



TUGAS AKHIR - RG 141536

**ANALISIS KETELETIAN GEOMETRIK CITRA WORLDVIEW
2 DAN PLEIADES 1B UNTUK PEMBUATAN PETA DASAR
RENCANA DETAIL TATA RUANG PERINDUSTRIAN
(Studi Kasus: Kawasan PT SIER Surabaya)**

ALFAN ROZY MAHMUDI
NRP 3512100094

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

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



TUGAS AKHIR - RG 141536

**ANALISIS KETELITIAN GEOMETRIK CITRA
WORLDVIEW 2 DAN PLEIADES 1B UNTUK
PEMBUATAN PETA DASAR RENCANA DETAIL
TATA RUANG PERINDUSTRIAN
(Studi Kasus: Kawasan PT SIER Surabaya)**

**ALFAN ROZY MAHMUDI
NRP 3512100094**

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

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

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL ASIGNMENT - RG 141536

**ANALYSIS OF GEOMETRIC CORRECTION OF
WORLDVIEW 2 AND PLEIADES 1B SATELLITE
IMAGES FOR MAKING INDUSTRY DETAIL
SPATIAL PLAN BASE MAP
(Case Study: Region of PT SIER Surabaya)**

ALFAN ROZY MAHMUDI
NRP 3512 100094

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

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

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**Analisis Ketelitian Geometrik Citra Worldview 2 dan
Pleiades 1B Untuk Pembuat Peta Dasar Rencana
Detail Tata Ruang Perindustrian
(Studi Kasus : Kawasan PT. SIER Surabaya)**

Nama Mahasiswa : Alfian Rozy Mahmudi
NRP : 3512 100 094
Jurusan : Teknik Geomatika FTSP-ITS
Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo S. DEA.,
DESS

ABSTRAK

Kawasan PT SIER mempunyai lahan seluas 245 ha. Selain itu juga kawasan PT SIER ini terbagi menjadi 3 wilayah kecamatan yaitu Kecamatan Rungkut, Kecamatan Tenggiling Mejoyo, dan Kecamatan Gunung Anyar. Pada wilayah perindustrian dalam pemetaan wilayah tersebut digunakan peta detail yang mempunyai skala besar yaitu skala 1:5000 atau lebih. Dalam pembuatan peta tersebut dibutuhkan teknologi penginderaan jauh.

Pada penelitian ini data yang digunakan untuk koreksi geometrik adalah citra satelit Worldview 2 tahun 2012 dengan resolusi spasial yaitu 0,46 meter dan Pleiades 1B tahun 2015 dengan resolusi spasial 0,5 meter. Selain itu juga data yang diperlukan pada penelitian ini adalah koordinat titik kontrol tanah atau *Ground Control Point* (GCP). Data koordinat titik kontrol diperoleh dari pengukuran di lapangan dengan menggunakan alat GPS Geodetik. Pengukuran yang dilakukan menggunakan metode statik selama kurang lebih 40 menit. Dalam melakukan koreksi geometrik pada penelitian ini menggunakan dua metode transformasi yaitu transformasi *affine* dan *polynomial orde 2*.

Hasil yang didapat dari penelitian ini menunjukkan bahwa desain jaring yang dibuat untuk pengukuran GPS mempunyai kekuatan jaring sebesar 0,116. Untuk hasil koreksi geometrik pada citra Worldview 2 dan citra Pleiades 1B menggunakan 2 metode. Pada metode *affine* nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) untuk Worldview 2 sebesar 0,306 sedangkan untuk Pleiades 1B sebesar 0,320. Pada metode *polynomial orde 2*, RMSE untuk Worldview 2 sebesar 0,163 sedangkan untuk Pleiades 1B sebesar 0,218. Untuk uji ketelitian geometrik dengan menggunakan CE90 didapat hasil pada Worldview 2 sebesar 0,762 dan Pleiades sebesar 0,827. Dilihat dari hasil ketelitian geometrik yang didapat kedua citra tersebut dapat dijadikan dasar pembuatan peta dengan skala 1:5000.

Kata Kunci – Worldview 2, Pleiades 1B, RMSE, Koreksi Geometrik.

**Analysis of Geometric Correction of Worldview 2 and
Pleiades 1B Satellite Images For Making Industry Detail
Spatial Plan Base Map
(Case Study: Region of PT SIER Surabaya)**

Student Name : Alfian Rozy Mahmudi
Student ID Number : 3512 100 094
Departement : Teknik Geomatika FTSP-ITS
Lecturer : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo S., DEA.,
DESS

ABSTRACT

PT SIER region has an area of 245 ha. In addition, PT SIER region is divided into three sub-districts, namely Rungkut District, Tenggilis Mejoyo District, and Gunung Anyar District. In the industrial area in the mapping of the region that have used a detailed map of a large scale is a scale of 1: 5000 or more. The remote sensing technology is needed for making the maps.

This research conducted data used for geometric correction is WorldView 2 satellite imagery with a spatial resolution of 2012 which is 0.46 meters and the Pleiades 1B in 2015 with a spatial resolution of 0.5 meters. In addition, the necessary data in this study are the Ground Control Point (GCP). The GCP coordinate data obtained from measurements in the field using geodetic GPS device. Measurements were performed using the static method for approximately 40 minutes. In doing geometric correction in this study using two methods, namely the transformation affine transformation and polynomial orde 2.

The results of this study indicate that the design of nets made to the GPS measurements have the power nets at 0.116. For the geometric correction to the image and the image of the Pleiades Worldview 2 1B using two methods. In the method of affine value

Root Mean Square Error (RMSE) for Worldview 2 amounted to 0.306 while the RMSE for the Pleiades 1B at 0.320. In polynomial orde 2, RMSE for Worldview 2 amounted to 0.163 while the RMSE for the Pleiades 1B at 0.218. The geometric accuracy test of the results obtained by using CE90 at Worldview 2 and Pleiades 1B amounted to 0.762 and 0.827. From the results of geometric accuracy of the image obtained can be used as a basis for making a map with a scale of 1: 5000.

Keywords : Worldview 2, Pleiades 1B, RMSE, Geometric Correction.

**ANALISIS KETELITIAN GEOMETRIK CITRA
WORLDVIEW 2 DAN PLEIADES 1B UNTUK
PEMBUATAN PETA DASAR RENCANA DETAIL
TATA RUANG PERINDUSTRIAN
(Studi Kasus: Kawasan PT SIER Surabaya)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Jurusan S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

ALFAN ROZY MAHMEDI
NRP. 3512 100 094

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo DEA., DESS
NIP. 19530527 198303 1 001



SURABAYA, JULI 2016

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya yang telah diberikan, sehingga pada pelaksanaan Tugas Akhir berjalan lancar dan pembuatan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Ketelitian Geometrik Citra Worldview 2 dan Pleiades 1B untuk Pembuatan Peta Dasar Rencana Detail Tata Ruang Perindustrian (Studi Kasus: Kawasan PT SIER Surabaya)” dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam penyusunan laporan ini tidak terlepas dari peran berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Miko Saspatdini dan Rifqi Rizany yang senantiasa memberikan doa, dukungan, saran dan motivasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Mokhammad Nur Cahyadi, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Geomatika ITS.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo DEA., DESS selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
4. Bapak Agung Budi Cahyono S.T., M.Sc., DEA. selaku dosen wali penulis.
5. Teman-Teman Teknik Geomatika angkatan 2012 yang telah menemani, memberikan saran, dan memberikan koreksi mengenai tugas akhir.
6. Seluruh Bapak dan Ibu dosen serta karyawan Teknik Geomatika ITS yang telah memberikan ilmu dan bimbingan.
7. Segenap pihak yang telah membantu dan membimbing penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Dengan segala keterbatasan, Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun penulis harapkan untuk pengembangan di masa

yang akan datang. Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak dan diterima sebagai sumbangan pemikiran dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Surabaya, Juli 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUTAN	i
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
HALAMAN PENGESAHAN	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR RUMUS.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1.Latar Belakang	1
1.2.Rumusan Masalah	2
1.3.Batasan Masalah.....	2
1.4.Tujuan Penelitian.....	3
1.5.Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Penginderaan Jauh.....	5
2.2. Citra Satelit.....	6
2.2.1. Satelit Worldview-2	6
2.2.2. Satelit Pleiades	8
2.3. <i>Pansharpening</i> Citra Satelit	10
2.4. Kawasan Perindustrian	12

2.4.1. Pengertian Industri.....	12
2.4.2. Macam-macam industri di Indonesia.....	13
2.5. Penyusunan RDTR.....	14
2.6. Titik Kontrol Tanah (GCP).....	17
2.7. <i>Strenght of Figure</i> (SOF).....	17
2.8. <i>Independent Control Point</i> (ICP).....	20
2.9. Penentuan Posisi dengan GPS.....	21
2.10. Koreksi Geometrik.....	24
2.10.1. Rektifikasi.....	27
2.10.2. <i>Root Mean Square Error</i>	27
2.11. Model Transformasi.....	28
2.11.1. Transformasi <i>Affine</i>	28
2.11.2. <i>Polynomial orde 2</i>	30
2.12. Penelitian Terdahulu.....	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	33
3.1. Lokasi Penelitian.....	33
3.2. Data dan Peralatan.....	34
3.2.1. Data.....	34
3.2.2. Peralatan.....	34
3.3. Tahapan Penelitian.....	35
3.4. Tahapan Pengolahan Data.....	37
BAB IV HASIL DAN ANALISA.....	41
4.1. <i>Pan-Sharpning</i> Citra Satelit.....	41
4.2. Penentuan Lokasi Titik Kontrol Tanah (GCP).....	42
4.3. Hasil Desain dan Perhitungan kekuatan Jaring (SOF)	44

4.3.1. Hasil Desain Jaring.....	44
4.3.2. Hasil Perhitungan Desain Jaring (SOF)	44
4.4. Hasil Koreksi Geometrik.....	45
4.4.1. Koordinat Titik kontrol Tanah (GCP)	45
4.4.2. Hasil <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE) Titik GCP.	47
4.5. Uji Ketelitian Geometrik	49
4.6. Analisis Ketelitian Geometrik	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1. Kesimpulan.....	55
5.2. Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA.....	57
LAMPIRAN	61
BIOGRAFI PENULIS	67

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Perolehan Data Penginderaan Jauh.....	5
Gambar 2. 2. Contoh citra Wordlview-2	7
Gambar 2. 3. Satelit Worldview	7
Gambar 2. 4. Satelit Pleiades 1B (kiri) dan Satelit Pleiades 1B (kanan).....	9
Gambar 2. 5. Contoh Citra Pleiades	9
Gambar 2. 6. Contoh Metode Statik.....	23
Gambar 2. 7. Ilustrasi Pengamatan GPS Differensial	24
Gambar 3. 1. Lokasi Penelitian	33
Gambar 3. 2. Diagram Alir Penelitian.....	35
Gambar 3. 3. Diagram Alir Pengolahan Data.....	37
Gambar 4. 1. Citra Pleiades 1B Sebelum dilakukan <i>Pansharpen</i>	41
Gambar 4. 2. Citra Pleiades 1B Sesudah dilakukan <i>Pansharpen</i>	42
Gambar 4. 3. Lokasi Titik	43
Gambar 4. 4. Persebaran GCP.....	43
Gambar 4. 5. Desain Jaring	44
Gambar 4. 6. Persebaran Titik ICP.....	49

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Spesifikasi Citra Worldvie-2	8
Tabel 2. 2. Spesifikasi Citra Pleiades 1B	10
Tabel 2. 3. Jumlah Titik Uji Akurasi Berdasarkan Luasan	20
Tabel 2. 4. Metode Penentuan Posisi dengan GPS.....	22
Tabel 4. 1. Daftar Koordinat Titik Kontrol	45
Tabel 4. 2. Daftar Koordinat Titik Kontrol Citra Pleiades-1B	46
Tabel 4. 3. Daftar Koordinat Titik Kontrol Citra Worldview-2 ...	46
Tabel 4. 4. Perhitungan RMSE GCP Citra Worldview-2.....	47
Tabel 4. 5. Perhitungan RMSE GCP Citra Pleiades 1B	48
Tabel 4. 6. Daftar Koordinat ICP	50
Tabel 4. 7. Perhitungan RMSE ICP Citra Pleiades 1B.....	50
Tabel 4. 8. Perhitungan RMSE ICP Citra Worldview 2.....	51
Tabel 4. 9. Ketelitian Peta Dasar	52
Tabel 4. 10. Ketelitian Tiap Citra	52

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR RUMUS

Persamaan 2.1.....	18
Persamaan 2.2.....	19
Persamaan 2.3.....	20
Persamaan 2.4.....	28
Persamaan 2.5.....	28
Persamaan 2.6.....	29
Persamaan 2.7.....	29
Persamaan 2.8.....	29
Persamaan 2.9.....	29
Persamaan 2.10.....	29
Persamaan 2.11.....	29
Persamaan 2.12.....	30

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Wilayah perindustrian di Surabaya terdapat pada kawasan PT Surabaya Industrial Estate Rungkut (SIER) Surabaya. Kawasan PT SIER ini mempunyai lahan seluas 245 ha (SIER, 2016). Selain itu juga kawasan PT SIER ini terbagi menjadi 3 wilayah kecamatan yaitu Kecamatan Rungkut, Kecamatan Tenggiling Mejoyo, dan Kecamatan Gunung Anyar. Pada wilayah perindustrian dalam pemetaan wilayah tersebut digunakan peta detail yang mempunyai skala besar yaitu skala 1:5000 atau lebih. Dalam pembuatan peta tersebut dibutuhkan teknologi penginderaan jauh.

Dewasa ini teknologi dan sains sangat pesat dalam perkembangannya. Terutama pada teknologi penginderaan jauh seperti satelit, satelit radar, radar, dan LiDAR telah pesat dalam penggunaannya. Teknologi penginderaan jauh sekarang sudah digunakan dan diaplikasikan dalam ilmu kebumih di Indonesia untuk informasi geospasialnya dalam skala lokal, regional, dan global . Perkembangan teknologi penginderaan jauh juga dapat dilihat dengan munculnya satelit-satelit yang mempunyai resolusi spasial tinggi.

Terdapat banyak satelit yang mempunyai resolusi tinggi salah satu contohnya adalah satelit Worldview dan satelit Pleiades. Data dari satelit Worldview dan Pleiades mempunyai resolusi tinggi yaitu 0,46 meter dan 0,5 meter yang merupakan citra pada umumnya masih terdapat kesalahan geometrik (LAPAN, 2015). Kesalahan geometrik merupakan kesalahan yang diakibatkan oleh jarak orbit atau lintasan terhadap objek (hingga sudut pandang kecil dan pengaruh kecepatan wahana (Hartati, 2009). Kesalahan geometrik diakibatkan oleh dua kesalahan yaitu kesalahan

sistematik dan non sistematik. Untuk menghindari kesalahan tersebut maka perlu dilakukan koreksi geometrik.

Koreksi geometrik merupakan kegiatan untuk memperbaiki koordinat yang ada pada citra agar sesuai dengan koordinat geografis. Pada umumnya koreksi geometrik citra dilakukan dengan membutuhkan koordinat 2 dimensi (x,y) atau koordinat *Ground Control Point* (GCP) sebagai data inputnya. Koordinat GCP ini digunakan untuk memberi atau memperbaiki citra dimana akan terlihat titik akurasi GCP tersebut dengan melihat nilai *Root Mean Square Error* (RMSE).

Pada penelitian ini akan dilakukan analisa ketelitian geometrik pada citra satelit Worldview dan Pleiades yang digunakan untuk pembuatan peta dasar detail tata ruang perindustrian. Penelitian ini diharapkan untuk diketahui ketelitian geometrik pada citra Worldview dan Pleiades yang memenuhi toleransi dalam pembuatan peta dasar detail tata ruang.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dibahas pada penelitian tugas akhir ini adalah Bagaimana ketelitian geometrik pada citra Worldview dan citra Pleiades yang digunakan sebagai dasar pembuatan dasar detail tata ruang perindustrian di kota Surabaya.

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang dimunculkan pada penelitian tugas akhir ini sebagai berikut:

- a. Penelitian ini menggunakan data berupa citra Pleiades 1B tahun 2015 dan Worldview 2 tahun 2012.
- b. Penelitian ini menjelaskan analisa terhadap hasil ketelitian geometrik pada citra Worldview 2 dan citra Pleiades 1B.

- c. Penelitian ini dilakukan pada wilayah perindustrian kota Surabaya yaitu Kecamatan Rungkut, Kecamatan Tenggilis Mejoyo, dan Kecamatan Gunung Anyar.
- d. Penelitian ini menggunakan 2 metode transformasi yaitu transformasi *affine* dan *polynomial orde 2*.
- e. Pengolahan data GPS menggunakan *software* Topcon Tools.
- f. Pengolahan koreksi geometrik menggunakan *software* ArcGIS 10

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Menghasilkan nilai RMSE pada citra Worldview 2 dan citra Pleiades 1B yang digunakan sebagai dasar pembuatan peta rencana detail tata ruang pada wilayah perindustrian di Kota Surabaya
- b. Mengetahui ketelitian pada citra Worldview 2 dan citra Pleiades 1B yang digunakan sebagai peta dasar

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Memberikan informasi mengenai ketelitian geometrik pada citra Worldview 2 dan citra Pleiades 1B
- b. Memberikan informasi kelayakan untuk pembuatan peta dasar detail tata ruang pada wilayah perindustrian Kota Surabaya.

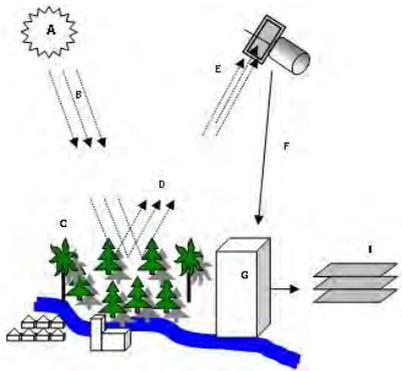
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh merupakan suatu ilmu dan seni untuk memperoleh data dan informasi dari suatu objek dipermukaan Bumi dengan menggunakan alat yang tidak berhubungan langsung dengan objek yang dikajinya (Lillesand and Kiefer, 1979)



Gambar 2. 1 Sistem Perolehan Data Penginderaan Jauh
(Sumber: LAPAN, 2010)

Data penginderaan jauh ini dapat memberikan banyak informasi setelah dilakukan proses interpretasi terhadap data tersebut (LAPAN, 2010). Pada penginderaan jauh terdapat teknik penginderaan jauh yang digunakan untuk memperoleh data mengenai keadaan fisik Bumi. Teknik penginderaan jauh ini antara lain foto udara, radar, lidar, satelit, dan satelit radar. Berikut ini perbedaan perolehan data penginderaan jauh dari setiap teknik tersebut (Hartati, 2009):

- a. Foto udara: Teknik ini dilakukan dengan wahana pesawat udara atau helikopter. Pada pengambilan data,

teknik ini dilakukan dari jarak ribuan meter diatas permukaan.

- b. Radar: merupakan wahana yang diletakkan di permukaan Bumi. Pengambilan data dengan memancarkan gelombang elektromagnetik mikro, sekaligus menerima gelombang elektromagnetik mikro yang dipantulkan oleh sasaran.
- c. LiDAR: wahana yang diletakkan dipermukaan Bumi menghadap ke atas, untuk mengambil data profil kondisi fisis dilapisan-lapisan atmosfer.
- d. Satelit : wahana yang berada di luar atmosfer Bumi, berevolusi mengelilingi Bumi untuk memperoleh data kondisi fisis sistem Bumi atmosfer.
- e. Satelit Radar: wahana yang dilengkapi sistem sensor aktif. Sistem sensor aktif disertakan dalam wahana satelit, dilakukan penapisan gelombang mikro yang sesuai tujuan.

2.2. Citra Satelit

2.2.1. Satelit Worldview-2

Satelit optis Worldview-2 diluncurkan pada 8 Oktober 2009 dari pangkalan angkatan udara Vandenberg, California, USA. Dengan peningkatan kelincahannya, Worldview-2 dapat bertindak bagai sebuah kuas, menyapu bolak-balik untuk mengambil area yang luas dengan sekali sapuan citra multispektral. Worldview-2 juga menyediakan detil citra dan akurasi geospasial yang belum pernah ada sebelumnya, lebih memperluas aplikasi citra satelit di pasar komersial dan pemerintahan. Dengan penambahan keragaman spektralnya menyediakan kemampuan untuk melakukan deteksi perubahan dan pemetaan yang tepat (LAPAN, 2015).



Gambar 2. 2. Contoh Citra Wordlview-2
(Sumber: LAPAN, 2015)

Selain berbagai perbaikan teknis, Worldview-2 juga memiliki kemampuan untuk mengakomodasi permintaan perekaman langsung, yang memungkinkan pelanggan diseluruh dunia memilih serta memuat profil pencitraan langsung pada wahana dan melaksanakan pengiriman data ke stasiun Bumi sendiri.



Gambar 2. 3. Satelit Worldview
(Sumber: LAPAN, 2015)

Tabel 2. 1. Spesifikasi Citra Worldview-2
(Sumber: LAPAN, 2015)

Mode Pencitraan	Pankromatik	Multispektral
Resolusi Spasial Pada	0,46 m GSD pada	2m GSD pada nadir
Jangkauan Spektral	450 – 800 nm	Coastal (400-450nm) Biru (450 – 510nm) Hijau (510 – 585nm) Merah (625 –705nm) Red Edge (705-745nm) IR dekat1(745–860nm) IRdekat2(860-1040nm)
Lebar Sapuan	16,4 km pada nadir	
Jangkauan Dinamik	11 bit per piksel	
Masa Aktif Satelit	Perkiraan hingga lebih dari 10 tahun	
Waktu Pengulangan	Setiap 1,1 hari	
Ketinggian Orbit	770 km	
Waktu Lintasan	10:30 A.M	
Orbit	94,6 derajat sinkron matahari	
Luas Pemesanan	Minimum 25 km ² untuk data arsip Minimum 100 km ² untuk perekaman baru	

2.2.2. Satelit 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.



Gambar 2. 4. Satelit Pleiades 1B (kiri) dan Satelit Pleiades 1B (kanan)
(Sumber: LAPAN, 2015)

Pleiades 1A Diluncurkan pada 16 Desember 2011. Sensor satelit ini mampu mengambil gambar stereo dalam sekali pemotretan dan dapat mencakup wilayah yang luas (hingga 1000km x 1000km). Pleiades 1A mempunyai resolusi spasial sebesar 0,5 meter pada pankromatik dan 2 meter pada multispektral. 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).



Gambar 2. 5. Contoh Citra Pleiades
(Sumber: LAPAN, 2015)

Tabel 2. 2. Spesifikasi Citra Pleiades 1B
(Sumber: LAPAN, 2015)

Mode Pencitraan	Pankromatik	Multispektral
Resolusi Spasial Pada	0.5m GSD pada	2m GSD pada nadir
Jangkauan Spektral	480 – 830 nm	Biru (430 – 550nm) Hijau (490 – 610nm) Merah (600 – 720nm) IR dekat (750 – 950nm)
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 Orbit	10:15 A.M	
Orbit	sinkron matahari	
Harga	€. 10 per km ² untuk data arsip €. 17 per km ² untuk perekaman baru	
Luas Pemesanan	Minimum 25 km ² untuk data arsip (jarak lebar min.500m) Minimum 100 km ² untuk perekaman baru (jarak lebar min.5km)	
Level Proses	Primer dan Ortho	
Tingkat Akurasi	3m tanpa GCP (CE90) Hingga kurang dari 1m dengan GCP	

2.3. Pan-Sharpening Citra Satelit

Pan-Sharpening adalah teknik yang dapat meningkatkan potensi dari citra satelit, yang mana dapat digunakan untuk beberapa penggunaan yang membutuhkan resolusi spasial dan spektral yang tinggi (Zhang, 2004). Proses tersebut

memperbolehkan untuk mengurangi dimensi piksel dari *band* multispektral terhadap *band* pankromatik. Manfaat yang dihasilkan adalah jelas: gambar berwarna yang lebih rinci (RGB komposisi) dapat diperoleh dan informasi yang lebih akurat menjadi tersedia untuk aplikasi lebih lanjut seperti klasifikasi, tutupan lahan dan menggunakan pemetaan, fitur ekstraksi dan sebagainya.

Data citra yang sering dipakai dalam analisis penginderaan jauh antara lain adalah citra pankromatik (pan) dengan informasi keabu-abuan yang umumnya memiliki informasi spasial tinggi sehingga dapat membantu melokasikan suatu objek di muka Bumi. Citra multispektral berwarna dengan saluran multispektrum (inframerah, cahaya tampak maupun ultraviolet) yang lebih memberikan informasi warna berdasarkan pantulan dan penyerapan sinar elektromagnetik oleh objek yang ditangkap oleh sensor. Umumnya citra multispektral yang ada memiliki resolusi rendah, dalam artian memiliki informasi spasial yang rendah meskipun mampu memberi informasi yang tinggi (Zhang, 2004). Citra pankromatik dan multispektral ini, terlebih penggabungannya, memiliki andil yang besar dalam aplikasi penginderaan jauh. Proses penggabungan citra pankromatik dan citra multispektral ini umum dikenal dengan istilah *image fusion* atau *pansharpening/image sharpening*. Fusi citra secara umum diartikan sebagai teknik untuk mengintegrasikan detail geometri atau spasial dari suatu citra pankromatik (hitam putih) beresolusi tinggi dengan citra multispektral beresolusi rendah dengan dua atau lebih gambar digabungkan menjadi satu gambar dengan mempertahankan fitur penting dari masing-masing gambar asli. Tujuan utama fusi citra adalah mengintegrasikan data-data yang didapat dari berbagai sumber untuk mendapatkan informasi yang jauh lebih baik jika dibandingkan dengan informasi yang didapat dari satu sumber saja.

2.4. Kawasan Perindustrian

2.4.1. Pengertian Industri

Kawasan peruntukan industri adalah bentangan lahan yang diperuntukkan bagi kegiatan industri berdasarkan rencana tata ruang wilayah yang ditetapkan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan (PP Nomor 24 Tahun 2009). Usaha perakitan atau *assembling* dan juga reparasi adalah bagian dari industri. Hasil industri tidak hanya berupa barang, tetapi juga dalam bentuk jasa.

Kawasan industri merupakan kawasan tempat pemusatan kegiatan industri yang dilengkapi dengan sarana dan prasana penunjang yang dikembangkan dan dikelola oleh perusahaan kawasan industri yang telah memiliki izin usaha kawasan industri (UU Nomor 3 Tahun 2014). Selain itu industrialisasi juga tidak terlepas dari usaha untuk meningkatkan mutu sumberdaya manusia dan kemampuan untuk memanfaatkan sumber daya alam secara optimal. Menurut UU Perindustrian No 5 Tahun 1984, industri adalah kegiatan ekonomi yang mengelola bahan mentah, bahan baku, barang setengah jadi, dan atau barang jadi menjadi barang dengan nilai yang lebih tinggi untuk penggunaannya termasuk kegiatan rancangan bangun dan perekayasaan industri. Dari sudut pandang geografi, industri sebagai suatu sistem, merupakan perpaduan sub sistem fisis dan sub sistem manusia (Sumaatmaja, 1981 dalam Pramono, 2012).

Industri adalah usaha untuk memproduksi barang jadi dengan bahan baku atau bahan mentah melalui proses produksi penggarapan dalam jumlah besar sehingga barang tersebut dapat diperoleh dengan harga serendah mungkin tetapi dengan mutu tinggi. Perindustrian industri adalah kegiatan ekonomi yang mengolah bahan mentah, bahan baku, barang setengah jadi, dan/atau barang jadi menjadi barang dengan nilai yang lebih tinggi untuk

penggunaannya, termasuk kegiatan rancang bangun dan perekayasaan industri.

2.4.2. Macam-macam industri di Indonesia

Adapun macam-macam industri berdasarkan kriteria masing-masing, adalah sebagai berikut (Pramono, 2012).

- a. Klasifikasi industri berdasarkan bahan baku
 - Industri ekstraktif
 - Industri nonekstraktif
 - Industri fasilitatif
- b. Klasifikasi industri berdasarkan produk yang dihasilkan
 - Industri primer
 - Industri sekunder
 - Industri tersier
- c. Klasifikasi industri berdasarkan bahan mentah
 - Industri pertanian
 - Industri pertambangan
 - Industri jasa
- d. Klasifikasi industri berdasarkan lokasi unit usaha
 - Industri berorientasi pada pasar (*market oriented industry*)
 - Industri berorientasi pada tenaga kerja (*employment oriented industry*)
 - Industri berorientasi pada pengolahan (*supply oriented industry*)
 - Industri berorientasi pada bahan baku
 - Industri yang tidak terikat oleh persyaratan yang lain (*footloose industry*)
- e. Klasifikasi industri berdasarkan proses produksi
 - Industri hulu
 - Industri hilir
- f. Klasifikasi industri berdasarkan Barang yang dihasilkan

- Industri berat
- Industri ringan
- g. Klasifikasi industri berdasarkan modal yang digunakan
 - Industri dengan penanaman modal dalam negeri (PMDN)
 - Industri dengan penanaman modal asing (PMA)
 - Industri dengan modal patungan (join venture)
- h. Klasifikasi industri berdasarkan subjek pengelola
 - Industri rakyat
 - Industri negara
- i. Klasifikasi industri berdasarkan cara pengorganisasian
 - Industri kecil
 - Industri menengah
 - Industri besar
- j. Klasifikasi industri berdasarkan tenaga kerja
 - Industri rumah tangga
 - Industri kecil
 - Industri sedang
 - Industri besar

2.5. Penyusunan RDTR

Maksud dari penyusunan RDTR adalah mewujudkan rencana detail tata ruang yang mendukung terciptanya kawasan strategis maupun kawasan fungsional secara aman, produktif dan berkelanjutan (Soedradjat, 2007).

Adapun tujuannya adalah:

- a. Sebagai arahan bagi masyarakat dalam pengisian pembangunan fisik kawasan,
- b. Sebagai pedoman bagi instansi dalam menyusun zonasi, dan pemberian perijinan kesesuaian pemanfaatan bangunan dengan peruntukan lahan.

Sasaran dari perencanaan ini adalah untuk:

- a. Menciptakan keselarasan, keserasian, keseimbangan antar lingkungan permukiman dalam kawasan.
- b. Mewujudkan keterpaduan program pembangunan antar kawasan maupun dalam kawasan.
- c. Terkendalinya pembangunan kawasan strategis dan fungsi kota, baik yang dilakukan pemerintah maupun masyarakat/swasta.
- d. Mendorongnya investasi masyarakat di dalam kawasan.
- e. Terkoordinasinya pembangunan kawasan antara pemerintah dan masyarakat/swasta.

Adapun fungsi perencanaan detail ini adalah:

- a. Menyiapkan perwujudan ruang, dalam rangka pelaksanaan program pembangunan daerah,
- b. Menjaga konsistensi pembangunan dan keserasian perkembangan kawasan fungsional dengan Rencana Tata Ruang Wilayah Kota,
- c. Menciptakan keterkaitan antar kegiatan yang selaras, serasi dan efisien dalam perencanaan kawasan,

Dalam jenjang perencanaan tata ruang, Rencana Detail Tata Ruang merupakan produk rencana untuk:

- a. Rencana operasional arahan pembangunan kawasan (*operasional action plan*).
- b. Rencana pengembangan dan peruntukan kawasan (*area development plan*).
- c. Panduan untuk rencana aksi dan panduan rancang bangun (*urban design guidelines*). Rencana, aturan, ketentuan dan mekanisme penyusunan RDTR harus merujuk pada pranata rencana lebih tinggi, baik pada lingkup kawasan maupun daerah.

Rencana Detail Tata Ruang adalah rencana yang disusun dan ditetapkan Pemerintah Daerah dengan prasyarat perencanaan sebagai berikut:

- a. RDTR disusun menurut bagian wilayah kota yang telah ditetapkan fungsi kewasannya dalam struktur ruang RTRW Kota.
- b. RDTR dapat ditentukan menurut kawasan yang mempunyai nilai sebagai kawasan yang perlu percepatan pembangunan, pengendalian pembangunan, mitigasi bencana, dan lainnya.
- c. RDTR mempunyai wilayah perencanaan mencakup sebagian atau seluruh kawasan tertentu yang terdiri dari beberapa unit lingkungan perencanaan, yang telah terbangun ataupun yang akan dibangun.
- d. RDTR mempunyai skala perencanaan 1:5000 atau lebih besar sesuai dengan kebutuhan tingkat kerincian dan peruntukan perencanaannya.
- e. RDTR merupakan salah satu pedoman pembangunan daerah yang memiliki kekuatan hukum berupa Peraturan Daerah (Perda)
- f. RDTR ini dilakukan dengan memeriksa kesesuaian semua rencana dan ketentuan sektoral baik horizontal, vertikal, diagonal seperti UU, PP, Kepres, Kepmen, Perda, KepGub, KepWal atau KepBup, SKB, NSPM dan pedoman-pedoman yang menunjang termasuk produk pra desain serta desain kegiatan sektoral tersebut.
- g. RDTR merupakan pedoman berkekuatan hukum yang merupakan arahan pembangunan daerah untuk:
 - Perijinan pemanfaatan ruang.
 - Perijinan letak bangunan dan bukan bangunan.

- Kapasitas dan intensitas bangunan dan bukan bangunan.
- Penyusunan zonasi.

2.6. Titik Kontrol Tanah (GCP)

GCP (*Ground Control Point*) merupakan suatu proses penandaan lokasi dilapangan yang berkoordinat berupa sejumlah titik yang diperlukan untuk kegiatan mengoreksi data dan memperbaiki keseluruhan citra (Hasyim, 2009). Pengukuran GCP dibutuhkan data yang sangat akurat dengan bergantung pada jenis GPS yang digunakan dan jumlah sampel GCP terhadap lokasi dan lama waktu pengambilan data.

Letak yang baik untuk menentukan posisi GCP adalah perempatan jalan, sudut jalan, perpotongan jalan pedestrian, persimpangan rel dengan jalan dan benda/ monumen/ bangunan yang mudah diidentifikasi pada citra. Perlu dihindari pohon, bangunan, dan tiang listrik selain sulit diidentifikasi, karena kesamaannya yang tinggi (Hasyim, 2009). Syarat penentuan sebaran titik control tanah adalah sebagai berikut (Badan Informasi Geospasial, 2016):

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

2.7. Strength of Figure (SOF)

Jaring titik kontrol adalah bentuk jaring yang terbentuk dari sebaran titik kontrol horizontal yang satu sama lain dikaitkan dengan jarak dan/atau sudut, dan koordinat titik tersebut ditentukan dengan metode pengukuran tertentu dalam suatu sistem referensi kordinat horisontal tertentu. Besar kekuatan bentuk dari jaring pengukuran atau *strength of figure* (SOF) ditentukan dari kekuatan bentuk kerangka dimana kegunaannya adalah untuk menentukan kekuatan kerangka dari jaring yang

diambil dari gambar dimana kekuatannya akan setara dengan kerangka yang akan dibuat dilapangan. Semakin kecil nilai SOF pada suatu jaring maka semakin baik jaring pengukuran tersebut.

Penentuan posisi dan jumlah titik kontrol tanah sangat mempengaruhi hasil SOF yang juga berpengaruh pada tingkat ketelitian kerangka tersebut. SOF juga menunjukkan tingkat kekuatan geometri dari rangkaian segitiga yang menentukan penyebaran kesalahan dalam perataan jaringan.

Metode perhitungan *Strenght Of Figure* (SoF):

- a. Perhitungan SoF dengan perataan bersyarat

Untuk Mengetahui kekuatan dari jaringan yang dibentuk, maka dilakukan penghitungan kekuatan jaring atau *strength of figure* dengan 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):

$$R = \frac{(D-C)}{D} \sum (\delta A^2 + \delta B \cdot \delta A + \delta B^2) \quad (2.1)$$

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):

$$C = C_s + C_1 = (L' - S' + 1) + (L - 2S + 3) \quad (2.2)$$

Keterangan:

- C = jumlah kondisi sudut atau syarat sisi
 C_s = jumlah kondisi sudut atau syarat sudut
 C_1 = jumlah kondisi sisi atau syarat sudut
 $L_{,,}$ = jumlah sisi yang diamati dari dua arah
 $S_{,,}$ = jumlah titik yang dapat ditempati alat
L = jumlah sisi yang diukur
S = jumlah titik yang dikelilingi sudut 360°

b. Perhitungan SoF dengan perataan parameter

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).

Kekuatan geometri jaringan akan sangat tergantung pada karakteristik yang diadopsi dari parameter-parameter tersebut. Dengan mengasumsikan faktor variansi a posteriori 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):

$$BesarSoF = \frac{Trace(A^T A)^{-1}}{jumlahParameter} \quad (2.3)$$

Dimana:

A = matrik desain

Jumlah parameter merupakan $n - u$.

Sedangkan:

- n = jumlah *baseline* X 3 komponen per *baseline*
 u = jumlah titik X 3 komponen koordinat per titik

2.8. Independent Control Point (ICP)

Independent Check Point (ICP) merupakan titik-titik yang mempunyai koordinat lapangan dan sudah teridentifikasi pada citra dan peta referensi tetapi berlainan posisi dengan titik-titik kontrol tanah (Wibowo, 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
(Sumber: Badan Informasi Geospasial, 2016)

Luasan (km²)	Jumlah titik uji untuk ketelitian horizontal
< 250	12
251 - 500	20
501 - 750	25

Luasan (km ²)	Jumlah titik uji untuk ketelitian horizontal
1001 - 1250	35
1251 - 1500	40
1501 - 1750	45
1751 - 2000	50
2001 - 2250	55
2251 - 2500	60

2.9. Penentuan Posisi dengan GPS

Metoda GPS pada saat ini merupakan cara yang paling banyak digunakan. Hal ini dikarenakan tingkat kemudahan dan ketelitian yang dapat disediakan oleh metoda GPS. Pada dasarnya penentuan GPS adalah perhitungan LOP (Line of Position) yang berargumen jarak dalam ruang tiga dimensi, atau dalam kata lain *resection* (perpotongan ke belakang) pada satelit GPS yang diketahui posisinya. Dengan mengetahui titik perpotongan dan jarak pada satelit di suatu titik, maka koordinat titik tersebut dapat diketahui.

Untuk menentukan posisi dengan GPS dipakai bermacam-macam metoda yang bergantung pada jenis pekerjaan serta spesifikasi yang diminta. Apabila dikelompokkan pada mekanisme aplikasinya maka dikenal beberapa metode penentuan posisi dengan GPS berdasarkan mekanisme pengaplikasiannya dapat dilihat pada tabel 2.1.

a. Metode Absolut

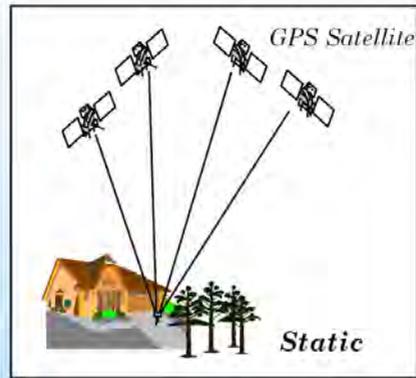
Penentuan posisi secara absolut (*absolute positioning*) adalah metode penentuan posisi yang paling mendasar dari GPS. Melalui satelit GPS dilakukan pengukuran vektor jarak (p) ke titik yang akan ditentukan posisinya. Dengan catatan posisi satelit (r) telah diketahui relatif terhadap pusat Bumi, maka posisi P (pengamat) akan diperoleh pula relatif terhadap pusat Bumi.

Tabel 2. 4. Metode Penentuan Posisi dengan GPS

Sumber: (Abidin, 2006)

Metode	Absolute (1 Receiver)	Differensial (Minimal 2 Receiver)	Titik	Receiver
Statik	V	V	Diam	Diam
Kinematik	V	V	Bergerak	Bergerak
Rapid Static		V	Diam	Diam (singkat)
Pseudo Kinematik		V	Diam	Diam & bergerak
Stop and Go		V	Diam	Diam & bergerak

Pada metode ini penentuan posisi suatu titik tidak tergantung terhadap titik lainnya (hanya menggunakan satu *receiver*), oleh karena itu kesalahan jam *receiver* masih besar pengaruhnya. Ada 4 (empat) parameter yang akan ditentukan nilainya dalam metode absolut, yaitu 3 (tiga) parameter koordinat (X,Y,Z atau L,B,h) dan parameter kesalahan jam satelit. Keempat parameter tersebut didapat melalui penurunan persamaan model matematika pengukuran jarak satelit. Jadi dibutuhkan minimal 4 (empat) satelit GPS untuk bisa mendapatkan posisi secara absolut.

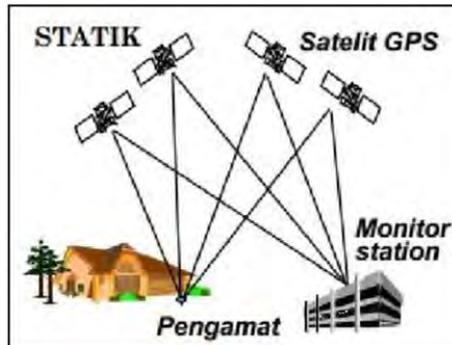


Gambar 2. 6. Contoh Metode Statik
Sumber: (Abidin, 2006)

b. Metode Diferensial

Pada pengamatan GPS dengan metode differensial (metode relatif) dibutuhkan minimal dua *receiver* GPS. Prinsipnya adalah dengan mengurangkan data yang diamati oleh dua *receiver* GPS pada waktu yang bersamaan, maka beberapa jenis kesalahan dan bias dari data dapat dieliminasi atau direduksi. eliminasi dan reduksi ini akan meningkatkan akurasi dan presisi data, dan selanjutnya akan meningkatkan tingkat akurasi dan presisi posisi yang diperoleh.

Adapun biasanya titik yang akan ditentukan posisinya dinamakan rover, sedangkan titik yang posisinya telah diketahui dinamakan *base/master*.



Gambar 2. 7. Ilustrasi Pengamatan GPS Differensial
Sumber: (Abidin, 2006)

2.10. Koreksi Geometrik

Kesalahan geometrik merupakan kesalahan yang diakibatkan oleh jarak orbit atau lintasan terhadap objek (hingga sudut pandang kecil dan pengaruh kecepatan wahana (Hartati, 2009). Kesalahan geometrik terdiri dua kelompok yaitu:

- a. Kesalahan internal yaitu kesalahan yang dapat dikoreksi dengan cepat menggunakan data dari wahana. Kesalahan internal dapat dikoreksi berdasarkan analisis karakteristik sensor meliputi *skew-scan*, ketidaklinieran kecepatan *mirror-scan*, distorsi panoramik, kecepatan pesawat angkasa (platform), dan perspektif geometri (termasuk kelengkungan Bumi).
- b. Kesalahan eksternal, yaitu kesalahan yang tidak dapat dikoreksi tanpa memperhitungkan titik-titik kontrol permukaan (GCP) dari permukaan Bumi yang memadai. Kesalahan ini hanya dapat dikoreksi dengan menggunakan titik-titik kontrol permukaan yang berhubungan dengan sistem ketinggian sensor (*roll*

dan *pitch*) dan ketinggian satelit. (Berstein, 1983 dalam Hartati, 2009)

Selain itu kesalahan geometrik terdiri dari dua jenis yaitu kesalahan sistematis dan nonsistematis. Penyebab kesalahan geometrik sistematis dan nonsistematis pada data citra satelit. (Berstein, 1983 dalam Hartati, 2009). Berikut ini penyebab kesalahan (distorsi) sistematis dan nonsistematis:

- a. Penyebab kesalahan sistematis
 - *Scan skew*: karena gerakan ke depan platform selama waktu yang diperlukan pada setiap sapuan. Ground swath tidak tegak lurus *ground track* tetapi sedikit miring dan menimbulkan distorsi geometrik *cross-scan*.
 - Distorsi *panoramic*: citra daerah permukaan *sebanding* dengan tangen sudut *scan* dari pada sudut itu sendiri, menimbulkan distorsi *along-scan*.
 - *Mirror scan velocity*: *Rate scanning* cermin (*mirror*) MSS tidak konstan pada *scan* tertentu.
 - Kecepatan platform: perubahan kecepatan platform, menyebabkan *ground track* ditutup oleh perubahan *mirror-scan* berturut-turut.
 - Rotasi Bumi: mengakibatkan pergeseran *ground swath* menimbulkan distorsi *along-scan*.
 - Perspektif: dalam beberapa aplikasi citra MSS menggambarkan proyeksi titik-titik di Bumi dengan tangen bidang terhadap Bumi dengan semua garis proyeksi tegak lurus pada bidang yang menimbulkan distorsi *along-scan*.

- b. Penyebab kesalahan nonsistematis
- Ketinggian (*altitude*): bila menggeser dari ketinggian semula menimbulkan perubahan skala.
 - Posisi (*attitude*): sistem sumbu sensor tunggal biasanya diusahakan tegak lurus terhadap permukaan Bumi, lainnya sejajar arah penerbangan satelit (pesawat angkasa) Bila permukaan sensor menggeser terhadap attitude ini, menimbulkan distorsi geometrik.

Pada umumnya kesalahan sistematis sudah dihilangkan oleh *master data processor* di NASA Goddard Space Flight Center (Billingsley, 1983 dalam Hartati, 2009). Tetapi untuk kesalahan nonsistematis masih terdapat pada citra. Untuk mengoreksinya ada dua cara:

- a. Rektifikasi adalah proses perubahan geometri daerah citra menjadi datar. Pada dasarnya proses rektifikasi citra satelit menggunakan peta sebagai referensi, pada hakikatnya adalah menyamakan sistem koordinat citra dengan sistem koordinat peta standar.
- b. Registrasi dapat dilakukan bila tidak dianggap perlu posisi geometri. Antara lain dapat digunakan untuk menggabungkan dua citra dari dua tunggal yang berbeda untuk melihat ada tidaknya perubahan dilokasi tersebut. Namun untuk mendapatkan hasil yang presisi, kedua citra harus dilakukan rektifikasi ke peta proyeksi standar.

2.10.1. Rektifikasi

Interpolasi spasial pada proses rektifikasi geometri dilakukan bila antara lokasi piksel masukan (baris,kolom) dengan koordinat peta gabungan pada titik yang sama dapat diidentifikasi. Dengan demikian dapat dilakukan penempatan kembali setiap piksel dalam citra masukan (input) awal (x'' , y'') kedalam citra keluaran yang sesuai dengan menggunakan transformasi koordinat.

Idealnya posisi x'' sama dengan posisi x dan posisi y'' sama dengan posisi y tetapi hal ini jarang terjadi. Dengan menghitung RMS dapat diperoleh titik kontrol yang mempunyai kesalahan terbesar, sehingga dapat dibuang dan dilakukan pengulangan perhitungan RMS dengan titik kontrol lain. Selain itu dari RMS dapat mengetahui penjumlahan dari semua RMS dari jumlah titik kontrol yang telah ditentukan sebelumnya.

2.10.2. Root Mean Square Error

Root Mean Square Error (RMSE) merupakan parameter yang digunakan untuk mengevaluasi nilai hasil dari pengamatan atau pengukuran terhadap nilai sebenarnya atau nilai yang dianggap benar (Furqon, 2007).

Didalam koreksi geometrik suatu citra, RMSE digunakan untuk menilai derajat kesalahan dengan membandingkan koordinat GCP hasil hitungan (misalnya dengan *polynomial orde 2*) dengan koordinat citra yang sebenarnya. Cara sederhana menghitung penyimpangannya yaitu menghitung RMSE untuk setiap titik kontrol menggunakan rumus (Hartati, 2009):

$$RMSE = \sqrt{(x' - x)^2 + (y' - y)^2} \quad (2.4)$$

dimana :

x dan y : koordinat dari titik kontrol permukaan

x'' dan y'' : koordinat perkiraan pada citra asli yang dapat

untuk perhitungan RMSE pada semua titik dapat dirumuskan sebagai berikut (Badan Informasi Geospasial, 2016):

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (x'' - x_{orig})^2 + (y'' - y_{orig})^2}{n}} \quad (2.5)$$

Dimana:

x'' dan y'' : koordinat citra hasil koreksi geometrik

x_{orig} dan y_{orig} : koordinat titik kontrol tanah

n : jumlah GCP

2.11. Model Transformasi

Pada umumnya proses transformasi selalu disertai perubahan jarak, perubahan bentuk (sudut), perubahan luas, dan perubahan posisi. Model transformasi contohnya seperti model konform, *affine* dan kesejarisan (*collinerity*).

2.11.1. Transformasi *Affine*

Transformasi *affine* didefinisikan sebagai transformasi koordinat yang mempertahankan kesejajaran dan kelurusan garis dalam prosedur perubahan nilai koordinat awal menuju sistem koordinat akhir (Slama, 1980 dalam Murti, 2008). Kompensasi dipertahankan kesejajaran garis pada proses transformasi maka perubahan bentuk ukuran, arah referensi dan jarak akan terjadi, sehingga transformasi *affine* tidak bersifat konform.

Kelebihan dari transformasi ini adalah menghitung faktor ketidaktegaklurusan sumbu, dipahami ada kalanya suatu sistem koordinat tidak memiliki sumbu koordinat yang tidak

orthogonal. Persamaan matematis transformasi *affine* adalah sebagai berikut (Purworahardjo, 1994):

$$X = ix + jy + C_1 \quad (2.6)$$

$$X = kx + ly + C_2 \quad (2.7)$$

Di mana:

i, j, k, l = elemen perbesaran dan rotasi

C_1, C_2 = elemen translasi

Karena ada 6 unsur parameter transformasi maka diperlukan minimal 3 buah titik sekutu untuk penyelesaiannya, agar hasil lebih teliti jumlah titik sekutu lebih dari 3 dan dilakukan pemecahannya dengan perataan kuadrat terkecil. Dalam metode ini perbesaran ke arah sumbu X berbeda dengan perbesaran ke arah sumbu Y.

Dari persamaan final besarnya rotasi dan skala (S_x dan S_y) adalah sebagai berikut:

$$\omega = \tan^{-1}(k/i) \quad (2.8)$$

$$\varphi = \tan^{-1}\left(\frac{-l \sin \omega - j \cos \omega}{l \cos \omega - j \sin \omega}\right) \quad (2.9)$$

$$\lambda_x = \frac{i \cos \varphi}{\cos \theta} \quad (2.10)$$

$$\lambda_y = \frac{l}{\cos \omega - \sin \omega \tan \varphi} \quad (2.11)$$

Di mana:

- ω = elemen rotasi
 i, j, k, l = elemen perbesaran dan rotasi
 λ_x = elemen perbesaran pada sumbu X
 λ_y = elemen perbesaran pada sumbu Y

2.11.2. *Polynomial orde 2*

Persamaan *Polynomial orde 2* membutuhkan 6 parameter. Hal ini memungkinkan untuk mengoreksi translasi dalam sumbu x, y, rotasi, skala sumbu x, y, dan arah miring, tetapi juga dapat mengoreksi torsi dan konveksitas dikedua sumbu (Mohammed, 2013 dalam Yudha, 2015).

Polynomial orde 2 juga dapat digunakan untuk mentransformasi koordinat lintang bujur menjadi koordinat proyeksi peta, untuk data yang mencakup area yang luas (untuk memperhitungkan kelengkungan Bumi), dan data terdistorsi (misalnya, karena distorsi lensa kamera) (Erdas, 1999 dalam Yudha, 2015), dan digunakan untuk daerah yang lumayan berbukit atau bergelombang dengan minimal 6 GCP. Adapun rumus pada *polynomial orde 2* yaitu:

$$p(x, y) = a + a_2x + a_3y + a_4x^2 + a_5xy + a_6y^2 \quad (2.12)$$

Keterangan:

- $p(x,y)$: Koordinat terekstifikasi (*output*),
 x dan y : Koordinat asal (*input*),
 a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 dan a_6 : Parameter transformasi
Polynomial orde 2

Rumus di atas merupakan persamaan pada transformasi *polynomial orde 2*, dengan x dan y adalah koordinat asal (input) sedangkan p(x,y) adalah kordinat terekstifikasi (Mohammed, 2013 dalam Yudha, 2015).

2.12. Penelitian Terdahulu

Menurut Dewi (2011) Dalam penelitian koreksi geometrik menggunakan metode *Direct Georeferencing* yang setiap piksel pada citra diposisikan sesuai koordinat sebenarnya dengan acuan koordinat titik kontrol sedangkan untuk koreksi topografi dan distorsi perekaman digunakan data Digital Elevation Model (DEM). Data yang digunakan yaitu data citra satelit ALOS/PRISM dan FORMOSAT-2 tahun 2008. Untuk mengetahui ketelitian dari koreksi geometrik dari kedua citra tersebut berdasarkan pada nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) yang didapatkan dari perhitungan matematis yaitu dengan metode transformasi konform 3D model projektif, Bursa-Wolf, Molodensky-Badekas dan *Polynomial orde 2*.

Hasil dari penelitian menunjukkan hasil perhitungan matematis baik pada citra satelit ALOS/PRISM maupun FORMOSAT untuk nilai RMSE terkecil adalah dengan menggunakan transformasi konform 3D model projektif. Sedangkan nilai RMSE terbesar adalah menggunakan metode transformasi konform model Bursa-Wolf. Semakin kecil nilai RMSE menunjukkan bahwa hasil lebih teliti dan akurat. Hasil uji statistika menunjukkan bahwa data paling banyak diterima pada tingkat kepercayaan 5%.

Menurut A'yun (2013) Dalam penelitian kelayakan penggunaan citra satelit Worldview 2 untuk *updating* peta skala 1:1000 dimana membutuhkan data misalnya citra satelit resolusi tinggi. Beberapa bahasan yang dikaji dalam proses *updating* peta menggunakan data dasar yang berupa citra Worldview 2 adalah metode koreksi geometrik dan ketelitian planimetris. Ketelitian planimetris citra satelit didapatkan dengan cara menghitung RMSE perbedaan antara pengukuran beberapa jarak hasil digitasi pada citra dengan beberapa jarak

yang sama diukur dilapangan. Nilai RMSE tersebut akan dibandingkan dengan ketelitian planimetris peta skala 1:1000 yang bernilai 0,3 mm pada skala peta.

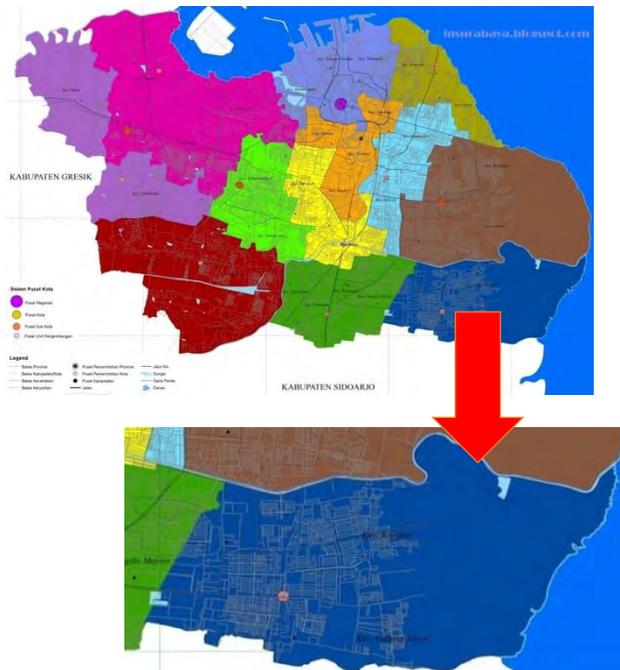
Hasil dari penelitian menunjukkan koreksi geometrik metode *polynomial orde 1* memiliki RMSE sebesar 0,071 meter dan koreksi geometrik metode *affine* memiliki RMSE sebesar 0,031 meter sedangkan untuk koreksi geometrik metode konform menghasilkan RMS sebesar 0,552 meter. Untuk hasil ketelitian planimetris citra didapatkan rata-rata RMSE sebesar 0,131 meter yang memenuhi ketelitian planimetris pada peta skala 1:1000.

Pada penelitian terdahulu ini digunakan untuk menunjang penelitian yang akan dilakukan. Penelitian terdahulu sebagai dasar pada penelitian yang akan dilakukan dalam menentukan metode koreksi geometrik yang digunakan dan juga dalam penentuan GCP. Penelitian yang akan dilakukan menggunakan transformasi *affine* dan *polynomial orde 2* berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Dewi (2011) yang menggunakan konform dan juga citra yang digunakan dalam penelitian terdahulu berbeda. Untuk penelitian A'yun (2013) mempunyai perbedaan pada penelitian yang akan dilakukan adalah metodenya yaitu *polynomial orde 1*, *affine*, dan konform. Sementara untuk hasil penelitian terdahulu ini juga berbeda yaitu hasil ketelitian planimetris Hasil dari penelitian yang akan dilakukan adalah analisa ketelitian geometrik dan peta RDTR perindustrian pada Kecamatan Rungkut Surabaya.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian pada Tugas Akhir ini dilakukan pada kawasan perindustrian PT SIER yang terbagi menjadi 3 kecamatan yaitu Kecamatan Tenggilis Mejoyo, Kecamatan Rungkut, dan Kecamatan Gunung Anyar yang terletak pada koordinat $7^{\circ}18'23.5''\text{LS}$ $112^{\circ}45'39.8''\text{BT}$ sampai dengan $7^{\circ}20'31.2''\text{LS}$ $112^{\circ}49'33.3''\text{BT}$.



Gambar 3. 1. Lokasi Penelitian
Sumber: (Insurabaya 2014)

3.2. Data dan Peralatan

3.2.1. Data

Data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini yaitu meliputi berikut:

- Data citra satelit resolusi tinggi Worldview 2 tahun pengambilan data 2012.
- Data citra satelit resolusi tinggi Pleiades 1B tahun pengambilan data 2015.
- Data hasil pengukuran lapangan *Ground Control Point* (GCP).
- Data hasil pengukuran lapangan *Independent Control Point* (ICP).

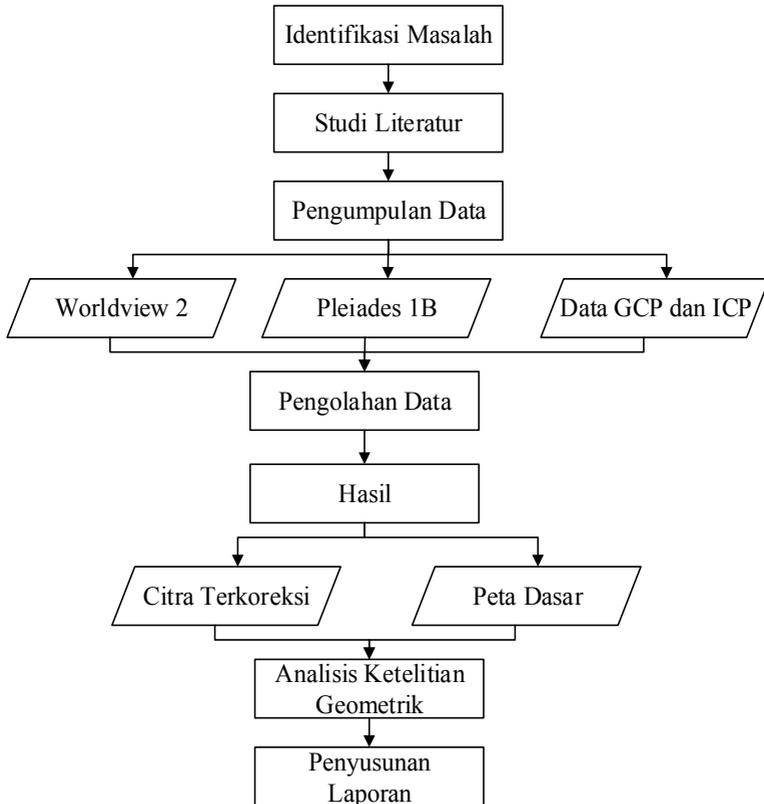
3.2.2. Peralatan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua, yaitu:

- Perangkat Lunak (*Software*)
Adapun perangkat lunak yang digunakan dalam pengerjaan penilaian ini tugas akhir ini antara lain:
 - Topcon Tools 8
 - Microsoft Office 2010
 - ArcGIS 10
- Alat
Alat yang digunakan dalam pengambilan data dilapangan pada penelitian ini yaitu:
 - GPS Geodetic Topcon Hiper-Pro.
 - Roll Meter
 - Kamera
 - Alat Tulis

3.3. Tahapan Penelitian

Secara garis besar tahapan penelitian yang akan dilakukan digambarkan pada diagram alur yang ditunjukkan sebagaimana di bawah ini:



Gambar 3. 2. Diagram Alir Penelitian

Penjelasan Diagram Alir yaitu sebagai berikut:

a. Tahap Persiapan

- Identifikasi dan Perumusan Masalah

Pada tahap ini dilakukan proses identifikasi awal masalah mengenai kegiatan yang akan diteliti dengan memberikan beberapa perumusan terhadap masalah tersebut dan akan dikaji dalam penelitian yang dilakukan, beserta tujuan dilakukannya penelitian dan manfaat yang diperoleh melalui penelitian yang dilakukan.

- Studi Literatur

Tahap ini dilakukan persiapan dengan mengumpulkan beberapa referensi untuk menunjang langkah-langkah kegiatan penelitian tersebut dari referensi pengolahan hingga dilakukannya analisa.

b. Pengumpulan Data

Terdapat beberapa data yang harus dianalisa pada penelitian ini, yaitu data citra resolusi tinggi Pleiades 1B dan Worldview 2 wilayah kota Surabaya serta data titik kontrol GCP dan ICP yang mana telah diperhitungkan terlebih dahulu kekuatan jaringnya.

c. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan pada masing-masing data citra. Pengolahan data ini berupa koreksi geometrik pada kedua citra tersebut. Pengolahan data menggunakan ArcGIS 10 dan menggunakan metode transformasi *affine* dan *polynomial orde 2* pada koreksi geometrik.

d. Hasil dan Analisis

Hasil pada penelitian ini merupakan citra terkoreksi yang sudah dianalisis ketelitiannya dengan membandingkan hasil RMSE dari kedua citra tersebut. Serta pembuatan peta dasar dari citra yang sudah terkoreksi tersebut.

Berikut ini Penjelasan dari diagram alir diatas :

- a. Data
Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra satelit Worldview-2 tahun 2012 dan citra satelit Pleiades-1B tahun 2015, beserta data titik GCP dan ICP hasil pengukuran dilapangan
- b. Pembuatan Desain Jaring
Desain jaring dibuat dari titik-titik GCP yang sudah direncanakan sebelumnya. Nilai *Strenght of Figure* (SOF) desain jaring yang dibuat harus bernilai < 1 . Jika nilai SOF belum memenuhi maka dilakukan kembali pembuatan desain jaring.
- c. Pengukuran GCP
Pengukuran GCP menggunakan metode *rapid static* dengan lama pengukuran kurang lebih selama 40 menit dengan mengambil 9 titik GCP.
- d. Koreksi Geometrik
Koreksi geometrik menggunakan metode transformasi *affine* dan *polynomial orde 2*. Hasil koreksi geometrik ini harus mempunyai hasil $RMSE \leq 1$. Jika nilai tersebut belum memenuhi maka mengulangi tahap koreksi geometrik. Sedangkan jika hasil sudah memenuhi maka citra terkoreksi dan dilakukan langkah selanjutnya.
- e. Pemotongan Citra (*Cropping*)
Hasil citra yang sudah tekoreksi tersebut dilakukan pemotongan citra sesuai dengan studi kasus pada penelitian ini.
- f. Pengukuran ICP
Pengukuran ICP dilakukan dengan statik singkat dimana lama pengukuran selama 10-20 menit. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran titik ICP sebanyak 12 titik.

- g. Uji Ketelitian
Uji ketelitian dilakukan dengan menggunakan hasil koordinat ICP, dimana data tersebut digunakan untuk membandingkan hasil koordinat citra hasil koreksi geometrik.
- h. Analisa
Proses untuk menganalisa hasil RMSE dari hasil uji ketelitian dari setiap citra apakah masuk dalam ketelitian peta dasar.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV HASIL DAN ANALISA

4.1. Pan-Sharpening Citra Satelit

Pansharpening merupakan proses penajaman citra dari band multispektral digabungkan dengan citra band pankromatik. Tujuan dilakukannya *pansharpening* untuk memudahkan proses interpretasi citra, penentuan titik kontrol dan tampilan citra yang memiliki visual yang baik serta memiliki resolusi yang tinggi.

Pansharpening ini dilakukan untuk meningkatkan resolusi spasial yang ada pada citra Pleiades 1B dengan cara mengubah resolusi spasial multispektral dengan resolusi spasial pankromatik. Berikut ini adalah hasil citra satelit pleiades 1B sebelum dan sesudah dilakukannya *pansharpen* pada citra satelit Pleiades 1B:



Gambar 4. 1. Citra Pleiades 1B Sebelum dilakukan *Pansharpen*



Gambar 4. 2. Citra Pleiades 1B Sesudah dilakukan *Pansharpen*

Dapat dilihat dari gambar diatas bahwa setelah dilakukannya *pan-sharpening* pada citra Pleiades 1B, citra satelit menjadi mudah untuk di interpretasi. Ini dikarenakan citra telah dirubah dari resolusi spasial rendah pada multispektral sebesar 2 meter menjadi resolusi spasial tinggi pada pankromatik sebesar 0,5 meter.

4.2. Penentuan Lokasi Titik Kontrol Tanah (GCP)

Pada Pemilihan lokasi titik kontrol tanah atau yang disebut dengan *Ground Control Point* (GCP) sebaiknya diletakkan di daerah yang mudah untuk dikenali pada citra satelit. Daerah tersebut seperti sungai, ujung jalan, pertigaan jalan, perempatan jalan, jembatan dan penampakan-penampakan alam yang tidak mudah/cepat berubah. Pemilihan lokasi titik kontrol ini sangat mempengaruhi hasil *Root Mean Square Error* (RMSE) dari proses koreksi geometrik pada citra yang akan dilakukan. Berikut ini contoh letak titik pada citra:



Gambar 4. 3. Lokasi Titik

Peletakan titik GCP harus menyebar pada setiap sisi batas keseluruhan dari batas daerah yang diteliti sesuai dengan citra. Berdasarkan standar jarak antar titik yang digunakan BIG saat ini yaitu 3-4 km untuk area yang relatif datar dan 2-3 km untuk area yang berbukit.



Gambar 4. 4. Persebaran GCP

Titik GCP pada penelitian ini tersebar pada 3 kecamatan. Untuk Kecamatan Tenggilis Mejoyo terdapat 4 titik GCP, Kecamatan Rungkut terdapat 3 titik GCP, dan sedangkan Kecamatan Gunung Anyar terdapat 2 titik GCP.

4.3. Hasil Desain dan Perhitungan kekuatan Jaring (SOF)

4.3.1. Hasil Desain Jaring

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran titik kontrol tanah (GCP) dengan menggunakan GPS geodetik untuk melakukan koreksi geometrik. Sebelum melakukan pengukuran untuk mendapatkan koordinat titik kontrol tanah tersebut maka dilakukan pembuatan desain jaring pengukuran titik kontrol. Pada penelitian ini menggunakan 9 titik GCP yang tersebar pada kawasan perindustrian. Kemudian tiap titik GCP tersebut dihubungkan oleh *baseline*, yang disesuaikan dengan rencana pengukuran dilapangan. Dapat dilihat hasil desain jaring yang sudah dibuat pada penelitian ini:



Gambar 4. 5. Desain Jaring

4.3.2. Hasil Perhitungan Desain Jaring (SOF)

Perhitungan SOF merupakan perhitungan dari desain jaring yang sebelumnya sudah dibuat sebelum dilakukannya

pengukuran GCP. Pengukuran GCP ini dilakukan selama kurang lebih 40 menit dengan menggunakan GPS.

Perhitungan nilai kekuatan jaring ini menggunakan metode perataan bersyarat. Berikut ini adalah hasil perhitungan kekuatan jaring dari desain jaring yang sudah dibuat dengan menggunakan metode perataan bersyarat (Sukojo, 2006):

- Jumlah titik (S) = 9
- Jumlah *baseline* (N) = 17
- S'' = 9
- N'' = 7
- $C = C_a + C_s = (N'' - S'' + 1) + (N - 2S + 3) = 1$
- $D = 2x(N'' - 1) + (N - N'') = 22$
- $R = \frac{(D - C)}{C} \left[\sum (\delta_A^2 + \delta_A \cdot \delta_B + \delta_B^2) \right] = 0,116$

Setelah melakukan perhitungan maka didapat nilai kekuatan jaring sebesar 0,116.

4.4. Hasil Koreksi Geometrik

4.4.1. Koordinat Titik kontrol Tanah (GCP)

Sebelum melakukan koreksi geometrik, perlu dibutuhkan koordinat titik kontrol untuk acuan koreksi geometrik pada citra satelit. Koordinat ini didapat dari hasil pengukuran dengan menggunakan alat GPS geodetik selama kurang lebih 40 menit. Berikut ini tabel berisi koordinat titik kontrol:

Tabel 4. 1. Daftar Koordinat Titik Kontrol

No.	Nama Titik	Titik Kontrol	
		X (m)	Y (m)
1.	T1	694367,650	9191851,856
2.	T2	697696,365	9191696,276
3.	T3	698657,905	9189586,543

No.	Nama Titik	Titik Kontrol	
		X (m)	Y (m)
4.	T4	698946,505	9187706,600
5.	T5	696045,410	9188826,878
6.	T6	693000,829	9188454,012
7.	T7	692895,573	9190259,834
8.	T8	693962,598	9189737,537
9	T9	696410,705	9190245,892

Tabel 4. 2. Daftar Koordinat Titik Kontrol Citra Pleiades-1B

No.	Nama Titik	Titik Kontrol	
		X	Y
1.	T1	8499	-31876,5
2.	T2	15136,5	-32133,5
3.	T3	17068,5	-36357,5
4.	T4	17659	-40130
5.	T5	11868	-37927,5
6.	T6	5801,5	-38729,5
7.	T7	5577,5	-35101
8.	T8	7709	-36133,5
9	T9	12584	-35070,5

Tabel 4. 3. Daftar Koordinat Titik Kontrol Citra Worldview-2

No.	Nama Titik	Titik Kontrol	
		X (m)	Y (m)
1.	T1	693964,032	9189730,790
2.	T2	694370,649	9191845,868
3.	T3	697710,191	9191689,612
4.	T4	698674,760	9189578,913

No.	Nama Titik	Titik Kontrol	
		X (m)	Y (m)
5.	T5	698964,308	9187698,999
6.	T6	696053,824	9188819,281
7.	T7	692998,573	9188446,444
8.	T8	692893,517	9190252,743
9	T9	696420,550	9190238,807

4.4.2. Hasil *Root Mean Square Error* (RMSE) Titik GCP

Hasil RMSE didapat dari transformasi koordinat yang ada di citra ke dalam koordinat titik kontrol tanah sebagai acuan dan akan menghasilkan residu pada setiap titik kontrol. Residu merupakan hasil dari selisih antara koordinat titik kontrol hasil pengukuran GPS yang dianggap benar dengan koordinat hasil transformasi pada citra Worldview 2 dan Pleiades 1B. Berikut ini hasil RMSE yang ada pada citra Worldview 2 dan Pleiades 1B dengan menggunakan 2 metode yaitu *affine* dan *polynomial orde 2*.

Tabel 4. 4. Perhitungan RMSE GCP Citra Worldview-2

No.	Nama Titik	RMS Tiap Titik	
		<i>Affine</i>	<i>Polynomial orde 2</i>
1.	T1	0,309	0,370
2.	T2	0,372	0,066
3.	T3	0,228	0,040
4.	T4	0,346	0,086
5.	T5	0,366	0,034
6.	T6	0,240	0,202

No.	Nama Titik	RMS Tiap Titik	
		<i>Affine</i>	<i>Polynomial orde 2</i>
7.	T7	0,319	0,201
8.	T8	0,271	0,203
9	T9	0,271	0,078
Total RMSE		0,306	0,163

Tabel 4. 5. Perhitungan RMSE GCP Citra Pleiades 1B

No.	Nama Titik	RMS Tiap Titik	
		<i>Affine</i>	<i>Polynomial orde 2</i>
1.	T1	0,285	0,089
2.	T2	0,410	0,154
3.	T3	0,220	0,033
4.	T4	0,260	0,007
5.	T5	0,330	0,279
6.	T6	0,309	0,169
7.	T7	0,312	0,180
8.	T8	0,277	0,318
9	T9	0,420	0,395
Total RMSE		0,320	0,218

Dari hasil RMSE yang diperoleh pada tabel dapat dilihat bahwa nilai RMSE pada metode transformasi *polynomial orde 2* lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai RMSE pada metode *affine*. Hal ini disebabkan oleh parameter yang

dibutuhkan oleh kedua metode tersebut. Untuk metode *affine* memerlukan 3 titik sekutu sedangkan metode *polynomial orde 2* membutuhkan 6 titik sekutu.

Dengan hasil RMSE dari titik GCP maka dipilih metode transformasi yang baik yaitu *polynomial orde 2* untuk menguji ketelitian geometrik dengan menggunakan titik ICP. Titik ICP ini berjumlah 12 titik diukur selama kurang lebih 10-20 menit. Berikut ini hasil RMSE.

4.5. Uji Ketelitian Geometrik

Uji ketelitian geometrik ini dilakukan dengan menggunakan koordinat ICP hasil pengukuran dilapangan. Koordinat ICP didapatkan dari pengukuran lapangan selama 10-20 menit. Jumlah titik ICP yang digunakan berjumlah 12 titik ICP. Berikut ini persebaran titik ICP yang digunakan:



Gambar 4. 6. Persebaran Titik ICP

Penentuan jumlah titik dan persebaran titik ICP disesuaikan dengan persyaratan dari Badan Informasi Geospasial (BIG) yang diperoleh dari modul validasi peta rencana tata ruang. Sedangkan untuk analisis yang dilakukan adalah hasil dari residu

antara titik ICP hasil pengukuran dilapangan dengan titik koordinat pada citra yang sudah terkoreksi geometrik.

Tabel 4. 6. Daftar Koordinat ICP

No.	Nama Titik	Titik ICP	
		X (m)	Y (m)
1	ICP1	693161,211	9189452,755
2	ICP2	694215,381	9189151,934
3	ICP3	695638,562	9189264,378
4	ICP4	696750,747	9189181,092
5	ICP5	697810,618	9189189,005
6	ICP6	698711,39	9188490,187
7	ICP7	697831,879	9189866,152
8	ICP8	695098,333	9190757,959
9	ICP9	694476,462	9190262,82
10	ICP10	694033,75	9190903,484
11	ICP11	697546,633	9190950,8
12	ICP12	696349,298	9191175,411

Tabel 4. 7. Perhitungan RMSE ICP Citra Pleiades 1B

No.	Nama Titik	Pleiades 1B		
		Residual X	Residual Y	Residual Titik
1	ICP1	0,483	-0,782	0,836
2	ICP2	0,436	0,713	0,354
3	ICP3	0,5	-0,189	0,534
4	ICP4	0,664	0,28	0,385
5	ICP5	0,506	0,184	0,538
6	ICP6	0,525	-0,112	0,153

No.	Nama Titik	Pleiades 1B		
		Residual X	Residual Y	Residual Titik
7	ICP7	0,689	0,432	0,799
8	ICP8	0,327	-0,369	0,493
9	ICP9	0,352	0,542	0,646
10	ICP10	0,516	-0,843	0,890
11	ICP11	0,606	-0,293	0,565
12	ICP12	0,463	-0,156	0,306
Total RMSE				0,583

Tabel 4. 8. Perhitungan RMSE ICP Citra Worldview 2

No.	Nama Titik	Worldview 2		
		Residual X (m)	Residual Y (m)	Residual Titik
1	ICP1	0,265	-0,329	0,422
2	ICP2	0,24	0,168	0,293
3	ICP3	0,427	-0,291	0,517
4	ICP4	0,536	0,346	0,638
5	ICP5	0,549	-0,32	0,635
6	ICP6	0,377	-0,416	0,561
7	ICP7	0,292	0,18	0,343
8	ICP8	0,436	-0,104	0,448
9	ICP9	0,409	0,193	0,452
10	ICP10	0,342	-0,361	0,497
11	ICP11	0,451	-0,475	0,655
12	ICP12	0,237	-0,334	0,409
Total RMSE				0,502

4.6. Analisis Ketelitian Geometrik

Hasil RMSE ICP selanjutnya dibandingkan dengan ketelitian peta dasar. Peta dasar yang dibuat merupakan peta dasar detail tata ruang perindustrian. Syarat pembuatan peta ini harus mempunyai spesifikasi skala besar yaitu pada peta skala 1:5000 atau skala yang lebih besar lagi. Berikut ini terdapat ketentuan ketelitian peta dasar dari Perka BIG Nomor 15 tahun 2014:

Tabel 4. 9. Ketelitian Peta Dasar
(Sumber: Perka BIG No. 15 Tahun 2014)

No.	Skala Peta	Ketelitian Peta Dasar (horizontal)
1	1:25000	5-12,5 meter
2	1:10000	2-5 meter
3	1:5000	1-2,5 meter
4	1:2500	0,5-1,5 meter
5	1:1000	0,2-0,5 meter

Ketelitian peta dasar ini diperoleh dengan cara mengalikan hasil RMSE horizontal (x,y) pada citra Worldview dan Pleiades dengan rumus CE90 yang mempunyai nilai sebesar 1,5175. Berikut ini hasil ketelitian untuk peta dasar dari tiap citra:

Tabel 4. 10. Ketelitian Tiap Citra

No.	Nama Citra	Hasil RMSE X 1,5175
1	Worldview 2	0,762
2	Pleiades 1B	0,827

Dari hasil diatas data dilihat bahwa setelah melakukan perhitungan ketelitian untuk peta dasar citra Worldview 2 dan Pleiades 1B dapat digunakan pada skala 1:5000 yang di mana merupakan standard dari penyusunan peta dasar rencana detail tata ruang.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

1. Surat Izin Penelitian



PEMERINTAH KOTA SURABAYA
BADAN KESATUAN BANGSA, POLITIK DAN PERLINDUNGAN MASYARAKAT

Jl. Jaks Agung Suprpto No. 2 - 4 Telp. (031) 5473284, Fax. 5343000

SURABAYA (60272)

Surabaya, 2/ April 2016

Kepada

- Yth: 1. Camat Rungkut Kota Surabaya
2. Camat Tenggilis Mejoyo Kota Surabaya
3. Camat Gunung Anyar Kota Surabaya

dj -

SURABAYA

Nomor : 070 / 4000 / 436.7.3 / 2016
Lampiran : -
Hal : Permohonan Data

REKOMENDASI PENELITIAN

Dasar : 1. Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 64 Tahun 2011 tentang Pedoman Penerbitan Rekomendasi Penelitian, sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 7 Tahun 2014 tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 64 Tahun 2011 ;
2. Peraturan Walikota Surabaya Nomor 37 Tahun 2011 Tentang Rincian Tugas dan Fungsi Lembaga Teknis Daerah Kota Surabaya, Bagian Kedua Badan Kesatuan Bangsa, Politik dan Perlindungan Masyarakat.

Memperhatikan : Surat Ketua Jurusan Teknik Geomatika FTSP - ITS Surabaya tanggal 19 April 2016 Nomor : 024456/IT2.3.1.4/TU.00.09/2016 hal Permohonan Bantuan Data

Kepala Badan Kesatuan Bangsa, Politik dan Perlindungan Masyarakat Kota Surabaya memberikan rekomendasi kepada :

- a. Nama : Alfian Rozy Mahmudi
b. Alamat : Jl. Gayung Sari Barat IV C / 4 Surabaya
c. Pekerjaan/Jabatan : Mahasiswa
d. Instansi/Organisasi : Institut Teknologi Sepuluh Nopember
e. Kewarganegaraan : Indonesia

Untuk melakukan penelitian/survey/kegiatan dengan :

- a. Judul / Thema : Analisa Ketelitian Geometrik Citra Worldview Dan Pembuatan Peta Rencana Detail Tata Ruang Perindustrian (Studi Kasus : Kecamatan Rungkut Surabaya)
b. Tujuan : Permohonan Data
c. Bidang Penelitian : Pemetaan
d. Penanggung Jawab: Prof. Dr. Ir. Bangun Mujo Sukojo, DEA., DESS.
e. Anggota Peserta : -
f. Waktu : April s.d. Mei 2016, TMT Surat dikeluarkan
g. Lokasi : Kecamatan Rungkut, Tenggilis Mejoyo dan Gunung Anyar

Dengan persyaratan 1. Penelitian/survey/kegiatan yang dilakukan harus sesuai dengan surat permohonan dan wajib mentaati persyaratan / peraturan yang berlaku di Lokasi / Tempat dilakukan Penelitian/survey/kegiatan ;
2. Saudara yang bersangkutan agar setelah melakukan Penelitian/survey/kegiatan wajib melaporkan pelaksanaan dan hasilnya kepada Kepala Bakesbang, Politik dan Linmas Kota Surabaya ;
3. Penelitian/survey/kegiatan yang dilaksanakan tidak boleh menimbulkan keresahan dimasyarakat, disintegrasi bangsa atau mengganggu keutuhan NKRI ;
4. Rekomendasi ini akan dicabut / tidak berlaku apabila yang bersangkutan tidak memenuhi persyaratan seperti tersebut diatas.

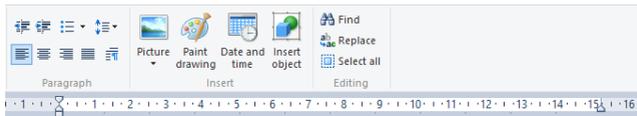
Demikian atas bantuannya disampaikan terima kasih.

Tembusan :
Yth 1. Ketua Jurusan Teknik Geomatika FTSP - ITS Surabaya
2. Saudara yang bersangkutan



2. Metadata Citra Satlit

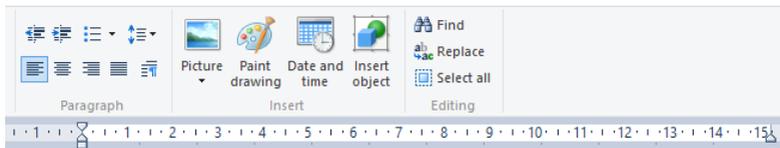
- Metadata Citra Pleiades 1B



```

<Product_Settings>
  <PROCESSING_LEVEL>SENSOR</PROCESSING_LEVEL>
  <SPECTRAL_PROCESSING>P</SPECTRAL_PROCESSING>
  <Geometric_Settings>
    <GEOMETRIC_PROCESSING>SENSOR</GEOMETRIC_PROCESSING>
    <EPHEMERIS_USED>CORRECTED</EPHEMERIS_USED>
    <ATTITUDES_USED>ACCURATE</ATTITUDES_USED>
    <GROUND_SETTING>>false</GROUND_SETTING>
    <VERTICAL_SETTING>>false</VERTICAL_SETTING>
  </Geometric_Settings>
  <Radiometric_Settings>
    <RADIOMETRIC_PROCESSING>
      BASIC</RADIOMETRIC_PROCESSING>
      <INTER_DETECTOR_NORMALIZATION>
        false</INTER_DETECTOR_NORMALIZATION>
      <DETECTORS_INTERPOLATION>
        true</DETECTORS_INTERPOLATION>
      <STRAYLIGHT_CORRECTION>>false</STRAYLIGHT_CORRECTION>
      <VCTI_CORRECTION>>false</VCTI_CORRECTION>
      <INTER_ARRAY_RECONSTRUCTION>
        true</INTER_ARRAY_RECONSTRUCTION>
      <RADIOMETRIC_STRETCH>>false</RADIOMETRIC_STRETCH>
      <OUT_OF_ORDER_THRESHOLD>0.5</OUT_OF_ORDER_THRESHOLD>
    </Radiometric_Settings>
    <Sampling_Settings>
      <RESAMPLING_SPACING>
        unit="m">0.5</RESAMPLING_SPACING>
      <RESAMPLING_KERNEL>SPLINE</RESAMPLING_KERNEL>
    </Sampling_Settings>
  </Radiometric_Settings>
  <INCIDENCE_ANGLE>5.312998784943132</INCIDENCE_ANGLE>
  </Acquisition_Angles>
  <Solar_Incidencees>
    <SUN_AZIMUTH>
      unit="deg">39.99018637637016</SUN_AZIMUTH>
    <SUN_ELEVATION>
      unit="deg">56.04790691510368</SUN_ELEVATION>
    </Solar_Incidencees>
    <Ground_Sample_Distance>
      <GSD_ACROSS_TRACK>
        unit="m">0.6992459321685627</GSD_ACROSS_TRACK>
      <GSD_ALONG_TRACK>
        unit="m">0.7073674669477863</GSD_ALONG_TRACK>
    </Ground_Sample_Distance>
  </Located_Geometric_Values>
  <Located_Geometric_Values>
    <LOCATION_TYPE>Center</LOCATION_TYPE>
    <TIME>2015-05-15T02:56:41.531Z</TIME>
  </Located_Geometric_Values>
  <GEOMETRIC_GLIDING>0.004464387099796907</GEOMETRIC_GLIDING>
  <Acquisition_Angles>
    <AZIMUTH_ANGLE>179.9626052609006</AZIMUTH_ANGLE>
    <VIEWING_ANGLE_ACROSS_TRACK>
      unit="deg">3.493497936158712</VIEWING_ANGLE_ACROSS_TRACK>
    <VIEWING_ANGLE_ALONG_TRACK>
      unit="deg">3.390018442719848</VIEWING_ANGLE_ALONG_TRACK>
    <VIEWING_ANGLE>
      unit="deg">4.862096719534065</VIEWING_ANGLE>
  </Acquisition_Angles>

```



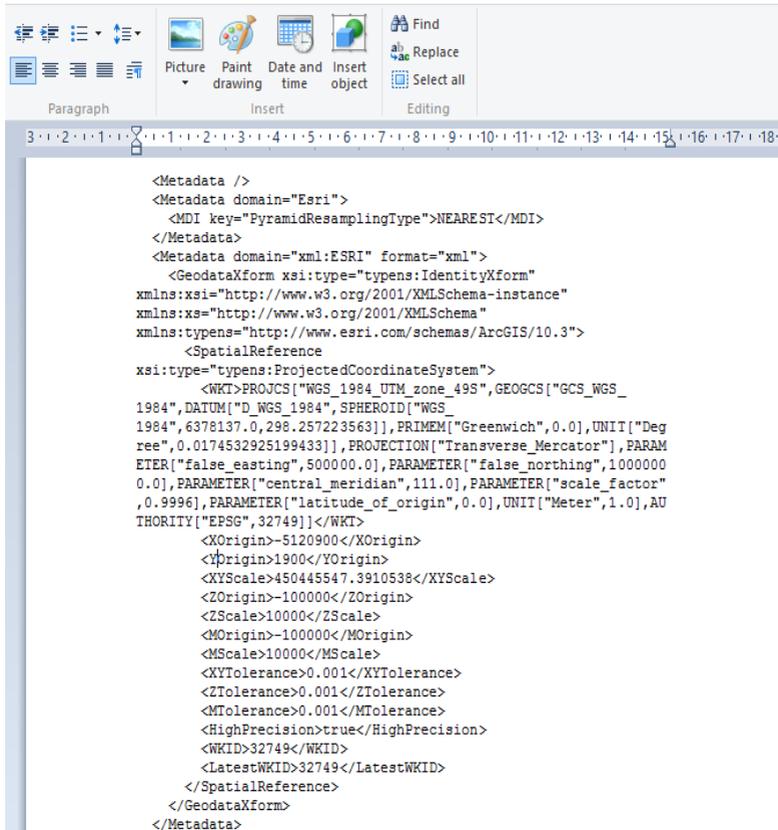
```

</Sampling_Settings>
  <RESAMPLING_SPACING
unit="m">0.5</RESAMPLING_SPACING>
  <RESAMPLING_KERNEL>SPLINE</RESAMPLING_KERNEL>
</Sampling_Settings>
<MTF_Settings>
  <PAN_RESTORATION>true</PAN_RESTORATION>
  <MS_RESTORATION>>false</MS_RESTORATION>
</MTF_Settings>
</Product_Settings>
<Processing_Lineage>
  <Component>
    <COMPONENT_TITLE>Processing</COMPONENT_TITLE>
    <COMPONENT_CONTENT>Lineage
Information</COMPONENT_CONTENT>
    <COMPONENT_TYPE version="2.0">DIMAP</COMPONENT_TYPE>
    <COMPONENT_PATH href="LINEAGE/PROCESSING_PHR1B_P_
201505150256399_SEN_1530165101-001_DIM.XML"/>
  </Component>
</Processing_Lineage>
</Processing_Information>
<Raster_Data>
  <Data_Access>
    <DATA_FILE_ORGANISATION>
BAND_COMPOSITE</DATA_FILE_ORGANISATION>
    <DATA_FILE_FORMAT>image/tiff</DATA_FILE_FORMAT>
    <DATA_FILE_TILES>true</DATA_FILE_TILES>
  <Data_Files>
    <Data_File tile_R="1" tile_C="1">
      <DATA_FILE_PATH href="IMG_PHR1B_P_201505150256399
-----

```

- **Metadata Worldview 2**

rdPad



```

<Metadata />
<Metadata domain="Esri">
  <MDI key="PyramidResamplingType">NEAREST</MDI>
</Metadata>
<Metadata domain="xml:ESRI" format="xml">
  <GeodataXform xsi:type="typens:IdentityXform"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns:typens="http://www.esri.com/schemas/ArcGIS/10.3">
    <SpatialReference
  xsi:type="typens:ProjectedCoordinateSystem">
      <WKID>PROJCS["WGS_1984_UTM_zone_49S",GEOGCS["GCS_WGS_
  1984",DATUM["D_WGS_1984",SPHEROID["WGS_
  1984",6378137.0,298.257223563]],PRIMEM["Greenwich",0.0],UNIT["Deg
  ree",0.0174532925199433]],PROJECTION["Transverse_Mercator"],PARAM
  ETER["false_easting",500000.0],PARAMETER["false_northing",1000000
  0.0],PARAMETER["central_meridian",111.0],PARAMETER["scale_factor"
  ,0.9996],PARAMETER["latitude_of_origin",0.0],UNIT["Meter",1.0],AU
  THORITY["EPSG",32749]]</WKID>
      <XOrigin>-5120900</XOrigin>
      <YOrigin>1900</YOrigin>
      <XYScale>45044554.3910538</XYScale>
      <ZOrigin>-100000</ZOrigin>
      <ZScale>10000</ZScale>
      <MOrigin>-100000</MOrigin>
      <MScale>10000</MScale>
      <XYTolerance>0.001</XYTolerance>
      <ZTolerance>0.001</ZTolerance>
      <MTolerance>0.001</MTolerance>
      <HighPrecision>true</HighPrecision>
      <WKID>32749</WKID>
      <LatestWKID>32749</LatestWKID>
    </SpatialReference>
  </GeodataXform>
</Metadata>
  
```

3. Form Ukur GPS (GCP)

	LEMBAR PENGUKURAN GPS JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER DESKRIPSI LOKASI TITIK KONTROL TANAH	NAMA TITIK T08
01. KELURAHAN (RT / RW) : Kendangsari		03. KABUPATEN / KOTA : Surabaya
02. KECAMATAN : Tegayitis Mejoyo		04. PROPINSI : Jawa Timur
05. URAIAN LOKASI TITIK : Titik berada di tengah bunderan yang berada di pemampatan antara jalan industri I dengan jalan industri VI		
06. KOORDINAT PENDEKATAN: -7.3268665 ; 112.7570788		
07. TIPE ALAT / METODE PENENTUAN POSISI : GPS Geodetic Topcon Hiper-Pro / Differensial static.		
08. TINGGI ALAT : 151,2 cm		
09. TANGGAL PENGAMATAN: 26 April 2016		
10. WAKTU MULAI PENGAMATAN : 20.01 WIB WAKTU BERHENTI PENGAMATAN : 21.05 WIB		
11. SKETSA UMUM LOKASI PENGUKURAN 	12. SKETSA DETAIL LOKASI PENGUKURAN 	
13. FOTO LOKASI KE ARAH UTARA 	14. FOTO LOKASI KE ARAH TIMUR 	
15. FOTO LOKASIKE ARAH SELATAN 	16. FOTO LOKASI KE ARAH BARAT 	
17. DIUKUR OLEH : Alfian Rozy Mahmudi, A. Sigit Arisandi, Ricko Buana Surya		

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari Penelitian ini adalah:

- a. Pada metode *affine* diperoleh nilai RMSE sebesar 0,306 pada citra Worldview 2 dan 0,320 pada citra Pleiades 1B. Pada metode *polynomial orde 2* diperoleh nilai RMS untuk citra Worldview 2 dan Pleiades 1B yaitu sebesar 0,163 dan 0,218. Nilai RMSE terkecil di titik Citra Worldview 2 pada titik 3 yaitu 0,228 dan pleiades 1B pada titik 3 yaitu 0,220 dengan menggunakan metode *affine*. sedangkan nilai RMS terbesar untuk citra Worldview 2 pada titik 2 yaitu 0,372 dan untuk citra Pleiades 1B pada titik 9 sebesar 0,420. Pada metode *polynomial orde-2* nilai RMS per titik terkecil pada titik 4 sebesar 0,007 untuk citra Pleiades 1B dan pada titik 5 sebesar 0,034 untuk citra Worldview 2. Sedangkan nilai RMS per titik terbesar di titik citra Pleiades 1B yaitu pada titik 9 sebesar 0,395 dan citra Worldview 2 pada titik 1 sebesar 0,370. Dari hasil penelitian koreksi geometrik ini menghasilkan RMSE pada kedua citra masuk toleransi yaitu di bawah dari nilai 1.
- b. Kelayakan citra untuk Worldview 2 dan Pleiades 1B untuk pembuatan peta dasar detail tata ruang dapat dilihat dari hasil RMSE ICP dikalikan dengan 1,5175(CE90). Citra Worldview 2 dan Pleiades 1B dapat digunakan pada peta skala 1:5000 kelas 1 dimana sesuai dengan perka BIG No. 15 Tahun 2014 yang mempunyai standar nilai ketelitian sebesar 1

meter. Peta 1:5000 merupakan standar minimal untuk peta dasar detail tata ruang perindustrian.

5.2. Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian ini untuk kedepannya adalah sebagai berikut:

- a. Pada pemilihan data citra sebaiknya menggunakan data citra dengan tahun yang sama agar tidak ada perbedaan geografis pada citra untuk mempermudah peletakan GCP dan ICP.
- b. Pada penelitian selanjutnya untuk mendapatkan ketelitian koreksi geometrik yang sangat baik dibutuhkan peletakan GCP dan ICP yang banyak dan menyebar pada luasan area yang diteliti. Dengan titik ICP minimal 12 titik untuk wilayah ≤ 250 km.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Hassanudin Zainal. *Penentuan Posisi dengan GPS*. Jakarta: PT Pradnya Paramita, 2006.
- A'yun, Qurrata. *Analisa Kelayakan Penggunaan Citra Satelit WorldView-2 untuk Updating Peta Skala 1:1000 (Studi Kasus : Surabaya Pusat)*. Surabaya: ITS, 2013.
- Badan Informasi Geospasial. *Modul Validasi Peta Rencana Tata Ruang*. Cibinong: Sekretariat BIG, 2016.
- Dewi, Syuzanti Lisa. *Analisa Koreksi Geometrik Menggunakan Metode Direct Georeferencing Pada Satelit Alos dan Foromosat 2*. Surabaya: ITS, 2011.
- Furqon. *Analisis Kerapatan Vegetasi Menggunakan Forest Canopy Density (FCD) dan Radar Backscattering Jers-1 SAR*. Bandung: Institut Teknologi Bandung, 2007.
- Hartati, Sri. *Aplikasi Penginderaan Jauh untuk Ilmu KeBumian*. Bandung: Institut Teknologi Bandung, 2009.
- Insurabaya. *Peta Surabaya*. 2014.
<http://insurabaya.blogspot.co.id/2014/02/peta-surabaya.html> (accessed Januari 27, 2016).
- LAPAN. *Pengembangan Metoda Pengolahan Orthorektifikasi Data Landsat untuk Mendukung INCAS Berkelanjutan*. Jakarta Timur: Bidang Produksi Data Pusat Data Penginderaan Jauh LAPAN, 2010.
- LAPAN. *"Spesifikasi Citra Satelit Pleiades"*. Jakarta, 2015.
- LAPAN *"Spesifikasi Citra Satelit Worldview 2"*. Jakarta, 2015.

- Lillesand, T M, and R. W. Kiefer. *Remote Sensing and Image Interpretation*. New York: John Willey and Sons, 1979.
- Lisa Dewi, Suzyantie. *Analisis Koreksi Geometrik Menggunakan Metode Direct Georeferencing pada Citra Satelit Alos dan Formosat 2*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2011.
- Murti, Agus Indra. *Metode Penyatuan Peta Pendaftaran Tanah dengan Bantuan Citra Quickbird dan GPS*. Bandung: Institut Teknologi Bandung, 2008.
- Peraturan Kepala BIG nomor 15. (2014). *Tentang Pedoman Teknik Ketelitian Peta Dasar*. Bogor: Badan Informasi Geospasial.
- PP Nomor 24 Tahun 2009. Kawasan Industri. 2009.
- Pramono, Hedwin. *Kajian Industri Kecil Konveksi di Desa Tembok Kidul Kecamatan Adiwerna Kabupaten Tegal*. Purwokerto: UMP, 2012.
- Purworahardjo, Umaryono. *Sistem Dan Transformasi Koordinat*. Bandung: ITB, 1994.
- SIER, PT. *Tentang SIER*. 2016. http://sier-pier.com/?page_id=126&lang=id (accessed Januari 29, 2016).
- Soedrajat, Iman. *Pedoman Rencana Detail Tata Ruang Kota*. Jakarta: Direktur Penataan Ruang Nasional, 2007.
- Somantri, Lili. *Teknologi Penginderaan Jauh (Remote Sensing)*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia, 2009.

- Sukojo, B. M. "Modul Ajar Hitung Kerangka Geodesi." Surabaya: Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2006.
- UU Nomor 3 Tahun 2014. Perindustrian. 2014.
- Wibowo dan Eko. *Identifikasi Perubahan Tutupan Lahan Pulau Pagang, Pulau Pramuka, dan Pulau Karya Antara Tahun 2004 dan 2008*. Bandung: Institut Teknologi Bandung, 2010.
- Yudha, Imam Satria. *Studi Jumlah dan Distribusi Titik Kontrol Tanah Untuk Proses Rektifikasi Citra Resolusi Tinggi (Studi Kasus : Kota Kediri)*. Surabaya: ITS, 2015.
- Zhang, Fei Peng, Gerd Gendt, and Mao Rong Ge. *GPS Data Processing at GFZ for Monitoring the Vertical Motion of Global Tide Gauge Benchmarks* . German: Geo Forschungs Zentrum Postdam, 2007.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BIOGRAFI PENULIS



Alfan Rozy Mahmudi dilahirkan di Denpasar, 2 Februari 1994, merupakan anak kedua dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di Kota Denpasar dan Kota Surabaya dengan rincian, SD Muhammadiyah 1 Denpasar, SD Muhammadiyah 4 Surabaya, SMP Negeri 12 Surabaya, dan SMA Negeri 6 Surabaya. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan tinggi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember dan mengambil Jurusan

Teknik Geomatika pada tahun 2012. Selama menjadi mahasiswa, penulis cukup aktif di organisasi intra kampus yaitu sebagai anggota Himpunan Mahasiswa Geomatika (HIMAGE ITS) dan kemudian menjabat sebagai Staff Divisi Minat Bakat Himpunan Mahasiswa Geomatika (HIMAGE ITS) periode 2013-2014 dan Dewan Perwakilan Mahasiswa (DPM) di Badan Eksekutif dan Legislatif Mahasiswa (BELM FTSP) periode 2014-2015. Penulis juga aktif mengikuti pelatihan keterampilan manajemen mahasiswa seperti PRA LKMM -TD 2012. Penulis pun aktif dalam kegiatan kepanitian di tingkat jurusan maupun fakultas. Selain itu penulis juga mengikuti kegiatan survei seperti survei hidrografi perencanaan alur pelayaran barat Surabaya di Teluk Lamong Surabaya dan survei hidrografi dalam pendataan kolam Pelabuhan Tanjung Wangi Kabupaten Banyuwangi. Dalam penyelesaian syarat kuliah, penulis memilih tugas akhir dengan Judul “Analisis Ketelitian Geometrik Citra Satelit Worldview 2 dan Pleiades 1B untuk Pembuatan Peta Dasar Rencana Detail Tata Ruang Perindustrian (Studi Kasus: Kawasan PT SIER Surabaya)”. Jika ingin menghubungi penulis dapat menghubungi email: alfan.rozy@gmail.com.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”