

**KAJIAN PENGARUH *INCIDENCE ANGLE* CITRA RESOLUSI TINGGI  
TERHADAP KUALITAS HASIL ORTOREKTIFIKASI CITRA WORLDVIEW-2**

*(Studi Kasus : Kota Malang)*

SKRIPSI



*Disusun oleh :*

**JOAO BAPTISTA DA CRUZ S.**

**( 10.25.052 )**

**JURUSAN TEKNIK GEODESI S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2016**

THE NATIONAL BUREAU OF STANDARDS  
NATIONAL BUREAU OF STANDARDS

1950



1950

1950

(1950)

1950

1950

1950

1950

**LEMBAR PERSETUJUAN**  
**KAJIAN PENGARUH *INCIDENCE ANGLE* CITRA RESOLUSI TINGGI**  
**TERHADAP KUALITAS HASIL ORTOREKTIFIKASI CITRA**  
***WORLDVIEW-2***

(Study Kasus : Kota Malang)

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam mencapai  
Gelar Sarjana Teknik (ST) Strata Satu (S-1) Teknik Geodesi S-1  
Institut Teknologi Nasional Malang

Oleh :

**Joao Baptista Da Cruz S.**

**10.25.052**

Menyetujui :

Dosen Pembimbing Utama



Silvester Sari Sai, ST. MT.

Dosen Pembimbing Pendamping



Alifah Noraini, ST. MT.



Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Geodesi S-1

M. Edwin Tjahjadi, ST., MgeomSc., Ph.D.



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

## INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145

Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

### BERITA ACARA UJIAN SEMINAR HASIL SKRIPSI FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

NAMA : Joao Baptista Da Cruz Sarmento.  
NIM : 10.25.052.  
JURUSAN : Teknik Geodesi S-1  
JUDUI : **“Kajian Pengaruh *Incidence Angle* Citra Resolusi Tinggi  
Terhadap Kualitas Hasil Ortorektifikasi Citra *Worldview-2*  
( Studi kasus : Kota Malang).**

Telah Dipertahankan di Hadapan Panitia Penguji Ujian Skripsi Jenjang Strata 1 (S1)

Pada Hari : Sabtu  
Tanggal : 20 Agustus 2016  
Dengan Nilai : \_\_\_\_\_

Panitia Ujian Skripsi

Ketua

( Silvester Sari Sai, ST., MT. )

Penguji I

( D.K. Sunaryo, ST., MT. )

Dosen Pendamping

( Alifah Noraini, ST., MT. )

Penguji II

( Ir. Agus Darpono, MT. )



FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
PASCA SARJANA DAN PENELITIAN  
PROGRAM PASCA SARJANA MAGISTER TEKNIK

Departemen Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Gedung 10, Jalan Raya ITS, Suroboyo, Surabaya 60132, Indonesia  
Telp. (031) 7993111, Faks. (031) 7993112, E-mail: itis@its.ac.id

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
BLOKTA ACARA UJIAN SEMINAR HASIL SKRIPSI

NAMA : Irena Riana (031) 7993111  
NIM : 102202010  
JURUSAN : Teknik Geomatika  
JUDUL : "Kajian Pengaruh Lokasi dan Ciri Resolusi Tinggi Terhadap Kualitas Hasil Ortorektifikasi Citra Landsat-2" (Studi Kasus : Kota Malang)  
Telaah Diberikan di hadapan Panitia Pengji Ujian Skripsi jenjang Sarjana I (S1)

Pada Hari : Sabtu  
Tanggal : 20 Agustus 2016  
Dengan Nila :

Panelis Ujian Skripsi  
Kedua

(Silvester Satrio, S.T., M.T.)

Pengjuri II

Dosen Pembimbing

Pengjuri I

(A. Agus Daprono, M.T.)

(Alifah Nordin, S.T., M.T.)

(D.K. Sunardi, S.T., M.T.)

# KAJIAN PENGARUH *INCIDENCE ANGLE* CITRA RESOLUSI TINGGI TERHADAP KUALITAS HASIL ORTOREKTIFIKASI CITRA *WORLDVIEW-2*

Joao Baptista Da Cruz S. 10.25.052

Dosen Pembimbing I : Silvester Sari Sai, ST., MT.

Dosen Pembimbing II : Alifah Norani, ST., MT.

## ABSTRAK

Perkembangan Teknik Geodesi dan Geomatika sudah mencapai kemajuan signifikan pada bidang penginderaan jauh. Hal ini ditandai dengan bermunculannya berbagai jenis satelit, baik yang bersifat militer, sumber daya alam maupun yang bersifat lingkungan dan cuaca.

Proses ortorektifikasi bertujuan untuk menentukan kesalahan sudut citra *Worldview-2*, terhadap pengaruh *incidence angle* dengan toleransi  $20^\circ \geq 20^\circ$  dari hasil ortorektifikasi terhadap citra skala besar. Teknik ini diperlukan karena untuk memperoleh kesalahan sudut ortorektifikasi citra yang akan dianalisa dalam proses selanjutnya. Ortorektifikasi adalah salah satu teknik dalam pengolahan citra digital bertujuan untuk mengurangi distorsi geometris. Teknik ini diperlukan karena citra satelit memiliki distorsi geometrik (planimetrik) berkisar hingga puluhan meter. Pada proses tersebut data yang dikumpulkan berupa data citra *Worldview-2* dari hasil pemotretan tahun 2013, data DEM yang diperoleh dari hasil download dan data GCP dan ICP yang diperoleh dari hasil pengukuran. Pada penelitian ini penulis membandingkan nilai ketelitian hasil uji akurasi dengan standar ketelitian peta dasar berdasarkan Standar Ketelitian Peraturan Kepala BIG No. 15 Th. 2014 menggunakan citra *Worldview-2* Software PCI Geomatica 2013.

Hasil analisa *Independent control point sheet* 1 citra ortorektifikasi dengan DEM dihitung nilai RMSE dengan level kepercayaan 90% adalah 0,966 meter dan hasil analisa *hasil uji Independent Control Point sheet* 2 citra ortorektifikasi dengan DEM dihitung nilai RMSE dengan level kepercayaan 90% adalah 1,840 meter.. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh *incidence angle* citra resolusi tinggi terhadap kualitas hasil ortorektifikasi citra *Worldview-2* sebagai sumber peta dasar tata ruang hasil ortorektifikasi citra.dapat diterima pada level tiga dengan skala 1:5000.

**Kunci** : Penginderaan jauh, citra *Worldview-2* DEM TerraSAR.

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Joao Baptista Da Cruz Sarmento

NIM : 10.25.052

Program Studi : Teknik Geodesi S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi saya yang berjudul :

**“KAJIAN PENGARUH *INCIDENCE ANGLE* CITRA RESOLUSI TINGGI TERHADAP KUALITAS HASIL ORTOREKTIFIKASI CITRA *WORLDVIEW-2* (Studi Kasus : Kota Malang).”**

Adalah karya saya sendiri dan bukan menjiplak atau menduplikat serta tidak mengutip atau menyadur dari hasil karya orang lain, kecuali disebutkan sumbernya.

Malang, 27 Agustus 2016

Yang membuat pernyataan



Joao Baptista Da Cruz S.

NIM: 10.25.052

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa , karena atas rahmatnya penelitian berjudul “Kajian Penggunaan *Incidence Angel* Resolusi Tinggi Terhadap Kualitas Hasil Ortorektifikasi Citra *Worldview-2*” (studi kasus Kota Malang) dapat terselesaikan. Penelitian ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Serjna Teknik, program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam pelaksanaan penelitian ini, penulis banyak mendapat bantuan, bimbingan dan saran dari berbagai pihak, untuk itu penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak M. Edwin Tjahjadi, ST., MgeomSc., Ph.D. selaku ketua jurusan Teknik Geodesi S-1
2. Bapak Silvester Sari Sai, ST, MT. selaku dosen pembimbing utama
3. Ibu Alifah Noraini, ST., MT. selaku dosen pembimbing pendamping
4. Kedua orang tua yang telah banyak memberikan semangat, doa , dan bantuan baik moral maupun material dalam penulisan laporan ini.
5. Rekan – rekan lainnya yang telah memberikan sumbangan pikiran,dan banyak membantu demi kesempurnaan laporan ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas amal kebaikan mereka semua dan proposal ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Malang, Agustus 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

**Abstraksi**

**Lembar Persetujuan**

**Kata Pengantar**

**Daftar Isi ..... i**

**Daftar Gambar ..... iii**

**Daftar Tabel .....iv**

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1. Latar Belakang..... 1

1.2. Perumusan Masalah .....2

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....2

    1.3.1. Tujuan Penelitian .....2

    1.3.2. Manfaat Penelitian .....2

1.4. Batasan Masalah .....2

1.5. Sistematika Penulisan .....3

### **BAB II DASAR TEORI**

2.1. Pengertian Penginderaan Jauh.....4

2.2. Citra Satelit.....5

2.3. *Worldview-2* .....7

2.4. Konsep Restorasi Citra Satelit.....9

    2.4.1. Orthorektifikasi ..... 10

    2.4.2. *Incidence Angle*..... 11

2.5. Pengertian DEM TerraSAR-X ..... 13

2.6. Metode Koreksi Geometrik..... 15

    2.6.1. Rotasi Citra ..... 17

    2.6.2. Skala Citra ..... 19

2.7. Standar Ketelitian Peraturan kepala BIG NO.15 Th.2014..... 19

    2.7.1. Ketelitian Horizontal .....20

    2.7.2. Ketelitian Vertikal.....21

2.8. PCI Geomatica 2013.....22

### **BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN**

3.1. Lokasi Penelitian .....	27
3.2. Alat dan Bahan Penelitian .....	28
3.2.1. Peralatan Penelitian .....	28
3.3. Diagram Alir Penelitian .....	29
3.4. Proses Orthorektifikasi Citra dengan DEM TerraSAR-X.....	32

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Hasil .....	40
4.1.1. GCP dan Penyebarannya pada Citra <i>Worldview-2</i> .....	40
4.1.2. ICP dan Penyebarannya pada Citra <i>Worldview-2</i> .....	43
4.1.3. Hasil Orthorektifikasi dengan Citra <i>Worldview-2 sheet 1</i> .....	45
4.1.4. Hasil Orthorektifikasi dengan Citra <i>Worldview-2 sheet 2</i> .....	45
4.2. Pembahasan .....	46
4.2.1. Analisa Nilai Pergeseran Citra <i>Worldview-2</i> Ter-Orthorektifikasi dengan Incidence Angle 26 , 29° <i>sheet 1</i> .....	47
4.2.2. Analisa Nilai Pergeseran Citra <i>Worldview-2</i> Ter-Orthorektifikasi dengan Incidence Angle 17 , 39° <i>sheet 2</i> .....	49

### **BAB IV PENUTUP**

5.1. Kesimpulan.....	52
5.2. Saran .....	53

### **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Sistem perolehan data penginderaan jauh .....	6
Gambar 2.2.	Citra satelit <i>worldview-2</i> .....	7
Gambar 2.3.	Konsep koreksi Ortorektifikasi .....	8
Gambar 2.4.	Konsep koreksi <i>Incidence Angle</i> .....	9
Gambar 2.5.	Gelombang <i>Incidence Angle</i> yang dipancarkan satelite.....	10
Gambar 2.6.	Cara kerja <i>Incidence Angle</i> Sensor memancarkan gelombang...	13
Gambar 2.7.	Pengertian DEM TerraSAR-X.....	14
Gambar 2.8.	Cakupan data TerraSAR-X pada pencitraa .....	15
Gambar 2.9.	Transformasi antara ruang citra.....	16
Gambar 3.0.	PCI Geomatica 2013 .....	23
Gambar 3.1.	Lokasi penelitian .....	27
Gambar 3.2.	Diagram alir penelitian.....	29
Gambar 3.3.	Tampilan menu <i>OrthoEngine</i> .....	32
Gambar 3.4.	Tampilan <i>Project Information</i> .....	32
Gambar 3.5.	Tampilan <i>Optical Satellite Modelling</i> .....	33
Gambar 3.6.	Tampilan <i>Set Projection</i> .....	33
Gambar 3.7a.	Tampilan menu <i>Open Image Citra Worldview-2 sheet 1</i> .....	34
Gambar 3.7b.	Tampilan menu <i>Open Image Citra Worldview-2 sheet 2</i> .....	34
Gambar 3.8.	Tampilan menu data <i>base chanel</i> .....	35
Gambar 3.9a.	Tampilan citra satelit Kota Malang <i>sheet 1</i> .....	35
Gambar 3.9b.	Tampilan citra satelit Kota Malang <i>sheet 2</i> .....	36
Gambar 3.10a.	Tampilan kotak dialog GCP/TP <i>Collection</i> citra Kota <i>scan 1</i> .....	37
Gambar 3.10b.	Tampilan kotak dialog GCP/TP <i>Collection</i> citra Kota <i>scan 2</i> .....	38
Gambar 3.11.	Tampilan jendela <i>Ortho Image Production</i> .....	39
Gambar 3.12a.	Tampilan jendela <i>image</i> citra hasil ortorektifikasi citra <i>Worldview-2</i> Kota Malang <i>scan 1</i> .....	40
Gambar 3.12.b.	Tampilan jendela <i>image</i> citra hasil ortorektifikasi citra <i>Worldview-2</i> Kota Malang <i>scan 2</i> .....	40

Gambar 4.1a.	Penyebaran Ground Control Point pada citra kota malang <i>sheet 1</i> dengan <i>Incidence Angle</i> 26 , 29° .....	42
Gambar 4.1b.	Penyebaran Ground Control Point pada citra kota malang <i>sheet 2</i> dengan <i>Incidence Angle</i> 17 , 39° .....	42
Gambar 4.2a.	Penyebaran Independent Control Point pada citra kota malang <i>sheet 1</i> dengan <i>Incidence Angle</i> 26 , 29° .....	44
Gambar 4.2b.	Penyebaran Independent Control Point pada citra kota malang <i>sheet 2</i> dengan <i>Incidence Angle</i> 17 , 39° .....	44
Gambar 4.3a	Proses ortorektifikasi citra <i>worldview-2 sheet 1</i> .....	45
Gambar 4.3a	Proses ortorektifikasi citra <i>worldview-2 sheet 2</i> .....	45

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Spesifikasi citra <i>worldview-2</i> .....	9
Tabel 2.2	Skala dengan Toleransi Ketelitian Horisontal Ketentuan BIG.....	21
Tabel 2.3	Interval Kontur dengan Toleransi Ketelitian Vertikal Ketentuan BIG.....	23
Tabel 3.1	Hasil Residual Report Titik GCP 1 Citra <i>Worldview-2</i> Kota Malang <i>Sheet 1</i> .....	37
Tabel 3.2	Hasil Residual Report Titik GCP 1 Citra <i>Worldview-2</i> Kota Malang <i>Sheet 2</i> .....	38
Tabel 4.1	Hasil Koordinat Grid UTM Zone 49S Datum WGS Citra Kota Malang <i>Ground Control Point Sheel 1</i> .....	41
Tabel 4.2	Hasil Koordinat Grid UTM Zone 49S Datum WGS Citra Kota Malang <i>Ground Control Point Sheet 2</i> .....	41
Tabel 4.3	Hasil Koordinat Grid UTM Zone 49S Datum WGS 84 Citra Kota Malang <i>Independent Control Point sheet 1</i> .....	43
Tabel 4.4	Hasil Koordinat Grid UTM Zone 49S Datum WGS 84 Citra Kota Malang <i>Independent Control Point sheet 2</i> .....	43
Tabel 4.5	Residual Summary Citra <i>Worldview-2 Sheet 1</i> .....	46
Tabel 4.6	Residual Summary Citra <i>Worldview-2 Sheet 2</i> .....	47
Tabel 4.7	Hasil Uji Akurasi Titik <i>Independent Control Point</i> Citra Ter-Orthorektifikasi dengan <i>Incidence Angle 26 , 29° sheet 1</i> .....	48
Tabel 4.8	Tabel 4.8 Hasil Uji Akurasi Titik <i>Independent Control Point</i> Citra Ter-Orthorektifikasi dengan <i>Incidence Angle 17 , 39° Sheet 2</i> .....	50
Tabel 4.9	Hasil <i>incidence angle sheet 1 – sheet 2</i> .....	51

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kemajuan teknologi dibidang angkasa terutama citra satelit yang digunakan untuk memantau kondisi permukaan bumi yang harus dikoreksi secara radeiometri dan geometri sebelum digunakan lebih lanjut. Pada bidang penginderaan jauh hal ini ditandai dengan bermunculannya berbagai jenis satelit, baik yang bersifat militer, sumber daya alam maupun yang bersifat lingkungan dan cuaca. Satelit sumber daya alam memiliki resolusi spasial dari 0,5 meter sampai puluhan meter (sekitar 60 meter). Satelit tersebut ada yang memiliki resolusi temporal tinggi dan ada juga yang rendah. Sensor bawaan yang digunakan dalam perekaman citra terdiri dari sensor aktif dan sensor pasif. Sensor aktif atau yang lebih dikenal dengan radar memiliki kelebihan bebas dari efek awan. Misal, satelit *Alos (Palsar)*, *TerraSAR*, *EnviSat*. Sedangkan untuk sensor pasif memiliki kelebihan dalam multispektral, akan tetapi tidak bebas dari efek awan. Misal, *Ikonos*, *Worldview-2*, *RPC*, *SPOT*, *CartoSat*, *LAPAN Tubsat*, *Landsat*, dan lain-lain ( Julzarika, 2009).

*Worldview-2* merupakan salah satu citra satelit yang memiliki perekaman miring sehingga memerlukan koreksi geometrik secara orthorektifikasi. Perekaman miring *worldview-2* berkisar sekitar 0 sampai maksimal  $\pm 20^\circ$ . Pada *worldview-2* juga dilengkapi dengan nilai sudut tumbukan atau lebih dikenal dengan *incidence angle*. Satelit *Worldview-2* memiliki besar terbang 822 km dan panjang fokus 580 mm. Pengambilan gambar arah depan dan belakang membentuk sudut  $\pm 20^\circ$  sehingga dapat menghasilkan *base to height ratio* mendekati satu. Sekali pengambilan gambar dapat meliputi area sekitar 120x60 km<sup>2</sup>. Piksel yang dihasilkan sebesar 12.000 (*detector perline*) untuk setiap garis CCD 6.5  $\mu\text{m}$  (*detector pitch*). *Worldview-2* memiliki sudut pandang sebesar  $20^\circ$  (Suhendra, 2008). Orthorektifikasi dapat dilakukan dengan beberapa metode, masing-masing metode memiliki model matematik sehingga data yang dibutuhkan serta hasilnya tidak sama, salah satu metode ortorektifikasi adalah *Toutin's Mode*.

Pada metode *Toutin's Mode*, orthorektifikasi dilakukan dengan menggunakan data titik kontrol tanah yang telah didapatkan dari hasil pengukuran dengan data DEM TerraSAR-X sebagai tambahan untuk koordinat tinggi sebenarnya. Metode lain, umumnya digunakan untuk koreksi geometrik yang lebih sederhana dan tidak bergantung pada informasi ketinggian sehingga dapat digunakan pada hampir semua jenis data penginderaan jauh. Pada penelitian ini penulis membandingkan dengan dua metode yaitu metode *Toutin's Mode* dan ortorektifikasi.

## 1.2. Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana pengaruh proses ortorektifikasi dari pengaruh *incidence angle* PCI *Geomatica* 2013 pada citra *Worldview-2*.

## 1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

### 1.3.1 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh *incidence angle* citra resolusi tinggi terhadap kualitas hasil ortorektifikasi citra *Worldview-2* sebagai sumber peta dasar tata ruang hasil orthorektifikasi citra.

### 1.3.2 Manfaat Penelitian

Sebagai sumber masukan dalam penentuan standar operasional prosedur (SOP) untuk pembuatan peta dasar tata ruang.

## 1.4. Batasan Masalah

Agar pembahasan penelitian ini tidak menyimpang dari apa yang telah dirumuskan, maka penulis merasa perlu untuk memberikan batasan-batasan. Batasan-batasan penelitian ini adalah :

1. Citra yang digunakan adalah citra *Worldview-2* tahun 2013.
2. Koreksi ortorektifikasi dan *incidence angle* menggunakan *software PCI Geomatica* 2013.
3. Hasil yang dianalisa berupa kajian pengaruh *incidence angle* terhadap akurasi hasil ortorektifikasi citra.

4. GCP dan ICP sudah berupa point fix .

## **1.5. Sistematika Penulisan**

### **BAB I Pendahuluan**

Membahas tentang penggunaan metode *Toutin's Mode* pada PCI *Geomatica* 2013 untuk citra satelit *Worldview-2*.

### **BAB II Dasar Teori**

Menjelaskan tentang teori – teori yang menjadi dasar dalam penggunaan metode *Toutin's Mode* dan *incidence angle* pada PCI *Geomatica* 2013 untuk cita satelit *Worldview-2*.

### **BAB III Metode penelitian**

Menjelaskan alat dan bahan lokasi dan waktu penelitian, diagram alir penelitian dan penggunaan metode *Toutin's Mode* pada PCI *Geomatica* 2013 untuk citra satelit *Worldview-2*.

### **BAB IV Hasil dan pembahasan**

Menjelaskan rician dari pelaksanaan penelitian sehingga mendapatkan penyajian hasil dan penggunaan metode *Toutin's Mode* pada PCI *Geomatica* 2013 untuk citra satelit *Worldview-2*.

### **BAB V Kesimpulan dan saran**

Uraian singkat tentang hasil pembahasan dari penggunaan metode *Toutin's Mode* pada PCI *Geomatica* 2013 untuk citra satelit *Worldview-2*, dan saran-saran untuk perbaikan, pengembangan, dan penyempurnaan dari penelitian ini untuk perbandingan ortorektifikasi selanjutnya.

## BAB II DASAR TEORI

### 2.1. Pengertian Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh merupakan suatu teknik untuk mengumpulkan informasi mengenai obyek dan lingkungan dari jarak jauh tanpa sentuhan fisik. Teknik ini biasanya menghasilkan beberapa bentuk citra yang selanjutnya diproses dan diinterpretasi guna menghasilkan data yang bermanfaat untuk aplikasi dibidang pertanian, arkeologi, geografi, perencanaan dan bidang lainnya. *Incidence Angle* Merupakan sudut yang dibentuk antara pancaran gelombang radar dengan garis yang tegak lurus terhadap permukaan objek ( Lillesand, T.M & F.W. Kiefer, 1990).

Tujuan utama penginderaan jauh adalah untuk mengumpulkan data sumberdaya alam dan lingkungan. Informasi tentang obyek digambarkan kepengamat melalui energi elektromagnetik yang merupakan pembawa informasi dan sebagai penghubung komunikasi. Dapat dikatakan bahwa Penginderaan jauh pada dasarnya merupakan informasi intensitas panjang gelombang yang perlu diberikan kodenya sebelum informasi tersebut dapat dipahami secara penuh, proses pengkodean ini serta interpretasi citra penginderaan jarak jauh yang sangat sesuai dengan pengetahuan tentang sifat radiasi elektromagnetik (Sutanto 1986).

Teknologi Penginderaan jauh telah berkembang dengan paling cepat sejak manusia semakin sadar akan keseimbangan yang layak antara perkembangan sumber daya dan pemeliharaan lingkungan. Penginderaan jauh juga merupakan cara yang praktis untuk memantau secara berulang dan cermat atas sumber daya bumi secara menyeluruh. Hal ini banyak membantu dalam menilai dampak aktivitas manusia terhadap udara, air dan lahan. Data yang diperoleh dari Penginderaan jauh menyajikan informasi penting untuk membuat keputusan yang mantap dan perumusan kebijaksanaan bagi perkembangan sumberdaya dan penggunaan lahan. Teknik Penginderaan jauh jika telah digunakan dalam berbagai penerapan khusus.

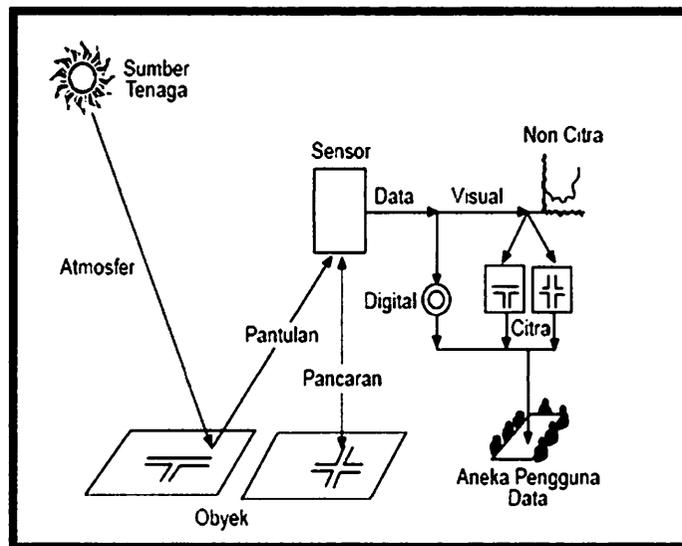
## 2.2. Citra Satelit

Citra merupakan masukan data atau hasil observasi dalam proses penginderaan jauh atau gambar yang tampak dari suatu obyek yang sedang diamati, sebagai hasil liputan atau rekaman suatu alat pemantau/sensor, yang dipasang pada wahana satelit ruang angkasa dengan ketinggian lebih dari 400 km dari. Proses interpretasi atau penafsiran terlebih dahulu sebelum citra satelit digunakan. Pada tahun 1994 pemerintah Amerika Serikat mengambil keputusan untuk mengizinkan perusahaan sipil komersial untuk memasarkan data penginderaan jauh resolusi tinggi, yaitu antara satu sampai empat meter (Jensen, 1996).

Jenis Citra Satelit berdasarkan tingkat resolusi spasial. Kemampuan sensor dalam merekam obyek terkecil pada tiap pikselnya ini disebut dengan resolusi spasial. Berdasarkan tingkatan resolusinya citra satelit dibedakan menjadi 3 macam, yaitu :

- a) Citra resolusi sedang, memiliki resolusi spasial 2.5 m s/d 10 m (Citra satelit SPOT)
- b) Citra resolusi tinggi, memiliki resolusi spasial 0.6 m s/d 1 m (Citra satelit Ikonos dan Quickbird)
- c) Tingkat resolusi spasial citra satelit ini dipengaruhi oleh kemampuan sensor dalam merekam objek yang terkecil, Satelit Landsat TM mampu merekam obyek terkecil dilapangan sebesar 30 x 30 meter, Satelit Ikonos merekam dengan obyek terkecilnya 1 x 1 meter. QuickBird dengan ukuran obyek terkecilnya 0,6 x 0,6 meter.

Citra satelit terbentuk dari serangkaian matrik elemen gambar yang disebut dengan piksel. Piksel merupakan unit terkecil dari sebuah citra. Piksel sebuah citra pada umumnya berbentuk segi empat dan mewakili suatu area tertentu pada citra. Jika sebuah sensor memiliki resolusi spasial 20 meter dan citra dari sensor tersebut menampilkannya secara penuh, maka masing-masing piksel akan mewakili area seluas 20 x 20 meter. Citra yang menampilkan area dengan cakupan yang luas biasanya memiliki resolusi spasial yang rendah. Perjalanan energi dalam sistem penginderaan jauh dapat dilihat pada gambar berikut :



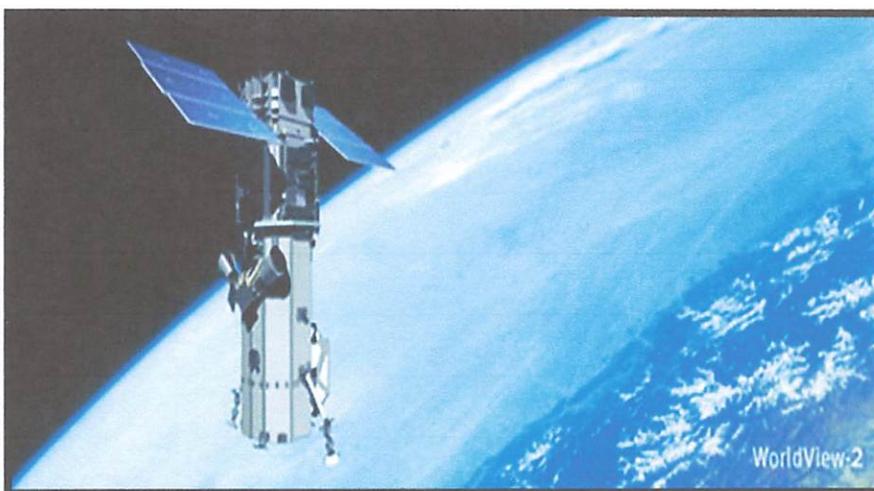
Gambar 2.1 Sistem perolehan data penginderaan jauh ( sumber : (Jensen, 1996).

Keterangan gambar :

- A : Matahari sebagai sumber energi
- B : Gelombang elektromagnetik berjalan menuju obyek
- C : Berbagai obyek dimuka bumi dengan berbagai karakter
- D : Gelombang elektromagnetik dipantulkan obyek
- E : Energi pantulan ditangkap sensor penginderaan jauh
- F : Data rekaman energi pantulan dikirim ke stasiun bumi
- G : Data rekaman energi pantulan diolah menjadi citra
- H : Citra siap digunakan untuk berbagai aplikasi

### 2.3. *Worldview-2*

Satelit *worldview-2* adalah satelit generasi terbaru dari *Digitalglobe* yang diluncurkan pada tanggal 8 oktober 2009. Citra Satelit yang dihasilkan memiliki resolusi spasial juga memiliki spektral yang lebih lengkap dibandingkan produk citra yang sebelumnya. Resolusi yang dimiliki citra *worldview-2* adalah 0,46m 0,50m untuk citra pankromatik, 1,84m untuk citra multispektral. Citra multisprtral dari *worldview-2* memiliki jumlah band sebanyak 8band, sehingga sangat memadai bagi keperluan analisis spasial sumber daya alam dan lingkungan hidup (Anonim, 2012).



Gambar 2.2 Contoh dari nilai resolusi spasial sebuah citra satelit (satimagingcorp 2012).

Gambar 2.2 Resolusi spasial berkenaan dengan ukuran sebuah piksel citra yang mewakili suatu area di permukaan bumi. Klasifikasi citra berdasarkan resolusi dibagi menjadi tiga kelompok yaitu : 0,4-5m (Resolusi Tinggi), 6-30m (Resolusi Sedang), 31m- 1000m (Resolusi Rendah). Sebagai contoh, citra-citra dari satelit *GeoEye-1*, *WorldView-2*, *WorldView-1*, *QuickBird*, *IKONOS*, *FORMOSAT-2*, and *SPOT-5* adalah citra bersolusi tinggi. Citra-citra dari satelit *ASTER*, *LANDSAT 7*, *CBERS-2*, dan *SPOT 4* dikelompokkan pada citra bersolusi menengah. Sedangkan citra-citra dari satelit *NOAA AVHRR*, *Terra* dan *Aqua MODIS* dikelompokkan ke citra bersolusi rendah.

Tabel 2.1 Spesifikasi Citra *Worldview 2*

Spesifikasi Citra Stelit	Keterangan
Peluncuran	Tanggal : 8 oktober 2009. Roket Peluncur : Vandenberg Air Force Base, California
Orbit	Tinggi : 770 km sun synchronous, jam 10:30 am descending node Periode Orbit : 100 menit
Masa Operas	7,25 tahun, meliputi seluruh yang terpakai dan yang mengalami penyusutan
Dimensi Satelit, Bobot dan Power	4,3m tinggi X 2,5 m lebar, 7,1m lebar panel energi surya. Bobot : 2800 kg 3,2 kw panel surya, 100 Ahr battery
Sensor Bands	Pankromatik 8 Multispektral: 1. 4 standar colour: blue, green, red, near-IR1 2. 4 new color : coastal, yellow, red edge, near-IR 2
Resolusi sensor	Pankromatik : 0.46 meter GSD pada nadir 0.52 meter GSD pada 20° off-nadir Multispektral: 1.84 meter GSD pada nadir 2.08 meter GSD pada 20° off-nadir
Lebar Sapuan	16,4 km
Dynamic Range	11bit per pixel

Kapasitas Penyimpanan	2199 gigabait
Perekaman per orbit	524 giga bait
Maksimal area terekam pada sekali lintas	65,6 km x 110 km mono. 48km x 110 km streo
Putaran ke lokasi yang sama	1,1 hari pada 1m atau kurang 3,7 hari pada 0,52m
Ketelitian Lokasi	6,5m CE 90, dengan perkiraan antara 4,6 s/d 10,7m. 2,0m jika menggunakan registrasi titik control tanah.

#### 2.4. Konsep restorasi Citra Satelit

Data hasil rekaman sensor pada satelit maupun pesawat terbang merupakan representasi dari bentuk permukaan bumi yang tidak beraturan. Meskipun terlihat daerah yang datar, tetapi area yang direkam sesungguhnya mengandung kesalahan (*distorsi*) yang diakibatkan oleh pengaruh kelengkungan bumi dan atau oleh sensor itu sendiri. Ditinjau dari sumber kesalahannya, distorsi disebabkan oleh kesalahan internal dan kesalahan eksternal.

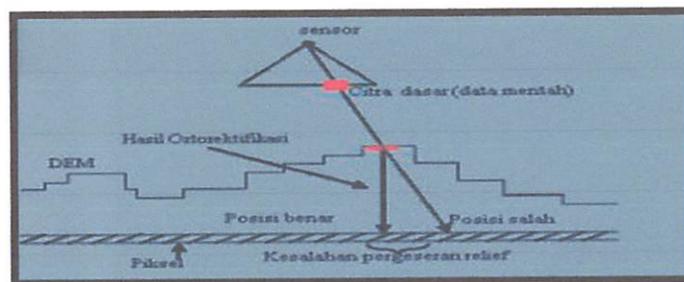
1. Kesalahan Internal yang disebabkan oleh konfigurasi sensor yaitu:
  - a. Pembelokan arah penyinaran.
  - b. Abrasi sub-sistem optic.
  - c. Scanning system tidak linier.
2. Kesalahan Eksternal, yaitu:
  - a. Perubahan ketinggian wahana dan satelit.
  - b. Perubahan posisi wahana terhadap objek.
  - c. Rotasi bumi.
  - d. Kelengkungan bumi.

### 2.4.1 OrtoRektifikasi

Ortorektifikasi merupakan proses memposisikan kembali citra sesuai lokasi sebenarnya, dikarenakan pada saat pengambilan data terjadi pergeseran (*displacement*) yang diakibatkan posisi miring pada satelit dan variasi topografi. Ortorektifikasi dapat dilakukan dengan beberapa metode, masing-masing metode memiliki model matematik sehingga data yang dibutuhkan serta hasilnya tidak sama. Salah satu metode ortorektifikasi adalah *Toutin's Mode* (Purwadhi, 2008).

Pada metode *Toutin's Mode*, ortorektifikasi dilakukan dengan menggunakan data titik kontrol tanah yang telah didapatkan dari hasil pengukuran dengan data DEM TerraSAR-X sebagai tambahan untuk koordinat tinggi sebenarnya. Metode lain umumnya digunakan untuk koreksi geometrik yang lebih sederhana dan tidak bergantung pada informasi ketinggian sehingga dapat digunakan pada hampir semua jenis data penginderaan jauh. Penggunaan DEM TerraSAR-X pada proses Ortorektifikasi:

1. Untuk membangun basis data sebuah pemodelan sistem informasi geografis
2. Untuk identifikasi sampel yang mengacu pada koordinat peta
3. Untuk membuat sebuah peta citra / foto yang berskala tepat
4. Untuk membandingkan sebuah citra dalam berbagai skala
5. Untuk meningkatkan ketepatan hitungan jarak dan luas pada citra
6. Untuk membuat mosaik citra

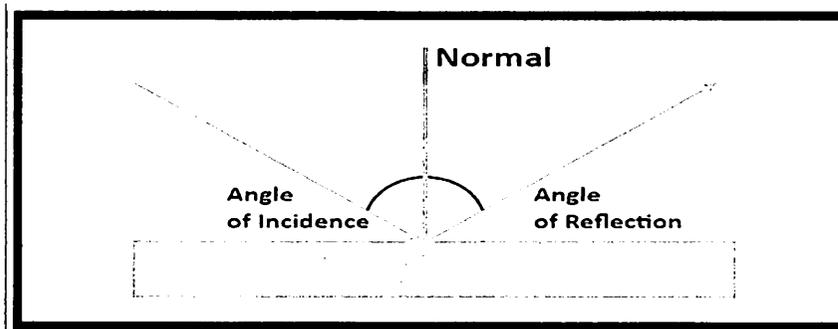


Gambar 2.3 Konsep koreksi Ortorektifikasi.

### 2.4.2 *Incidence Angle*

*Incidence angle* merupakan sudut yang dibentuk antara pancaran gelombang radar dengan garis yang tegak lurus terhadap permukaan objek. Generalisasi dari kasus gelombang dengan arah datang normal di mana membentuk sudut  $20^\circ$  dengan bidang batas, sehingga merupakan kasus yang lebih kusus (Prasetyo, 2009).

Pada analisis metode permasalahan ini mengharuskan kita ( seperti biasanya) untuk terlebih dahulu menetapkan sistem koordinat yang akan digunakan. Dengan bidang perbatasan yang diasumsikan berada di bidang misalnya secara umum sebuah gelombang datang akan memiliki arah rambatan yang melibatkan ketiga koordinat ruang  $x,y$  dan  $z$ , sedangkan dalam kasus gelombang datang normal, arah rambatan hanya melibatkan koordinat  $z$  saja.

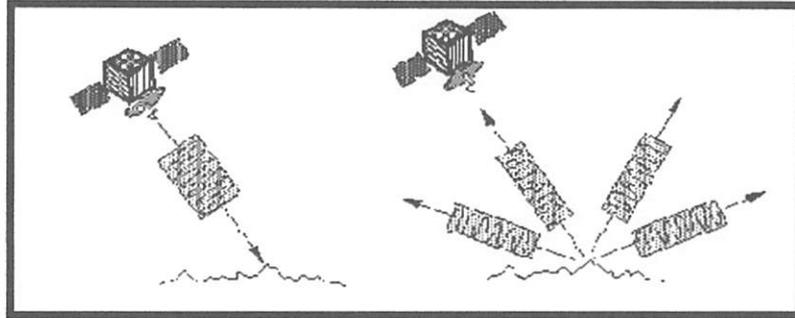


Gambar 2.4 Konsep koreksi *Incidence Angle*.

Ketika wahana memancarkan *Incidence Angle* memiliki bentuk geometrik sendiri. Berikut ini adalah faktor-faktor geometrik pada pencitraan, yaitu :

1. *Incidence Angle* Merupakan sudut yang dibentuk antara pancaran gelombang radar dengan garis yang tegak lurus terhadap permukaan objek.
2. *Depression Angle* Adalah sudut yang dibentuk dari arah horizontal ke arah garis pancaran gelombang radar.

3. *Look Angle* Merupakan sudut antara utara geografis dan arah pancaran gelombang radar atau dengan garis yang tegak lurus arah terbang wahana.
4. *Look Direction* Merupakan arah antenna saat melakukan pencitraan.



Gambar 2.5 Gelombang *Incidence Angle* yang dipancarkan satelit, kemudian dipantulkan kembali ke segala arah oleh permukaan bumi dan sebagian diterima kembali oleh satelit.

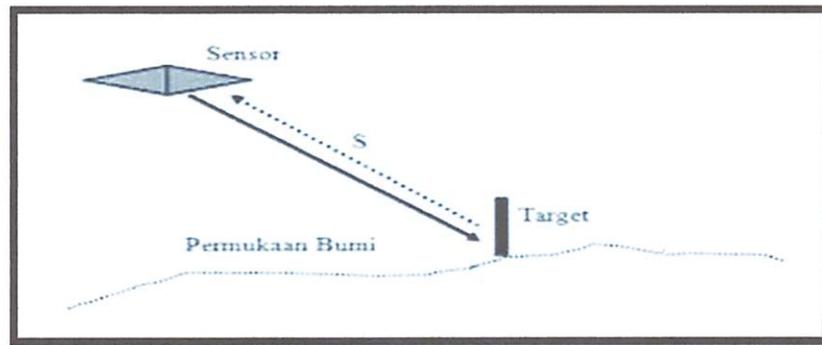
Pengukuran jarak antara sensor dengan target menggunakan rumus :

$$S = \frac{c\Delta t}{2}$$

c = Kecepatan cahaya.

S = Jarak antara sensor dengan target di permukaan bumi.

$Bt\Delta$  = Waktu tempuh gelombang elektromagnetik. Pada permukaan bumi, pulsa gelombang radar dipancarkan ke segala arah, sebagian pantulannya diterima kembali oleh sensor. Intensitas dari gelombang pantulan ini sangat lemah dibandingkan ketika dipancarkan.



Gambar 2.6 Cara kerja *Incidence Angle Sensor* memancarkan gelombang elektromagnetik ke target dan diterima kembali oleh sensor untuk menentukan jarak (S).

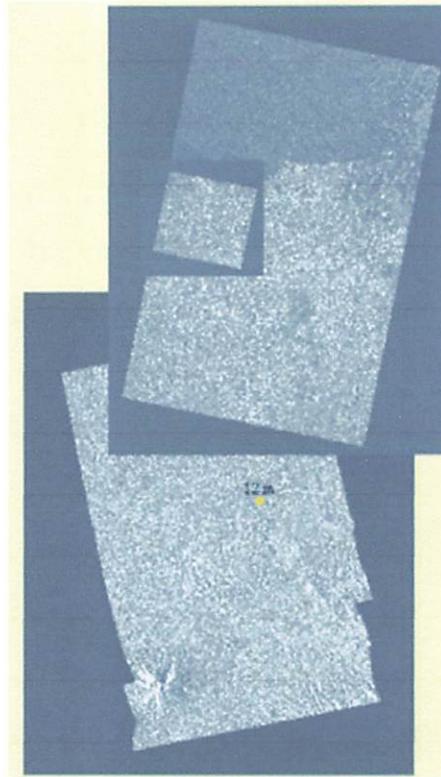
### 2.5. Pengertian DEM TerraSAR-X

DEM TerraSAR-X adalah pertama yang tersedia secara komersial radar satelit untuk menawarkan meter resolusi citra-produk yang satu TerraSAR diluncurkan pada Juni 2007 dan dioperasikan dalam publik Jerman, program kemitraan (PPP) pribadi antara Pusat Angkasa Jerman (DLR) sebuah d Astrium. Astrium's Infoterra GmbH bertanggung jawab atas eksploitasi komersial dari data TerraSAR. Teknologi dari SAR bertahap array aktif X-band utliizes pengalaman mendalam oleh para mitra PPP di aperture radar pesawat ruang angkasa sintetik (SAR) sistem, misalnya dari udara penginderaan jauh atau misi pesawat SIR-C/X-SAR dan SRTM. TerraSAR adalah pelengkap yang sangat baik untuk sistem optik seperti Quickbird, IKONOS, FormoSat-2 dan SPOT 5 dengan kemampuan SAR resolusi tinggi. Sikap yang tepat dan penentuan orbit TerraSAR-X memungkinkan ortorektifikasi tanpa titik kontrol tanah mencapai sebuah piksel gambar akurasi lokasi hingga 1m tergantung pada bantuan, sudut datang dan DEM yang tersedia. Diluncurkan masing-masing pada bulan Juni 2007 dan Juli 2010, satelit radarresolusi tinggi TerraSAR sanggup menangkap data permukaan bumi bebas dari awan kondisi pencahayaan. DEM resolusi tinggi TerraSAR-X memberikan solusi untuk data elevasi topografi yang detail dengan resolusi bisa mencapai di bawah 0.25 meter.



Gambar 2.7 TerraSAR-X.

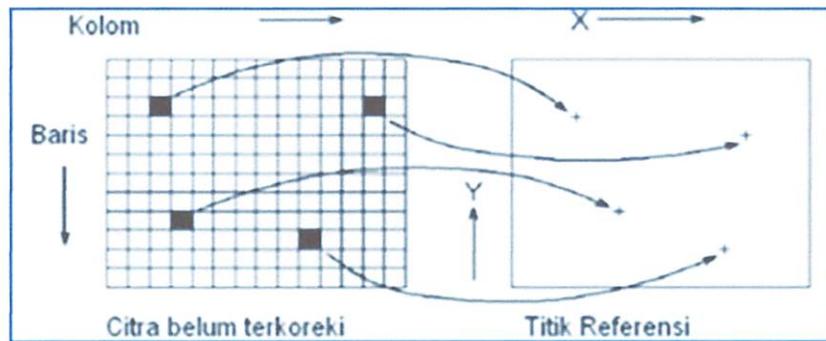
Data dari satelit ini sangat ideal untuk deteksi gerakan, tanah subsiden (amblasan), monitoring kapal, monitoring konstruksi atau bentuk lain dari deteksi perubahan fisik. Detail kecil seperti kendaraan atau pesawat udara dapat dilacak menggunakan DEM resolusi tinggi TerraSAR-X. Pemetaan penggunaan lahan dan proyeksi klasifikasi lain bisa mendapatkan keuntungan dari set data juga. Kemampuan akuisisi TerraSAR-X selanjutnya ditambah dengan dua mode akuisisi baru, yaitu TerraSAR-X Wide ScanSAR mode memberikan gambaran suatu wilayah hingga 400.000km<sup>2</sup> dalam akuisisi tunggal, sementara TerraSAR-X Staring SpotLight mode fitur resolusi hingga ke 0,25 m dan kualitas radiometrik ditingkatkan untuk kedetailan. Astrium menawarkan portofolio luas berkualitas tinggi produk data TerraSAR-X mode yang berbeda atau tingkat pengolahan tergantung pada pemanfaatannya. TerraSAR-X secara khusus dirancang untuk memenuhi kebutuhan pengguna komersial di seluruh dunia dan dioptimalkan untuk memberikan data untuk berbagai aplikasi canggih. Produk gambar radar ini ditentukan sesuai dengan kebutuhan individu dan persyaratan aplikasi dari setiap pelanggan sebelum akuisisi mereka. Produk citra dasar kemudian dapat ditingkatkan dalam rangka untuk mengoptimalkan data.



Gambar 2.8 Cakupan data TerraSAR pada pencitraan 8 dan 12 Februari 2008.

## 2.6. Metode Koreksi Geometrik

Transformasi geometrik yang paling mendasar adalah penempatan kembali posisi piksel sedemikian rupa. Sehingga pada citra digital yang tertransformasi dapat dilihat gambaran obyek dipermukaan bumi yang terekam sensor. Koreksi geometrik atau georeferensi adalah menghilangkan distorsi geometrik dari suatu geometrik citra. Distorsi ini dilakukan dengan melakukan analisa titik control tanah (*Ground Control Point*). *Ground control point* dapat diperoleh dari peta topografi, dengan memilih obyek-obyek yang koordinat posisi lokasinya tidak berubah karena perbedaan waktu. Hal ini dapat diterapkan melalui hubungan antara sistem koordinat citra ( $u, v$ ) dan sistem koordinat yang bergeoreferensi ( $x, y$ ), lihat gambar berikut :



Gambar 2.9 Transformasi antara ruang citra ke ruang koordinat georeferensi.

Koreksi geometrik dilakukan karena proses perekaman data citra terdistorsi atau memiliki cacat yang diakibatkan gerak sapuan penjelajah dari satelit, gerak putaran bumi, dan bentuk permukaan bumi yang bulat. Distorsi geometris tersebut dapat terjadi dalam bentuk pergeseran pusat citra., perubahan ukuran citra, perubahan orientasi koordinat citra (*Skewed*) dan juga dapat berbentuk distorsi lain yang sifatnya tidak linier. Koreksi geometrik sederhana yang sering digunakan untuk mengatasi masalah-masalah tersebut diatas dan pproses rotasi citra, Skala citra dan translasi citra, yang semuanya termasuk dua dimensi dengan asumsi bahwa gangguan bersifat linier.

Prosedur yang diterapkan pada koreksi geometrik biasanya memperlakukan distorsi kedalam dua kelompok, yaitu distorsi yang dipandang sistematis atau dapat diperkirakan sebelumnya dan distorsi yang pada dasarnya dipandang acak atau tidak dapat diperkirakan sebelumnya (Lillesand dan Kiefer, 1994). Distorsi acak dan sistematis yang rumit dikoreksi dengan menggunakan analisis titik ikat (*Control Point*). Ada 3 cara yaitu :

1. *Ground Control Point*

Adalah pembetulan koordinat citra dengan membuat titik control lapangan sebagai acuan koordinat geografi yang sebenarnya.

2. Citra dengan Peta

Adalah suatu proses pembetulan atau restorasi (pemulihan) citra agar koordinat citra sesuai dengan koordinat geografi yang terdapat pada peta.

### 3. Citra ke Citra

Adalah mencocokkan posisi citra dengan citra lain atau mentransformasikan sistem koordinat citra ke citra yang sudah terkoreksi.

#### 2.6.1. Rotasi Citra

Bila gangguan terhadap citra tampak skewed, maka koreksi citra dapat dilakukan dengan rotasi. Rotasi akan mengubah orientasi koordinat dari citra. Rotasi citra tidak selalu digunakan untuk mengatasi suatu gangguan, kadang-kadang juga diperlukan perubahan orientasi koordinat citra seperti misalnya pada pengaturan tata letak gambar pada suatu dokumen.

Rotasi citra dapat dilakukan cara transformasi koordinat sebagai berikut:

$$X_{\text{baru}} = X \cos(\alpha) + Y \sin(\alpha) \dots \dots \dots (1)$$

$$Y_{\text{baru}} = -X \sin(\alpha) + Y \cos(\alpha) \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :  $\alpha$  = sudut rotasi arah lawan jarum jam

$X_{\text{citra}}$  = koordinat piksel citra asli

$Y_{\text{citra}}$  = koordinat baris citra asli

$X_{\text{baru}}$  = koordinat piksel citra baru

$Y_{\text{baru}}$  = koordinat baris citra baru

Untuk informasi *orthogonal* yaitu transformasi koordinat pada rotasi citra dengan sudut-sudut rotasi khusus  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ , atau  $270^\circ$  dapat dilakukan dengan cara yang lebih sederhana dan lebih cepat. Proses transformasinya dapat dilakukan dengan memindahkan setiap piksel citra ke koordinat baru piksel tersebut pada elemen suatu matriks di memori komputer. Pada akhir proses transformasi, seluruh elemen matriks tersebut dapat dipindahkan secara langsung pada memori penyimpanan citra. Sedangkan rumus transformasi koordinat yang digunakan secara sederhana dapat digambarkan sebagai berikut:

Rotasi 90° ;

$$X_{\text{baru}} = Y \dots\dots\dots(3)$$

$$Y_{\text{baru}} = (W + 1) - X \dots\dots\dots(4)$$

Rotasi 180°;

$$X_{\text{baru}} = (W+1) - X \dots\dots\dots(5)$$

$$Y_{\text{baru}} = (H + 1) - Y \dots\dots\dots(6)$$

Rotasi 270°;

$$X_{\text{baru}} = (H + 1) - Y \dots\dots\dots(7)$$

$$Y_{\text{baru}} = X$$

Dimana :  $W$  = banyaknya piksel pada suatu baris

$H$  = banyaknya baris pada citra

Yang termasuk juga pada transformasi orthogonal adalah memutar atau membalik citra sepanjang sumbu X dengan :

$$X_{\text{baru}} = X$$

$$Y_{\text{baru}} = (H + 1) - Y \dots\dots\dots(8)$$

Dan membalik sepanjang sumbu Y dengan :

$$X_{\text{baru}} = (W + 1) - X \dots\dots\dots(9)$$

$$Y_{\text{baru}} = Y$$

Juga transpose citra sepanjang diagonal utama dengan :

$$X_{\text{baru}} = (H + 1) - Y \dots\dots\dots(10)$$

$$Y_{\text{baru}} = (W + 1) - X$$

Dan transpose sepanjang diagonal kedua dengan :

$$X_{\text{baru}} = Y \text{ citra}$$

$$Y_{\text{baru}} = X \text{ citra}$$

### 2.6.2. Skala Citra

Bila gangguan citra menyebabkan perubahan ukuran dari citra, maka gangguan tersebut dapat diatasi dengan melakukan skala citra. Prose perubahan suatu ukuran skala citra, yaitu diperbesar atau diperkecil. Sering dibutuhkan untuk keperluan detail, untuk peragaan pada layar

masi koordinat citra asal ke citra lebih besar maupun lebih kecil dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$X_{\text{baru}} = S_x * X \dots \dots \dots (1)$$

$$Y_{\text{baru}} = S_y * Y \dots \dots \dots (2)$$

Dimana  $S_x$  dan  $S_y$  adalah faktor skala. Pada kondisi dimana faktor skala  $S_x$  untuk transformasi koordinat X dan  $S_y$  untuk transformasi koordinat Y besarnya tidak sama, maka gambar yang misalnya semula berbentuk bujur sangkar akan berubah menjadi empat persegi panjang.

## **2.7. Standar Ketelitian Peraturan Kepala BIG No. 15 Th. 2014**

Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial ini merupakan peraturan yang mengatur pedoman teknis mengenai syarat dan ketentuan dalam standar ketelitian peta dasar, diantaranya meliputi ketentuan untuk ketelitian geometri. Peraturan ini disusun dan dimutakhirkan dengan memperhatikan perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, kemampuan nasional yang ada, dan standar atau spesifikasi teknis yang berlaku secara nasional atau internasional. Ketelitian geometri adalah nilai yang menggambarkan ketidakpastian koordinat posisi suatu obyek pada peta dibandingkan dengan koordinat posisi obyek yang dianggap posisi sebenarnya. Komponen ketelitian geometri terdiri atas ketelitian horisontal dan ketelitian vertikal (BIG, 2014).

### **2.7.1. Ketelitian Horisontal**

Toleransi ketelitian horisontal ini dibagi menjadi 3 (tiga) kelas. Kelas 1 toleransinya adalah 0.2 mm x bilangan skala, Kelas 2 toleransinya adalah 0.3 mm x bilangan skala, dan Kelas 3 toleransinya adalah 0.5 mm x bilangan skala. Adapun hubungan antara toleransi ketelitian horisontal terhadap skala ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 2.2 Hubungan Skala Horisontal dengan Toleransi Ketelitian Horisontal Ketentuan BIG

Skala	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
	CE90% (m)	CE90% (m)	CE90% (m)
1 : 500	0.1	0.15	0.25
1 : 1000	0.2	0.3	0.5
1 : 1500	0.3	0.45	0.75
1 : 2000	0.4	0.6	1
1 : 2500	0.5	0.75	1.25
1 : 5000	1	1.5	2.5

Nilai ketelitian horisontal menurut ketentuan BIG dapat dihitung dari nilai RMSE<sub>x</sub> dengan selang kepercayaan 90%. Jika kesalahan horisontal terdistribusi secara normal pada setiap komponen dan kesalahan x dan y untuk komponen x sama dengan independen dari kesalahan untuk komponen y, maka faktor pengali yang digunakan untuk menghitung ketelitian horisontal pada level kepercayaan 90% adalah 2.146 (*Greenwalt dan Schultz, 1968, dalam FGDC, 2013*). Ketelitian horisontal dengan selang kepercayaan 90% atau CE90 (Circular Error 90%) dapat dihitung dengan persamaan (2.20).

$$\begin{aligned} CE90 &= 2.146 * RMSE_x = 2.146 * RMSE_y \\ &= 2.146 * RMSE_{xy} / 1.4142 \end{aligned}$$

$$CE90 = 1.5175 * RMSE_{xy} \dots \dots \dots (2.20)$$

dimana, CE90 : Nilai ketelitian horisontal dengan tingkat kepercayaan 90%

### 2.7.2. Ketelitian Vertikal

Toleransi ketelitian vertikal juga dibagi menjadi 3 (tiga) kelas. Kelas 1 toleransinya adalah 0.5 x interval kontur, Kelas 2 toleransinya adalah 1.5 x interval kontur, dan Kelas 3 toleransinya adalah 2.5 x interval kontur. Adapun hubungan antara toleransi ketelitian vertikal terhadap skala vertikal dan interval kontur ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 2.3 Hubungan Interval Kontur dengan Toleransi Ketelitian Vertikal Ketentuan BIG

Skala	Interval Kontur	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
	(m)	CE90% (m)	CE90% (m)	CE90% (m)
1 : 500	0.25	0.125	0.375	0.875
1 : 1000	0.5	0.25	0.75	1.75
1 : 1500	0.75	0.375	1.125	2.625
1 : 2000	1	0.5	1.5	3.5
1 : 2500	1.25	0.625	1.875	4.375
1 : 5000	2.5	1.25	3.75	8.75

Nilai ketelitian vertikal dapat dihitung dari nilai RMSEz dengan selang kepercayaan 90%. Faktor pengali yang digunakan untuk menghitung ketelitian vertikal pada selang kepercayaan 90% adalah 1.6449 (*Greenwalt dan Schultz, 1968, dalam FGDC*). Sehingga ketelitian vertikal dengan selang kepercayaan 90% atau LE90 (Linier Error 90%), menurut ketentuan BIG dapat dihitung dengan persamaan (2.21).

$$LE90 = 1.6449 * RMSEz \dots\dots\dots(2.21)$$

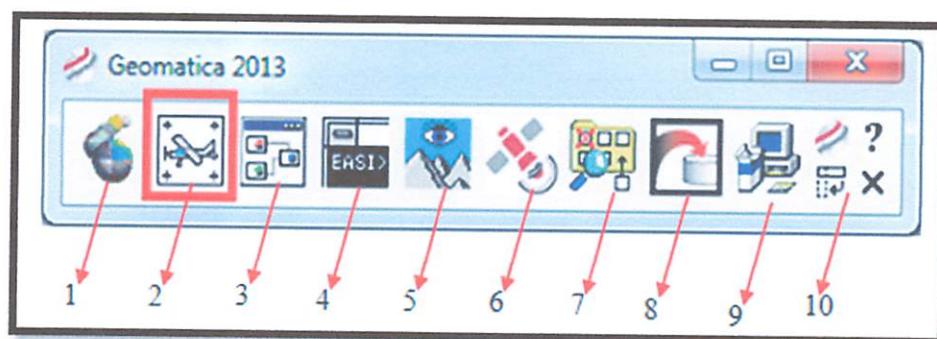
dimana, *LE90* : Nilai ketelitian vertikal dengan tingkat kepercayaan 90%.

## 2.8. PCI *Geomatica* 2013

PCI *Geomatica* adalah pengembang terkemuka dunia perangkat lunak dan sistem untuk penginderaan jauh, pengolahan citra, dan fotogrametri. Dengan lebih dari 30 tahun pengalaman dalam industri geospasial, PCI diakui secara global untuk keunggulan dalam menyediakan perangkat lunak untuk secara akurat dan cepat pengolahan baik satelit dan fotografi udara.

*Geomatica* sangat membantu menganalisis dan memecahkan masalah yang menantang yang kita hadapi dalam pelayanan terhadap lingkungan, serta untuk menyediakan dukungan untuk GIS umum dan tugas-tugas pengolahan gambar. Dengan rilis terbaru dari *Geomatica*. PCI Geomatics terus mendorong batas-batas kinerja dan memungkinkan para profesional geospasial untuk memecahkan masalah di dunia nyata lebih cepat dan biaya-efektif.

*Geomatica* 2013 termasuk alat lisensi dari Sentinel yang sekarang memiliki kemampuan untuk mengunci perangkat lunak tanpa menggunakan hardware dongle. Jika Anda memiliki dongle yang ada, Anda masih akan dapat mengunci perangkat lunak menggunakan dongle atau Anda dapat memilih untuk beralih ke dongle-kurang solusi lisensi. *Geomatica* 2013 juga mencakup versi terbaru dari Lisensi alat Sentinel Server. Komponen-komponen PCI *GEOMATICA* 2013 adalah sebagai berikut :



Gambar 2.10 PCI *Geomatica* 2013.

### 1. Fokus



*Geomatica* Fokus adalah lingkungan visual untuk bekerja dengan berbagai data, termasuk citra, vektor, dan bitmap grafis. Ini adalah aplikasi

untuk melihat, meningkatkan, dan memeriksa citra penginderaan jauh seperti *LANDSAT*, *SPOT*, *RADARSAT*, *ERS-1*, *NOAA AVHRR*, Ikonos, dan foto udara. Hal ini juga memungkinkan pengguna untuk overlay data GIS dan melihat informasi atribut disertakan dengan data tersebut. Fokus mencakup banyak alat yang berguna display, seperti cepat menjelajah dan zoom, peningkatan gambar, angka nilai tampilan, dan menampilkan tabel atribut. Fokus adalah mesin utama dalam visualisasi Geomatika. Untuk rilis 2013, Geomatika adalah mengambil visualisasi ke tingkat yang lebih tinggi. Perbaikan data telah dibuat. Fokus ketika mengaktifkan *Open-MP* Ini merevolusi kinerja tugas sehari-hari seperti loading, panning, dan zooming gambar.

## 2. OrthoEngine

*Geomatica OrthoEngine* adalah aplikasi *Georeferencing* dan *mosaicking* yang kuat, akurat, dan mudah dipelajari. Ini menghasilkan tepat gambar geometris dikoreksi dari *airphotos*, *frame* kamera digital, dan citra satelit optik dan radar. Gambar sederhana dan transformasi foto dapat dilakukan melalui Lempeng *Spline* model matematika Polinomial dan TIN. *OrthoEngine* menyediakan alat untuk mengekstraksi DEM secara otomatis dari *airphotos stereo*, *frame* kamera digital, dan citra satelit. Alat otomatisasi produksi yang berorientasi meningkatkan efisiensi pengolahan. Georeferensi gambar dapat diekspor dalam berbagai format untuk digunakan di banyak GIS / CAD / paket perangkat lunak peta. Tergantung pada paket yang telah berlisensi, model matematika yang berbeda akan menjadi tersedia.

## 3. Modeler

PCI *Visual Modeler* menyediakan metodologi interaktif untuk pengembangan pengolahan data sederhana dan kompleks. *Modeler* menyediakan akses ke sejumlah operasi standar seperti data impor dan ekspor, serta banyak program pengolah EASI. Pengguna dapat membangun model pengolahan dengan menempatkan program EASI

(program berlisensi) di *kanvas Modeler*, dan menghubungkan melalui pipa untuk menciptakan aliran proses. Parameter untuk program yang kemudian ditetapkan dalam panel kontrol, setelah itu model dapat dieksekusi. Selama pelaksanaan model, isyarat grafis mengikuti aliran data melalui proses. Berjalan berikutnya dari *Modeler* mungkin mulai pada setiap titik dalam aliran proses. Pengguna dapat memiliki hasil antara ditampilkan dalam pengguna.

#### 4. EASI

*Geomatica* EASI adalah antar muka baris perintah. Bahasa perintah EASI dapat digunakan untuk membuat dan menjalankan program EASI, dan menulis prosedur yang rumit. The EASI tombol pada toolbar *Geomatica* membuka jendela terminal EASI.

#### 5. FLY!

*Geomatica* FLY! adalah sebuah aplikasi X / Motif interaktif. Ini menyediakan dekat visualisasi *real-time* gerakan melalui data gambar, dengan model elevasi digital yang mendasari (DEM).

#### 6. SPTA

SAR *polarimetric* Analisis Target (SPTA), yang merupakan komponen kunci dari *polarimetric* SAR *add-on* modul, sekarang tersedia dari toolbar *Geomatica*. Aplikasi SPTA memungkinkan Anda memilih target dalam tampilan *polarimetric* SAR (*synthetic aperture radar*) *scene*, menggambar sasaran (atau beban yang sudah ada), melakukan berbagai operasi *polarimetry* di atasnya, dan menampilkan hasil numerik dan grafis. SAR *polarimetric* Analisis Target (SPTA), yang merupakan komponen kunci dari *polarimetric* SAR *add-on* modul, sekarang tersedia dari toolbar *Geomatica*. Aplikasi SPTA memungkinkan Anda memilih target dalam tampilan *polarimetric* SAR (*synthetic aperture radar*) *scene*, menggambar sasaran (atau beban yang sudah ada), melakukan berbagai operasi *polarimetry* di atasnya, dan menampilkan hasil numerik dan grafis.

## 6. Chip Manager

*Geomatica* aplikasi *Manajer Chip* memungkinkan Anda mengelola citra *Chip* perpustakaan. Di antara fitur-fitur lainnya, *Chip Manager* memungkinkan Anda memasukkan, *searching / view, update*, dan menghapus *chip* gambar dalam gambar basis data keping. Anda juga dapat menggabungkan dua gambar *Chip file database*.

## 7. GeoRaster Metadata Mapper

Melalui opsi Spasial *Oracle*, *Oracle Database 11GB* menawarkan kemampuan untuk menyimpan, indeks, dan mengelola *fitur geografis* direpresentasikan dalam format raster. *The GeoRaster Metadata Mapper* adalah alat sederhana untuk membantu Anda dengan cepat dan efisien memuat data set raster ke dalam *database Oracle Spatial* Anda. *GeoRaster Metadata Mapper* adalah seorang yang dirancang untuk membuat file Pemetaan Bidang *Metadata*, yang berisi skema pemetaan untuk mentransfer *metadata* dari raster ke bidang dalam tabel *GeoRaster*.

File ini dapat digunakan dengan *orarasload* di *EASI* atau *Modeler* untuk mentransfer raster dalam proses *batch*. Mentransfer satu raster, *metadata*, dan nilai-nilai lain ke dalam tabel *GeoRaster* Memperbarui raster ada, *metadata*, dan nilai-nilai lain dalam tabel *GeoRaster*.

## 8. Lisensi Utilitas

Lisensi *Utilitas* memungkinkan Anda untuk mengimpor file lisensi yang memberikan Anda akses penuh ke aplikasi *Geomatica* Anda.

## 9. PCI Geomatics Web Page

Tombol kecil menunjukkan *Geomatika* logo PCI meluncurkan situs web *PCI Geomatics*.

## BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN

### 3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian tugas akhir ini terletak didaerah Malang dengan luas 3.989,40 km<sup>2</sup> dengan ketinggian 440 - 667 m dari permukaan laut. Batas-batas wilayah Malang adalah :

- Utara : Kecamatan Singosari Kecamatan Karangploso
- Selatan : Kecamatan Tajinan dan Kecamatan Pakisaji
- Timur : Kecamatan Pakis dan Kecamatan Tumpang
- Barat : Kecamatan Wagir dan Kecamatan Dau



Gambar 3.1 Lokasi penelitian Kota Malang  
<https://www.google.co.id/maps/search/peta+lokasi+kota+malang+2016>

### **3.2. Alat dan Bahan Penelitian**

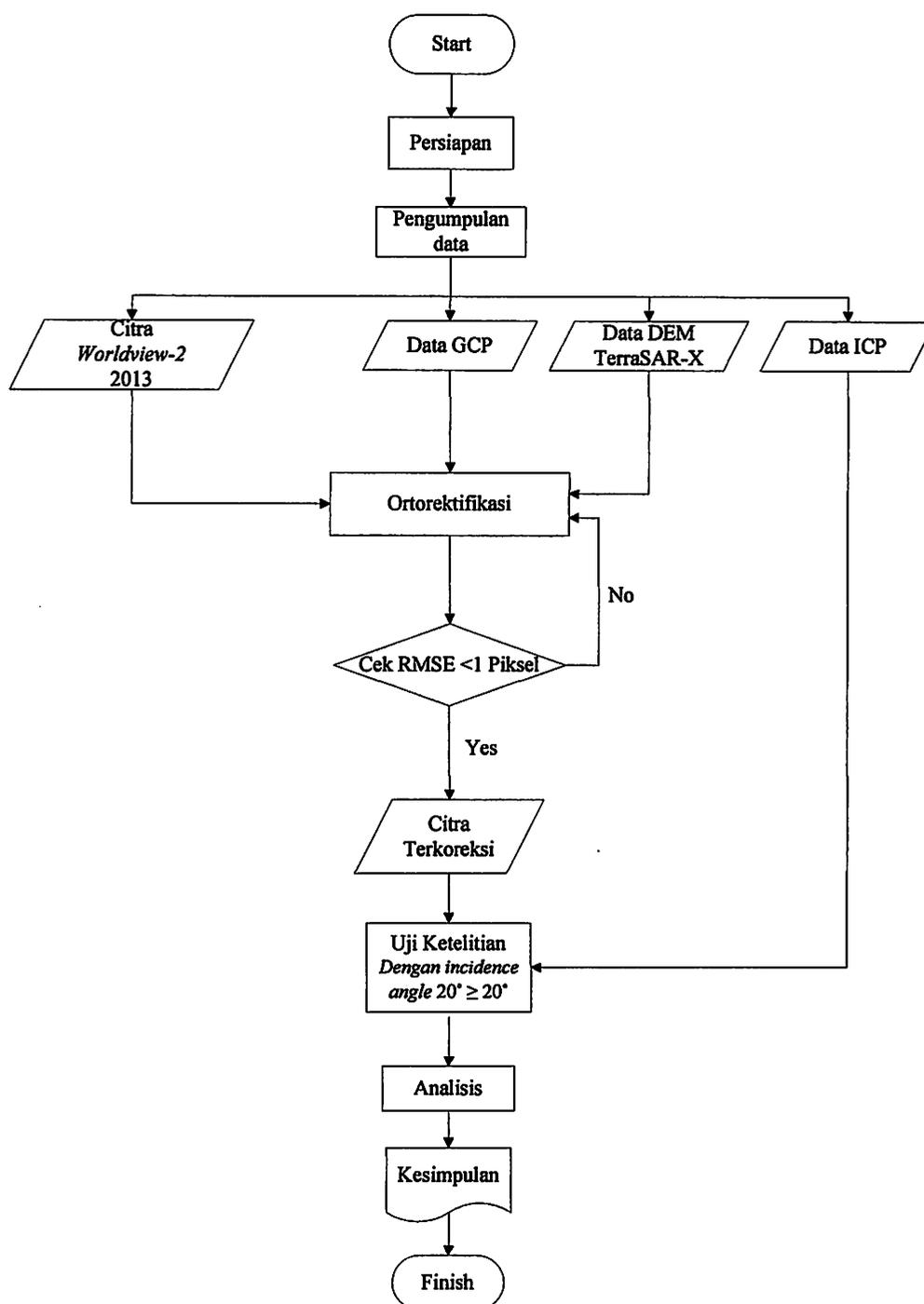
Alat dan bahan yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### **3.2.1. Peralatan Penelitian**

Peralatan yang digunakan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Perangkat Lunak (*Software*)
  - a. *Microsoft Excel 2007*
  - b. *Autocad Map 2004*
  - c. *Microsoft Active Sync*
  - d. *Spectra Precision Survey Office*
  - e. *Arcgis 10.1*
  - f. *PCI Geomatica 2013*
2. Perangkat Keras (*Hardware*)
  - a. Laptop
3. Data yang digunakan
  - a) GPS Geodetik Topcon GR-5
  - b) Data Citra *Worldview-2* Tahun 2013
  - c) Data ICP Dan GCP
  - d) Data DEM TerraSAR-X

### 3.3. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Digram alir penelitian

### Penjelasan Diagram Alir Penelitian :

#### 1. Persiapan

Tahap ini meliputi persiapan segala unsur kelancaran proses penelitian, berupa perangkat keras dan perangkat lunak.

#### 2. Pengumpulan data, meliputi :

- a) Data citra *Worldview-2* Kota Malang data Tahun 2013 dengan *Incidence Angle* 26, 29° *Sheet* 1 dan *sheet* 2 *Incidence Angle* 17, 39° *sheet*.
- b) GCP (*Ground Control Point*) dari hasil data GPS Topcon GR-5.
- c) ICP (*Independent Control Point*) ICP berfungsi untuk menguji ketelitian citra hasil koreksi metode ortorektifikasi.
- d) Data DEM TerraSAR-X yang diperoleh dari hasil Koordinat Grid UTM Zone 49S Datum WGS 48.

#### 3. Ortorektifikasi

Proses ortorektifikasi bertujuan untuk menentukan kesalahan sudut citra *Worldview-2*, terhadap pengaruh *incidence angle* dengan toleransi  $20^\circ \geq 20^\circ$  dari hasil ortorektifikasi terhadap citra skala besar. Teknik ini diperlukan karena untuk memperoleh kesalahan sudut ortorektifikasi citra.

#### 4. *Incidence Angle*

*Incidence Angle* merupakan sudut yang dibentuk antara pancaran gelombang radar dengan garis yang tegak lurus terhadap permukaan objek. Proses *Incidence Angle* ini menggunakan data citra *Worldview-2* kota Malang dan data titik kontrol tanah yang telah didapatkan dari hasil pengukuran, namun perbedaan kedua metode ini penggunaan data DEM TerraSAR-X, dimana ortorektifikasi dengan DEM TerraSAR-X dan *Incidence Angle* dilakukan tanpa DEM TerraSAR-X dengan kedua metode ini dilakukan dengan menggunakan *software PCI geomatica* 2013.

#### 5. RMS Error

Nilai RMS Error yang ditetapkan pada proses ortorektifikasi dan *Incidence Angle* citra adalah  $<1$  piksel.

## 6. Citra Terkoreksi

Proses hasil ortorektifikasi dimana proses tersebut akan diketahui RMS (*Roots Means Square Error*) atau nilai kesalahan dari setiap GCP dan ICP yang akan dianalisa dalam proses selanjutnya.

## 7. Uji ketelitian

Uji ketelitian dilakukan terhadap citra ter – ortorektifikasi dengan *incidence angle*  $20^\circ \geq 20^\circ$  dengan cara membandingkan koordinat hasil survai RTK dengan koordinat pada citra hasil ortorektifikasi.

## 8. Analisa

Analisa dilakukan membandingkan nilai ketelitian hasil uji akurasi dengan standar ketelitian peta dasar berdasarkan Standar Ketelitian Peraturan Kepala BIG No. 15 Th. 2014.

## 9. Kesimpulan

Kesimpulan ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh *incidence angle* citra resolusi tinggi terhadap kualitas hasil ortorektifikasi citra *Worldview-2* sebagai sumber peta dasar tata ruang hasil ortorektifikasi citra.

### 3.4. Proses Ortorektifikasi Citra dengan DEM TerraSAR-X

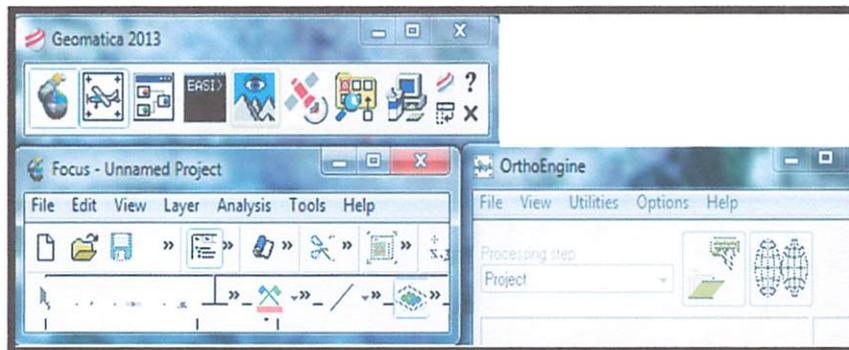
Tahapan dari proses pengolahan data dengan menggunakan *software* PCI Geomatica 2013 meliputi :

#### 3.4.1 Membuat Project Baru

Pada proses ortorektifikasi pada tahap pertama yang dilakukan adalah membuat project baru, adapun tahap – tahap yang dilakukan adalah :

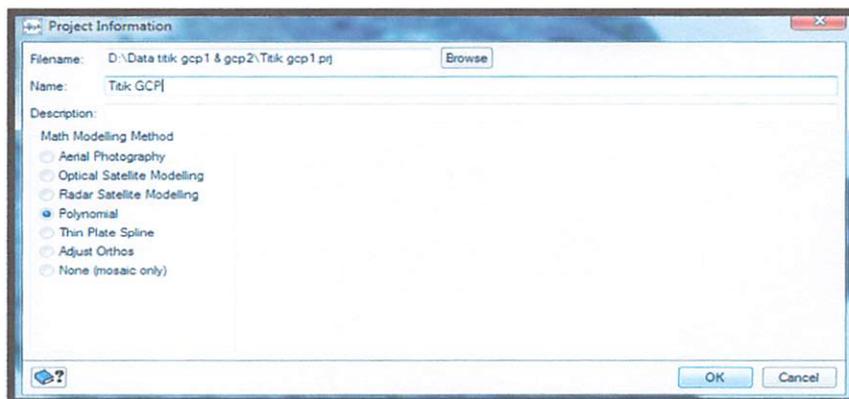
*Start – All Program – PCI Geomatics – Geomatica 2013 – Geomatica*

1. Pada tampilan menu PCI Geomatica 2013 pilih **OrthoEngine** 



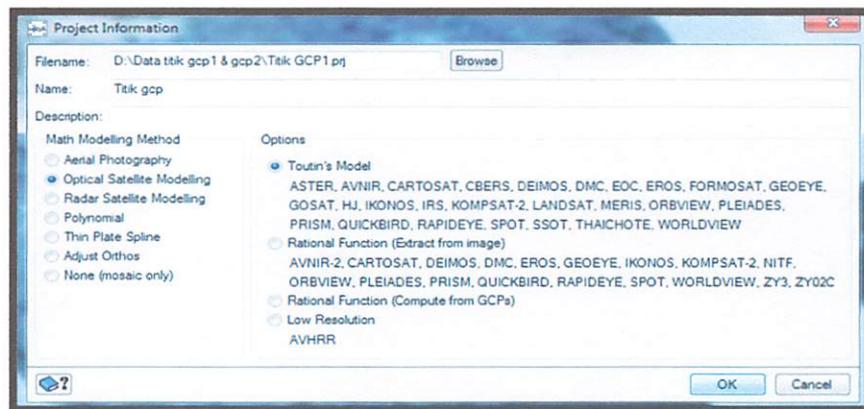
Gambar 3.3 Tampilan menu *OrthoEngine*

2. Pada jendela OrthoEngine, klik **File – New** lalu akan muncul jendela Project information. Buat file name baru, nama project yang baru, serta description (bila perlu).



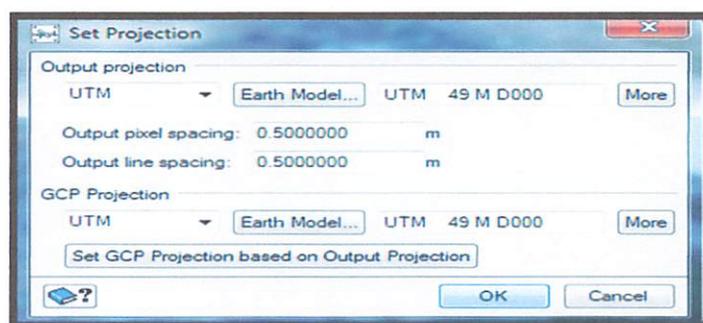
Gambar 3.4 Tampilan *project information*

3. Dikarenakan pada proses pengolahan data citra ini menggunakan citra satelit *Worldview-2* maka *Math Modelling Method* yang dipilih yaitu *Optical satellite Modelling* dan pada kolom options pilih *Toutin's Model* lakukan klik *ok*.



Gambar 3.5 Tampilan *optical satellite modeling*

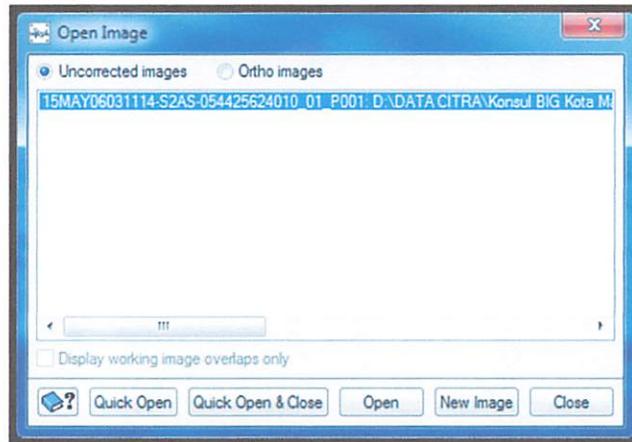
4. Setelah itu akan muncul jendela *Set Projection* pada *Output Projection* sesuaikan system koordinat yang diinginkan (system koordinat UTM, menggunakan datum dan ellipsoids WGS'84) klik *Accept*. Pada tampilan *UTM Zona* pilih *Zona 49 – 108 E to 114 E* klik *Accept*. Untuk *UTM Rows* pilih *Row M- 8 S to 0 N* klik *Accept*. Tentukan nilai *Output Pixel Spacing* dan *Output Line Spacing* dengan nilai 0.5 meter. Untuk GCP Projection klik *Set GCP Projection based on Output Projection* dan klik *Ok*.



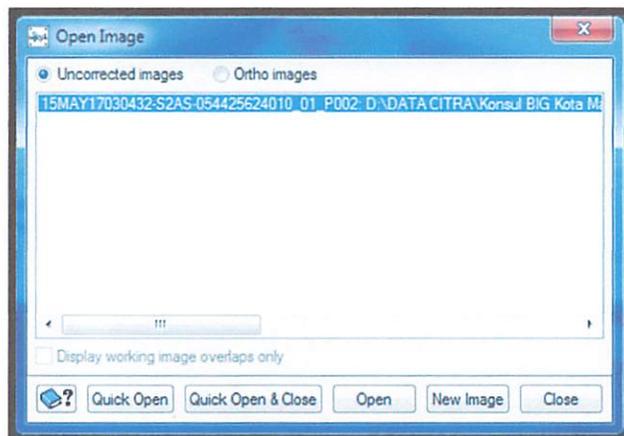
Gambar 3.6 Tampilan hasil *Set Projection*

5. Pada *processing step* kita memilih *Data Input*, dimana langkah ini kita memasukan data citra yang akan kita gunakan dalam proses

orthorektifikasi, dengan mengklik *open a New or exiting image*  dan pilih citra.

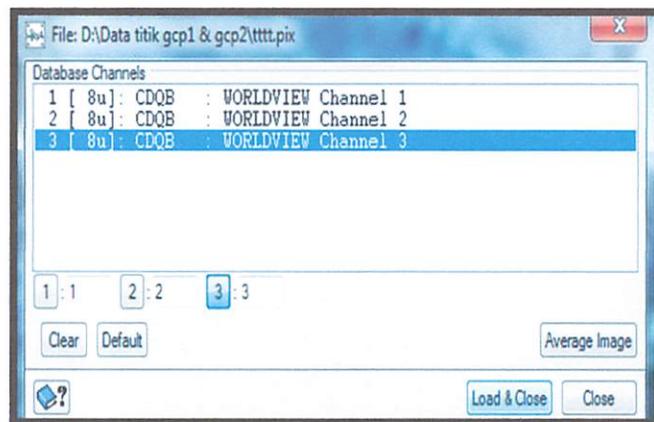


Gambar 3.7a. Tampilan menu *open image* citra *worldview-2* sheet 1



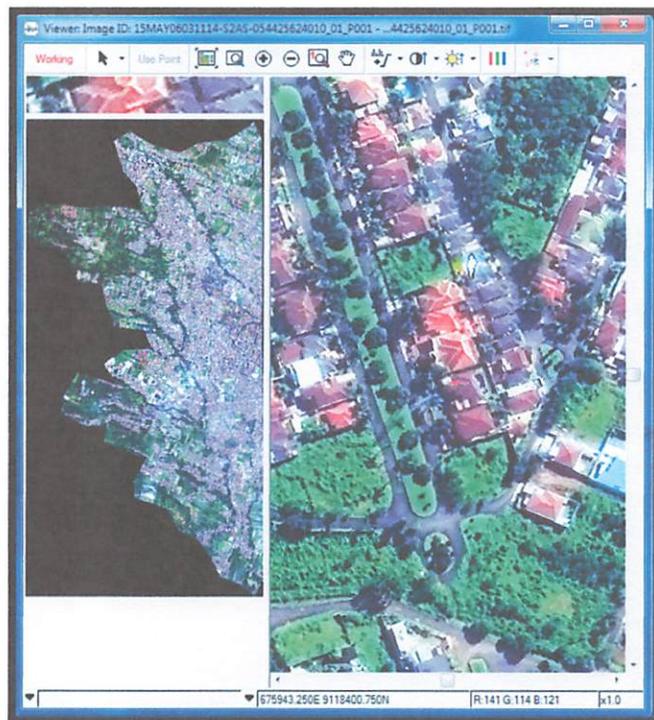
Gambar 3.7b. Tampilan menu *open image* citra *worldview-2* sheet 2

6. Pada jendela open image, klik file yang akan ditampilkan lalu open, selanjutnya masukan tiap *Channelnya* sesuai dengan nomor urutnya lalu klik *Load & Close*

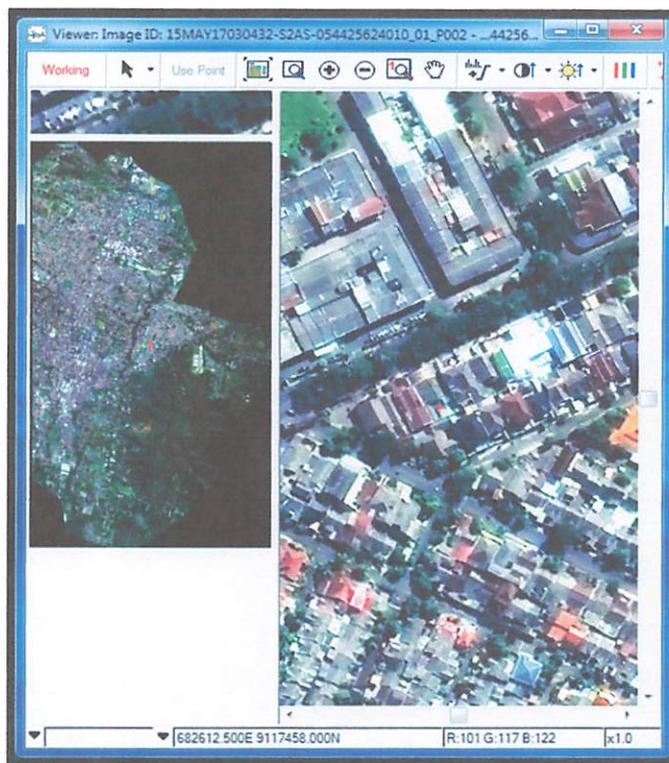


Gambar 3.8 Tampilan menu data *base chanel*

7. Maka akan muncul tampilan citra *Worldview-2* kota Malang yang akan di proses.

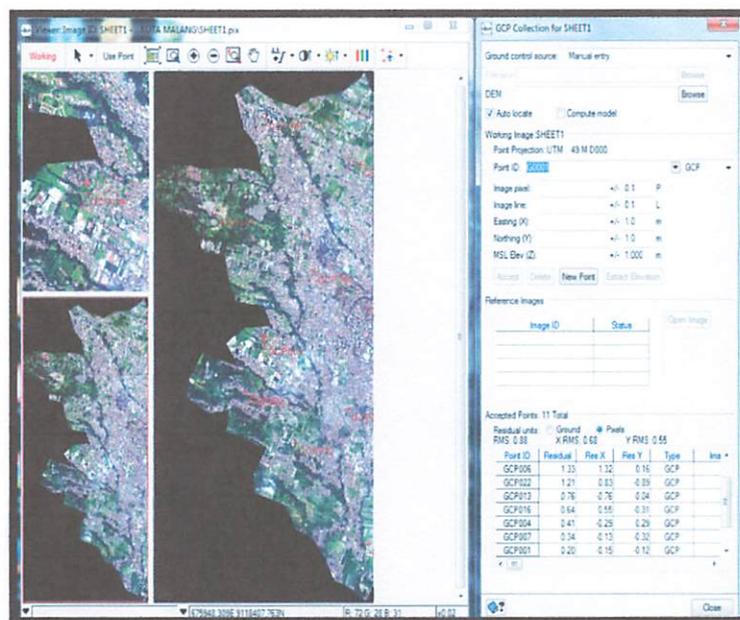


Gambar 3.9a. Tampilan citra satelit Kota Malang *Sheet 1*



Gambar 3.9b. Tampilan citra satelit Kota Malang *Sheet 2*

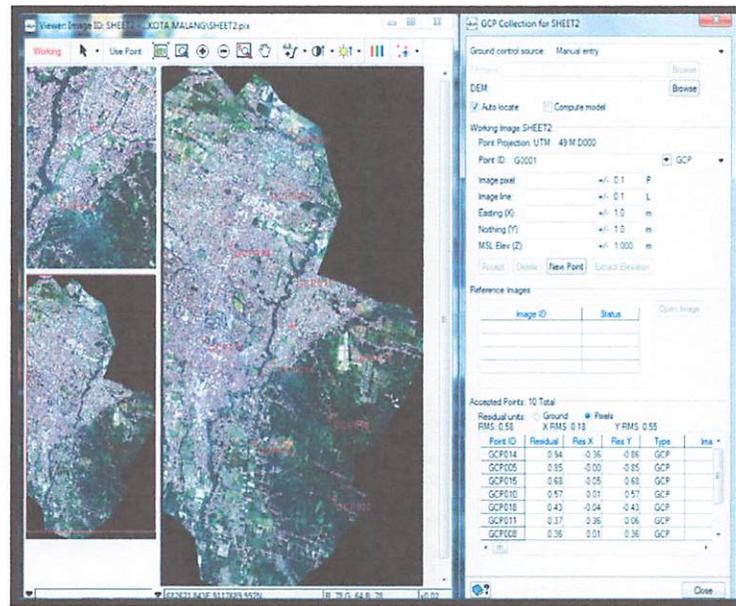
8. Pada *Processing Step* kita memilih *GCP/TP Collection*. Langkah selanjutnya memasukan titik-titik yang sudah ada kedalam citra satelit dengan cara pilih *Collect GCPs Manually* .
9. Pada kolom DEM masukan data DEM Terrasar, dengan format *file Tif*. Setelah itu masukan titik GCP yang berjumlah 11 titik untuk citra *sheet-1* dan 10 titik untuk citra *sheet-2*. Setiap titik GCP yang akan ditandai dalam data citra, masukan koordinat titik GCP yang telah ada (E,N) dan lakukan Proses *Extract Elevation* maka akan muncul nilai *MLS Elev (Z)* dalam tabel, klik *Use Point* agar titik tersebut ada dalam Label *Image Pixel* dan *Image Line* lalu klik *Accept*.
10. Setelah semua titik GCP telah dimasukan pada titik yang telah dimasukan akan muncul residual dari tiap GCP yang telah dimasukan.



Gambar 3.10a. Tampilan kotak dialog GCP/TP Collection citra kota malang Sheet 1

Tabel 3.1 Hasil Residual Report Titik GCP Citra Worldview-2 Kota Malang Sheet 1

Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type	Image X	Image Y	Ground X	Ground Y	Ground Z
GCP001	0,20	-0,15	-0,12	GCP	6694,9	2409,0	675993,085	9124000,214	538,20
GCP003	0,18	-0,16	0,07	GCP	12474,1	4792,9	678882,558	9122808,251	520,94
GCP004	0,41	-0,29	0,29	GCP	3739,8	7301,3	674513,807	9121553,894	585,79
GCP006	1,33	1,32	0,16	GCP	9674,6	10220,9	677483,470	9120093,860	486,29
GCP007	0,34	-0,13	-0,32	GCP	12981,0	12122,7	679136,150	9119143,273	463,80
GCP009	0,18	-0,11	-0,14	GCP	6633,8	13907,9	675962,404	9118250,471	496,04
GCP012	1,75	-1,10	1,37	GCP	8533,0	18981,9	676911,427	9115712,754	450,63
GCP013	0,76	-0,76	0,04	GCP	11696,6	17254,0	678493,605	9116577,353	437,31
GCP016	0,64	0,55	-0,31	GCP	12931,1	24140,4	679110,973	9113134,718	415,57
GCP021	0,17	-0,05	-0,16	GCP	5972,0	16580,8	675631,732	9116914,021	484,07
GCP022	1,21	0,83	-0,89	GCP	5523,6	16421,0	675408,080	9116994,277	487,98

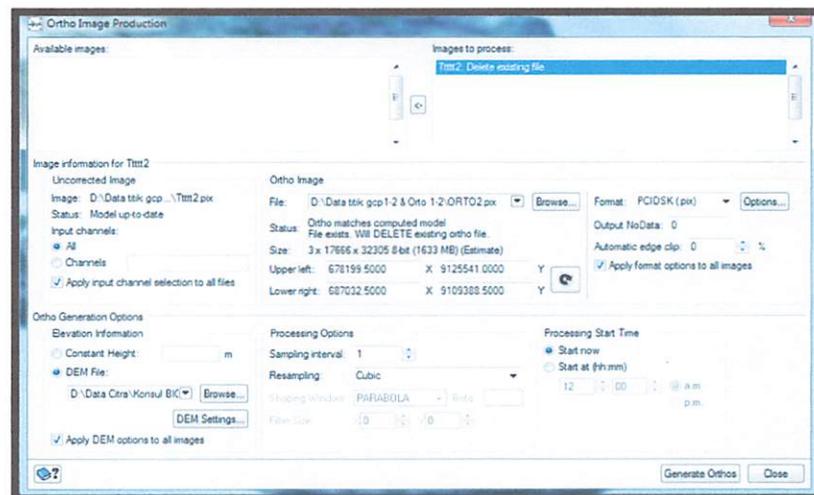


Gambar 3.10b. Tampilan kotak dialog GCP/TP Collection citra kota malang Sheet 2

Tabel 3.2 Hasil Residual Report Titik GCP Citra *Worldview-2* Kota Malang Sheet 2

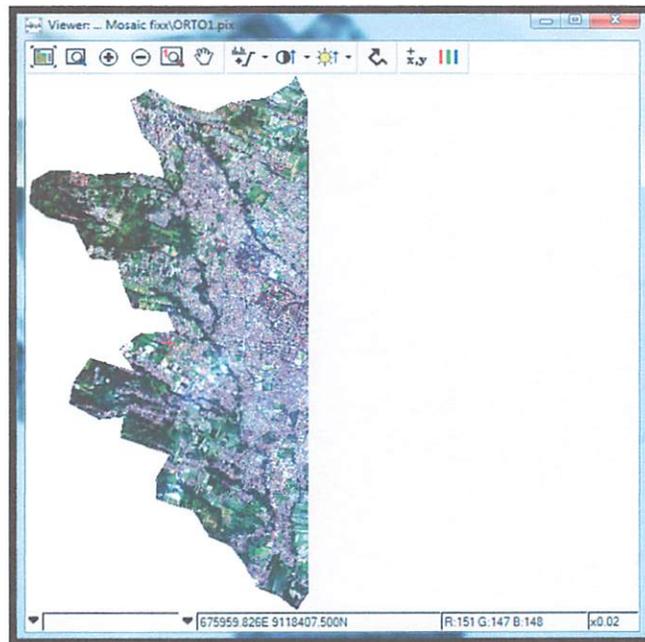
Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type	Image X	Image Y	Ground X	Ground Y	Ground Z
GCP002	0,35	-0,08	0,34	GCP	8758,0	3951,0	682588,513	9123547,743	454,91
GCP005	0,85	-0,00	-0,85	GCP	7170,0	7349,9	681794,443	9121848,905	462,20
GCP008	0,36	0,01	0,36	GCP	4701,3	10773,0	680559,972	9120136,812	457,08
GCP010	0,57	0,01	0,57	GCP	2992,8	16491,6	679705,296	9117277,633	444,53
GCP011	0,37	0,36	0,06	GCP	8894,4	12579,0	682656,595	9119233,992	435,55
GCP014	0,94	-0,36	-0,86	GCP	7607,2	17838,3	682012,659	9116604,996	428,41
GCP015	0,68	-0,05	0,68	GCP	12876,0	17111,0	684647,087	9116967,826	481,61
GCP017	0,11	0,09	-0,06	GCP	6304,1	22724,3	681361,378	9114161,876	426,80
GCP018	0,43	-0,04	-0,43	GCP	11357,6	21178,0	683887,723	9114933,146	575,84
GCP020	0,20	0,06	0,19	GCP	11583,0	26088,7	684001,154	9112479,738	567,44
GCP002	0,35	-0,08	0,34	GCP	8758,0	3951,0	682588,513	9123547,743	454,91

11. Setelah citra tersebut memiliki titik GCP, langkah berikutnya yaitu melakukan adjustment cara pilih **Model Calculation**  pada Processing Step, pilih dan klik Perform Block Adjustment sampai muncul OrthoEngine Masesenge dan klik **Ok**.
12. Pada processing Step pilih **Ortho Generation**. Pilih dan klik **Schedule Geometric Correction**  akan muncul jendela **Ortho Image Production**.
  - Pada kolom available image klik file yang akan diproses dan dipindahkan ke kolom image to process dengan mengklik icon .
  - Untuk kolom **Ortho Image** tentukan nama file, format file dan tempat penyimpanan hasil proses ortorektifikasi serta klik **Recomputed** .
  - Pada kolom **Ortho Generation Options** Pilih data DEM, dan klik **Generates Orthos** , tunggu sampai proses selesai.

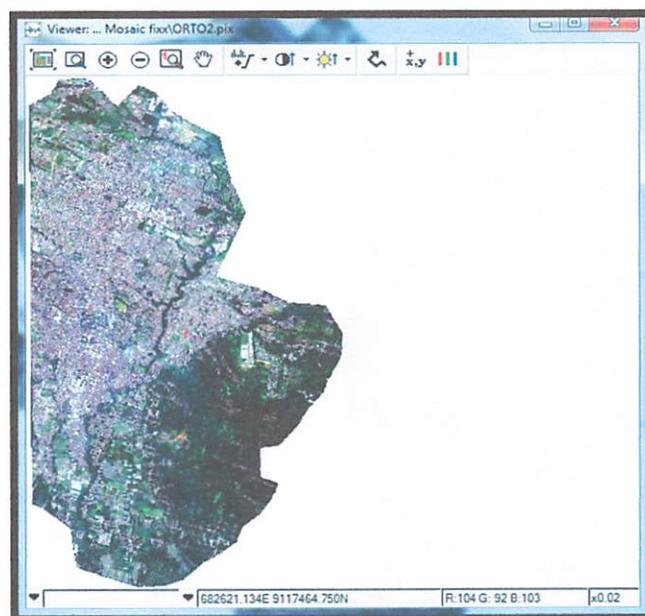


Gambar 3.11 Tampilan jendela *Ortho Image Production*

13. Untuk melihat tampilan citra hasil Ortorektifikasi pilih **File – Image View**



Gambar 3.12a. Tampilan jendela *image* citra hasil ortorektifikasi citra Worldview-2 kota



Gambar 3.12b. Tampilan jendela *image* citra hasil ortorektifikasi citra Worldview-2 Kota Malang sheet 2

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil

##### 4.1.1 GCP (*Ground Control Point*) dan Penyebarannya pada Citra *Worldview-2*

Hasil yang didapatkan dari proses pengolahan data citra menggunakan data Citra *Worldview-2* dan data DEM TerraSAR-X dengan metode *Toutin's Mode*. Untuk standar ketelitian peta dasar menggunakan *software* PCI Geomatica 2013 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil Koordinat Grid UTM Zone 49S Datum WGS Citra Kota Malang *Ground Control Point Sheet 1*

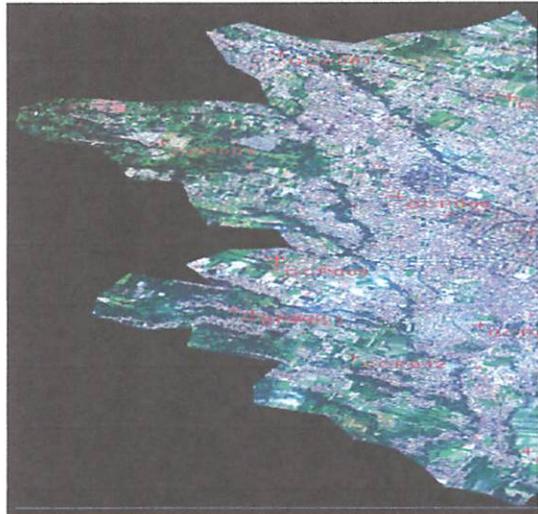
<b>POINT</b>	<b><i>Easting (m)</i></b>	<b><i>Northing (m)</i></b>	<b><i>Elevation (m)</i></b>
GCP001	675993,085	9124000,214	538,204
GCP003	678882,558	9122808,251	502,939
GCP004	674513,807	9121553,894	585,795
GCP006	677483,47	9120093,86	486,287
GCP007	679136,15	9119143,273	463,795
GCP009	675962,404	9118250,471	496,041
GCP012	676911,427	9115712,754	450,629
GCP013	678493,605	9116577,353	437,309
GCP016	679110,973	9113134,718	415,566
GCP021	675631,732	9116914,021	484,065
GCP022	675408,08	9116994,277	487,981

Tabel 4.2 Hasil Koordinat Grid UTM Zone 49S Datum WGS Citra Kota Malang *Ground Control Point Sheet 2*

<b>POINT</b>	<b><i>Easting (m)</i></b>	<b><i>Northing (m)</i></b>	<b><i>Elevation (m)</i></b>
GCP002	682588,513	9123547,743	454,91
GCP003	678882,558	9122808,251	502,939
GCP005	681794,443	9121848,905	462,196
GCP008	680559,972	9120136,812	457,082
GCP010	679705,296	9117277,633	444,534
GCP011	682656,595	9119233,992	435,551
GCP014	682012,659	9116604,996	428,409
GCP015	684647,087	9116967,826	481,608

POINT	<i>Easting (m)</i>	<i>Northing (m)</i>	<i>Elevation (m)</i>
GCP017	681361,378	9114161,876	426,8
GCP018	683887,723	9114935,146	575,839
GCP020	684001,154	9112479,738	567,438

Penyebaran *ground control point* pada citra dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.1a. Penyebaran *Ground Control Point* pada citra kota malang *Sheet 1* dengan *Incidence Angle* 26 , 29°



Gambar 4.1b. Penyebaran *Ground Control Point* pada citra kota malang *sheet 2* dengan *Incidence Angle* 17 , 39°

#### 4.1.2. ICP (*Independent Control Point*) dan Penyebarannya pada Citra *Worldview-2*

*Independent control point* adalah titik yang dibuat untuk mengecek ketelitian citra hasil ortorektifikasi dengan menggunakan DEM TerraSAR-X, dengan jumlah ICP pada penelitian ini adalah 14 titik. Hasil pengukuran *independent control point* sebagai berikut:

Tabel 4.3 Hasil Koordinat Grid UTM Zone 49S Datum WGS 84 Citra Kota Malang *Independent Control Point sheet 1*

POINT	KOORDINAT	
	X	Y
ICP 1	681219,613	9123508,87
ICP 2	678125,245	9122028,213
ICP 3	675363,067	9122190,29
ICP 4	676145,717	9120440,859
ICP 5	682809,208	9120541,134
ICP 6	678208,195	9117298,353
ICP 7	680884,882	9118172,147
ICP 8	682779,762	9117828,973
ICP 9	679688,043	9114931,744
ICP 10	685039,144	9115448,046
ICP 11	678169,591	9113157,941
ICP 12	679871,871	9112697,616
ICP 13	681030,961	9110206,395
ICP 14	679893,627	9121134,732

Tabel 4.4 Hasil Koordinat Grid UTM Zone 49S Datum WGS 84 Citra Kota Malang *Independent Control Point sheet 2*

POINT	KOORDINAT	
	X	Y
ICP 1	681219,613	9123508,87
ICP 2	678125,245	9122028,213
ICP 3	675363,067	9122190,29
ICP 4	676145,717	9120440,859
ICP 5	682809,208	9120541,134
ICP 6	678208,195	9117298,353
ICP 7	680884,882	9118172,147
ICP 8	682779,762	9117828,973
ICP 9	679688,043	9114931,744
ICP 10	685039,144	9115448,046

POINT	KOORDINAT	
	X	Y
ICP 11	678169,591	9113157,941
ICP 12	679871,871	9112697,616
ICP 13	681030,961	9110206,395
ICP 14	679893,627	9121134,732

Penyebaran *independent control point* pada citra dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.2a. Penyebaran *Independent Control Point* pada citra kota malang *sheet 1* dengan *Incidence Angle* 26 , 29°



Gambar 4.2b. Penyebaran *Independent Control Point* pada citra kota malang *sheet 2* dengan *Incidence Angle* 17 , 39°

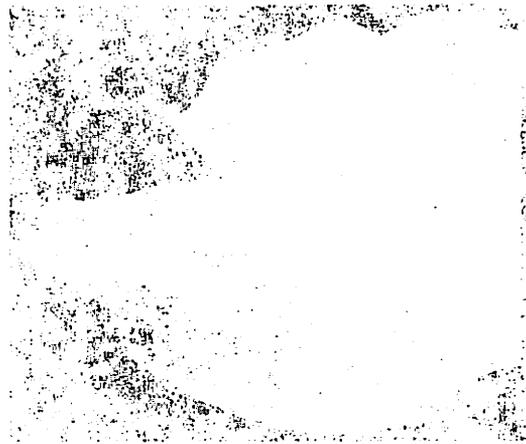
1977-1978	
Y	X
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10

with a long and a short line, and a long and a short line, and a long and a short line.

ending



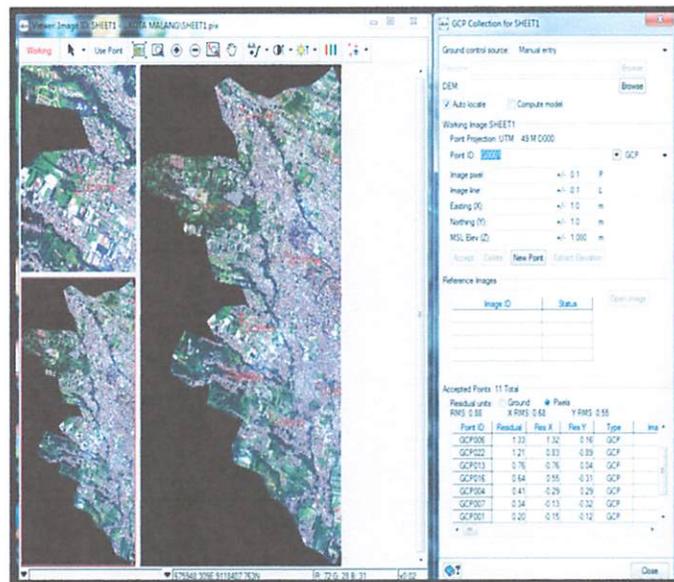
with a long and a short line, and a long and a short line, and a long and a short line.



with a long and a short line, and a long and a short line, and a long and a short line.

#### 4.1.3. Hasil Ortorektifikasi Citra *Worldview-2 Sheet 1*

Pada penelitian ini proses ortorektifikasi citra *worldview-2 sheet 1* menggunakan 11 titik kontrol tanah GCP (*Ground Control Point*) yang diperoleh dari hasil pengolahan dengan *software* PCI *Geomatica* 2013 dengan DEM TerraSAR-X. Nilai residual *error* yang ditampilkan pada tampilan kotak dialog *GCP Collections* adalah sebagai berikut :



Gambar 4.3a. Proses ortorektifikasi citra *worldview-2 sheet 1*

Adapun Selisih antara nilai prediksi dengan nilai pengamatan sebenarnya adalah:

GCPs : 11 Titik  
 X RMS : 0,68 piksel  
 Y RMS : 0,55 piksel

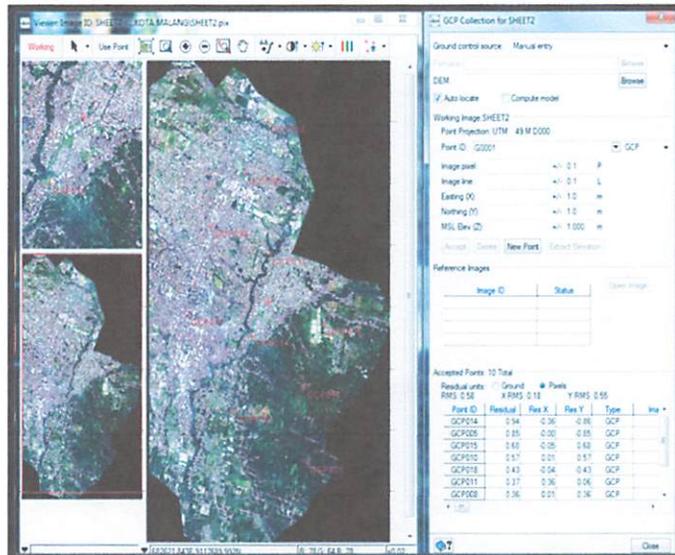
Berdasarkan nilai RMS *error* dari hasil ortorektifikasi maka besar koreksi masih masuk dalam batas toleransi dimana nilai kesalahan  $\leq 1$  piksel.

Tabel 4.5 Residual Summary Citra *Worldview-2 Sheet 1*

Point ID	Res	Res X	Res Y	Image X	Image Y	Ground X	Ground Y	Ground Z
GCP001	0,20	-0,15	-0,12	6694,9	2409,0	675993,085	9124000,214	538,20
GCP003	0,18	-0,16	0,07	12474,1	4792,9	678882,558	9122808,251	520,94
GCP004	0,41	-0,29	0,29	3739,8	7301,3	674513,807	9121553,894	585,79
GCP006	1,33	1,32	0,16	9674,6	10220,9	677483,470	9120093,860	486,29
GCP007	0,34	-0,13	-0,32	12981,0	12122,7	679136,150	9119143,273	463,80
GCP009	0,18	-0,11	-0,14	6633,8	13907,9	675962,404	9118250,471	496,04
GCP012	1,75	-1,10	1,37	8533,0	18981,9	676911,427	9115712,754	450,63
GCP013	0,76	-0,76	0,04	11696,6	17254,0	678493,605	9116577,353	437,31
GCP016	0,64	0,55	-0,31	12931,1	24140,4	679110,973	9113134,718	415,57
GCP021	0,17	-0,05	-0,16	5972,0	16580,8	675631,732	9116914,021	484,07
GCP022	1,21	0,83	-0,89	5523,6	16421,0	675408,080	9116994,277	487,98

#### 4.1.4. Hasil Ortorektifikasi dengan Citra *Worldview-2 Sheet 2*

Pada penelitian ini proses ortorektifikasi citra *Worldview-2 Sheet 2* menggunakan 10 titik kontrol tanah GCP (*Ground Control Point*) untuk mengecek ketelitian citra hasil proses ortorektifikasi, yang diperoleh dari hasil pengolahan dengan *software* PCI Geomatica 2013 dengan DEM TerraSAR-X. Nilai residual *error* yang ditampilkan pada Tampilan kotak dialog *GCP collections* adalah sebagai berikut;

Gambar 4.3b. Proses ortorektifikasi citra *Worldview-2 Sheet 2*

Adapun Selisih antara nilai prediksi dengan nilai pengamatan sebenarnya apabila data yang digunakan dengan data sampel adalah:

GCPs : 10 Titik  
 X RMS : 0,18 piksel  
 Y RMS : 0,55 piksel

Berdasarkan nilai RMS *error* dari hasil ortorektifikasi dan maka besar koreksi masih masuk dalam batas toleransi dimana nilai kesalahan  $\leq 1$  piksel.

Tabel 4.6 Residual Summary Citra *Worldview-2 Sheet 2*

Point ID	Res	Res X	Res Y	Image X	Image Y	Ground X	Ground Y	Ground Z
GCP002	0,35	-0,08	0,34	8758,0	3951,0	682588,513	9123547,743	454,91
GCP005	0,85	-0,00	-0,85	7170,0	7349,9	681794,443	9121848,905	462,20
GCP008	0,36	0,01	0,36	4701,3	10773,0	680559,972	9120136,812	457,08
GCP010	0,57	0,01	0,57	2992,8	16491,6	679705,296	9117277,633	444,53
GCP011	0,37	0,36	0,06	8894,4	12579,0	682656,595	9119233,992	435,55
GCP014	0,94	-0,36	-0,86	7607,2	17838,3	682012,659	9116604,996	428,41
GCP015	0,68	-0,05	0,68	12876,0	17111,0	684647,087	9116967,826	481,61
GCP017	0,11	0,09	-0,06	6304,1	22724,3	681361,378	9114161,876	426,80
GCP018	0,43	-0,04	-0,43	11357,6	21178,0	683887,723	9114933,146	575,84
GCP020	0,20	0,06	0,19	11583,0	26088,7	684001,154	9112479,738	567,44

## 4.2 Pembahasan

Hasil dari orthorektifikasi dengan menggunakan data citra *Worldview-2* 2013 dan hasil titik GCP koordinat lapangan akan memperoleh citra terkoreksi. Berdasarkan citra terkoreksi tersebut kemudian dihitung pergeseran linear setiap titik. Sebagai titik acuan adalah ke 14 ICP (*Independent Control Point*) yang diperoleh dari hasil pengukuran dengan GPS. Perhitungan pergeseran linear setiap titik ICP terdiri dari pergeseran linear nilai absis dan pergeseran linear nilai ordinat.

### 4.2.1 Analisa Uji Akurasi Titik ICP Citra *Worldview-2* Ter-Ortorektifikasi Dengan *Incidence Angle* 26 , 29° Pada *Sheet 1*

Analisa ini membandingkan pergeseran nilai absis (x) yaitu masing-masing nilai uji akurasi pergeseran titik ICP pada citra ortorektifikasi dengan DEM

TerraSAR-X terhadap kualitas hasil ortorektifikasi citra *Worldview-2* yang diperoleh dari koordinat hasil citra terkoreksi pengamatan GPS dengan metode *Toutin's Mode*.

Dari kedua nilai pergeseran linear absis dan ordinat tersebut akan membentuk fungsi nilai pergeseran linear koordinat. Nilai pergeseran linear koordinat tersebut didapatkan dari akar penjumlahan nilai pergeseran linear absis kuadrat dan nilai pergeseran linear ordinat kuadrat dari hasil perhitungan pergeseran linear tersebut didapatkan hasil seperti pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Uji Akurasi Titik *Independent Control Point* Citra Ter-Orthorektifikasi dengan *Incidence Angle 26, 29° sheet 1*

Titik ICP	Koordinat GPS		Koordinat (ICP)		$(X_{GPS}-X_{CP})^2$	$(Y_{GPS}-Y_{CP})^2$	$(X_{GPS}-X_{CP})^2+(Y_{GPS}-Y_{CP})^2$
	X	Y	X	Y			
ICP 001	681219,613	9123508,870	681219,500	9123507,499	0,358	1,833	2,191
ICP 005	682809,208	9120541,134	682809,993	9120541,481	0,656	0,023	0,680
ICP 007	680884,882	9118172,147	680884,503	9118172,498	0,569	0,000	0,569
ICP 008	682779,762	9117828,973	682781,019	9117829,470	1,520	0,001	1,521
ICP 009	679688,043	9114931,744	679687,498	9114933,017	0,884	1,585	2,469
ICP 010	685039,144	9115448,046	685039,992	9115448,994	3,356	0,190	3,546
ICP 012	679871,871	9112697,616	679872,508	9112697,990	1,272	0,398	1,671
ICP 014	681030,961	9110206,395	681032,539	9110207,501	2,244	0,003	2,247
ICP 015	679893,627	9121134,732	679894,004	9121135,501	0,762	1,583	2,345
Jumlah (9 CP)							<b>13.251</b>
Rata-rata (9 CP)							<b>1.472</b>
RMSEr (9 CP)							<b>1.213</b>
Akurasi Horisontal (9 CP)							<b>1.841</b>

Berdasarkan tabel ketelitian linier diatas maka dapat dihitung nilai kesalahan sudut citra *Worldview-2*, terhadap pengaruh *incidence angle* dengan toleransi untuk citra terkoreksi hasil ortorektifikasi dengan

$$\text{Total RMS}_E = \sqrt{\frac{(XYPS-XCP)^2+(YGPS-YCP)^2}{n}}$$

Dimana :

$$\sqrt{\frac{(XYPS-XCP)^2+(YGPS-YCP)^2}{n}} = 13,251$$

$$n = 9$$

$$\begin{aligned}
 \text{RMSE} &= \sqrt{\frac{13,251}{9}} \\
 &= \sqrt{1,472} \\
 &= 1,213
 \end{aligned}$$

Berdasarkan nilai perhitungan  $\text{RMSE}$  hasil ortorektifikasi citra *sheet* 1 dapat diuji Ketelitian horisontal dengan selang kepercayaan 90% atau  $\text{CE90}$  (*Circular Error 90%*) dengan persamaan

$$\begin{aligned}
 \text{CE90} &= 1.5175 * \text{RMSE}_{xy} \\
 &= 1.5175 * 1,213 \text{ meter} \\
 &= 1,840 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

*Incidence Angle* merupakan sudut yang dibentuk antara pancaran gelombang dengan garis yang tegak lurus terhadap permukaan objek. Hasil Uji ketelitian dilakukan terhadap citra ter – ortorektifikasi dengan *incidence angle*  $26.89^\circ$  dengan cara membandingkan koordinat hasil survai RTK pada citra hasil ortorektifikasi menggunakan DEM TerraSAR-X *sheet* 2 dengan 9 titik ICP dapat digunakan untuk skala 1:5000 pada level tiga karena ketelitian masih memenuhi syarat yaitu dibawah 2,5 meter.

#### **4.2.2 Analisa Uji Akurasi Titik ICP Citra Worldview-2 Ter-Ortorektifikasi Dengan *Incidence Angle* $17,39^\circ$ Pada Sheet 1**

Analisa ini membandingkan pergeseran nilai absis (x) yaitu masing-masing nilai uji akurasi pergeseran titik ICP pada citra ortorektifikasi dengan DEM TerraSAR-X terhadap kualitas hasil ortorektifikasi citra *Worldview-2* yang diperoleh dari koordinat hasil citra terkoreksi pengamatan GPS.

Dari kedua nilai pergeseran linear absis dan ordinat tersebut akan membentuk fungsi nilai pergeseran linear koordinat. Nilai pergeseran linear koordinat tersebut didapatkan dari akar penjumlahan nilai pergeseran linear absis kuadrat dan nilai

pergeseran linear ordinat kuadrat dari hasil perhitungan pergeseran linear tersebut didapatkan hasil seperti pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Uji Akurasi Titik *Independent Control Point* Citra Ter-Orthorektifikasi dengan *Incidence Angle* 17, 39° Sheet 2

Titik ICP	Koordinat GPS		Koordinat (ICP)		$(X_{GPS}-X_{CP})^2$	$(Y_{GPS}-Y_{CP})^2$	$(X_{GPS}-X_{CP})^2+(Y_{GPS}-Y_{CP})^2$
	X	Y	X	Y			
ICP 001	678125,245	912202,213	678126,004	9122028,969	0,576	0,572	1,148
ICP 002	675363,067	9122190,290	675363,000	9122189,997	0,004	0,086	0,090
ICP 003	676145,717	9120440,859	676144,986	9120441,003	0,534	0,021	0,555
ICP 004	678208,195	9117298,353	678208,509	9117298,495	0,099	0,020	0,119
ICP 005	678169,591	9113157,941	678169,933	9113157,981	0,117	0,002	0,119
Jumlah (5 CP)							<b>2.030</b>
Rata-rata (5 CP)							<b>0.406</b>
RMSEr (5 CP)							<b>0.637</b>
Akurasi Horisontal (5 CP)							<b>0.967</b>

Berdasarkan tabel ketelitian linier diatas maka dapat dihitung nilai kesalahan sudut citra *Worldview-2*, terhadap pengaruh *incidence angle* dengan toleransi untuk citra terkoreksi hasil ortorektifikasi dengan DEM TerraSAR-X:

$$\text{Total RMS}_E = \sqrt{\frac{(XYPS-XCP)^2+(YGPS-YCP)^2}{n}}$$

Dimana :

$$\sqrt{\frac{(XYPS-XCP)^2+(YGPS-YCP)^2}{n}} = 2,030$$

$$n = 5$$

$$\begin{aligned} \text{RMS}_E &= \sqrt{\frac{2,030}{5}} \\ &= \sqrt{0,406} \\ &= 0.637 \end{aligned}$$

Berdasarkan nilai perhitungan  $\text{RMS}_E$  hasil ortorektifikasi citra dengan DEM TerraSAR-X, dapat diuji Ketelitian horisontal dengan selang kepercayaan 90% atau CE90 (*Circular Error 90%*) dengan persamaan:

$$\begin{aligned}
 CE90 &= 1.5175 * RMSE_{xy} \\
 &= 1.5175 * 0,637 \text{ meter} \\
 &= 0,966 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Tabel. 4.9 Hasil *incidence angle sheet 1 – sheet 2*

Browse Image	Catalog Id	Imaging Bands	Spacecraft	Acquisition Date	Total Max Off Nadir Angel	Area Max Off Nadir Angel	Area Min Sun Elevation	Area Max GSD	Total Cloud Cover Pct	Area Cloud Cover Pct
1 Viw	10300100100 42251C00	Pan-MS1-MS-2	WV02	2015/05/1 7	19. 17°	17. 39°	56. 30°	0.50 m	2%	0%
2 Viw	1030010041C 7ED00	Pan-MS1-MS-2	WV02	2015/05/0 6	26. 98°	26. 89°	59. 43°	0.57 m	1%	2%

*Incidence Angle* merupakan sudut yang dibentuk antara pancaran gelombang dengan garis yang tegak lurus terhadap permukaan objek. Hasil Uji ketelitian dilakukan terhadap citra ter – ortorektifikasi dengan *incidence angle* 17. 39° dengan cara membandingkan koordinat hasil survai RTK pada citra hasil ortorektifikasi menggunakan DEM TerraSAR-X *sheet 2* dengan 9 titik ICP dapat digunakan untuk skala 1:5000 pada level tiga karena ketelitian masih memenuhi syarat yaitu dibawah 2,5 meter.

Berdasarkan tabel 4.5 hasil uji *Independent control point sheet 1* citra ortorektifikasi DEM TerraSAR-X dengan *Incidence Angle* 26 , 89° dihitung nilai RMSE dengan level kepercayaan 90% adalah 0,966 meter.

Berdasarkan tabel 4.6 hasil uji *Independent Control Point sheet 2* citra ortorektifikasi DEM TerraSAR-X dengan *incidence angle* 17. 39° dihitung nilai RMSE dengan level kepercayaan 90% adalah 1,840 meter.

Pada penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh *incidence angle* citra resolusi tinggi terhadap kualitas hasil ortorektifikasi citra *Worldview-2* sebagai

sumber peta dasar tata ruang hasil ortorektifikasi citra.dapat diterima pada level tiga dengan skala 1:5000.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa proses ortorektifikasi dengan data citra *Worldview-2* resolusi tinggi ini tidak jauh berbeda. Hal ini terlihat dari:

- a. Nilai RMSE hasil *Ground Control Point* ortorektifikasi citra *Worldview-2* dengan DEM TerraSAR-X pada citra kota malang *sheet 1* dengan *Incidence Angle* 26 , 89° adalah XRMS = 0,68 piksel dan YRMS = 0,55 piksel.
- b. Nilai RMSE hasil *Ground Control Point* ortorektifikasi citra *Worldview-2* dengan DEM TerraSAR-X pada citra kota malang *sheet 2* dengan *Incidence Angle* 17 , 39° adalah XRMS = 0,18 piksel dan YRMS = 0,55 piksel.
- c. Nilai RMSE *Independen control point* citra terkoreksi hasil ortorektifikasi citra *Worldview-2* dengan DEM TerraSAR-X pada citra kota malang *sheet 1* dengan *Incidence Angle* 26 , 89° adalah 0,966 meter.
- d. Nilai RMSE *Independen Control Point* citra terkoreksi hasil ortorektifikasi citra *Worldview-2* dengan DEM TerraSAR-X pada citra kota malang *sheet 2* dengan *Incidence Angle* 17 , 39° adalah 1,840 meter.
- e. Uji ketelitian titik ICP menunjukkan citra *Worldview-2* hasil ortorektifikasi dengan DEM TerraSAR-X pada citra kota malang *sheet 1* dengan *Incidence Angle* 26 , 89° dan *sheet 2* dengan *Incidence Angle* 17 , 39° dapat digunakan untuk skala 1:5000 pada level tiga.
- f. Berdasarkan hasil ketelitian dan kualifikasi peta dasar tata ruang tersebut diatas maka penggunaan data DEM dengan tingkat resolusi yang berbeda dapat di gunakan untuk pembuatan peta dasar dengan catatan bahwa daerah yang dipetakan memiliki topografi yang relatif

datar dengan sebaran GCP yang merata serta jarak spasial antara GCP sekitar 2-3 km.

## 5.2 Saran

Dari penelitian yang sudah dilakukan , saran yang dapat diberikan penulis antara lain :

1. Sebaiknya menggunakan data DEM yang mempunyai referensi posisi yang semakin banyak karena akan berpengaruh pada hasil *RMS Error* horizontal.
2. Untuk meningkatkan akurasi geometri citra satelit resolusi tinggi, sebaiknya proses ortorektifikasi menggunakan data DEM yang lebih teliti seperti TerraSAR dengan resolusi bisa mencapai di bawah 0.25 meter.

## DAFTAR PUSTAKA

- Julzarika, 2009, Kemajuan teknologi dibidang angkasa terutama citra satelit yang digunakan untuk memantau kondisi permukaan bumi yang harus di koreksi.
- Suhendra , 2008, Worldview-2 Merupakan salah satu citra satelit yang memiliki perekama miring sehingga memerlukan koreksi geometrik secara orthorektifikasi.
- Lillesand. T.M. & F. W. Kiefer. 1990. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra.R. Dubahri, penejemah; Yokyakarta; Gadjah Mada University Press.
- Sutanto, 1986. Penginderaan Jauh Jilid I. Gadjah Mada University Press, Yokyakarta.
- Jensen, 1996. Proses interprtasi atau penafsiran terlebih dahulu sebelum citra satelitdigunaka. Pada tahun 1994 pemerintah Amerika Serikat.
- Purwadhi, 2008. Pengantar Interpretasi Citra Penginderaan Jauh. Lembaga Penerbangan Antariksa Nasional : Jakarta
- Anonim, 2012. Satelit Worldview-2 adalah satelit generasi terbaru dari Digitalglobeyang diluncurkan pada tanggal 8 oktober 2009.
- Yudo Prasetyo, 2009. *Incidence Angle* merupakan sudut yang dibentuk antara pancaran gelombang radar dengan garis yang tagak lurus terhadap permukaan objek.
- Lillesand dan Kiefer, 1994. Prosedur yang diterapkan pada koreksi geometri biasanya memperlakukan distorsi kedalam dua kelompok.