (430-550 nm)
		Hijau (490-610 nm)
		Merah (600-720 nm)
		IR Dekat (750-950 nm)
Lebar Sapuan	20 km pada nadir	
Pencitraan <i>Off-Nadir</i>	Hingga 47 derajat	
	Tersedia opsi pemilihan sudut ketinggian	
Jangkauan Dinamik	12 bit per piksel	
Masa Aktif Satelit	Perkiraan hingga lebih dari 5 tahun	
Waktu Pengulangan	Setiap 1 hari	
Ketinggian Orbit	694 km	
Waktu Lintasan Equatorial	10:15 A.M	
Orbit	sinkron matahari	
Level Proses	primer dan ortho	
Harga	€ 10 per km ² untuk data arsip	
	€ 17 per km ² untuk perekaman baru	
Luas Pemesanan	Minimum 25 km ² untuk arsip (jarak lebar min. 500 m)	
	Minimum 100 km ² untuk perekaman baru (jarak lebar min. 5 km)	
Tingkat Akurasi	3 m tanpa GCP (CE90)	
	Hingga kurang dari 1 m dengan GCP	

2.4 Radars ALOS PALSAR

The Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar (PALSAR) adalah sensor *microwave* aktif yang menggunakan frekuensi L-BAND untuk mendapatkan gambar yang bebas dari awan dan melakukan observasi siang dan malam. PALSAR menghasilkan performa yang lebih baik dibanding eJERS-1's *Synthetic Aperture Radar (SAR)*. ALOS PALSAR memiliki resolusi spasial 12,5 x 12,5 m. Resolusi baik dalam mode konvensional, namun PALSAR juga memiliki mode pengamatan lain dengan kelebihan masing-masing. ScanSAR memungkinkan kita untuk memperoleh gambar SAR mulai 250 km sampai 350 km (tergantung pada jumlah scan) dengan mengorbankan resolusi spasial. Petak tersebut memiliki 3 hingga 5 kali lebih lebar dibanding gambar SAR konvensional. Pengembangan PALSAR merupakan proyek bersama antara *Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA)* dan *Japan Resources Observation System Organization (JAROS)*.



Gambar 2.1 Satelit ALOS PALSAR
(Esa, 2011)

2.5 Ground Control Point

Dalam melakukan pemetaan menggunakan citra satelit kerap didengar istilah *Ground Control Point (GCP)*. Dalam bahasa Indonesia *GCP* diartikan sebagai titik control tanah. *GCP* dalam pemetaan menggunakan citra satelit digunakan untuk membuat citra memiliki lokasi atau koordinat yang sama dengan koordinat tanah. Penyamaan lokasi tersebut dikenal dengan nama koreksi geometrik. Syarat penentuan

sebaran titik control tanah adalah sebagai berikut (Badan Informasi Geospasial, 2016):

- Pada sisi perimeter area citra
- Pada tengah area/*scene*
- Pada wilayah perbatasan/*overlap scene* citra
- Tersebar secara merata dalam area citra
- Menyesuaikan kondisi *terrain*.

2.6 Independent Check Point

Independent Check Point (ICP), atau dalam bahasa Indonesia disebut sebagai titik uji akurasi, yaitu titik-titik yang sudah teridentifikasi pada citra dan peta referensi tetapi berlainan posisi dengan titik-titik kontrol tanah (Wibowo, 2010) (Wibowo & Eko, 2010). *ICP* digunakan untuk menguji hasil rektifikasi yang telah dilakukan menggunakan *GCP*. Syarat persebaran *ICP* dalam area penelitian adalah sebagai berikut (Badan Informasi Geospasial, 2016):

- Objek yang digunakan sebagai titik uji harus memiliki sebaran yang merata di seluruh area yang akan diuji, dengan ketentuan sebagai berikut:
- Pada setiap kuadran jumlah minimum titik uji adalah 20% dari total titik uji
- Jarak antar titik uji minimum 10% dari jarak diagonal area yang diuji.
- Untuk area yang tidak beraturan, pembagian kuadran dilakukan dengan membagi wilayah kelompok data menjadi empat bagian, dimana setiap bagian dipisahkan oleh sumbu silang. Pembagian kuadran dibuat sedemikian rupa sehingga jumlah dan sebaran titik uji mempresentasikan wilayah yang akan diuji.

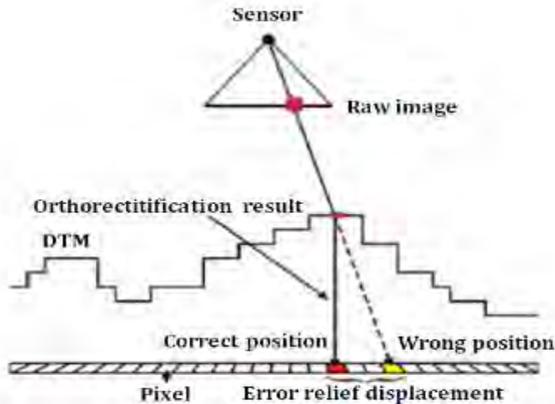
Jumlah titik uji mendapatkan ketelitian dengan tingkat kepercayaan 90% ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2.3 Jumlah Titik Uji Akurasi Berdasarkan Luasan

Luasan (km ²)	Jumlah titik uji untuk ketelitian horizontal
< 250	12
251 - 500	20
501 - 750	25
751 - 1000	30
1001 - 1250	35
1251 - 1500	40
1501 - 1750	45
1751 - 2000	50
2001 - 2250	55
2251 - 2500	60

2.7 Orthorektifikasi

Ortorektifikasi adalah proses transformasi ke sistem koordinat peta menggunakan data model permukaan digital (DTM) untuk mengkoreksi pergeseran relief (Baltsavias, 2000). Ortorektifikasi pada dasarnya merupakan proses manipulasi citra untuk mengurangi/menghilangkan berbagai distorsi yang disebabkan oleh kemiringan kamera/sensor dan pergeseran relief. Secara teoritik foto terekstifikasi merupakan foto yang benar-benar tegak dan oleh karenanya bebas dari pergeseran letak oleh kemiringan, tetapi masih mengandung pergeseran karena relief topografi (*relief displacement*). Pada foto udara pergeseran relief ini dihilangkan dengan rektifikasi differensial (Frianzah, 2009). Gambar di bawah ini menyajikan pemanfaatan DTM untuk mengkoreksi pergeseran relief.



Gambar 2.2 Koreksi pergeseran relief menggunakan data DTM
(PCI, 2005)

Koreksi orthorektifikasi merupakan sistem koreksi geometrik untuk mengeliminasi kesalahan akibat perbedaan tinggi permukaan Bumi serta proyeksi akuisisi citra yang umumnya tidak orthogonal. Perbedaan tinggi obyek pada di permukaan Bumi dapat dicontohkan pada wilayah pegunungan, perbukitan yang mempunyai variasi tinggi dari lembah hingga puncak gunung dan bukit. Perbedaan tinggi permukaan Bumi akan mengakibatkan adanya kesalahan pada citra dengan istilah pergeseran relief. pada bagian tengah citra yang diakuisi sepanjang garis nadir merupakan bagian yang mempunyai kesalahan terkecil. Sedangkan pada bagian yang menjauh dari nadir akan mempunyai pergeseran relief yang semakin besar.

2.8 Metode Rational Polynomial Coefficients (RPC)

Menggunakan Model fungsional RPCs merupakan perbandingan dua polinomial kubik koordinat tanah, dan menyediakan fungsional antara koordinat tanah (Φ, λ, h) dan koordinat citra (L, S) (Frianzah, 2009). Pemisahan fungsi rasional disediakan untuk pemetaan koordinat tanah ke koordinat citra (*line*/baris dan *sample*/kolom) secara berurutan. Untuk memperbaiki ketelitian secara numerik,

koordinat citra dan tanah dinormalisasikan ke *range* <-1 dan +1> menggunakan *offsets* dan faktor skala tertentu. (Grodecki, Dial, and Lutes, 2004).

$$U = \frac{\Phi - \Phi_0}{\Phi_s}, V = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_s}, W = \frac{h - h_0}{h_s}, X = \frac{S - S_0}{S_s}, Y = \frac{L - L_0}{L_s} \quad (2.1)$$

Keterangan:

Φ : lintang

λ : bujur

h : tinggi di atas ellipsoid

L, S : koordinat baris kolom

$\Phi_0, \lambda_0, h_0, L_0, S_0$: offsets pada lintang, bujur, tinggi, kolom, dan baris

$\Phi_s, \lambda_s, h_s, L_s, S_s$: faktor skala pada lintang, bujur, tinggi, kolom, dan baris.

Fungsi rasional baris dan kolom adalah sebagai berikut. (Grodecki dan Dial, 2003)

$$Y = \frac{N_L(U, V, W)}{D_L(U, V, W)} = \frac{c^T u}{d^T u} \quad (2.2)$$

$$X = \frac{N_S(U, V, W)}{D_S(U, V, W)} = \frac{e^T u}{f^T u} \quad (2.3)$$

Denormalisasi RPC menurut Grodecki, Dial, dan Lutes, 2004 adalah sebagai berikut.

$$L = p(\Phi, \lambda, h) \text{ dan } S = r(\Phi, \lambda, h) \quad (2.4)$$

p, r adalah denormalisasi model RPC, dimana

$$p(\Phi, \lambda, h) = \frac{N_L(U, V, W)}{D_L(U, V, W)} L_s + L_0 \quad (2.5)$$

$$r(\Phi, \lambda, h) = \frac{N_S(U, V, W)}{D_S(U, V, W)} S_s + S_o \quad (2.6)$$

Deret Taylor digunakan untuk melinearisasi persamaan RPC tersebut, sehingga:

$$L = p(\Phi_0, \lambda_0, h_0) + \left[\frac{\partial p}{\partial z^T} \Big|_{z = z_0} \right] dz \quad (2.7)$$

$$S = r(\Phi_0, \lambda_0, h_0) + \left[\frac{\partial r}{\partial z^T} \Big|_{z = z_0} \right] dz \quad (2.8)$$

Kemudian dibentuk persamaan observasi sebagai berikut. (Grodecki, Dial, and Lutes, 2004)

$$A dz + e = w \quad (2.9)$$

Keterangan:

A = matrik desain

dz = vektor koreksi untuk nilai pendekatan koordinat tanah

w = matrik pengukuran

Koordinat tanah diselesaikan secara iterasi. Pada setiap langkah iterasi, aplikasi dasar hitung perataan kuadrat terkecil menghasilkan perkiraan untuk koordinat tanah pendekatan yaitu (Grodecki, Dial, dan Lutes, 2004).

$$d\hat{z} = (A^T C_w^{-1} A)^{-1} A^T C_w^{-1} \quad (2.10)$$

2.9 ***Strength of Figure (SoF)***

Geometri dari suatu jaringan dapat dikarakterisir dengan beberapa parameter, seperti jumlah dan lokasi titik dalam jaringan (termasuk titik tetap), jumlah *baseline* dalam jaringan (termasuk *common baseline*), konfigurasi *baseline* dan *loop*, serta konektivitas titik dalam jaringan (Abidin, 2000 dalam Sukojo, 2006). Kekuatan geometrik jaring segitiga yang baik dicerminkan oleh harga SoF yang kecil dan akan menjamin ketelitian yang merata pada seluruh jaring. Perhitungan ini

sangat penting untuk menentukan susunan pada sistem triangulasi. SoF dapat disebut juga kekuatan jaring poligon.

a. Perhitungan SoF dengan perataan bersyarat

Untuk melihat kekuatan dari jaringan yang dibentuk, maka dilakukan penghitungan kekuatan jaring atau strength of figure. Ada beberapa metode yang dapat digunakan. Semakin kecil nilai dari kekuatan jaring, menunjukkan jaring yang dibentuk semakin kuat. Berikut ini adalah penghitungan SoF dengan menggunakan rumus (Sukojo, 2006) :

$$R = \frac{(D - C)}{D} \sum (\delta A^2 + \delta B \cdot \delta A + \delta B^2) \quad (2.11)$$

Keterangan:

R = *strength of figure*

D = total arah atau pengamatan dalam jaring

C = jumlah kondisi sudut dan sisi atau syarat sudut dan sisi

δA = harga diferensial pada desimal keenam dari $\log \sin A$

δB = harga diferensial pada desimal keenam dari $\log \sin B$

Untuk menghitung banyaknya syarat (C) digunakan rumus (Sukojo, 2006):

$$C = C_s + C_1 = (L' - S' + 1) + (L - 2S + 3) \quad (2.12)$$

Keterangan:

C = jumlah kondisi sudut atau syarat sisi

C_s = jumlah kondisi sudut atau syarat sudut

C₁ = jumlah kondisi sisi atau syarat sudut

L' = jumlah sisi yang diamati dari dua arah

S' = jumlah station (titik) yang dapat ditempati alat

L = jumlah sisi yang diukur

S = jumlah station (titik yang dikelilingi sudut 360°)

b. Perhitungan SoF dengan Perataan Parameter

Ada beberapa parameter dan kriteria yang dapat digunakan untuk menentukan konfigurasi jaringan yang paling baik. Salah satunya adalah didasarkan pada

persamaan yang menggambarkan tingkat ketelitian dari koordinat titik-titik dalam jaringan. Dengan mengasumsikan faktor variansi aposteriori sama dengan satu serta ketelitian vektor baseline dan vektor koordinat yang homogen dan independen antar komponennya, suatu bilangan untuk memprediksi kekuatan jaringan dapat diformulasikan sebagai berikut (Abidin, 2000):

$$\text{Besar SoF} = \frac{\text{Trace}(A^T A)^{-1}}{\text{Jumlah Parameter}} \quad (2.13)$$

Dimana:

A = matrik desain

Jumlah parameter merupakan $n - u$. Sedangkan:

n = jumlah baseline $\times 3$ komponen per baseline

u = jumlah titik $\times 3$ komponen koordinat per titik

2.10 Root Mean Square Error (RMSE)

Merupakan selisih saat proses rektifikasi antara koordinat titik kontrol hasil transformasi dengan koordinat titik kontrol. Nilai RMSE yang rendah akan menghasilkan data yang akurat. Menurut GIS Consortium Aceh-Nias (2007) terdapat empat faktor yang mempengaruhi RMSE. Faktor yang pertama adalah tingkat ketelitian titik kontrol lapangan. Faktor berikutnya adalah tingkat ketelitian titik kontrol citra. Faktor yang ketiga adalah jumlah dan distribusi letak titik kontrol. Faktor yang terakhir adalah model transformasi yang digunakan.

Standar deviasi adalah kuadrat akar rata-rata aritmatika jumlah kuadrat *error*. Kuadrat dari standar deviasi (σ) disebut dengan varian atau *mean square error* dan konsekuensinya, sering kali disamakan arti dengan RMSE. Jadi dari pengertian diatas dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2}{n}} \quad \text{dan} \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n v_i^2}{n}} \quad (2.14)$$

Rumus di atas merupakan rumus untuk mencari nilai standar deviasi dan RMSE, dengan v merupakan residu pengamatan, jumlah persamaan (n), jumlah parameter adalah u atau 1 dan nilai *error* (ε).

Dalam koreksi geometrik suatu citra, RMSE digunakan untuk menilai derajat kesalahan dengan membandingkan koordinat GCP hasil hitungan dengan koordinat citra yang sebenarnya, yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$RMSE = \frac{((x-x_{orig})^2+(y-y_{orig})^2)^{\frac{1}{2}}}{\sqrt{2}} \quad (2.15)$$

Rumus di atas merupakan rumus untuk mencari nilai RMSE koordinat citra, dengan x'' , y'' adalah koordinat hasil hitungan dan X_{orig} , Y_{orig} adalah koordinat sebenarnya (Hayati, 2011).

2.11 Penentuan Posisi GPS

Global Positioning Sistem (GPS) adalah sistem radio navigasi dan penentuan posisi menggunakan satelit, dengan nama resminya NAVSTAR GPS (*Navigation Satellite Timing and Ranging Global Positioning Sistem*). GPS dikembangkan pertama kali oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat pada tahun 1978 dan secara resmi GPS dinyatakan operasional pada tahun 1994. Pada awalnya GPS digunakan untuk kepentingan militer Amerika Serikat, tetapi kemudian dapat dimanfaatkan juga untuk kepentingan sipil.

Saat ini GPS adalah sistem satelit navigasi yang paling banyak digunakan untuk penentuan posisi dalam berbagai macam aplikasi. Ada beberapa karakteristik yang menjadikan GPS menarik untuk digunakan yaitu dapat digunakan setiap saat tanpa tergantung waktu dan cuaca, posisi yang dihasilkan mengacu pada suatu datum global, pengoperasian alat *receiver* relatif mudah, relatif tidak terpengaruh dengan kondisi topografis, ketelitian yang dihasilkan dapat diandalkan dan lain-lain (Abidin, 2000).

Pada pengukuran GPS masing-masing memiliki empat parameter yang harus ditentukan yaitu 3 parameter koordinat

x , y , z atau L , B , h dan satu parameter kesalahan waktu akibat ketidaksinkronan jam osilator di satelit dengan jam di *receiver* GPS. Oleh karena itu, diperlukan minimal pengukuran jarak ke empat satelit. Metode penentuan posisi dengan GPS pertama-tama dibagi dua, yaitu metode absolut, dan metode diferensial. Masing-masing metode dapat dilakukan dengan cara *real time* dan atau *post-processing*. Apabila obyek yang ditentukan posisinya diam, maka metodenya disebut statik. Sebaliknya, apabila obyek yang ditentukan posisinya bergerak, maka metodenya disebut kinematik. Selanjutnya, metode yang lebih detail antara lain metode-metode seperti SPP, DGPS, RTK, Survei GPS, *rapid* statik, *pseudo* kinematik, *stop and go* serta beberapa metode lainnya.

a. Metode absolut atau juga dikenal sebagai *point positioning*, menentukan posisi hanya berdasarkan pada satu pesawat penerima (*receiver*) saja. Ketelitian posisi dalam beberapa meter (tidak berketelitian tinggi) dan umumnya hanya diperuntukan bagi keperluan navigasi.

b. Metode relatif atau sering disebut *differential positioning*, menentukan posisi dengan menggunakan lebih dari sebuah *receiver*. Satu GPS dipasang pada lokasi tertentu dimuka bumi dan secara terus menerus menerima sinyal dari satelit dalam jangka waktu tertentu dijadikan sebagai referensi bagi yang lainnya. Metode ini menghasilkan posisi berketelitian tinggi (umumnya kurang dari satu meter) dan diaplikasikan untuk keperluan survei geodesi ataupun pemetaan yang memerlukan ketelitian tinggi

2.11.1. Metode Penentuan Posisi Statik

Pada prinsipnya survei GPS bertumpu pada metode-metode penentuan posisi statik secara diferensial dengan menggunakan data fase. Penentuan posisi relatif atau metode diferensial adalah menentukan posisi suatu titik relatif terhadap titik lain yang telah diketahui koordinatnya. Pengukuran dilakukan secara bersamaan pada dua titik dalam selang waktu tertentu. Selanjutnya, data hasil pengamatan

diproses dan dihitung sehingga akan didapat perbedaan koordinat kartesian 3 dimensi (dx , dy , dz) atau disebut juga dengan *baseline* antar titik yang diukur.

Dalam hal ini pengamatan satelit GPS umumnya dilakukan *baseline* per *baseline* selama selang waktu tertentu (beberapa puluh menit hingga beberapa jam tergantung tingkat ketelitian yang diinginkan) dalam suatu kerangka titik-titik yang akan ditentukan posisinya. Karakteristik umum dari metode penentuan posisi ini adalah sebagai berikut (Abidin, 2007):

- a. Memerlukan minimal dua *receiver*, satu ditempatkan pada titik yang telah diketahui koordinatnya.
- b. Posisi titik ditentukan relatif terhadap titik yang diketahui.
- c. Konsep dasar adalah *differencing process*, dapat mengeliminir atau mereduksi pengaruh dari beberapa kesalahan dan bias.
- d. Bisa menggunakan data *pseudorange* atau fase.
- e. Ketelitian posisi yang diperoleh bervariasi dari tingkat mm sampai dengan dm.
- f. Aplikasi utama: survei pemetaan, survei penegasan batas, survei geodesi dan navigasi dengan ketelitian tinggi.

Pada survei GPS, pemrosesan data GPS untuk menentukan koordinat dari titik-titik dalam kerangka umumnya akan mencakup tiga tahapan utama, yaitu (Abidin, 2007):

- a. Pengolahan data dari setiap *baseline* dalam kerangka
- b. Perataan jaringan yang melibatkan semua *baseline* untuk menentukan koordinat dari titik-titik dalam kerangka
- c. Transformasi koordinat titik-titik tersebut dari datum WGS 84 ke datum yang dibutuhkan pengguna.

2.11.2. Metode Penentuan Posisi Kinematik

Penentuan posisi secara kinematik adalah penentuan posisi dari titik-titik yang bergerak dan *receiver* GPS tidak dapat atau tidak mempunyai kesempatan untuk berhenti pada titik-titik tersebut. Penentuan posisi kinematik ini dapat dilakukan secara absolut ataupun diferensial dengan menggunakan data *pseudorange* dan/atau fase. Hasil penentuan posisi bisa diperlukan saat pengamatan atau sesudah pengamatan.

Berdasarkan pada jenis data yang digunakan serta metode penentuan posisi yang digunakan, ketelitian posisi kinematik yang diberikan oleh GPS dapat berkisar dari tingkat rendah sampai tingkat tinggi. Dari segi aplikasinya metode kinematik GPS akan bermanfaat untuk navigasi, pemantauan, *guidance*, fotogrametri, *airbone gravimetry*, survei hidrografi, dll. Terdapat beberapa karakteristik dari metode kinematik teliti yang patut dicatat yaitu (Abidin, 2007):

- a. Metode ini harus berbasiskan penentuan posisi diferensial yang menggunakan data fase
- b. Problem utamanya adalah penentuan ambiguitas fase secara *on-the-fly*, yaitu penentuan ambiguitas fase pada saat *receiver* sedang bergerak dalam waktu sesingkat mungkin.
- c. Penentuan ambiguitas secara *on-the-fly* akan meningkatkan ketelitian, keandalan, fleksibilitas dari penentuan posisi kinematik.
- d. Saat ini dikenal beberapa teknik penentuan ambiguitas fase
- e. Hasil penentuan posisi bisa diperlukan saat pengamatan ataupun sesudah pengamatan
- f. Untuk moda *real time*, diperlukan komunikasi data antara stasiun referensi dengan *receiver* yang bergerak.

2.11.3. Metode Penentuan Posisi Rapid Statik

Metode penentuan posisi dengan survei statik singkat (*rapid static*) pada dasarnya adalah survei statik dengan waktu

pengamatan yang lebih singkat, yaitu 5-20 menit. Prosedur operasional lapangan pada survei statik singkat adalah sama seperti pada survei statik, hanya selang waktu pengamatannya yang lebih singkat. Oleh sebab itu disamping memerlukan perangkat lunak yang handal dan canggih, metode statik singkat juga memerlukan geometri pengamatan yang baik, tingkat residu kesalahan dan bias yang relatif rendah, serta lingkungan pengamatan yang relatif tidak menimbulkan *multipath*.

Terdapat beberapa hal yang perlu dicatat yaitu (Abidin, 2007):

- a. Survei statik singkat mempunyai tingkat produktivitas yang lebih tinggi, karena waktu pengamatan satu sesi relatif singkat
- b. Metode survei statik singkat memerlukan *receiver* GPS serta piranti lunak pemrosesan data yang lebih canggih dan lebih modern
- c. Metode survei statik singkat relatif kurang fleksibel dalam hal spesifikasi pengamatan
- d. Metode survei statik singkat relatif lebih rentan terhadap efek kesalahan dan bias.

2.12 Uji Ketelitian

Menurut Modul Validasi Peta Rencana Tata Ruang yang dikeluarkan BIG uji akurasi atau uji ketelitian geometri dilakukan untuk mengetahui nilai ketelitian citra satelit yang telah mengalami orthorektifikasi. Pengujian ketelitian posisi mengacu pada perbedaan koordinat (X, Y, Z) antara titik uji pada gambar atau peta dengan lokasi sesungguhnya dari titik uji pada permukaan tanah. Pengukuran akurasi menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE) atau *circular error* yang perlu diperhitungkan adalah koordinat (X, Y) titik uji dan posisi sebenarnya di lapangan. *Circular Error* 90% (CE90) adalah ukuran ketelitian geometrik horizontal yang didefinisikan sebagai radius lingkaran yang menunjukkan bahwa 90% kesalahan atau perbedaan posisi horizontal objek di peta

dengan posisi yang dianggap sebenarnya tidak lebih besar dari radius tersebut.

Citra satelit resolusi tinggi yang digunakan untuk sumber data RDTR dikatan standar ketelitian peta dasar skala 1:5000 apabila akurasi ketelitian horizontal $\leq 2,5$ meter (kelas 3)

Tabel 2.4 Tabel Ketelitian Peta RBI
(Perka BIG Nomor 15 tahun 2014)

Skala	Kelas 1 (CE90 dalam m)	Kelas 2 (CE90 dalam m)	Kelas 3 (CE90 dalam m)
1:5000	1	1,5	2,5

Ketelitian geometri dihitung berdasarkan Perka BIG Nomor 15 tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar. Perhitungan akurasi hasil orthorektifikasi, menggunakan nilai CE90 yang dihitung dari nilai RMSE resolusi citra satelit setelah dilakukan orthorektifikasi. Nilai akurasi horizontal dengan tingkat kepercayaan pada level 90%.

$$Accuracy = 1,5175 * RMSE \quad (2.16)$$

dimana, $RMSE_r = Horizontal (2D) Root Mean Square Error$.

2.13 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu terkait penelitian yang dilakukan saat ini adalah sebagai berikut:

- a. Menurut Julzarika, A. (n.d.). Citra SPOT-5 dapat dilakukan proses orthorektifikasi dengan DMP dan RPCs. DMP dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan kolinear yang meliputi proses orientasi dalam, orientasi luar, perpotongan ke belakang, serta menggunakan hitung perataan kuadrat terkecil. Sedangkan RPCs menggunakan informasi parameter orientasi dalam dibantu dengan titik kontrol tanah. Hasil orthorektifikasi citra SPOT-5 dapat digunakan untuk

pemetaan 1:5000 sehingga dapat menjadi alternatif untuk peta RBI skala 1:25.000.

- b. Menurut Candra, D. S. (2012). RMSE dari GCP kurang dari 1 piksel. RMSE paling kecil pada GCP12 dengan 0,07 piksel dan paling tinggi pada GCP13 dengan 0,85 piksel. Rata-rata RMSE 0,49 piksel. RPC tidak bergantung pada parameter fisik dan orbit satelit. RPC dapat digunakan sebagai metode alternatif untuk melakukan orthorektifikasi.
- c. Penelitian saat ini bertujuan untuk menganalisa ketelitian orthorektifikasi citra Pleiades 1A tahun 2015 dengan data DEM ALOS PALSAR tahun 2015, serta *Ground Control Point* dan *Independent Check Point* dari hasil survei lapangan untuk rekomendasi dalam pembuatan peta dasar 1:5000 untuk Rencana Detail Tata Ruang Terbuka Hijau di daerah Surabaya Pusat yang daerahnya mempunyai tingkat kepadatan penduduk yang tinggi dibandingkan bagian Surabaya lainnya. Dalam penelitian sebelumnya menunjang sebagai referensi dalam proses orthorektifikasi citra resolusi tinggi serta untuk mengetahui berapa RMSE yang muncul setelah proses koreksi.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini yaitu di Kota Surabaya bagian pusat meliputi beberapa kecamatan yaitu Kecamatan Simokerto, Kecamatan Bubutan, Kecamatan Genteng dan Kecamatan Tegalsari seperti Gambar 3.1 dibawah ini:.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian
(Peta Surabaya, 2014)

3.2 Data dan Peralatan

3.2.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah:

- a. Citra Pleiades Surabaya tahun 2015
- b. Data DEM Radar (ALOS PALSAR) wilayah Surabaya tahun 2015
- c. Peta vektor Rupa Bumi Indonesia (RBI) tahun 2000 dengan skala skala 1:25.000.
- d. *Ground Control Point* hasil survei GPS *geodetic* metode *static* dengan geometri jaring.
- e. *Independent Check Point* hasil survei GPS *geodetic* metode *rapid-static* dengan geometri radial.

3.2.2 Peralatan

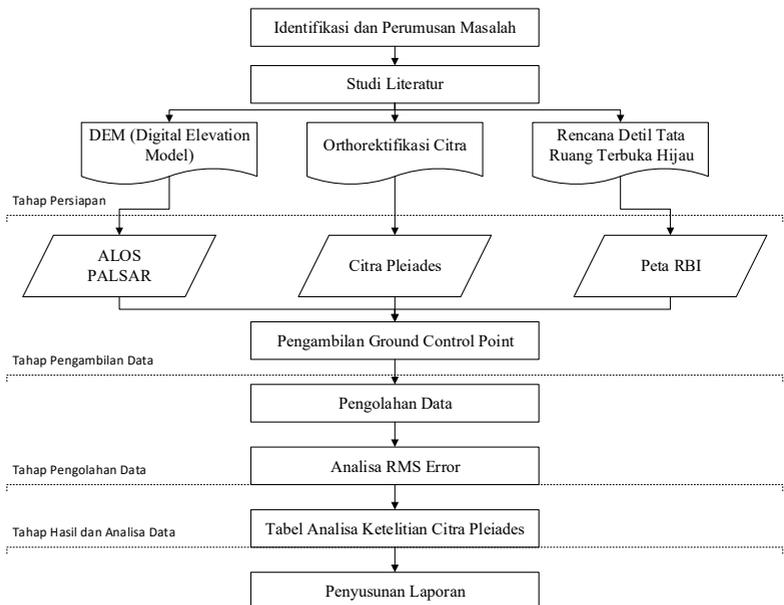
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- a. Peralatan Lapangan
 - i. Dua set GPS *geodetic*
 - ii. Dua buah Statif
 - iii. Satu buah GPS Navigasi
- b. Perangkat Keras
 - i. Satu unit laptop dengan spesifikasi Intel® Dual Core™ CPU @2 GHz (2 CPUs) 3 GB RAM.
- c. Perangkat lunak
 - i. ArcGIS 10.2
 - ii. Microsoft Office 2016

3.3 Metodologi Penelitian

3.3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan yang dilaksanakan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah:



Gambar 3.2 Tahapan Penelitian

Berikut adalah Tahap pelaksanaan penelitian:

a. Tahap Persiapan

i. Identifikasi dan Perumusan Masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana ketelitian orthorektifikasi dari citra Pleiades dapat digunakan dalam pembuatan peta rencana detil tata ruang terbuka hijau.

ii. Studi Literatur

Bertujuan untuk mendapatkan referensi yang berhubungan dengan penginderaan jauh, orthorektifikasi, *Digital Elevation Model*, Ruang Terbuka Hijau dan literatur lain yang mendukung baik dari buku, jurnal, makalah dan internet.

b. Pengumpulan Data

Pengumpulan data berupa ALOS PALSAR yang di dapat dari *Alaska Satellite Facility*, data vektor Peta Rupa Bumi Indonesia dari Badan Informasi Geospasial, Peta Vektor Kota Surabaya dari Pemkot Surabaya, dan data Citra Pleiades 1A.

c. Tahap Pengolahan data

Pada tahap ini data koordinat hasil pengukuran GPS diolah agar menjadi koordinat UTM. Kemudian data citra diolah dengan perangkat lunak pengolah citra satelit dimana pada proses orthorektifikasi dimasukkan data DEM dari ALOS PALSAR. Setelah itu peta di crop berdasarkan batas administrasi dari peta vektor RBI agar menjadi peta yang sudah di koreksi untuk selanjutnya dilakukan analisa ketelitian agar dapat digunakan sebagai peta dasar skala 1:5000.

d. Tahap Hasil dan Analisa Data

i. Analisa Hasil Pengolahan Data

Pada tahap ini akan diketahui berapa RMSE pada titik GCP dan ICP yang dibuat. Analisa ini diperoleh dari data yang telah diolah pada tahap sebelumnya.

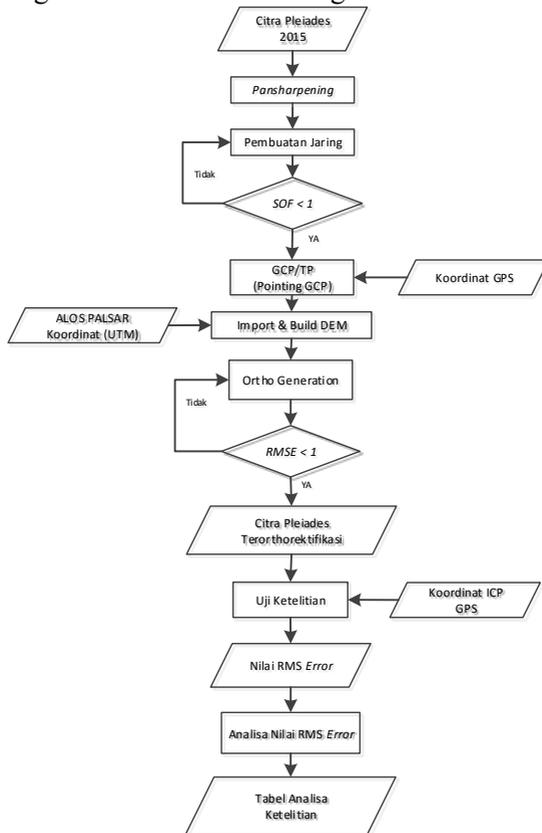
Sehingga didapatkan suatu hasil dan kesimpulan yang nantinya digunakan untuk menyusun laporan tugas akhir.

ii. Penyusunan Laporan

Penyusunan laporan merupakan tahap akhir dari penelitian tugas akhir ini.

3.2.3 Tahapan Pengolahan Data

Adapun diagram alir tahapan pengolahan data penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.3 Tahap Pengolahan Data

Berikut penjelasan diagram alir pengolahan data:

- a. *Data*
Penelitian ini menggunakan data citra Pleiades tahun 2015, data DEM ALOS PALSAR tahun 2015, data koordinat untuk *Ground Control Point* (GCP) dan *Independent Check Point* (ICP) dari hasil survei lapangan, data peta RBI kota Surabaya (skala 1:25.000).
- b. *Pansharpening*
Penggabungan citra pankromatik dengan multispektral untuk menghasilkan citra resolusi tinggi yang mempunyai warna untuk mempermudah identifikasi dalam peletakan titik GCP.
- c. *Pembuatan Jaring*
Membuat jaring berdasarkan titik GCP yang menyebar di area penelitian dengan nilai $SoF < 1$. Setelah itu melakukan pengukuran dengan data hasil pengukuran GPS dikoreksi melalui proses baseline dan perataan jaring.
- d. *Import Data*
Data citra, GCP, dan DEM yang sudah ada dimasukkan ke perangkat lunak pengolah untuk dilakukan proses orthorektifikasi dengan metode RPC.
- e. *Cropping Area*
Citra yang sudah melalui proses orthorektifikasi kemudian dipotong berdasarkan ukuran pada saat pengolahan pada perangkat lunak pengolah data citra satelit.
- f. *Pengambilan ICP*
Berdasarkan hasil citra yang sudah terkoreksi kemudian dilakukan cek ketelitian dengan pengambilan titik ICP sebanyak 12 titik di dalam jaring kontrol yang dibuat sebelumnya.
- g. *Analisa RMSE*
Untuk mengetahui ketelitian dari citra berdasarkan proses orthorektifikasi dan pengambilan ICP maka perlu dilakukan analisa RMSE yang bertujuan untuk mengetahui perbandingan ketelitian citra sesuai dengan Peraturan

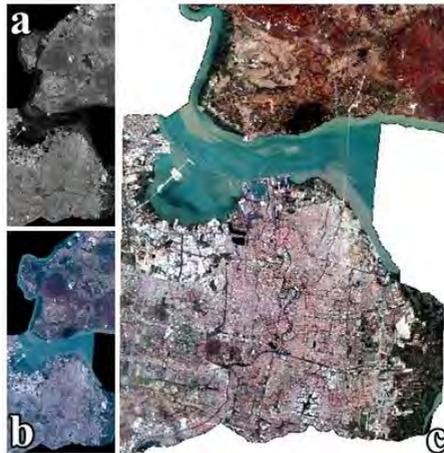
Kepala BIG No.15 tahun 2014 agar dapat digunakan sebagai peta dasar skala 1 : 5000 untuk rekomendasi dalam pembuatan peta Rencana Detail Tata Ruang Terbuka Hijau.

BAB IV HASIL DAN ANALISA

4.1 Data Citra

Citra yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah citra Pleiades 1A. Terdapat 2 jenis file citra dalam *raw* data citra yaitu *panchromatic* dan *multispectral*. Dimana masing- masing memiliki ketelitian 0,5 m *panchromatic* dan 2 m *Multispectral*

Sebelum melakukan pembuatan jaring titik GCP dan orthorektifikasi citra langkah pertama yang dilakukan adalah proses *PANSHARP* yang berarti citra *panchromatic* digabungkan dengan citra *multispectral* untuk mendapatkan citra beresolusi 0,5 m dengan visual yang berwarna. Hasil citra setelah dilakukan proses penggabungan.



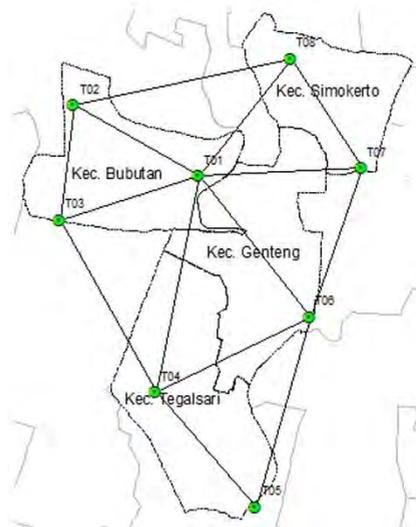
Gambar 4.1 (a) citra Pleiades Pankromatik, (b) citra Pleiades Multispektral, (c) Hasil *pansharpening*

Langkah selanjutnya adalah pembuatan jaring kontrol menggunakan titik GCP (*Ground Control Point*) sebagai koreksi X, Y koordinat pada citra.

4.2 Desain Jaring Kontrol dan SoF (*Strength of Figure*)

Bagus tidaknya sebuah koreksi geometrik tergantung dari kekuatan jaring yang dibuat. Semakin kecil nilai SoF maka semakin kuat jaringnya. Jaring kontrol terbentuk dari titik-titik GCP yang menyebar. Titik GCP diletakkan ditempat yang mudah agar mempermudah dalam identifikasi objek saat akan dilakukan pengukuran titik menggunakan GPS.

Dalam pembuatan titik GCP diusahakan peletakan titik menyebar dan mencakup area lokasi penelitian. Jarak yang digunakan berkisar 3-4 km untuk daerah yang relatif datar. Berikut hasil pembuatan titik GCP sebagai jaring kontrol pada area penelitian.

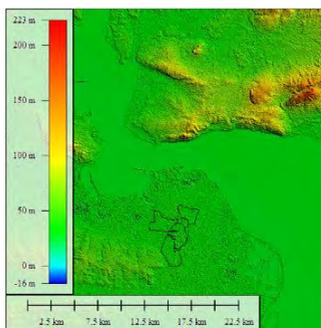


Gambar 4.2 Desain Jaring Kontrol

Jumlah titik dan *baseline* yang digunakan untuk perhitungan kekuatan jaring titik kontrol dalam penelitian ini adalah 8 titik dan 14 *baseline* sehingga didapatkan nilai kekuatan jaring dengan persamaan 2.11 sebesar 0,165.

4.3 Data DEM (*Digital Elevation Model*)

DEM berfungsi untuk mengoreksi Z pada citra yang mengalami kesalahan akibat permukaan topografi serta lensa yang menimbulkan distorsi pada objek. Dalam penelitian tugas akhir ini menggunakan DEM ALOS PALSAR dengan resolusi 12,5 meter. Berikut hasil DEM ALOS PALSAR setelah dimuat dalam *software* yang memerlukan 1 *scene* data DEM agar mencakup wilayah yang penelitian.



Gambar 4.3 Data DEM ALOS PALSAR

4.4 Koordinat Titik Kontrol

Koordinat titik kontrol (X,Y) didapatkan dari pengukuran di lapangan menggunakan GPS Topcon HiperPro menggunakan metode statik dengan durasi 40-60 menit yang kemudian diolah melalui *software* pengolah data GPS meliputi proses *post processing* (proses *baseline*) dan *network adjustment* (perataan jaring). Berikut ini merupakan daftar koordinat titik kontrol yang digunakan:

Tabel 4.1 Daftar Koordinat Titik Kontrol

No.	Nama Titik	Titik Kontrol		
		X (m)	Y (m)	Z (m)
1.	T01	691846,058	9198302,417	37,090
2.	T02	690153,933	9199234,103	35,566
3.	T03	689965,145	9197721,513	36,572
4.	T04	691264,435	9195455,960	37,466
5.	T05	692629,784	9193947,153	38,474

lanjutan tabel 4.1 Daftar Koordinat Titik Kontrol

No.	Nama Titik	Titik Kontrol		
		X (m)	Y (m)	Z (m)
6.	T06	693364,163	9196444,317	38,317
7.	T07	694070,306	9198407,818	36,478
8.	T08	693111,339	9199847,221	36,394

Tabel 4.2 Daftar Koordinat Citra

No.	Nama Titik	Pleiades 1A	
		X (piksel)	Y (piksel)
1.	T01	18856	56061
2.	T02	15667	54478
3.	T03	15351	57377
4.	T04	17838	61551
5.	T05	20433	64278
6.	T06	21748	59434
7.	T07	23023	55613
8.	T08	21184	52976

4.5 Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik citra menggunakan koordinat hasil pengukuran dilapangan dengan titik kontrol sebanyak 8 titik yang menyebar merata di area penelitian dan menghasilkan nilai RMSE sebagai berikut:

Tabel 4.3 Perhitungan RMSE Citra Pleiades dalam piksel

Nama Titik	Residual	X (piksel)	Y (Piksel)
T01	0,57	18856	56060
T06	0,55	21749	59433
T07	0,31	23023	55612
T04	0,29	17838	61550
T08	0,31	21185	52977
T05	0,26	20433	64279
T02	0,17	15667	54477
T03	0,17	15350	57378
RMSE	0,36		

Tabel 4.4 Perhitungan RMSE Citra Pleiades dalam meter

Nama Titik	Residual	X (meter)	Y (meter)
T01	0,293	691846,34	9198302,59
T06	0,271	693363,91	9196444,29
T07	0,173	694070,46	9198407,98
T04	0,155	691264,31	9195455,95
T08	0,155	693111,19	9199847,24
T05	0,137	692629,9	9193947,3
T02	0,091	690153,86	9199234,13
T03	0,082	689965,18	9197721,67
RMSE	0,18		

Nilai titik T01 mempunyai nilai residu yang besar dibandingkan titik yang lain dikarenakan letak titik T01 berada di pusat kota dimana mempunyai kondisi yang diapit oleh gedung tinggi dan jalan yang ramai oleh kendaraan lewat sehingga menyebabkan *multipath* pada saat pengambilan data GPS.

4.6 Uji Ketelitian

Citra yang terkoreksi geometrik kemudian di uji ketelitiannya menggunakan pengukuran ICP untuk dibandingkan dengan titik ICP secara interpretasi. Pengukuran ICP ini menggunakan 12 titik kontrol dengan pengukuran koordinat gps metode *rapid-static* dengan geometri radial.

Tabel 4.5 Koordinat Titik ICP

Nama Titik	Koordinat ICP (GPS)	
	X (m)	Y (m)
1	694108,879	9198612,655
2	693640,407	9199102,751
3	692877,559	9199909,09
4	693283,812	9197556,329
5	692449,896	9195600,341
6	692778,524	9194507,983
7	691800,692	9193915,303
8	691611,653	9195294,417
9	691544,76	9195898,458
10	691202,939	9197823,059
11	690463,726	9199083,534
12	689930,056	9197895,756

Berdasarkan data pengukuran tersebut dibandingkan dengan data interpretasi citra didapatkan nilai *RMS Error* sebagai berikut:

Tabel 4.6 Nilai RMS *Error* Koordinat ICP

Nama Titik	Koordinat ICP (Interpretasi)		Residual
	X (m)	Y (m)	
1	694108,88	9198612,41	0,060
2	693640,4	9199102,75	0,005E-02
3	692877,89	9199908,89	0,149
4	693283,13	9197556,29	0,467
5	692450,1	9195599,94	0,202
6	692778,34	9194508,43	0,234
7	691800,44	9193915,4	0,073
8	691611,65	9195294,42	0,018E-03
9	691544,88	9195898,04	0,189
10	691203,64	9197822,7	0,620
11	690464,61	9199083,34	0,819
12	689929,87	9197895,08	0,492
	RMS <i>Error</i>		0,525

Berdasarkan Perka BIG No. 15 Tahun 2014, ketentuan ketelitian geometri *horizontal* setiap peta sebagai berikut:

Tabel 4.7 Ketelitian Geometri Peta

No.	Skala Peta	Ketelitian (m)
		$1.5175 \times \text{RMSE}$
1	1 : 5000	1
2	1 : 2500	0,5
3	1 : 1000	0,2

Maka perhitungan perkalian nilai RMSE dengan koefisien ketelitian menghasilkan ketelitian 0,796 sehingga memenuhi syarat dalam pembuatan peta skala 1:5.000.

4.7 *Overlay*

Hasil orthorektifikasi sudah dapat mengoverlaykan citra dengan data vektor (jalan) dari peta skala 1:25.000. Resolusi

spasial Pleiades 1A *orthoimage* sebesar 0,5 m bisa digunakan untuk pemetaan skala 1:5.000 sehingga bisa menggantikan peta RBI skala 1:25.000.



Gambar 4.4 Citra Pleiades 1A (*orthoimage*) yang dioverlaykan dengan data vektor jalan skala 1:25.000

LAMPIRAN I

Metadata RPC Pleiades 1A

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
<Dimap_Document>
  <Metadata_Identification>
    <METADATA_FORMAT
version="2.0">DIMAP</METADATA_FORMAT>

    <METADATA_PROFILE>PHR_SENSOR</METADATA_PRO
FILE>

    <METADATA_SUBPROFILE>RPC</METADATA_SUBPROF
ILE>

    <METADATA_LANGUAGE>en</METADATA_LANGUAGE
>
  </Metadata_Identification>
  <Rational_Function_Model>
    <Resource_Reference>
      <RESOURCE_TITLE
version="2.1">NITF</RESOURCE_TITLE>
      <RESOURCE_ID>RPC00B</RESOURCE_ID>
    </Resource_Reference>
    <Global_RFM>
      <Direct_Model>
        <SAMP_NUM_COEFF_1>-
0.00408247919581756</SAMP_NUM_COEFF_1>

        <SAMP_NUM_COEFF_2>0.974797547839041</SAMP_NUM_
COEFF_2>
        <SAMP_NUM_COEFF_3>-
0.0237192900398073</SAMP_NUM_COEFF_3>

        <SAMP_NUM_COEFF_4>0.0014797852091494</SAMP_NUM
_COEFF_4>

```

<SAMP_NUM_COEFF_5>-
 0.00129244237912949</SAMP_NUM_COEFF_5>
 <SAMP_NUM_COEFF_6>-5.03290373778597e-
 05</SAMP_NUM_COEFF_6>
 <SAMP_NUM_COEFF_7>-4.08937834278774e-
 05</SAMP_NUM_COEFF_7>

 <SAMP_NUM_COEFF_8>0.000185554091765158</SAMP_N
 UM_COEFF_8>

 <SAMP_NUM_COEFF_9>0.00515054700941344</SAMP_NU
 M_COEFF_9>
 <SAMP_NUM_COEFF_10>7.35948822343588e-
 08</SAMP_NUM_COEFF_10>
 <SAMP_NUM_COEFF_11>-1.2246240939355e-
 07</SAMP_NUM_COEFF_11>
 <SAMP_NUM_COEFF_12>1.12747793950494e-
 05</SAMP_NUM_COEFF_12>
 <SAMP_NUM_COEFF_13>3.82376994621198e-
 06</SAMP_NUM_COEFF_13>
 <SAMP_NUM_COEFF_14>-4.54671141459287e-
 06</SAMP_NUM_COEFF_14>
 <SAMP_NUM_COEFF_15>6.21067786150118e-
 05</SAMP_NUM_COEFF_15>
 <SAMP_NUM_COEFF_16>-8.6267981568158e-
 05</SAMP_NUM_COEFF_16>
 <SAMP_NUM_COEFF_17>1.08923308484773e-
 07</SAMP_NUM_COEFF_17>
 <SAMP_NUM_COEFF_18>-1.83913035441107e-
 07</SAMP_NUM_COEFF_18>
 <SAMP_NUM_COEFF_19>-3.65808661775227e-
 07</SAMP_NUM_COEFF_19>
 <SAMP_NUM_COEFF_20>-6.85314511827575e-
 09</SAMP_NUM_COEFF_20>
 <SAMP_DEN_COEFF_1>1</SAMP_DEN_COEFF_1>

<SAMP_DEN_COEFF_2>0.00376845221860074</SAMP_DEN_COEFF_2>

<SAMP_DEN_COEFF_3>0.00128653678828749</SAMP_DEN_COEFF_3>

<SAMP_DEN_COEFF_4>5.41349700562799e-05</SAMP_DEN_COEFF_4>

<SAMP_DEN_COEFF_5>-4.81042953965213e-05</SAMP_DEN_COEFF_5>

<SAMP_DEN_COEFF_6>-3.56987117955885e-08</SAMP_DEN_COEFF_6>

<SAMP_DEN_COEFF_7>3.94210248325421e-08</SAMP_DEN_COEFF_7>

<SAMP_DEN_COEFF_8>-1.08924839618271e-06</SAMP_DEN_COEFF_8>

<SAMP_DEN_COEFF_9>-1.14954639988063e-05</SAMP_DEN_COEFF_9>

<SAMP_DEN_COEFF_10>-4.66695316412924e-06</SAMP_DEN_COEFF_10>

<SAMP_DEN_COEFF_11>2.10323859983985e-09</SAMP_DEN_COEFF_11>

<SAMP_DEN_COEFF_12>8.82878645058108e-08</SAMP_DEN_COEFF_12>

<SAMP_DEN_COEFF_13>-8.55228164403605e-07</SAMP_DEN_COEFF_13>

<SAMP_DEN_COEFF_14>-1.70771308815292e-08</SAMP_DEN_COEFF_14>

<SAMP_DEN_COEFF_15>3.18530069173774e-07</SAMP_DEN_COEFF_15>

<SAMP_DEN_COEFF_16>-1.78295697677709e-06</SAMP_DEN_COEFF_16>

<SAMP_DEN_COEFF_17>-1.26785127511773e-08</SAMP_DEN_COEFF_17>

<SAMP_DEN_COEFF_18>1.38226204976807e-
 09</SAMP_DEN_COEFF_18>
 <SAMP_DEN_COEFF_19>5.13559602204001e-
 10</SAMP_DEN_COEFF_19>
 <SAMP_DEN_COEFF_20>-4.85981408995249e-
 10</SAMP_DEN_COEFF_20>
 <LINE_NUM_COEFF_1>-
 0.00434214768106128</LINE_NUM_COEFF_1>
 <LINE_NUM_COEFF_2>-
 0.0277804915720927</LINE_NUM_COEFF_2>
 <LINE_NUM_COEFF_3>-
 0.971494727063921</LINE_NUM_COEFF_3>
 <LINE_NUM_COEFF_4>-
 0.000652825370365558</LINE_NUM_COEFF_4>

 <LINE_NUM_COEFF_5>0.00180578273777905</LINE_NUM
 _COEFF_5>
 <LINE_NUM_COEFF_6>2.36698319038996e-
 06</LINE_NUM_COEFF_6>
 <LINE_NUM_COEFF_7>5.61205481221554e-
 06</LINE_NUM_COEFF_7>

 <LINE_NUM_COEFF_8>0.000183442604376351</LINE_NUM
 M_COEFF_8>

 <LINE_NUM_COEFF_9>0.00247084354216451</LINE_NUM
 _COEFF_9>
 <LINE_NUM_COEFF_10>1.04906513586251e-
 08</LINE_NUM_COEFF_10>
 <LINE_NUM_COEFF_11>-2.24230930432067e-
 07</LINE_NUM_COEFF_11>
 <LINE_NUM_COEFF_12>-1.13597370860916e-
 06</LINE_NUM_COEFF_12>
 <LINE_NUM_COEFF_13>-4.51258228817182e-
 05</LINE_NUM_COEFF_13>

<LINE_NUM_COEFF_14>3.04048840410171e-08</LINE_NUM_COEFF_14>
 <LINE_NUM_COEFF_15>-4.41643998020391e-06</LINE_NUM_COEFF_15>
 <LINE_NUM_COEFF_16>-7.77726506341912e-07</LINE_NUM_COEFF_16>
 <LINE_NUM_COEFF_17>1.06120606370921e-06</LINE_NUM_COEFF_17>
 <LINE_NUM_COEFF_18>-2.99494558203856e-08</LINE_NUM_COEFF_18>
 <LINE_NUM_COEFF_19>-7.62077466052321e-08</LINE_NUM_COEFF_19>
 <LINE_NUM_COEFF_20>6.95101301181493e-10</LINE_NUM_COEFF_20>
 <LINE_DEN_COEFF_1>1</LINE_DEN_COEFF_1>

 <LINE_DEN_COEFF_2>0.00163886828228275</LINE_DEN_COEFF_2>
 <LINE_DEN_COEFF_3>-0.00176762038601667</LINE_DEN_COEFF_3>
 <LINE_DEN_COEFF_4>2.68423936641301e-06</LINE_DEN_COEFF_4>
 <LINE_DEN_COEFF_5>-2.24849540933322e-05</LINE_DEN_COEFF_5>
 <LINE_DEN_COEFF_6>-1.36465879281301e-07</LINE_DEN_COEFF_6>
 <LINE_DEN_COEFF_7>-2.25715614443214e-08</LINE_DEN_COEFF_7>
 <LINE_DEN_COEFF_8>-4.87627265221938e-06</LINE_DEN_COEFF_8>
 <LINE_DEN_COEFF_9>7.34079978216555e-06</LINE_DEN_COEFF_9>
 <LINE_DEN_COEFF_10>-1.10002926192447e-06</LINE_DEN_COEFF_10>

<LINE_DEN_COEFF_11>7.20207790770941e-09</LINE_DEN_COEFF_11>

<LINE_DEN_COEFF_12>8.76784230013672e-08</LINE_DEN_COEFF_12>

<LINE_DEN_COEFF_13>1.08695126865075e-08</LINE_DEN_COEFF_13>

<LINE_DEN_COEFF_14>-3.8094332020324e-09</LINE_DEN_COEFF_14>

<LINE_DEN_COEFF_15>4.35032116601206e-07</LINE_DEN_COEFF_15>

<LINE_DEN_COEFF_16>-3.7969522827825e-07</LINE_DEN_COEFF_16>

<LINE_DEN_COEFF_17>-4.28704878951553e-10</LINE_DEN_COEFF_17>

<LINE_DEN_COEFF_18>3.49051649248856e-10</LINE_DEN_COEFF_18>

<LINE_DEN_COEFF_19>-4.93949391242889e-10</LINE_DEN_COEFF_19>

<LINE_DEN_COEFF_20>-6.7434166694055e-12</LINE_DEN_COEFF_20>

<ERR_BIAS_X>0.0006869168637188786</ERR_BIAS_X>

<ERR_BIAS_Y>0.0003513327756636262</ERR_BIAS_Y>

</Direct_Model>

<Inverse_Model>

<SAMP_NUM_COEFF_1>0.00407625918051676</SAMP_NUM_COEFF_1>

<SAMP_NUM_COEFF_2>1.02512493273068</SAMP_NUM_COEFF_2>

<SAMP_NUM_COEFF_3>-0.025077888081448</SAMP_NUM_COEFF_3>

<SAMP_NUM_COEFF_4>-
 0.00153353758586194</SAMP_NUM_COEFF_4>
 <SAMP_NUM_COEFF_5>-
 0.00155419873212746</SAMP_NUM_COEFF_5>
 <SAMP_NUM_COEFF_6>5.4181879826995e-
 05</SAMP_NUM_COEFF_6>
 <SAMP_NUM_COEFF_7>-5.02814910355464e-
 05</SAMP_NUM_COEFF_7>
 <SAMP_NUM_COEFF_8>-
 0.000313398675479731</SAMP_NUM_COEFF_8>
 <SAMP_NUM_COEFF_9>-
 0.00557024851747436</SAMP_NUM_COEFF_9>
 <SAMP_NUM_COEFF_10>-1.25059252963827e-
 07</SAMP_NUM_COEFF_10>
 <SAMP_NUM_COEFF_11>-2.6791324021997e-
 07</SAMP_NUM_COEFF_11>
 <SAMP_NUM_COEFF_12>-1.11384886286972e-
 05</SAMP_NUM_COEFF_12>
 <SAMP_NUM_COEFF_13>-3.71624193796619e-
 05</SAMP_NUM_COEFF_13>
 <SAMP_NUM_COEFF_14>-1.47662988294936e-
 05</SAMP_NUM_COEFF_14>
 <SAMP_NUM_COEFF_15>6.54910250957923e-
 05</SAMP_NUM_COEFF_15>
 <SAMP_NUM_COEFF_16>-8.60065217154784e-
 05</SAMP_NUM_COEFF_16>
 <SAMP_NUM_COEFF_17>3.59361367910448e-
 07</SAMP_NUM_COEFF_17>
 <SAMP_NUM_COEFF_18>6.86256895821953e-
 08</SAMP_NUM_COEFF_18>
 <SAMP_NUM_COEFF_19>2.33494808333818e-
 07</SAMP_NUM_COEFF_19>
 <SAMP_NUM_COEFF_20>2.19939577626786e-
 08</SAMP_NUM_COEFF_20>
 <SAMP_DEN_COEFF_1>1</SAMP_DEN_COEFF_1>

<SAMP_DEN_COEFF_2>-
 0.00389669361718548</SAMP_DEN_COEFF_2>

<SAMP_DEN_COEFF_3>0.00155467801950156</SAMP_DEN_COEFF_3>

<SAMP_DEN_COEFF_4>-5.0554369142474e-05</SAMP_DEN_COEFF_4>

<SAMP_DEN_COEFF_5>-4.5663393913829e-05</SAMP_DEN_COEFF_5>

<SAMP_DEN_COEFF_6>-1.58950446293554e-07</SAMP_DEN_COEFF_6>

<SAMP_DEN_COEFF_7>2.77389594521858e-07</SAMP_DEN_COEFF_7>

<SAMP_DEN_COEFF_8>5.52790609183323e-07</SAMP_DEN_COEFF_8>

<SAMP_DEN_COEFF_9>2.47747002094213e-05</SAMP_DEN_COEFF_9>

<SAMP_DEN_COEFF_10>-1.44171868882789e-05</SAMP_DEN_COEFF_10>

<SAMP_DEN_COEFF_11>-1.01010179052208e-08</SAMP_DEN_COEFF_11>

<SAMP_DEN_COEFF_12>3.18225341390109e-08</SAMP_DEN_COEFF_12>

<SAMP_DEN_COEFF_13>1.54634382014297e-06</SAMP_DEN_COEFF_13>

<SAMP_DEN_COEFF_14>5.09289112298917e-08</SAMP_DEN_COEFF_14>

<SAMP_DEN_COEFF_15>-5.06257037798733e-07</SAMP_DEN_COEFF_15>

<SAMP_DEN_COEFF_16>2.17818357676897e-07</SAMP_DEN_COEFF_16>

<SAMP_DEN_COEFF_17>-4.00129855580918e-08</SAMP_DEN_COEFF_17>

<SAMP_DEN_COEFF_18>1.31247690116728e-09</SAMP_DEN_COEFF_18>

<SAMP_DEN_COEFF_19>4.34638840145264e-
 09</SAMP_DEN_COEFF_19>
 <SAMP_DEN_COEFF_20>1.48925294050847e-
 09</SAMP_DEN_COEFF_20>
 <LINE_NUM_COEFF_1>-
 0.00458609509641123</LINE_NUM_COEFF_1>
 <LINE_NUM_COEFF_2>-
 0.0293130255868514</LINE_NUM_COEFF_2>
 <LINE_NUM_COEFF_3>-
 1.02861497737929</LINE_NUM_COEFF_3>
 <LINE_NUM_COEFF_4>-
 0.000628126547733543</LINE_NUM_COEFF_4>
 <LINE_NUM_COEFF_5>-
 0.0016118752413313</LINE_NUM_COEFF_5>
 <LINE_NUM_COEFF_6>-1.00129144693908e-
 06</LINE_NUM_COEFF_6>
 <LINE_NUM_COEFF_7>2.16689760270346e-
 06</LINE_NUM_COEFF_7>
 <LINE_NUM_COEFF_8>9.1954980537548e-
 05</LINE_NUM_COEFF_8>

 <LINE_NUM_COEFF_9>0.00290014193569349</LINE_NUM
 _COEFF_9>
 <LINE_NUM_COEFF_10>1.75827806091861e-
 08</LINE_NUM_COEFF_10>
 <LINE_NUM_COEFF_11>-1.42555193819763e-
 08</LINE_NUM_COEFF_11>
 <LINE_NUM_COEFF_12>1.60660601929884e-
 07</LINE_NUM_COEFF_12>
 <LINE_NUM_COEFF_13>-2.49066485579778e-
 05</LINE_NUM_COEFF_13>
 <LINE_NUM_COEFF_14>6.51230784480783e-
 08</LINE_NUM_COEFF_14>
 <LINE_NUM_COEFF_15>-3.85636856555445e-
 06</LINE_NUM_COEFF_15>

<LINE_NUM_COEFF_16>1.0638255093467e-
 06</LINE_NUM_COEFF_16>
 <LINE_NUM_COEFF_17>2.28648582267441e-
 06</LINE_NUM_COEFF_17>
 <LINE_NUM_COEFF_18>-1.84122364291981e-
 09</LINE_NUM_COEFF_18>
 <LINE_NUM_COEFF_19>7.56681045039201e-
 08</LINE_NUM_COEFF_19>
 <LINE_NUM_COEFF_20>1.35842262451353e-
 09</LINE_NUM_COEFF_20>
 <LINE_DEN_COEFF_1>1</LINE_DEN_COEFF_1>
 <LINE_DEN_COEFF_2>-
 0.00178985369122317</LINE_DEN_COEFF_2>
 <LINE_DEN_COEFF_3>-
 0.00178148615826345</LINE_DEN_COEFF_3>
 <LINE_DEN_COEFF_4>-6.81629854454718e-
 07</LINE_DEN_COEFF_4>
 <LINE_DEN_COEFF_5>-1.9901253256832e-
 05</LINE_DEN_COEFF_5>
 <LINE_DEN_COEFF_6>-2.58188296504819e-
 08</LINE_DEN_COEFF_6>
 <LINE_DEN_COEFF_7>7.43830886900034e-
 08</LINE_DEN_COEFF_7>
 <LINE_DEN_COEFF_8>-5.85740702051256e-
 06</LINE_DEN_COEFF_8>
 <LINE_DEN_COEFF_9>9.85984670298296e-
 06</LINE_DEN_COEFF_9>
 <LINE_DEN_COEFF_10>-2.23118378784171e-
 06</LINE_DEN_COEFF_10>
 <LINE_DEN_COEFF_11>1.55965742191289e-
 09</LINE_DEN_COEFF_11>
 <LINE_DEN_COEFF_12>-8.60514898895739e-
 09</LINE_DEN_COEFF_12>
 <LINE_DEN_COEFF_13>6.40562817682858e-
 07</LINE_DEN_COEFF_13>

<LINE_DEN_COEFF_14>7.32091245604578e-
 09</LINE_DEN_COEFF_14>
 <LINE_DEN_COEFF_15>-3.49124377845274e-
 07</LINE_DEN_COEFF_15>
 <LINE_DEN_COEFF_16>1.89565831937389e-
 07</LINE_DEN_COEFF_16>
 <LINE_DEN_COEFF_17>-2.79438379961144e-
 09</LINE_DEN_COEFF_17>
 <LINE_DEN_COEFF_18>-1.78917049860391e-
 10</LINE_DEN_COEFF_18>
 <LINE_DEN_COEFF_19>4.29420965766805e-
 10</LINE_DEN_COEFF_19>
 <LINE_DEN_COEFF_20>-4.84379896331124e-
 14</LINE_DEN_COEFF_20>

<ERR_BIAS_ROW>0.0007555627686670011</ERR_BIAS_ROW>

<ERR_BIAS_COL>0.0006828504843377985</ERR_BIAS_COL>

</Inverse_Model>

<RFM_Validity>

<Direct_Model_Validity_Domain>

<FIRST_ROW>-192</FIRST_ROW>

<FIRST_COL>-106</FIRST_COL>

<LAST_ROW>81611</LAST_ROW>

<LAST_COL>39893</LAST_COL>

</Direct_Model_Validity_Domain>

<Inverse_Model_Validity_Domain>

<FIRST_LON>112.6318993078911</FIRST_LON>

<FIRST_LAT>-7.37992753107255</FIRST_LAT>

<LAST_LON>112.8550471681092</LAST_LON>

<LAST_LAT>-6.972413266167868</LAST_LAT>

</Inverse_Model_Validity_Domain>

<LONG_SCALE>0.09918823684125755</LONG_SCALE>
<LONG_OFF>112.7439687043839</LONG_OFF>
<LAT_SCALE>0.1997618945611186</LAT_SCALE>
<LAT_OFF>-7.176170398620208</LAT_OFF>
<HEIGHT_SCALE>70</HEIGHT_SCALE>
<HEIGHT_OFF>80</HEIGHT_OFF>
<SAMP_SCALE>19999.5</SAMP_SCALE>
<SAMP_OFF>19893.5</SAMP_OFF>
<LINE_SCALE>40901.49999999999</LINE_SCALE>
<LINE_OFF>40709.49999999999</LINE_OFF>
</RFM_Validity>
</Global_RFM>
</Rational_Function_Model>
</Dimap_Document>

LAMPIRAN II

RPC *Geometric Model Report*

Project Report for pleiades ortho

Image 1

Line_Offset : 4.0709500000000000e+004
 Sample_Offset : 1.9893500000000000e+004
 Latitude_Offset : -7.1761703986202097e+000
 Longitude_Offset : 1.1274396870438400e+002
 Height_Offset : 8.0000000000000000e+001
 Line_Scale : 4.0901500000000000e+004
 Sample_Scale : 1.9999500000000000e+004
 Latitude_Scale : 1.9976189456111901e-001
 Longitude_Scale : 9.9188236841257493e-002
 Height_Scale : 7.0000000000000000e+001

No. of Coefficients : 20

Sample Numerator : Values

Const : 4.0762591805167600e-003
 X : 1.0251249327306799e+000
 Y : -2.5077888081448001e-002
 Z : -1.5335375858619401e-003
 X * Y : -1.5541987321274599e-003
 X * Z : 5.4181879826995000e-005
 Y * Z : -5.0281491035546400e-005
 X**2 : -3.1339867547973101e-004
 Y**2 : -5.5702485174743601e-003
 Z**2 : -1.2505925296382701e-007
 X * Y * Z : -2.6791324021996998e-007
 X**3 : -1.1138488628697200e-005
 X * Y**2 : -3.7162419379661899e-005
 X * Z**2 : -1.4766298829493599e-005

$Y * X^{**2}$: 6.5491025095792307e-005
 Y^{**3} : -8.6006521715478398e-005
 $Y * Z^{**2}$: 3.5936136791044802e-007
 $Z * X^{**2}$: 6.8625689582195303e-008
 $Z * Y^{**2}$: 2.3349480833381799e-007
 Z^{**3} : 2.1993957762678601e-008
Sample Denominator : Values
Const : 1.0000000000000000e+000
X : -3.8966936171854799e-003
Y : 1.5546780195015600e-003
Z : -5.0554369142473998e-005
 $X * Y$: -4.5663393913828998e-005
 $X * Z$: -1.5895044629355399e-007
 $Y * Z$: 2.7738959452185799e-007
 X^{**2} : 5.5279060918332297e-007
 Y^{**2} : 2.4774700209421298e-005
 Z^{**2} : -1.4417186888278900e-005
 $X * Y * Z$: -1.0101017905220800e-008
 X^{**3} : 3.1822534139010902e-008
 $X * Y^{**2}$: 1.5463438201429699e-006
 $X * Z^{**2}$: 5.0928911229891697e-008
 $Y * X^{**2}$: -5.0625703779873304e-007
 Y^{**3} : 2.1781835767689701e-007
 $Y * Z^{**2}$: -4.0012985558091799e-008
 $Z * X^{**2}$: 1.3124769011672799e-009
 $Z * Y^{**2}$: 4.3463884014526402e-009
 Z^{**3} : 1.4892529405084701e-009
Line Numerator : Values
Const : -4.5860950964112298e-003
X : -2.9313025586851400e-002
Y : -1.0286149773792901e+000
Z : -6.2812654773354299e-004
 $X * Y$: -1.6118752413313000e-003
 $X * Z$: -1.0012914469390800e-006
 $Y * Z$: 2.1668976027034600e-006

X^{**2} : 9.1954980537548001e-005
 Y^{**2} : 2.9001419356934899e-003
 Z^{**2} : 1.7582780609186101e-008
 $X * Y * Z$: -1.4255519381976300e-008
 X^{**3} : 1.6066060192988401e-007
 $X * Y^{**2}$: -2.4906648557977802e-005
 $X * Z^{**2}$: 6.5123078448078297e-008
 $Y * X^{**2}$: -3.8563685655544502e-006
 Y^{**3} : 1.0638255093467001e-006
 $Y * Z^{**2}$: 2.2864858226744098e-006
 $Z * X^{**2}$: -1.8412236429198099e-009
 $Z * Y^{**2}$: 7.5668104503920103e-008
 Z^{**3} : 1.3584226245135301e-009
Line Denominator : Values
Const : 1.0000000000000000e+000
X : -1.7898536912231700e-003
Y : -1.7814861582634500e-003
Z : -6.8162985445471804e-007
 $X * Y$: -1.9901253256832001e-005
 $X * Z$: -2.5818829650481899e-008
 $Y * Z$: 7.4383088690003402e-008
 X^{**2} : -5.8574070205125596e-006
 Y^{**2} : 9.8598467029829608e-006
 Z^{**2} : -2.2311837878417098e-006
 $X * Y * Z$: 1.5596574219128900e-009
 X^{**3} : -8.6051489889573898e-009
 $X * Y^{**2}$: 6.4056281768285802e-007
 $X * Z^{**2}$: 7.3209124560457796e-009
 $Y * X^{**2}$: -3.4912437784527402e-007
 Y^{**3} : 1.8956583193738901e-007
 $Y * Z^{**2}$: -2.7943837996114402e-009
 $Z * X^{**2}$: -1.7891704986039099e-010
 $Z * Y^{**2}$: 4.2942096576680502e-010
 Z^{**3} : -4.8437989633112401e-014
Adjust X0 : -6.2368182159112254e-003

Adjust X1 : -3.6309457120749455e-003
Adjust X2 : 1.7462455297693096e-003
Adjust X3 : 1.7299294099583522e-008
Adjust X4 : 7.1061667829317612e-008
Adjust X5 : -1.7159599649436096e-008
Adjust Y0 : 5.1544223292768554e-003
Adjust Y1 : 2.5221372606776902e-003
Adjust Y2 : -9.4403612807644429e-004
Adjust Y3 : 5.3010015581515433e-008
Adjust Y4 : -1.3726786218826012e-007
Adjust Y5 : 3.0482068175413802e-009

LAMPIRAN III

Rumus RPC

Penjabaran persamaan 2.2 dan 2.3 dimana

$$\begin{aligned}
 N_L(U, V, W) = & c_1 + c_2V + c_3U + c_4W + c_5VU + c_6VW \\
 & + c_7UW + c_8V^2 + c_9U^2 + c_{10}W^2 + c_{11}UVW \\
 & + c_{12}V^3 + c_{13}VU^2 + c_{14}VW^2 + c_{15}V^2U \\
 & + c_{16}U^3 + c_{17}UW^2 + c_{18}V^2W + c_{19}U^2W \\
 & + c_{20}W^3 = c^T u
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D_L(U, V, W) = & 1 + d_2V + d_3U + d_4W + d_5VU + d_6VW \\
 & + d_7UW + d_8V^2 + d_9U^2 + d_{10}W^2 + d_{11}UVW \\
 & + d_{12}V^3 + d_{13}VU^2 + d_{14}VW^2 + d_{15}V^2U \\
 & + d_{16}U^3 + d_{17}UW^2 + d_{18}V^2W + d_{19}U^2W \\
 & + d_{20}W^3 = d^T u
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_S(U, V, W) = & e_1 + e_2V + e_3U + e_4W + e_5VU + e_6VW \\
 & + e_7UW + e_8V^2 + e_9U^2 + e_{10}W^2 + e_{11}UVW \\
 & + e_{12}V^3 + e_{13}VU^2 + e_{14}VW^2 + e_{15}V^2U \\
 & + e_{16}U^3 + e_{17}UW^2 + e_{18}V^2W + e_{19}U^2W \\
 & + e_{20}W^3 = e^T u
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D_S(U, V, W) = & 1 + f_2V + f_3U + f_4W + f_5VU + f_6VW + f_7UW \\
 & + f_8V^2 + f_9U^2 + f_{10}W^2 + f_{11}UVW + f_{12}V^3 \\
 & + f_{13}VU^2 + f_{14}VW^2 + f_{15}V^2U + f_{16}U^3 \\
 & + f_{17}UW^2 + f_{18}V^2W + f_{19}U^2W + f_{20}W^3 \\
 & = f^T u
 \end{aligned}$$

dengan

$$u = [1 \ V \ U \ W \ VU \ VW \ UW \ V^2 \ U^2 \ W^2 \ UVW \ V^3 \ VU^2 \ VW^2 \ V^2U \ U^3 \ UW^2 \ V^2W \ U^2W \ W^3]^T$$

$$\begin{aligned}
 c &= [c_1 \ c_2 \ \dots \ c_{20}]^T, \ d = [d_1 \ d_2 \ \dots \ d_{20}]^T, \ e = [e_1 \ e_2 \ \dots \ e_{20}]^T, \\
 f &= [f_1 \ f_2 \ \dots \ f_{20}]^T
 \end{aligned}$$

Penjabaran persamaan 2.7 dan 2.8 dimana

$$\frac{\partial p}{\partial z^T} = \frac{\partial p}{\partial u^T} \frac{\partial u}{\partial y^T} \frac{\partial y}{\partial z^T}$$

$$\frac{\partial r}{\partial z^T} = \frac{\partial r}{\partial u^T} \frac{\partial u}{\partial y^T} \frac{\partial y}{\partial z^T}$$

dengan

$$u = [1 \ V \ U \ W \ VU \ VW \ UW \ V^2 \ U^2 \ W^2 \ UVW \ V^3 \ VU^2 \\ VW^2 \ V^2U \ U^3 \ UW^2 \ V^2W \ U^2W \ W^3]^T$$

$$y = [U \ V \ W]^T$$

$$z = [\Phi \ \lambda \ h]^T$$

Turunan parsial dihitung dengan (Grodecki, Dial, and Luts, 2004)

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial u^T} &= \frac{(d^T u)c^T - (c^T u)d^T}{(d^T u)^2} L_s, \frac{\partial r}{\partial u^T} \\ &= \frac{(f^T u)e^T - (e^T u)f^T}{(f^T u)^2} S_s, \frac{\partial u}{\partial y^T} \\ &= \frac{\partial u}{\partial U} \frac{\partial u}{\partial V} \frac{\partial u}{\partial W} \end{aligned}$$

dengan

$$\frac{\partial u}{\partial U} = [0 \ 0 \ 1 \ 0 \ V \ 0 \ W \ 0 \ 2U \ 0 \ VW \ 0 \ 2VW \ 0 \ V^2 \ 3U^2 \ W^2 \ 0 \\ 2UW \ 0]^T$$

$$\frac{\partial u}{\partial K} = [0 \ 1 \ 0 \ 0 \ U \ W \ 0 \ 2V \ 0 \ 0 \ UW \ 3V^2 \ U^2 \ W^2 \ 2VU \ 0 \ 0 \\ 2VW \ 0 \ 0]^T$$

dan

$$\frac{\partial y}{\partial z^T} = \begin{bmatrix} \frac{\partial y}{\partial \Phi} & \frac{\partial y}{\partial \lambda} & \frac{\partial y}{\partial h} \end{bmatrix}$$

dengan

$$\frac{\partial y}{\partial \Phi} = \left[\frac{1}{\Phi_s} \ 0 \ 0 \right]^T, \quad \frac{\partial y}{\partial \lambda} = \left[0 \ \frac{1}{\lambda_s} \ 0 \right]^T, \quad \frac{\partial y}{\partial h} = \left[0 \ 0 \ \frac{1}{h_s} \right]^T$$

Penjabaran persamaan 2.9 dimana

$$A = \begin{bmatrix} \left. \frac{\partial p_1}{\partial z^T} \right| \\ \left. \frac{\partial r_1}{\partial z^T} \right| \\ \left. \frac{\partial p_2}{\partial z^T} \right| \\ \left. \frac{\partial r_2}{\partial z^T} \right| \end{bmatrix} z = z_0, \quad dz = [\partial \Phi \ \partial \lambda \ \partial h]^T, \quad w = \begin{bmatrix} L_1 \\ S_1 \\ L_2 \\ S_2 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} p_1(\Phi_0, \lambda_0, h_0) \\ r_1(\Phi_0, \lambda_0, h_0) \\ p_2(\Phi_0, \lambda_0, h_0) \\ r_2(\Phi_0, \lambda_0, h_0) \end{bmatrix}$$

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Metadata RPC Pleiades 1A
- Lampiran 2. RPC Geometric Model Report
- Lampiran 3. Rumus RPC

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Dari hasil perhitungan transformasi koordinat menggunakan metode RPC melalui perangkat lunak pengolah citra satelit, citra Pleiades 1A didapatkan nilai RMSE sebesar 0,36 piksel dan 0,18 m. Nilai RMSE per titik terbesar terdapat pada titik T01 sebesar 0,297 m dikarenakan kondisi titik tersebut berada di pusat kota diapit gedung tinggi sehingga menyebabkan *multipath* pada pengukuran dan nilai RMSE per titik terkecil terdapat pada titik T03 sebesar 0,082 m.
2. Hasil dari uji ketelitian citra Pleiades 1A dengan menggunakan 12 titik koordinat ICP menghasilkan nilai RMSE sebesar 0,525 m.
3. Nilai akurasi ketelitian horizontal dari koordinat ICP sebesar 0,796 m sehingga memenuhi syarat pembuatan peta dasar skala 1:5.000.

5.2 Saran

Saran yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Pilih lokasi titik kontrol yang terlihat di citra dan mudah diidentifikasi seperti pojok bangunan, ujung atau pojok jalan, patok yang terlihat di citra.
2. Apabila dalam proses koreksi geometrik belum mendapatkan nilai RMSE kurang dari 1,5 piksel maka ulangi proses koreksi geometrik tersebut sampai memenuhi syarat kurang dari 1,5 piksel sesuai modul validasi peta rencana tata ruang.
3. Gunakan metode Toutin *models*, *Digital Mono Plotting* (DMP) untuk pengujian ketelitian agar dapat mengkaji metode dengan ketelitian akurasi yang terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H. Z., 2000. *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Abidin, H. Z., 2007. *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Anon., 2016. *Peta Surabaya*. [Online]
Available at: <http://satpolpp.surabaya.go.id/map/>
- Badan Informasi Geospasial, 2016. *Modul Validasi Peta Rencana Tata Ruang*. Cibinong: Sekretariat BIG.
- Candra, D. S., 2012. Orthorectification of Spot-4 Data Using Rational Polynomial Coefficients. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences*, pp. 63-64.
- Elachi, C. & Jakob, v. Z., 2006. *Introduction to The Physics and Techniques of Remote Sensing*. New Jersey: John wiley & Sons.
- Esa, 2008. *Alos Palsar*. [Online]
Available at: <https://earth.esa.int/web/guest/data-access/browse-data-products/-/article/alos-palsar-fbs-fine-mode-single-polarisation-5194>
- Frianzah, A., 2009. Pembuatan Orthoimage dari Citra ALOS Prism. *Skripsi, Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika FT UGM, Yogyakarta*.
- Grodecki, J. & Dial, G., 2003. Block Adjustment of High-Resolution Satellite Images described by Rational Polynomials, *Photogrametric Engineering & Remote Sensing* Vol 69. Dalam: s.l.:s.n., pp. 59-68.
- Grodecki, J., Dial, G. & Lutes, J., 2004. *Mathematical Model for 3D Feature Extraction from Multiple Satellite Images Described by RPCs*. Denver, Colorado, s.n.
- Information, G., 2011. *Penginderaan Jauh : Satelit ALOS*. [Online]
Available at: <http://indigeomatikaits.blogspot.co.id/2011/08/penginderaan-jauh-satelit-alos.html>

- Julzarika, A., t.thn. Teknik Orthorektifikasi Citra Satelit Spot5 dengan Metode Hitung Perataan Kuadrat Terkecil Studi Kasus: Semarang, Jawa Tengah. LAPAN.
- Landgrebe, D. A., 2003. *Signal Theory Methods In Multispectral Remote Sensing*. New Jersey: John Willey & Sons Inc.
- LAPAN, 2015. *Spesifikasi Citra Satelit Pleiades*. [Online] Available at: <http://pusfatekgan.lapan.go.id/wp-content/uploads/2015/02/Informasi-Satelit-Pleiades.pdf>
- Liang, S., 2004. *Quantitative Remote Sensing of Land Surface*. New Jersey: John Willey & Sons Inc.
- Mikhail, E. M. & Gracie, G., 1981. *Analysis and Adjustment of Survey Measurements*. New York: Van Nostrand Reinhold Company.
- Natsir, M. et al., t.thn. *Pengembangan Metoda Pengolahan Orthorektifikasi Data Landsat untuk Mendukung Incas Berkelanjutan*, JAKARTA: LAPAN.
- PCI, 2005. PCI Geomatics versi 8.2.3, PCI Geomatics Enterprise Inc., Dalam: West Wilmot, Canada: s.n.
- PermenPU, 2008. *Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan*. [Online] Available at: http://www.bkprn.org/peraturan/the_file/permen05-2008.pdf
- Rees, 2001. *Physical Principles of Remote Sensing*. 2nd penyunt. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rudianto, B., 2011. Analisis Pengaruh Sebaran Ground Control Point terhadap Ketelitian Objek pada Peta Citra Hasil Orthorektifikasi. *Jurnal Rekayasa Institut Teknologi Nasional*.
- SpaceImaging, 2004. [Online] Available at: <http://www.spaceimaging.com/products/ikonos/index.htm>
- Sukojo, B. M., 2006. *Modul Ajar Hitung Kerangka Geodesi. Teknik Geomatika*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Trisakti, B., 2005. Orthorektifikasi Data Citra Resolusi Tinggi (Aster dan Spot) Menggunakan Aster DEM. *Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV*.
- Wibowo & Eko, P., 2010. *Identifikasi Perubahan Tutupan Lahan Pulau Pagang, Pulau Pramuka, Dan Pulau Karya Antara Tahun 2004 dan Tahun 2008*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Yuanita , A., Suprayogi, . A. & . H., 2013. Kajian Ketelitian Pemanfaatan Citra Quickbird pada Google Earth untuk Pemetaan Bidang Tanah (Studi Kasus Kabupaten Karanganyar). *Jurnal Geodesi Undip*.
- Yudha, I. M., 2014. *Studi Jumlah dan Distribusi Titik Kontrol Tanah untuk Proses Rektifikasi Citra Resolusi Tinggi (Studi Kasus : Kota Kediri, Jawa Timur)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

BIODATA PENULIS



Meika Sumarsono, dilahirkan di Kediri, 16 Mei 1994 yang merupakan anak bungsu dari dua bersaudara. Telah mengenyam pendidikan formal di TK Darma Wanita, SDN Banjarejo, SMPN 2 Ngadiluwih, SMAN 4 Kediri. Setelah lulus dari SMA memutuskan untuk melanjutkan kuliah dan memilih di S1 Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP), Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2012. Selama menjalani masa kuliah penulis aktif mengikuti kegiatan kepanitiaan yang diselenggarakan di jurusan, fakultas dan institut. Dalam berorganisasi penulis mengikuti organisasi luar kampus bernama SWAYANAKA INDONESIA Regional Surabaya yang bergerak dibidang sosial dan menjadi staf PSDM. Penulis mengambil bidang keahlian geospasial dengan kajian analisa ketelitian orthorektifikasi citra Pleiades 1A untuk pembuatan peta dasar rencana detail tata ruang terbuka hijau dalam penulisan Tugas Akhir ini.