

# **TUGAS AKHIR**

**STUDI KETELITIAN KUALITAS GEOMETRIK CITRA  
IKONOS HASIL ORTHOREKTIFIKASI DENGAN  
MENGUNAKAN DATA DEM SKALA 1:1000  
(Lokasi Penelitian : Kelurahan Buring, Kota Malang)**



**Bidang Keahlian :  
FOTOGRAMETRI DAN REMOTE SENSING**

**Disusun Oleh :  
MUHAMMAD AMINUDDIN  
01.25.035**

**JURUSAN TEKNIK GEODESI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG  
2007**

# MILIA SANTI

STUDI KETELITIAN NILAI-TAB BERGUNA  
PADA PERENCANAAN DAN PELAKSANAAN  
PEKERJAAN KAWASAN PERUMAHAN  
(Studi Kasus: Kawasan Perumahan  
Kampung Melayu, Jakarta Barat)

: Pembimbing I

DR. H. HENDRIKUS SUTAWIDJAJA, S.T., M.P.

: Pembimbing II

MURAHATI S. SUTAWIDJAJA, S.T., M.P.

1990.01.10

KELOMPOK PENELITIAN PERENCANAAN  
KAWASAN PERUMAHAN DAN PELAKSANAAN  
KAWASAN PERUMAHAN  
KAWASAN PERUMAHAN  
KAWASAN PERUMAHAN  
KAWASAN PERUMAHAN

**LEMBAR PENGESAHAN**

**STUDI KETELITIAN KUALITAS GEOMETRIK  
CITRA IKONOS HASIL ORTHOREKTIFIKASI DENGAN  
MENGUNAKAN DATA DEM SKALA 1:1000  
(Lokasi Penelitian : Kelurahan Buring, Kota Malang)**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Dalam Mencapai Gelar Sarjana S-1 Teknik Geodesi

Oleh :

**MUHAMMAD AMINUDDIN**

**01.25.035**

Disetujui :

Dosen Pembimbing I



**( Ir. Pradono Joanes De Deo, Msi )**

Dosen Pembimbing II



**( Ir. M. Nurhadi, MT )**



Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Geodesi

**( Hery Purwanto, ST, MSc )**

## LEMBAR PENGESAHAN

Dipertahankan didepan panitia Tugas Akhir Jurusan Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang, dan diterima untuk memenuhi sebagian syarat-syarat guna memperoleh gelar Sarjana S-1 Teknik Geodesi.

### Panitia Ujian Tugas Akhir



Ketua

( Ir. Agustina Nurul H, MTP )

Dekan FTSP

Sekretaris

( Hery Purwanto, ST, MSc )

Ketua Jurusan Teknik Geodesi

### Anggota Penguji

Penguji I

( Ir. Rinto Sasongko, MT )

Penguji II

( Hery Purwanto, ST, MSc )

Penguji III

( Ir. M. Nurhadi, MT )

5. Bapak Hery Purwanto, ST, MSc selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi S-1 ITN Malang.
6. Bapak Christian T. Siahaan, ST selaku Dosen Wali, terima kasih atas dukungannya yang diberikan kepada saya hingga tugas akhir ini selesai.
7. Para Dosen Jurusan Teknik Geodesi ITN Malang yang turut memberikan saran dan pandangan yang sangat berguna selama perkuliahan.
8. Bapak dan Ibu, serta saudara-saudaraku tercinta yang telah banyak memberikan dorongan, semangat, dan do'anya pada saya sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan lancar.
9. Teman-teman Geodesi khususnya angkatan '01, terima kasih atas dukungan, bantuan dan do'anya.

Semoga segala bantuan dan kebaikan yang telah mereka berikan pada penulis mendapat balasan yang setimpal dari Tuhan Yang Maha Esa. Penulis sadar masih banyak kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini, karenanya kritik dan saran sangat penulis harapkan. Semoga Laporan ini dapat berguna bagi orang lain.

**Wassalam**

Malang, April 2007

Penyusun

# DAFTAR ISI

**LEMBAR JUDUL**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**KATA PENGANTAR**

**DAFTAR ISI**

## **BAB I PENDAHULUAN**

I.1. Latar Belakang .....	1
I.2. Tujuan Penelitian .....	2
I.3. Manfaat Penelitian .....	2
I.4. Batasan Masalah .....	2
I.5. Lokasi Penelitian.....	3
I.6. Metodologi Penelitian .....	4
I.6.1. Tahap Pengumpulan Data .....	4
I.6.2. Tahap Pengolahan Data .....	4

## **BAB II DASAR TEORI**

II.1. Definisi Penginderaan Jauh.....	6
II.2. Komponen Dalam Penginderaan Jauh .....	6
II.3. Konsep Olah Citra Digital .....	10
II.3.1. Pemulihan Citra (Image Restoration).....	11
II.3.1.1. Koreksi Radiometrik.....	11
II.3.1.2. Koreksi Geometrik.....	13
II.3.2. Sistem Koordinat.....	16
II.3.2.1. Sistem Koordinat Citra.....	16
II.3.2.2. Sistem Koordinat Perantara.....	18
II.3.2.3. Sistem Koordinat Tanah.....	19
II.3.3. Peningkatan Mutu Citra (Image Enhancement).....	23
II.4. Citra Satelit IKONOS .....	23
II.5. Digital Elevation Model (DEM).....	25
II.5.1. Struktur Data DEM.....	26

II.5.2. Orthorektifikasi Citra Menggunakan Data DEM.....	26
II.6. Kualitas Geometrik Citra.....	29
II.6.1. Arah (Azimuth).....	29
II.6.2. Sudut.....	30
II.6.3. Jarak.....	31

### **BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN**

III.1. Persiapan Penelitian.....	33
III.1.1. Bahan dan Materi Penelitian.....	33
III.1.2. Deskripsi Daerah Penelitian.....	34
III.1.3. Diagram Alir Penelitian.....	36
III.2. Pengukuran dan Pengumpulan Data Lapangan.....	38
III.2.1. Pengukuran GCP (Ground Control Point) dengan GPS Geodetic.....	38
III.2.2. Pengukuran Topografi dengan Total Station (TC 600).....	39
III.3. Proses Download Data.....	40
III.3.1. Download Data Hasil Pengukuran GPS.....	40
III.3.2. Download Data Hasil Pengukuran Total Station.....	45
III.4. Pengolahan Citra IKONOS.....	47
III.4.1. Pengadaan Data Citra IKONOS.....	47
III.4.2. Pemrosesan Data dengan ER Mapper 7.0.....	47
III.4.2.1. Menjalankan Program ER Mapper 7.0.....	47
III.4.2.2. Koreksi Geometrik Citra.....	48
III.4.3. Pengolahan Data DEM (Digital Elevation Model).....	53
III.4.4. Orthorektifikasi dengan OrthoWarp ER.....	56

### **BAB IV PENGOLAHAN DAN ANALISA DATA**

IV.1. Data Hasil Pemrosesan.....	63
IV.2. Data Hasil Perhitungan.....	64
IV.2.1. Nilai Residual dari Titik GCP.....	64
IV.2.2. Uji Ketelitian.....	65
IV.2.2.1. Uji Ketelitian Data Hasil Pengolahan Citra.....	66
IV.2.2.2. Uji Kualitas Geometrik Citra Berdasarkan Azimuth.....	68

IV.2.2.3. Uji Kualitas Geometrik Citra Berdasarkan Jarak.....	69
IV.3. Analisa .....	71
IV.3.1. Analisa Ketelitian Data Hasil Pengolahan Citra.....	72
IV.3.2. Analisa Kualitas Geometrik Citra Berdasarkan Azimuth.....	72
IV.3.3. Analisa Kualitas Geometrik Citra Berdasarkan Jarak .....	73

## **BAB V PENUTUP**

V.1. Kesimpulan .....	74
V.2. Saran.....	75

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Interaksi Energi.....	6
Gambar 2.2.	Komponen Sistem Penginderaan Jauh.....	9
Gambar 2.3.	Format Data Raster.....	9
Gambar 2.4.	Digital Number.....	10
Gambar 2.5.	Distorsi Citra Penyiam.....	12
Gambar 2.6.	Sistem Koordinat Geodetis.....	15
Gambar 2.7.	Lingkaran Equator dan Meridian.....	16
Gambar 2.8.	Sistem Koordinat Citra.....	17
Gambar 2.9.	Model Geometri Perekaman Citra.....	17
Gambar 2.10	Sistem Koordinat Tanah.....	18
Gambar 2.11	Proses Pemilihan GCP.....	20
Gambar 2.12.	Proses Orthorektifikasi Data Citra Satelit.....	26
Gambar 2.13	Model Penentuan Azimuth.....	28
Gambar 2.14.	Dasar Perhitungan Sudut.....	30
Gambar 2.15.	Jarak Miring dan Jarak Horizontal.....	31
Gambar 3.1.	Deskripsi Lokasi Penelitian.....	34
Gambar 3.2.	Titik Refference Utama Dalam Pengukuran (BM40).....	38
Gambar 3.3.	Proses Pengukuran Topografi dengan Tc600.....	39
Gambar 3.4.	Tampilan Program SKI ver 2.3.....	40
Gambar 3.5.	Memory Medium.....	40
Gambar 3.6.	Select Working Area.....	41
Gambar 3.7.	Pemilihan Refference dan Rover.....	41
Gambar 3.8.	Tampilan Program GeoLab.....	42
Gambar 3.9.	Bentuk Baseline Hasil Pengolahan.....	43
Gambar 3.10.	Koordinat Hasil Perataan.....	43
Gambar 3.12.	Proses Pengaturan Comport, Baudrate, Parity, dan Endmark.....	44
Gambar 3.13.	Pengaturan Data Hasil Download Dalam Format *.xls.....	45
Gambar 3.14.	Tampilan Kotak Dialog Utama ER Mapper 7.0.....	47
Gambar 3.15.	Tampilan Citra Dalam Format File *.ers.....	47
Gambar 3.16.	Mengubah Format File *.dxf Ke Format File *.erv.....	48

<b>Gambar 3.17. Proses Input File dan Penentuan Geocoding Type .....</b>	<b>49</b>
<b>Gambar 3.18. Penentuan Jenis Metode Polynomial .....</b>	<b>49</b>
<b>Gambar 3.19. Memilih Data Acuan Dalam Koreksi Geometrik .....</b>	<b>50</b>
<b>Gambar 3.20. Proses Koreksi Geometrik Citra IKONOS .....</b>	<b>50</b>
<b>Gambar 3.21. Hasil Pemasukan Koordinat GCP .....</b>	<b>51</b>
<b>Gambar 3.22. Proses Rektifikasi Citra Secara Geometrik .....</b>	<b>51</b>
<b>Gambar 3.23. Citra IKONOS Hasil Koreksi Geometrik .....</b>	<b>52</b>
<b>Gambar 3.24. Hasil Digitasi Peta Kontur Skala 1:1000 .....</b>	<b>52</b>
<b>Gambar 3.25. Pembuatan DEM Dengan Gridding Wizard .....</b>	<b>53</b>
<b>Gambar 3.26. Import Data DEM dari Peta Kontur Skala 1:1000 .....</b>	<b>53</b>
<b>Gambar 3.27. Output Bands Selected .....</b>	<b>54</b>
<b>Gambar 3.28. Pemilihan Grid Type .....</b>	<b>54</b>
<b>Gambar 3.29. DEM Skala 1:1000 Hasil Pengolahan Gridding Wizard .....</b>	<b>55</b>
<b>Gambar 3.30. Menu Utama OrthoWarp ER .....</b>	<b>55</b>
<b>Gambar 3.31. Menu Pemasukan Data DEM .....</b>	<b>56</b>
<b>Gambar 3.32. Pemasukan Data Reference Image .....</b>	<b>56</b>
<b>Gambar 3.33. Proses Pengaturan Source Image .....</b>	<b>57</b>
<b>Gambar 3.34. Proses Pemasukan Koordinat GCP .....</b>	<b>58</b>
<b>Gambar 3.35. Koordinat Hasil Pemasukan GCP .....</b>	<b>58</b>
<b>Gambar 3.36. Tampilan Zoom Window .....</b>	<b>59</b>
<b>Gambar 3.37. Tampilan Nilai Estimated Error, Blunder, dan Residual .....</b>	<b>59</b>
<b>Gambar 3.38. Proses Orthorektifikasi Citra .....</b>	<b>60</b>
<b>Gambar 3.39. Citra Hasil Orthorektifikasi Menggunakan DEM Skala 1:1000 .....</b>	<b>61</b>
<b>Gambar 4.1. Citra IKONOS Kelurahan Buring Hasil Koreksi Geometrik .....</b>	<b>62</b>
<b>Gambar 4.2. Citra IKONOS Kelurahan Buring Hasil Orthorektifikasi .....</b>	<b>63</b>

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1.	Jenis, Panjang, dan Resolusi Spasial Citra IKONOS .....	23
Tabel 4.1.	Nilai Residual GCP dari Hasil Rektifikasi Citra IKONOS .....	64
Tabel 4.2.	Nilai Residual Titik Detail Pada Citra Terkoreksi Geometrik.....	66
Tabel 4.3.	Nilai Residual Titik Detail Pada Citra Ter-Orthorektifikasi.....	66
Tabel 4.4.	Selisih Pergeseran Azimuth Antara Data Pengukuran Lapangan Dengan Data Terkoreksi Geometrik.....	67
Tabel 4.5.	Selisih Pergeseran Azimuth Antara Data Pengukuran Lapangan Dengan Data Ter-Orthorektifikasi.....	68
Tabel 4.6.	Selisih Pergeseran Jarak Antara Data Pengukuran Dengan Data Terkoreksi Geometrik.....	69
Tabel 4.7.	Selisih Pergeseran Jarak Antara Data Pengukuran Dengan Data Ter-Orthorektifikasi.....	70

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran I.	Tabel Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data Lapangan
Lampiran II.	Koordinat GCP Hasil Pengolahan Dengan SKI 2.3.
Lampiran III.	Daftar Koordinat Titik Kontrol GPS

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1. Latar Belakang**

Data satelit penginderaan jauh yang diterima di stasiun bumi pada dasarnya adalah data yang belum diolah (raw data). Oleh karena itu sebelum dilakukan pengolahan lebih lanjut, terlebih dahulu dilakukan pra pengolahan data. Proses ini diperlukan untuk memperbaiki kesalahan (distorsi) terutama akibat adanya gangguan radiometrik dan geometrik yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas citra.

Khusus dalam koreksi geometik, untuk memperoleh citra dengan parameter-parameter geometrik yang akurat hingga dapat digunakan untuk analisis berbagai aplikasi, terlebih dahulu kesalahan geometrik tersebut harus dikoreksi. Salah satunya adalah dengan melakukan orthorektifikasi yang merupakan proses rektifikasi dengan memasukkan data ketinggian permukaan bumi. (*Berita Inderaja Vol II, No.4, Desember 2003*).

Mengingat pentingnya hal diatas, maka dalam penelitian ini akan dilakukan studi ketelitian kualitas geometrik dari hasil proses orthorektifikasi citra IKONOS, menggunakan data DEM (Digital Elevation Model) dengan skala 1:1000. Seperti satelit komersial lainnya, IKONOS tidak memberikan informasi orbit satelit sehingga proses koreksi radiometrik dilakukan oleh pihak Space Imaging sendiri. Sedangkan untuk melakukan koreksi geometrik dapat dilakukan dengan menempatkan titik kontrol tanah (Ground Control Point/GCP) secara merata dan ditambah data DEM dengan skala tertentu untuk meningkatkan ketelitian kualitas geometrik citra dari aspek azimuth dan jarak sehingga untuk selanjutnya dapat dihasilkan peta olahan citra yang dapat digunakan untuk berbagai aplikasi terutama dalam pekerjaan sakala besar.

## **I.2. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk melakukan studi ketelitian kualitas geometrik citra IKONOS dari aspek jarak, dan sudut arah (azimuth) yang dihasilkan dari proses koreksi geometrik dan orthorektifikasi citra dengan menggunakan data DEM (Digital Elevation Model) skala 1:1000.

## **I.3. Manfaat Penelitian**

- Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai salah satu bahan pertimbangan dalam memilih dan menentukan tingkat ketelitian geometrik citra IKONOS yang akan digunakan untuk berbagai aplikasi dengan memperhatikan kebutuhan akan tingkat ketelitian hasil pengukuran.
- Bagi para pengguna data, ketelitian yang dihasilkan sangat mempengaruhi tingkat kepercayaan yang dapat diberikan terhadap data tersebut.
- Bagi peneliti yang melakukan penelitian serupa, hasil dari penelitian ini penting pula dalam upaya meningkatkan ketelitian selanjutnya.

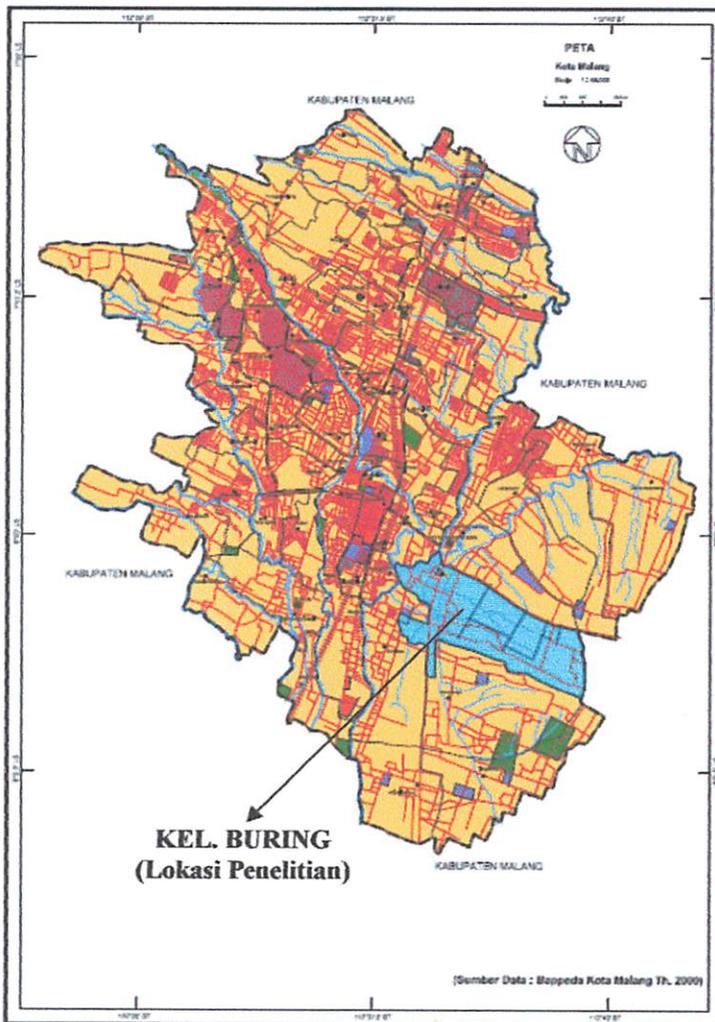
## **I.4. Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini masalah yang dibahas terbatas pada uji ketelitian kualitas geometrik citra yang dihasilkan dari proses orthorektifikasi berdasarkan pada skala DEM yang digunakan yaitu DEM skala 1:1000 dengan menganalisa pergeseran/perubahan dari aspek geometrik citra yaitu jarak dan azimuth . Adapun data citra yang digunakan adalah citra IKONOS Geo Colour resolusi 1 meter daerah Kelurahan Buring Kota Malang tahun 2003, sedangkan data DEM diperoleh dari generalisasi kontur peta garis digital Kelurahan Buring skala 1:1000 Departemen KIMPRASWIL Sekretariat Jendral Program Pengairan tahun 2003. Titik Kontrol Tanah diperoleh dari hasil pengukuran lapangan dengan menggunakan GPS Geodetik dan Total Station dengan perangkat pengolahan data citra menggunakan ER Mapper 7.0.

## I.5. Lokasi Penelitian

Berdasarkan pertimbangan ketersediaan foto citra, data pendukung dan profil daerah, maka Kelurahan Buring merupakan lokasi ideal dalam proses penelitian ini. Kelurahan Buring sendiri berada di wilayah Kecamatan Kedung Kandang Kota Malang.

Wilayah Kotamadya Malang berada pada posisi geografis  $115^{\circ}$  BT dan  $07^{\circ}$  LS dengan luas wilayah  $158 \text{ Km}^2$  dengan ketinggian lokasi berada sekitar 400 m sampai 600 m di atas permukaan laut rata-rata (MSL). Sedangkan Kelurahan Buring berada pada posisi geografis  $08^{\circ} 00' 37'' - 08^{\circ} 02' 18''$  LS dan  $112^{\circ} 37' 32'' - 112^{\circ} 39' 45''$  BT yang memiliki luas wilayah  $\pm 3 \text{ Km}^2$  dengan ketinggian rata-rata 460 m di atas permukaan laut.



## **I.6. Metodologi Penelitian**

Metodologi penelitian ini dimaksudkan sebagai urutan dalam pekerjaan mulai dari pengumpulan data sampai menarik kesimpulan.

### **I.6.1. Tahap pengumpulan data**

Data-data yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain yaitu :

1. Data citra IKONOS yang telah dikoreksi secara radiometrik maupun geometrik berdasarkan pada lokasi penelitian yang akan dilaksanakan. Dalam hal ini penelitian dilakukan di kelurahan Buring Kecamatan Kedung Kandang Kota Malang.
2. Data Digital Elevation Model (DEM), yang diperoleh dari hasil digitasi peta rupa bumi skala 1:1000 dengan menggunakan perangkat lunak AutoCad Land Development sebagai referensi data ketinggian berupa kontur dalam format file \*.dxf, yang kemudian di gridding melalui perangkat lunak ER Mapper 7.0.
3. Data Ground Control Point (GCP) diperoleh dari hasil pengukuran dengan menggunakan GPS Geodetik dan Total Station yang tersebar di wilayah penelitian.

### **I.6.2. Tahap pengolahan data**

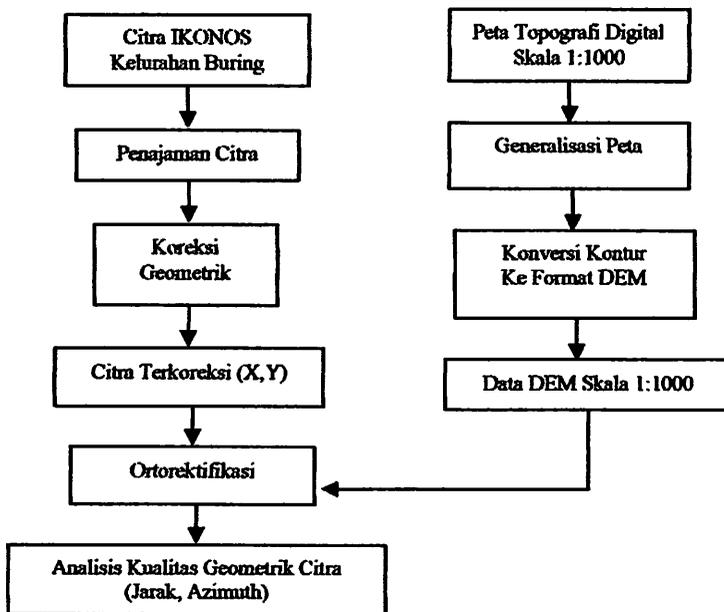
Pada penelitian ini citra yang akan digunakan yaitu Citra IKONOS GeoColor dengan resolusi 1 meter. Proses pengolahan citra menggunakan perangkat lunak ER Mapper 7.0, sehingga dari hasil pengolahan ini diperoleh citra yang terkoreksi secara geometrik berdasarkan Ground Control Point (GCP) yang diukur dilapangan.

Dari citra yang terkoreksi geometrik tersebut, dilanjutkan dengan proses orthorektifikasi citra sehingga diperoleh data citra yang dapat dianalisis berdasarkan kualitas geometrikyanya yaitu berdasarkan azimuth dan jarak.

Proses orthorektifikasi itu sendiri adalah proses untuk memperbaiki citra satelit dari kesalahan-kesalahan geometris akibat variasi skala, sistem proyeksi kamera sentral, dan kesalahan akibat variasi terrain yang mengakibatkan

pergeseran relief (relief displacement) sedemikian rupa sehingga citra satelit benar-benar terbebas dari kesalahan-kesalahan tersebut.

### Diagram Alir Penelitian Secara Umum



## BAB II DASAR TEORI

### II.1. Definisi Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh merupakan seni untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah atau gejala dengan jalan menganalisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah atau gejala yang dikaji (*Lillesand dan Kiffer, 1979*). Alat yang dimaksud berupa sensor, dimana pada umumnya sensor dipasang pada wahana (*platform*) yang berupa pesawat terbang, satelit atau wahana lainnya. Karena sensor dipasang jauh dari yang diindera, maka diperlukan tenaga yang dipancarkan atau yang dipantulkan oleh objek tersebut. Antara tenaga dan objek terjadi interaksi. Tiap objek memiliki karakteristik tersendiri antar objek yang satu dan yang lainnya.

Pada berbagai hal, penginderaan jauh dapat diartikan sebagai suatu proses membaca. Dengan menggunakan berbagai sensor dapat dikumpulkan data dari jarak jauh yang dapat dianalisis untuk mendapatkan informasi tentang obyek, daerah atau fenomena yang diteliti. Pengumpulan data dari jarak jauh dapat dilakukan dalam berbagai bentuk, termasuk variasi agihan daya, agihan gelombang bunyi, atau agihan elektromagnetik. sebagai contoh, suatu grafimeter memperoleh data pada variasi agihan daya tarik bumi. Sonar pada sistem navigasi di air memperoleh data tentang variasi di dalam agihan gelombang bunyi. Mata seseorang akan mendapatkan data variasi agihan energi elektromagnetik.

### II.2. Komponen Dalam Penginderaan Jauh

Komponen dan interaksi antar komponen dalam penginderaan jauh adalah sebagai berikut (*Sutanto, 1986*):

#### 1. Sumber Tenaga

Dalam penginderaan jauh harus ada sumber tenaga, baik sumber tenaga alamiah maupun sumber tenaga buatan. Tenaga ini mengenai obyek dipermukaan bumi yang kemudian dipantulkan kesensor. Jumlah tenaga matahari yang mencapai bumi dipengaruhi oleh waktu (jam, musim), lokasi

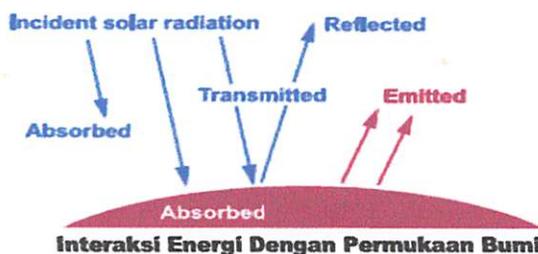
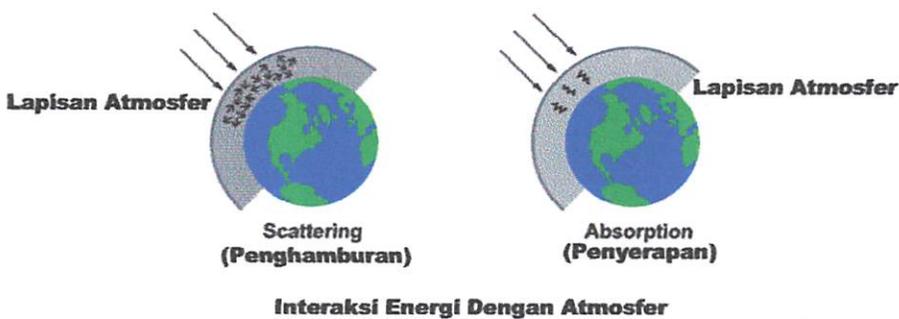
dan kondisi cuaca. Jumlah tenaga yang diterima pada siang hari lebih banyak bila dibandingkan dengan jumlahnya pada pagi atau sore hari. Kedudukan matahari terhadap tempat di bumi berubah sesuai dengan perubahan musim.

## 2. Atmosfer

Atmosfer membatasi bagian spektrum elektromagnetik yang dapat digunakan dalam penginderaan jauh. pengaruh atmosfer merupakan fungsi panjang gelombang, pengaruhnya bersifat selektif. Karena pengaruh yang selektif inilah maka timbul istilah jendela atmosfer yaitu bagian dari spektrum elektromagnetik yang mencapai bumi. Dalam jendela atmosfer ada hambatan atmosfer yaitu kendala yang disebabkan oleh hamburan pada spektrum tampak dan serapan yang terjadi pada spektrum infra merah termal.

## 3. Interaksi antara Tenaga dan Obyek

Tiap obyek mempunyai karakteristik tertentu dalam memantulkan atau memancarkan tenaga ke sensor. pengenalan obyek pada dasarnya dilakukan dengan menyidik (*tracing*) karakteristik spektral obyek yang tergambar pada citra. Obyek yang banyak memantulkan/memancarkan tenaga akan tampak cerah pada citra.



Gambar 2.1. Interaksi Energi

Pengaruh total atmosfer berbeda-beda sesuai dengan perbedaan jarak yang dilalui, besarnya sinyal tenaga yang diindera, kondisi atmosfer, dan panjang gelombang yang digunakan (Lillesand dan Kiefer, 1993). Gambar 2.1 menunjukkan energi radiasi elektromagnetik yang dideteksi oleh sensor, sebelumnya harus melalui atmosfer sehingga akan mengalami interaksi dengan atmosfer.

Interaksi atmosfer terutama disebabkan oleh adanya komponen gas dan partikel di atmosfer. Pengaruh yang paling mudah terlihat adalah pada panjang gelombang sinar tampak, yakni dapat berupa penghamburan (*scattering*) dan penyerapan (*absorption*). Selanjutnya Lillesand dan Kiefer (1993) menambahkan, proses penghamburan akan menyebabkan radiasi elektromagnetik kehilangan detail informasi, sedangkan proses penyerapan menyebabkan pengurangan energi pada selang panjang gelombang tertentu. Tenaga elektromagnetik dalam jendela atmosfer tidak dapat mencapai permukaan bumi secara utuh, karena sebagian mengalami hambatan oleh atmosfer. Sutanto (1990), menyebutkan bahwa hambatan ini disebabkan oleh debu, uap air, dan gas di atmosfer. Proses penghambatannya terjadi terutama dalam bentuk serapan (*absorpsi*), pantulan (*refleksi*), dan hamburan (*scattering*).

#### 4. Sensor

Tenaga yang datang dari obyek dipermukaan bumi diterima dan direkam oleh sensor. tiap sensor mempunyai kepekaan tersendiri terhadap bagian spektrum elektromagnetik. Disamping itu kepekaannya juga berbeda dalam merekam obyek terkecil yang masih dapat dikenali dan dibedakan terhadap obyek lain atau terhadap obyek lain atau terhadap lingkungan sekitarnya. kemampuan sensor dewasa ini beroperasi untuk memperoleh data jauh lebih besar daripada kemampuan untuk menangani data tersebut. hal ini pada umumnya berlaku baik untuk sistem interpretasi manual maupun sistem interpretasi dengan bantuan komputer. Pengolahan data sensor hingga menjadi bentuk yang dapat diinterpretasi memang merupakan suatu usaha yang memerlukan banyak pemikiran,

instrumentasi, waktu, pengalaman, dan data rujukan. Sementara banyak penanganan data dapat dilakukan dengan mesin (komputer dan alat mekanik atau elektronik yang lain), peranan manusia didalam pengolahan data akan terus berlanjut sebagai hal yang penting pada terapan yang produktif data penginderaan jauh.

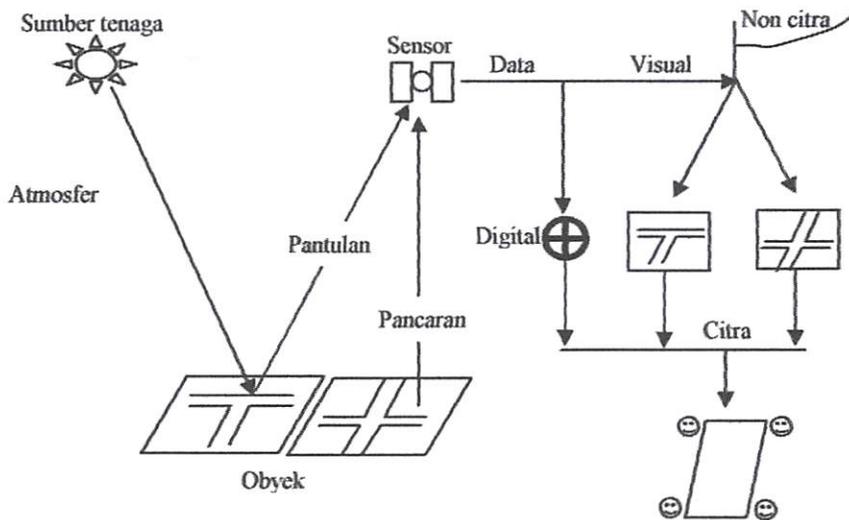
#### 5. Perolehan Data

Perolehan data dapat dilakukan dengan cara manual yakni dengan interpretasi secara visual, dan dapat pula dilakukan dengan cara numerik atau cara digital yaitu dengan menggunakan komputer. Foto udara pada umumnya diinterpretasi secara manual, sedangkan data hasil penginderaan secara elektronik dapat diinterpretasi secara manual maupun secara numerik.

#### 6. Berbagai Pengguna Data

Kunci keberhasilan terapan suatu sistem penginderaan jauh terletak pada manusia yang menggunakan data penginderaan jauh sistem tersebut. "Data" yang dihasilkan dengan sistem penginderaan jauh hanya akan menjadi "informasi" bila seseorang memahami asal-usulnya, mengerti bagaimana menginterpretasinya, dan memahami bagaimana cara menggunakannya yang paling tepat. Pemahaman menyeluruh terhadap masalah yang dihadapi penting sekali untuk terapan yang produktif metodologi penginderaan jauh. Juga tidak ada satu kombinasi pengumpulan data dan analisis data penginderaan jauh saja yang akan dapat memuaskan kebutuhan pengguna data. Sementara interpretasi foto udara kurang lebih telah seabad digunakan sebagai alat pengelolaan sumber daya, bentuk penginderaan jauh yang lain merupakan teknik dan cara pengumpulan informasi yang relatif baru dan belum konvensional. Bentuk penginderaan jauh yang dikembangkan akhir-akhir ini hingga kini masih kurang dapat memuaskan para pengguna. Meskipun demikian karena terapan baru berlanjut untuk dikembangkan dan dimanfaatkan, semakin banyak jumlah pengguna yang menyadari potensinya dan keterbatasan teknik penginderaan jauh. Sebagai akibatnya, penginderaan jauh telah

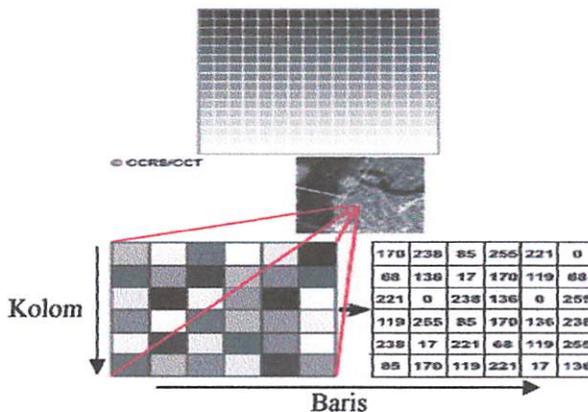
menjadi alat yang penting pada berbagai program operasional yang berkaitan dengan pengelolaan sumber daya, keteknikan dan eksplorasi.



Gambar 2.2. Komponen Sistem Penginderaan Jauh

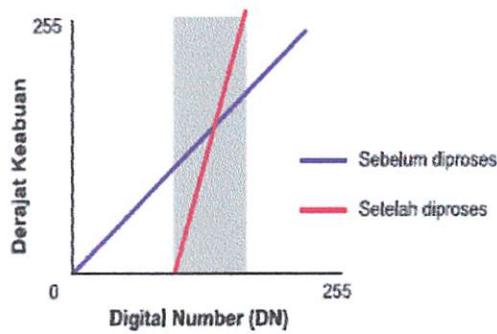
### IL3. Konsep Olah Citra Digital

Data Penginderaan Jauh yang diperoleh dari penyiaran satelit terhadap permukaan bumi berbentuk data digital yang disimpan dalam bentuk dua dimensi yang elemen-elemennya mewakili suatu daerah yang sangat kecil yang disebut pixel (*picture element*) dan setiap pixel berhubungan dengan suatu luas pada permukaan bumi. Struktur dari matriks ini disebut juga sebagai raster, maka data citra sering dinyatakan dengan data raster. Data raster tersusun atas baris dan kolom.



Gambar 2.3. Format Data Raster

Sebuah pixel berisikan bilangan digital yang merupakan nilai dari intensitas sinar yang direfleksikan terhadap panjang gelombangnya. Pola penyimpanan nilai intensitas setiap pixel digunakan tempat sebesar 8 bit, maka ini artinya nilai intensitas pixel berkisar dari 0 – 255 ( $2^8$  atau 256 tingkat warna).



Gambar 2.4. Digital Number

Agar data citra digital dapat dimanfaatkan, maka data citra harus diolah terlebih dahulu melalui beberapa teknik olah secara digital. Proses olah citra digital yang biasa dilakukan dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- Pemulihan Citra (Image Restoration)
- Peningkatan Mutu Citra (Image Enhancement)
- Klasifikasi Citra (Image Classification)

### II.3.1. Pemulihan Citra (Image Restoration)

Proses ini dimaksudkan untuk memulihkan data citra yang mengalami distorsi pada saat proses perolehan data, sehingga citra yang diperoleh merupakan gambaran yang lebih sesuai dengan kondisi aslinya. Langkahnya meliputi koreksi berbagai distorsi radiometrik dan geometrik.

#### II.3.1.1. Koreksi Radiometrik

Koreksi Radiometrik dilakukan atas dasar dua alasan, yaitu untuk memperbaiki kualitas visual citra dan sekaligus nilai-nilai pixel yang tidak sesuai dengan nilai pantulan atau pancaran spektral objek yang sebenarnya. Koreksi radiometrik citra yang ditujukan untuk memperbaiki visual citra berupa pengisian

kembali baris yang kosong karena drop-out baris maupun kesalahan awal pelarikan (scanning start).

Koreksi radiometrik diberikan untuk mengeliminasi kesalahan radiometrik atau distorsi. Energi elektromagnetik yang diterima sensor di satelit hasil emisi atau pantulan umumnya tidak sesuai dengan hasil emisi atau pantulan objek bila diamati dari jarak pendek. Perbedaan ini merupakan akibat dari adanya pengaruh azimuth matahari dan ketinggian, kondisi atmosfer seperti : kabut (fog) atau aerosol, respon sensor dan sebagainya, sehingga untuk mendapatkan radiasi atau pantulan yang benar perlu dilakukan koreksi.

Koreksi radiometrik dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu:

1. Penyesuaian Histogram

Metode ini merupakan pilihan yang paling sederhana, dengan hanya melihat histogram setiap saluran secara independen. Dari histogram kita bisa mengetahui nilai pixel terendah saluran tersebut.

2. Penyesuaian Regresi

Diterapkan dengan memplot nilai-nilai pixel hasil pengamatan pada beberapa saluran sekaligus. Cara ini secara teoritis dapat diterima, akan tetapi dalam prakteknya sulit untuk diterapkan, karena sebenarnya gangguan atmosfer terjadi pada hampir semua spektral tampak pada pantulan.

3. Metode Kalibrasi Bayangan

Gastellu-Etchegorry (1998) menerapkan metode kalibrasi bayangan (*shadow calibration method*) untuk mengkoreksi faktor gangguan atmosfer. Secara ringkas metode ini mempertimbangkan imbalan elektromagnetik yang masuk ke atmosfer bumi, serta kenampakan permukaan bumi yang tertutup bayangan.

4. Metode Lain

Metode ini memanfaatkan gambaran feature space hasil pengeplotan pixel-pixel pada saluran hijau melawan inframerah dekat dan saluran merah melawan inframerah dekat.

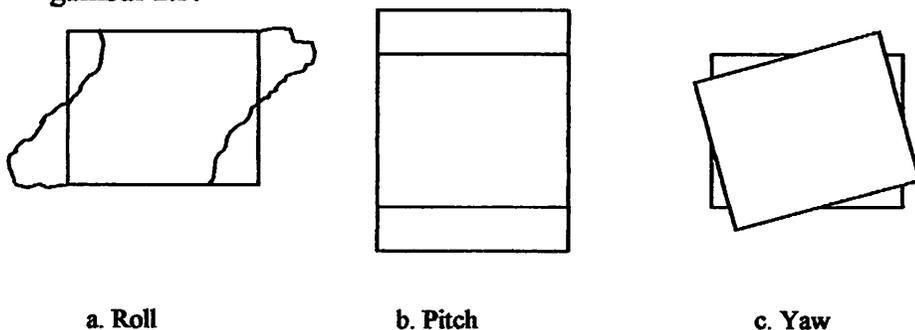
Masing-masing metode ini memiliki kelemahan, karena mengansumsikan faktor gangguan radiometri linear, dan seragam unuk sembarang posisi pada citra. Kenyataan ini menunjukkan bahwa gangguan ini sebenarnya bervariasi dari suatu tempat ketempat lainnya.

Para pengguna citra digital memilih metode yang relatif sederhana, dan menerapkan transformasi nilai pixel menjadi informasi tematik melalui pengkombinasian teknik pengolahan citra dengan Sistem Informasi Geografi.

### II.3.1.2. Koreksi Geometrik

Koreksi Geometrik adalah proses mentransformasikan citra, sehingga citra tersebut mempunyai sistem proyeksi tertentu. Koreksi geometrik dilakukan karena adanya distorsi pada citra. Beberapa hal yang menyebabkan terjadinya distorsi adalah sebagai berikut:

1. Distorsi akibat pengaruh rotasi bumi karena satelit berorbit polar.
2. Distorsi panoramik yang mengakibatkan ukuran pixel makin besar dengan bertambahnya sudut pandang sensor terhadap nadir.
3. Distorsi akibat kelengkungan permukaan bumi yang memiliki pengaruh sama dengan distorsi panoramik.
4. Distorsi scan *time skew* yaitu akibat perbedaan waktu setiap pixel dalam satu scan line dan kecepatan lintasan satelit.
5. Distorsi akibat *roll*, *pitch*, dan *yaw*. Distorsi ini berkaitan dengan penyimpangan ketinggian pesawat terbang (orientasi) seperti terlihat pad gambar 2.3.



Gambar 2.5. Distorsi Citra Penyiam Disebabkan Oleh Penyimpngan Sikap Pesawat Terbang

a. Distorsi akibat roll

Distorsi ini akibat efek gulungan (roll) pesawat terbang pada sumbu terbangnya. Gulungan menyebabkan garis kisi-kisi medan direkam pada saat yang berbeda-beda didalam siklus putaran cermin. Sebagai akibatnya maka citra tampak seperti ombak. Pengaruh ini dapat dihilangkan dengan proses kompensasi gulungan.

b. Distorsi akibat pitch

Distorsi akibat pitch pesawat terbang dapat menyebabkan distorsi citra penyiam. Perubahan skala lokal akibat tukan pada arah terbang pada umumnya hanya kecil dan kesalahan tersebut dapat diabaikan dalam sebagian analisis.

c. Distorsi akibat yaw

Bila mengalami angin menyilang selama perolehan data termal, maka sumbu pesawat terbang harus diarahkan keluar dari sumbu terbang untuk melawan angin. Distorsi ini sering dihindarkan dengan cara tidak mengumpulkan data termal pada kondisi angin menyilang yang kencang.

Sesuai dengan keperluan pemetaan maka koreksi geometrik dapat dilakukan dengan dua (2) cara masing-masing adalah:

1. Koreksi Geometrik yang Didasarkan pada Geometri Orbit Satelit

Koreksi dilakukan apabila tidak tersedia peta topografi serta persyaratan ketelitian tidak begitu diperhitungkan. Biasanya koreksi ini dilakukan dengan data-data lintasan atau orbit satelit yang dimiliki oleh TDRSS (Tracking Data Relay Satellite System). Pada umumnya semua citra yang dijual ke konsumen sudah dikoreksi dengan lintasan /orbit satelit. Koreksi tersebut meliputi koreksi skala, koreksi panoramik, koreksi puntiran (skaw) dan koreksi rotasi bumi.

2. Koreksi Geomtrik Didasarkan pada Titik Kontrol Tanah

Koreksi ini dilakukan apabila citra diperlukan system koordinat dan sistem proyeksi yang sama untuk keperluan pembuatan peta dasar atau citr

yang bergeoreferensi. Cara ini dapat dilakukan dengan memilih satu atau beberapa titik pada citra yang dapat dikenali pada peta atau dapat juga diidentifikasi di lapangan.

Apabila titik-titik tersebut dapat diidentifikasi dari peta, maka titik tersebut dapat diinterpolasi dan ditransformasikan ke dalam sistem koordinat dan sistem proyeksi yang diinginkan namun apabila titik tersebut dapat dikenali di lapangan maka titik tersebut dapat diukur secara teliti dibandingkan dengan interpolasi dari peta, misalnya dengan GPS.

Penempatan titik/tugu GPS dilakukan dengan mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

- Lokasi tugu GPS jauh dari benda-benda reflektif yang bisa memantulkan sinyal dari satelit GPS. Ini dilakukan untuk meminimumkan terjadinya multipath yang merupakan salah satu sumber kesalahan dalam pengamatan jarak ukuran (pseudorange) ke satelit.
- Lokasi tugu GPS jauh dari kabel tegangan tinggi ataupun benda-benda bermedan listrik/magnet lainnya. Hal ini dilakukan untuk menghindari imaging yang merupakan salah satu sumber kesalahan pada pengukuran beda fase dari sinyal GPS.
- Tugu GPS ditempatkan pada lokasi yang mempunyai ruang pandang bebas halangan ke semua arah  $15^{\circ}$  di atas horizontal.
- Lokasi tugu GPS, ditempatkan diluar jalur lalu lintas manusia dan binatang seperti jalan setapak, jalan raya, rel kereta api dan lain sebagainya.
- Ditempatkan pada tanah yang kondisinya stabil. Bila memungkinkan lokasi tugu GPS dijauhkan dari keramaian tetapi mudah dikunjungi atau ditemukan kembali.
- Lokasi titik dapat dengan mudah diidentifikasi pada citra satelit IKONOS.

Untuk mengurangi efek dari gangguan yang bersifat tidak linear dan tidak tetap ruang, ketelitian suatu citra terutama dalam aplikasi

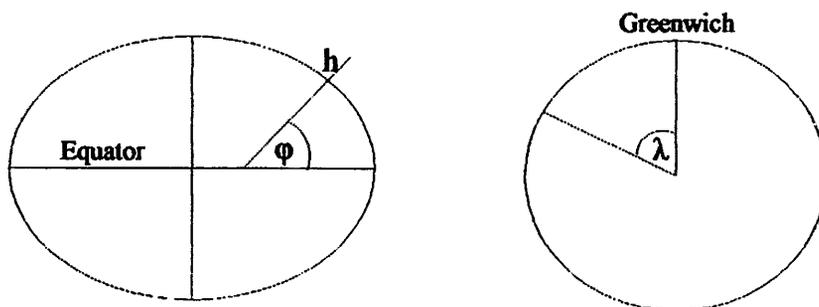
pemetaan dapat dilakukan dengan bantuan titik control tanah dalam proses koreksi geometris. Proses ini juga dikenal dengan registrasi citra, dimana penggunaan titik kontrol tanah akan mempengaruhi bentuk fungsi pemetaan yang diperoleh pada proses transformasi.

### II.3.2. Sistem Koordinat

Obyek spasial baik yang berasal dari peta maupun langsung dari lapangan selalu bereferensi geografis (memiliki posisi). Sistem referensi geografis ini sering dikenal sebagai sistem koordinat. Ada tiga macam sistem koordinat yang umum dijumpai dalam pemetaan, yaitu sistem koordinat Kartesian (Cartesian Coordinate), sistem koordinat geografis (atau sistem koordinat geodetis), dan sistem koordinat grid/peta (Map Grid Coordinate). Ada satu lagi sistem koordinat yang dipakai hanya dalam lingkup area yang tidak terlalu luas (biasanya tidak lebih dari 5 km x 5 km) didalam suatu proyek rekayasa (civil engineering) dan disebut dengan sistem koordinat lokal (sistem koordinat proyek).

#### II.3.2.1. Sistem Koordinat Geografis/Geodetis

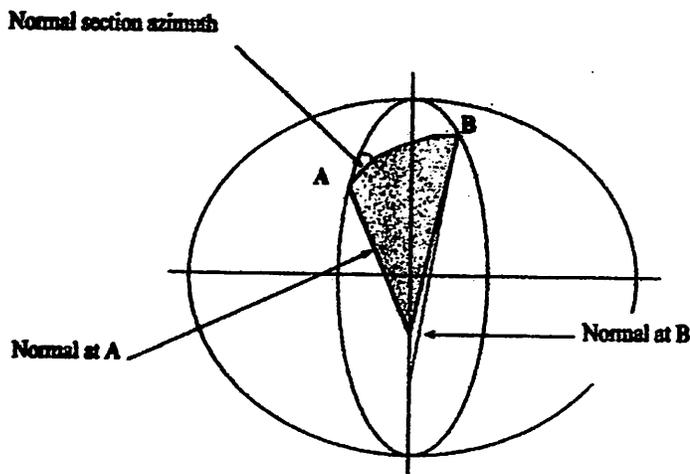
Sistem koordinat Geografis/Geodetis mendefinisikan posisi obyek di permukaan bumi/ellipsoid dengan lintang, bujur, dan ketinggian dari permukaan bumi ke permukaan ellipsoid (latitude, longitude, height ( $\phi$ ,  $\lambda$ ,  $h$ )) seperti pada Gambar 2.6 berikut :



Gambar 2.6. Sistem Koordinat Geodetis : Lintang ( $\phi$ ), Bujur ( $\lambda$ ) Dan Tinggi diatas Ellipsoid ( $h$ )

Perlu diperhatikan disini adalah bahwa besarnya lintang tidak diukur dari pusat ellipsoid tetapi terhadap perpotongan garis normal dengan bidang ekuator .

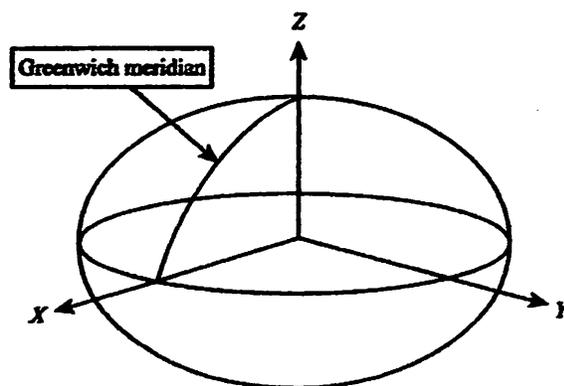
Garis normal disetiap permukaan ellipsoid akan memiliki panjang yang berbeda-beda Karena alasan ini penentuan panjang garis normal untuk setiap titik dipermukaan ellipsoid mutlak diperlukan dalam perhitungan penentuan koordinat geografis/geodetis.



Gambar 2.7. Perpotongan Garis Normal Dengan Bidang Equator

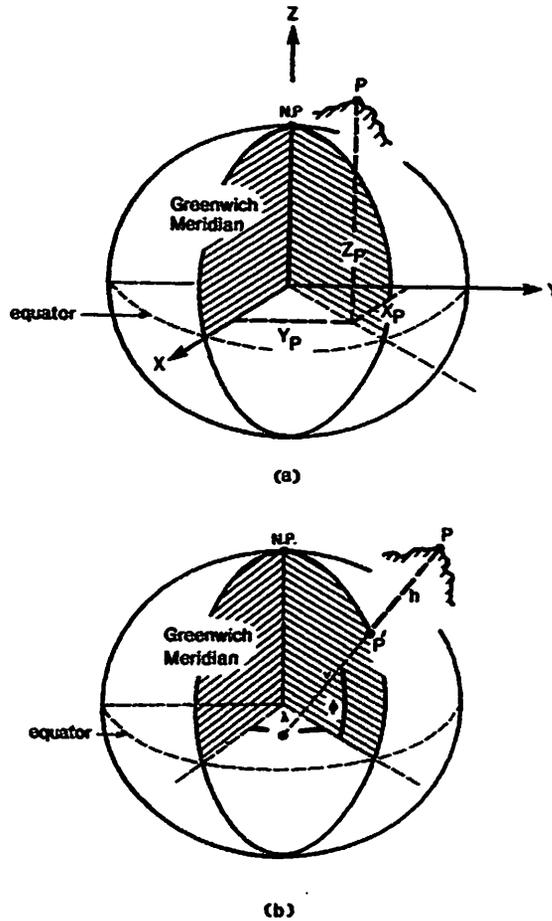
### II.3.2.2. Sistem Koordinat Kartesian

Sistem koordinat Kartesian didefinisikan dengan 3 buah salib sumbu yang saling tegak lurus. Sumbu-sumbu ini (X, Y, Z) saling berpotongan di pusat ellipsoid referensi seperti pada Gambar 2.8. dan Gambar 2.9 (a).



Gambar 2.8. Sistem Koordinat Kartesian

MATHEMATICAL MODELS IN SURVEYING



Gambar 2.9. (a) Sistem Koordinat Kartesian dan (b) Sistem Koordinat Geografis

Sumbu Z berimpit dengan sumbu minor elipsoid (b), sumbu X berada pada bidang ekuator dan memotong meridian  $0^0$  (meridian Greenwich). Dan sumbu Y adalah tegak lurus sumbu X pada bidang ekuator.

Sistem koordinat cartesian sering disebut sistem koordinat tangan kanan (right handed systems), karena arah rotasi masing-masing sumbunya berlawanan arah dengan arah jarum jam. Hal ini akan berpengaruh dalam bagaimana sistem ini akan ditransformasikan ke dalam sistem koordinat/datum yang lain.

Sistem koordinat kartesian dan geografis/geodetis disebut *geocentric* apabila origin (titik pusat) ellipsoid berada pada pusat bumi yang diperjanjikan (Conventional International Origin (CIO), dan sumbu Z (sumbu pendek ellipsoid)

mengarah pada kutub utara rata-rata yang diperjanjikan (Conventional Terrestrial Pole (CTP)).

Contoh ellipsoid yang geocentric adalah Geodetic Reference System 1980 (GRS80) yang diadopsi untuk penentuan datum geocentric World Geodetic Systems 1984 (1984) yang digunakan untuk datum satelit GPS, dan International Terrestrial Reference Frames (ITRF) yang digunakan kalangan sipil internasional untuk penentuan GPS teliti. Indonesia juga memakai ellipsoid geocentric ini untuk digunakan sebagai bidang referensi datum guna memetakan wilayah Indonesia sejak tahun 1994 dan dikenal dengan nama Datum Geodesi Nasional 1995 (DGN95).

Contoh ellipsoid yang bukan geocentric adalah Geodetic Reference System 1967 (GRS 67) yang dipakai di dalam Datum Indonesia 1974 (ID 74), elipsoid Bessel 1841 yang dipakai didalam datum Genuk, Makasar, dll. Pembahasan tentang datum akan dibahas kemudian.

### **II.3.2.3. Sistem Koordinat Grid/Peta**

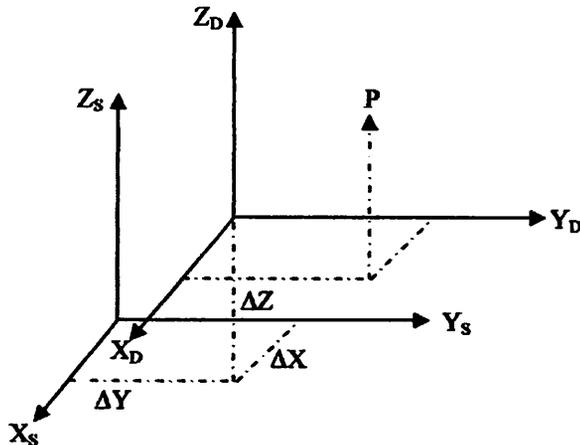
Koordinat geografis/geodetis yang diproyeksikan ke permukaan bidang datar/peta dengan teknik/sistem proyeksi peta disebut dengan koordinat grid/peta. Salib sumbu koordinat grid ini adalah orthogonal yang membentang ke utara-selatan disebut North (N) atau Utara (U), dan yang membentang ke barat-timur disebut East (E) atau Timur (T). Sedangkan titik pusat (origin) salib sumbu ini memiliki harga tertentu yang besarnya ditentukan dalam sistem proyeksi peta. Contoh koordinat grid di Indonesi adalah Universal Tranverse Mercator (UTM) dan Tranverse Mercator 3<sup>0</sup> yang digunakan didalam sistem proueksi Tranverse Mercator.

### **II.3.2.4. Transformasi Datum Geodesi**

Salah satu sasaran geodesi adalah mendapatkan koordinat geodesi dalam satu sistem. Banyaknya datum geodesi tentunya menjadi suatu kendala. Namun demikian dengan adanya teknologi satelit seperti yang sekarang sedang populer yaitu GPS (Global Positioning System) menjadi sangat mungkin untuk

mendapatkan koordinat peta titik-titik di bumi dalam satu sistem yang geosentris. Bila satu set parameter ellipsoid referensi telah didefinisikan, koordinat peta dapat dikonversi menjadi lintang, bujur dan tinggi diatas ellipsoid tersebut. Jika dilakukan pengamatan satelit disuatu titik yang telah diketahui koordinatnya pada suatu datum tertentu, maka dapat dibandingkan pada titik itu koordinat satelit dan koordinat dalam sistem datum tertentu tadi, untuk mendapatkan hubungan antara kedua sistem tersebut.

Untuk menyederhanakan, pertama dianggap bahwa sistem koordinat dalam datum tertentu dan sistem satelit, sumbu-sumbunya saling sejajar tetapi origin (pusat) nya tidak berimpit, lihat gambar 2.10 berikut :



**Gambar 2.10.** Sistem Koordinat Satelit (S) dan Sistem Koordinat Pada Datum Tertentu

Bila koordinat P ( $\varphi$ ,  $\lambda$ , h), dalam datum D, maka koordinat P dapat dikonversi kedalam sistem koordinat peta menjadi :

$$\begin{aligned}
 X_D &= (N + H + N^*) \cos \varphi \cos \lambda \\
 Y_D &= (N + H + N^*) \cos \varphi \sin \lambda \\
 Z_D &= [N(1 - e)^2 + H + N^*] \sin \varphi \\
 h &= H + N^*
 \end{aligned}$$

Keterangan rumus :

$N$  = Jari-jari lengkung vertikal utama

$H$  = Tinggi Orthometrik

$N^*$  = Undulasi Geoid

Proses koreksi geometrik dilakukan dengan pemilihan titik control tanah atau Ground Control Point (GCP). GCP merupakan titik-titik control tanah yang dipilih untuk melakukan rektifikasi citra yang jumlah dan distribusinya akan mempengaruhi akurasi koreksi geometrik. Akurasi geometrik diberikan dalam bentuk standar deviasi (RMS). Salah satu cara yang mudah untuk mengukur distorsi adalah dengan menghitung Root Means Square (RMS error) pada setiap titik control tanah berdasarkan persamaan:

$$RMS\ error = \sqrt{(X^1 - X)^2 + (Y^1 - Y)^2}$$

Dimana :

$X, Y$  = Koordinat titik control tanah pada citra asli.

$X^1, Y^1$  = Koordinat titik control tanah pendekatan atau hitungan.

RMS error memperlihatkan sebuah ukuran ketelitian titik control tanah pada citra yang merupakan nilai rata-rata RMS error pada setiap titik control tanah, dengan menghitung RMS error untuk seluruh titik control tanah hal ini memungkinkan terlihatnya titik control tanah yang diduga mempunyai kesalahan yang besar.



**Gambar 2.11.** Proses pemilihan GCP

Secara keseluruhan proses koreksi geometrik dibagi menjadi dua tahap, yaitu proses rekonstruksi citra atau sering juga disebut proses interpolasi spasial citra dan proses resampling atau disebut juga interpolasi intensitas. Interpolasi adalah suatu proses untuk menentukan harga suatu fungsi pada titik-titik posisi antara suatu sampel dengan sampel tetangganya. Teknik transformasi koordinat atau interpolasi spasial sangat diperlukan untuk koreksi geometrik yang sistemnya menggunakan titik kontrol tanah. Ketelitian geometrik citra hasil transformasi dipengaruhi oleh :

1. Kualitas titik kontrol tanah
2. Ketelitian peta yang digunakan sebagai referensi hasil pengukuran lapangan, dan
3. Resolusi spasial citra itu sendiri.

Metode resampling yang umum digunakan yaitu:

1. Nearest neighbour

Metode ini merupakan interpolasi paling sederhana. Titik terdekat akan disampling, dilakukan dengan menempatkan titik image yang terkoreksi secara radiometrik ke titik yang terdekat pada citra yang belum diproses. Cara ini sangat cepat karena tidak membutuhkan perhitungan. Metode ini mempunyai keuntungan yaitu merubah nilai geometrik citra, tetapi menghasilkan citra yang kualitas warnanya agak rendah.

2. Bi-Linier

Metode ini diaplikasikan pada 4 (empat) titik disekelilingnya dengan mengevaluasi beberapa pixel disekitarnya untuk memperkrakan nilai citra yang akan dialihkan. Data spektral menjadi lebih halus setelah proses interpolasi. Oleh karena teknik ini merubah nilai digital, maka akan timbul masalah pada pemakaian analisis pola spektral pada citra. Citra interpolasi ini memiliki visibilitas yang baik antara tampilan (*performance*) dengan waktu perhitungan (*computation*). Tetapi secara keseluruhan tidak cukup bagus untuk menyajikan detail radiometrik dari image.

### 3. Bicubic

Metode ini melakukan interpolasi dari 16 titik sekelilingnya (4x4) pada image. Hasil interpolasi menjadi lebih tajam dan halus. Tetapi waktu perhitungan (computation) lebih lama dibanding cara lain.

### **IL3.3. Peningkatan Mutu Citra (Image Enhancement)**

Penigpngkatan mutu citra adalah salah satu proses pengolahan citra digital yang ditujukan untuk merubah nilai digital setiap elemen gambar baik secara tunggal maupun kelompok sehingga gambaran yang diinginkan menjadi lebih jelas dan sebaliknya yang tidak diinginkan dapat dikuangi atau dihilangkan. Peningkatan mutu citra dilakukan mengingat keterbatasan penglihatan manusia untuk mendeteksi perbedaan intensitas citra yang relatif kecil atau tekstur citra yang serupa. Peningkatan mutu citra dapat dilakukan melalui operasi-operasi pengolahan citra berupa ; peningkatan kontras (*contras enhancement*), melalui operasi histogram, penggunaan filter (*filtering*), penggabungan data (*data fusion*) dan penerapan mode warna.

Peningkatan kontras citra merupakan teknik untuk merubah nilai digital setiap elemen citra menjadi nilai digital yang baru sehingga distribusinya dapat dilihat dengan jelas secara visual. Peningkatan mutu citra dapat dilakukan melalui operasi pergeseran dan pelebaran histogram, dimana histogram adalah tampilan statistik yang menyatakan himpunan pixel suatu citra, dimana sumbu horizontal menyatakan selang kelas sedangkan sumbu vertikal menyatakan frekuensi munculnya citra.

### **IL4. Citra Satelit IKONOS**

Citra satelit IKONOS adalah produk dari SPACE IMAGING Inc. Amerika Serikat. Satelit ini baru diluncurkan 24 september 1999, dan sudah mulai beroperasi untuk melayani permintaan publik sejak Januari 2000. Satelit mengorbit pada ketinggian 500 km diatas permukaan bumi dan mengelilingi bumi sekali dalam 98 menit sehingga menghasilkan 15 kali orbit dalam sehari, dengan kecepatan jalur medan satelit sekitar 17.000 miles tiap jam dan dapat merekam

lebar sapuan lebih dari 2.000 km<sup>2</sup>/menit. Dengan elevasi sudut sensor antara 60 sampai 90 derajat.

Citra satelit IKONOS terdiri dari tiga jenis data yaitu :

- a. Panchromatic resolusi 1 meter
- b. Multispectral resolusi 4 meter, dan
- c. Color (Pan-Sharpned) resolusi 1 meter

IKONOS adalah citra dengan resolusi spasial tinggi yang merekam data multispektral 4 kanal pada resolusi 4 m (citra berwarna) dan sebuah kanal pankromatik dengan resolusi 1 m (hitam-putih).

**Tabel L1.** Jenis, panjang, dan resolusi spasial citra IKONOS

<b>Band</b>	<b>Band width</b>	<b>Spacial Resolution</b>
Panchromatic	0.45 – 0.90 $\mu\text{m}$	1 Metre
Band 1	0.45 – 0.53 $\mu\text{m}$ (Blue)	4 Metres
Band 2	0.52 – 0.61 $\mu\text{m}$ (Green)	4 Metres
Band3	0.64 – 0.72 $\mu\text{m}$ (Red)	4 Metres
Band 4	0.77 – 0.88 $\mu\text{m}$ (NIR)	4 Metres

Resolusi Radiometrik citra IKONOS dikumpulkan tiap 11 bit pixel (2048 tone abu-abu). Ini berarti bahwa masih diperlukan ahli perangkat lunak inderaja untuk memperoleh informasi gambar dengan detail. IKONOS dengan kemampuannya sebagai high accuracy remote sensing satellite akan memberikan implikasi terhadap berubahnya konsepsi penyediaan data dan informasi wilayah terutama karena meningkatnya kecepatan dan keakuratan.

Metadata citra IKONOS terdiri dari jumlah parameter, deskripsi sumber image, dan file diskripsi produk. Parameternya meliputi area pemotretan (capturing), spectral band, dan system koordinat. Diskripsi jumlah image meliputi tanggal pembuatan, sudut matahari, dan bentuk geometrinya. File diskripsi produk meliputi geocoding, spectral bands, dan area yang dicover. Metadata sudah dalam bentuk ASCII text file.

System proyeksi yang dapat digunakan misalnya UTM, State Plane, Albers Conic Equal Area, Lambert Conformal Conic, dan Transverse Mercator. Sedangkan untuk datum yang dapat digunakan adalah WGS 84, NAD 83, dan NAD 27. WGS 84 cocok digunakan untuk seluruh wilayah, NAD 83 khusus untuk wilayah Amerika Utara, dan NAD 27 untuk CONUS.

Pengolahan citra IKONOS dapat mempergunakan beberapa software diantaranya yaitu: ER Mapper, PCI Ortho Engine, ERDAS, ZI Imaging, dan BAE/LH System. Untuk hasil akhir citra dalam bentuk format GeoTIFF atau NITF 2.0.

Citra IKONOS dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang seperti pemetaan, bidang pertanian untuk memonitoring kesehatan tanaman dan untuk mengestimasi lahan, kehutanan dan berbagai keperluan lainnya. Dibidang pemerintahan dapat digunakan untuk memonitor dan melakukan perencanaan tata ruang kota.

Dengan kehadiran citra satelit resolusi tinggi seperti IKONOS, maka pembuatan peta dasar secara ekstra terestris dapat dilakukan lebih cepat, detail dan relative lebih murah dibandingkan jika menggunakan foto udara. Hal ini karena IKONOS mempunyai resolusi sekitar 100 cm yang berarti dapat mengamati objek-objek yang lebih besar dari 1 m.

#### **II.5. Digital Elevation Model (DEM)**

Digital Elevation Model (DEM) merupakan file digital dalam format raster yang berisi informasi ketinggian permukaan tanah untuk posisi tanah dengan interval yang sama. DEM diperoleh dari peta topografi (kontur, garis perairan, garis pegunungan, danau, dll) yang didigitasi kemudian diproses hingga menjadi bentuk yang dibutuhkan dengan interval tertentu. (Sumber: Rully Soelaiman, Ade T. Ariani dan Chastine Fatichah, 2004).

File data geografi digital tersebut dihasilkan oleh U.S. Geological Survey (USGS). Adapun standart format DEM yang dikeluarkan oleh U.S. Geological Survey (USGS) antara lain :

- 7.5 minute DEM
- 30 minute DEM
- 1 degree DEM
- 7.5 minute Alaska DEM

### **IL5.1. Struktur Data DEM**

Struktur data dari DEM pada dasarnya terbagi menjadi 2 (dua) bagian yaitu:

- **Struktur UTM**  
File DEM yang menggunakan struktur UTM adalah 7.5 minute DEM. File ini dibentuk oleh perpotongan garis antara keempat titik sudut dari perkiraan batas peta geografis (quadrangle).
- **Struktur Arc-Second Grid**  
Pada struktur arc-second, profile tepat berbatasan dengan batas DEM. Adapun area yang dihasilkan oleh DEM dengan struktur arc-second adalah berbentuk persegi panjang.

Data record DEM diatur dalam 3 logical record dengan format tertentu, yaitu record A, B dan C. Record A hanya ada satu pada setiap DEM dan terletak pada record pertama dari data file. Record A merupakan header file DEM yang berisi tentang informasi karakteristik umum, antara lain nama, batas, unit pengukuran, nilai minimum dan maksimum, jumlah record B dan parameter proyeksi. Sedangkan record B yang merupakan inti dari file DEM, berisi data ketinggian dan informasi header yang berhubungan. Semua record tipe B dari file DEM disimpan dalam array satu dimensi yang disebut dengan profiles. Jumlah profile yang mencakup seluruh area pada DEM sama dengan jumlah record B dalam DEM. Record tipe C berisi informasi mengenai statistik keakuratan data.

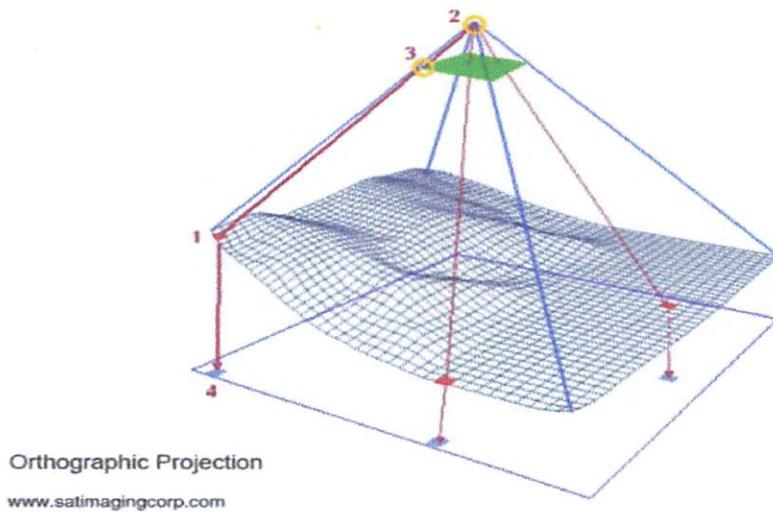
### **IL5.2. Orthorektifikasi Citra Menggunakan Data DEM**

Citra satelit dan foto udara pada dasarnya memegang peranan penting dalam pemetaan terutama yang berhubungan dengan kebutuhan akan sistem informasi geografis maupun interpretasi permukaan bumi secara visual sehingga

dapat dijadikan sebagai acuan dalam mengumpulkan informasi keruangan. Contoh nyata dari peranan data citra/foto adalah dapat memberikan informasi detail mengenai jalan, vegetasi, maupun pengairan. Sebelum informasi dari citra satelit ini dapat dimanfaatkan untuk keperluan pemetaan, maka data citra tersebut harus diperbaiki dari kesalahan-kesalahan (distorsi) yang salah satunya diakibatkan oleh kesalahan dalam proses perekamannya. Proses memperbaiki data citra ini biasa di sebut dengan proses orthorektifikasi. Tanpa melalui proses ini, maka tidak akan diperoleh suatu hasil pengukuran yang akurat baik yang berhubungan dengan proses pengukuran jarak, sudut, maupun arah (azimuth).

Orthorektifikasi adalah suatu proses yang dilakukan untuk memperbaiki citra satelit dari kesalahan-kesalahan geometris akibat variasi skala, sistem proyeksi kamera sentral, dan kesalahan akibat variasi terrain yang mengakibatkan pergeseran relief (*relief displacement*) sedemikian rupa sehingga citra satelit benar-benar terbebas dari kesalahan-kesalahan tersebut.

DEM merupakan data yang sangat diperlukan dalam proses orthorektifikasi citra baik foto udara maupun citra satelit. Proses transformasi citra secara garis besar merupakan suatu proses perpotongan antara dua buah fungsi. Yang pertama adalah sebuah fungsi yang merupakan model matematis hubungan satu-satu antara setiap titik pada citra dengan titik yang sesuai dengan titik di permukaan tanah. Fungsi ini akan melibatkan juga karakteristik internal sensor pencitra (*sensor geometry*) maupun karakteristik eksternal citra tersebut dalam pergerakannya mengelilingi bumi (*orbital ephemeris*). Fungsi yang kedua adalah fungsi yang mempresentasikan model permukaan bumi yang diperoleh dari data DEM.



**Gambar 2.12.** Proses Orthorektifikasi Data Citra Satelit

Keterangan Gambar 2.12. :

1. Titik tinggi yang terdapat pada data DEM. Titik ini diwakili oleh pixel-pixel dengan nilai tertentu.
2. Titik pemotretan/perekaman diatas medan. Titik ini mencakup parameter-parameter pada orientasi luar.
3. Titik pada citra. Tingkat kecerahan dari titik ini ditentukan berdasarkan proses resampling terhadap nilai digital pixel yang ada.
4. Nilai ketinggian yang diperoleh dari informasi orientasi luar dan nilai kecerahan yang digunakan untuk menentukan daerah-daerah dengan ketinggian yang sama pada citra yang terorthorektifikasi.

Dalam melakukan proses orthorektifikasi diperlukan data/informasi sebagai berikut:

- File perekam/kamera yang berisi informasi kalibrasi.
- Data DEM
- Parameter orientasi luar. Jika tidak ada, maka dapat ditentukan dengan menggunakan titik kontrol tanah (GCP).
- Titik-titik GCP yang di implementasikan dalam bentuk koordinat X,Y,Z.

Prinsip orthorektifikasi adalah untuk mengoreksi data citra dari penyimpangan (distorsi) sehingga data citra sesuai dengan karakteristik kamera,

posisi platform, dan keadaan detail permukaan bumi. Oleh karena itu dalam proses orthorektifikasi diperlukan adanya titik-titik kontrol tanah yang digunakan untuk mencari/memperoleh parameter-parameter dari orientasi luar.

Tujuan dari orientasi luar ini adalah untuk membentuk model dari suatu objek dipermukaan bumi yang bebas dari distorsi dimana hal ini sangat berkaitan dengan ketepatan posisi satelit/kamera pada saat pemotretan/perekaman terhadap objek-objek tersebut. Adapun parameter-parameter dari orientasi luar yaitu:

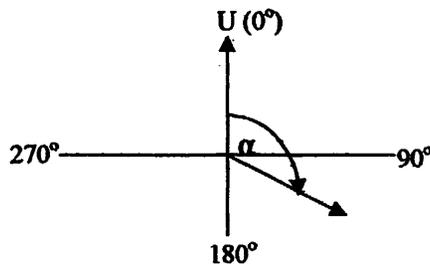
- Koreksi omega ( $\omega$ ) yang disebut juga dengan kesalahan gulungan (roll), dimana berkaitan dengan rotasi sumbu X terhadap gerakan pesawat.
- Koreksi phi ( $\phi$ ), disebut juga kesalahan ayunan (pitch) yang berkaitan dengan adanya perputaran terhadap sumbu Y.
- Koreksi Kappa ( $\kappa$ ), disebut juga dengan distorsi yaw yang berkaitan dengan perputaran terhadap sumbu Z.
- Koordinat pusat (X,Y,Z) yang berada pada pusat citra.
- Skala. Digunakan sebagai parameter pendekatan dalam proses orthorektifikasi sebagai akibat dari adanya pemotongan citra yang menyebabkan hilangnya skala citra.

## **II.6. Kualitas Geometrik Citra**

Untuk memperoleh kualitas geometrik citra yang baik diperlukan adanya titik kontrol (*control point*) dengan tingkat kerapatan yang memadai. Dengan demikian pelaksanaan pengukuran seluruh areal yang dikaji dapat lebih dipermudah. Hubungan antara masing-masing titik kontrol diukur dengan ketelitian yang tinggi dan titik-titik kontrol ini membentuk semacam jaringan yang disebut jaringan titik-titik kontrol. (*sumber: Dr. Ir. Suyono Sosrodarsono, Pengukuran Topografi dan Teknik Pemetaan*).

### **II.6.1. Arah (Azimuth)**

Azimuth adalah arah sebuah garis yang menghubungkan dua buah titik diatas permukaan bumi. Azimuth diperoleh pada posisi mendatar yang diukur dari arah utara sebagai nol derajatnya, dan dihitung searah jarum jam.



**Gambar 2.13. Model Penentuan Azimuth**

Pengukuran azimuth diadakan untuk bermacam-macam tujuan, antara lain sebagai berikut:

- Koreksi azimuth guna menghilangkan kesalahan akumulatif pada sudut-sudut terukur dalam jaringan triangulasi atau dalam pengukuran jarring-jaring (*traversing*).
- Penentuan azimuth untuk titik-titik kontrol yang tidak terlihat antara satu dengan yang lainnya.
- Penentuan sumbu X untuk koordinat bidang datar pada pekerjaan pengukuran yang bersifat lokal.

## **II.6.2. Sudut**

Sudut adalah perbedaan antara pembacaan skala piringan horisontal antara dua arah pada suatu titik. Pengukuran sudut berarti mengukur suatu sudut yang terbentuk antara suatu titik dengan dua titik lainnya. Pada pengukuran ini diukur arah dari dua titik atau lebih yang dibidik dari suatu titik kontrol dan jarak antara titik-titik diabaikan.

Adapun macam-macam jenis dari sudut adalah:

- Sudut horisontal merupakan sudut yang diukur pada bidang maupun arah horisontal.
- Sudut vertikal merupakan sudut yang diukur pada bidang atau arah vertikal.
- Sudut Azimuth merupakan sudut yang diambil dari arah utara ( $0^{\circ}0'0''$ ) dan diputar searah dengan arah jarum jam.

Metode pengukuran sudut secara garis besar terdiri dari dua (2) cara yaitu dengan metode pengukuran secara repetisi dan reiterasi.

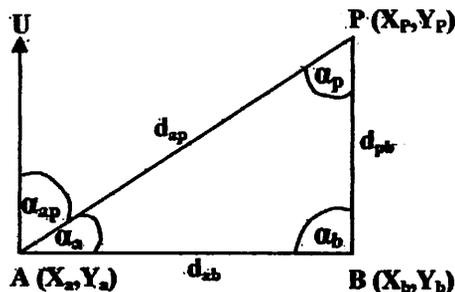
### 1. Cara Reiterasi

Pada cara ini sesungguhnya pengukuran dilakukan dengan menyelesaikan pembacaan ke semua target yang tersedia pada satu kedudukan alat. Sesudah sampai pada pembacaan arah dari target yang terakhir maka kedudukan teropong diubah menjadi kedudukan luar biasa dan pengukuran pengukuran ke arah target lainnya dilakukan sampai ke arah target yang pertama kembali.

### 2. Cara Repetisi

Pengukuran sudut dengan cara repetisi hanya dapat dilakukan dengan alat ukur tipe sumbu ganda. Untuk mengukur sudut dalam berbagai arah cara ini akan memakan waktu yang lama, jadi hanya efektif apabila diukur satu sudut saja (sudut tunggal). Umumnya pengukuran dilakukan sebanyak  $n$  kali.

Dalam suatu pengukuran, apabila diketahui koordinat-koordinat titik yang diukur maka besarnya sudut yang terbentuk dari hasil pengukuran dapat dihitung. Secara sederhana, model perhitungan sudut dapat dilihat pada gambar 2.14.



Gambar 2.14. Dasar Perhitungan Sudut

Rumus :

$$\operatorname{tg} \alpha_p = \frac{X_p - X_a}{Y_p - Y_a}$$

$$\sin \alpha_a = \frac{X_p - X_a}{d_{ap}} \quad \text{dan} \quad \cos \alpha_a = \frac{Y_p - Y_a}{d_{ap}}$$

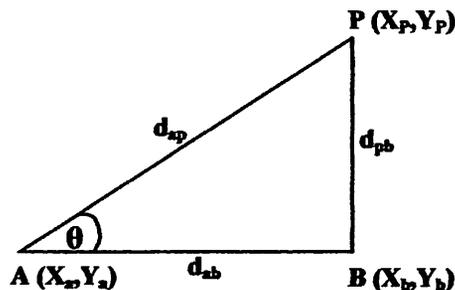
Dengan persamaan yang sama, α<sub>b</sub> dan α<sub>p</sub> dapat dicari.

### II.6.3. Jarak

Jarak merupakan hubungan terpendek antara dua buah titik / posisi. Ditinjau dari posisinya, jarak dibagi menjadi tiga macam, yaitu :

- Jarak datar* ( $dd$ ) adalah hubungan terpendek antara dua buah titik pada satu bidang nivo atau pada bidang datar.
- Jarak miring* ( $dm$ ) adalah hubungan terpendek antara dua buah titik pada posisi miring.
- Jarak vertikal / tegak* ( $dv$ ) adalah hubungan terpendek antara dua buah titik pada posisi tegak / vertikal. Yang disebut juga dengan beda tinggi ( $\Delta h$ ).

Secara sederhana, penentuan dan perhitungan jarak dapat dijabarkan pada gambar 2.15. berikut:



Gambar 2.15. Jarak miring dan jarak horizontal

Seperti yang tertera pada Gbr. 2.15, garis AB dianggap horizontal, yang berarti setelah dilakukan pengukuran beda tinggi terhadap titik A dan titik B, maka perbedaan tinggi kedua titik tersebut = 0. Jika titik C tepat berada di atas titik B, maka panjang garis AC disebut jarak miring (*slope distance*), sedang panjang garis AB disebut jarak horizontal.

Sehingga dihasilkan suatu persamaan:

$$d_{AB} = d_{ap} \cos \theta$$

$$d_{BP} = d_{ap} \sin \theta$$

$$AP^2 = AB^2 + BP^2$$

## **BAB III**

### **PELAKSANAAN PENELITIAN**

#### **III.1. Persiapan Penelitian**

Sebelum melaksanakan proses penelitian, tahapan pertama yang harus dilakukan adalah menyiapkan segala unsur-unsur yang dapat digunakan untuk mendukung kelancaran proses penelitian. Dalam penelitian ini, unsur-unsur yang harus dipersiapkan adalah sebagai berikut:

##### **III.1.1. Bahan dan Materi Penelitian**

Bahan dan materi yang dipersiapkan dalam penelitian ini terdiri dari perangkat pengolah data, alat ukur lapangan dan data-data pendukung lainnya dengan spesifikasi sebagai berikut:

###### **1. *Perangkat Keras***

- a. Peralatan pemrosesan utama yakni sebuah komputer dengan spesifikasi:
  - Processor Intel Celeron
  - Memory SDRAM 1 GB
  - Hardisk dengan kapasitas memori 80 GB
  - CD-ROM LITEON
- b. Peralatan tampilan yakni monitor LG 14"
- c. Peralatan pemasukan antara lain: papan ketik (keyboard) dan mouse
- d. Peralatan percetakan berupa printer A4 dengan merk Cannon 2100i sp
- e. Alat ukur lapangan berupa tiga (3) set GPS Geodetic merk Leica CR 233 system 300 double frekuensi dan satu (1) set Total Station merk TopCon type 600.

###### **2. *Perangkat Lunak***

Perangkat lunak pengolah data yang digunakan dalam penelitian ini adalah perangkat lunak pengolah citra penginderaan jauh ER Mapper 7.0 ditambah dengan perangkat lunak AutoCad 2004, perangkat lunak SKI ver. 2.3, GeoLab, dan Tc Tools.

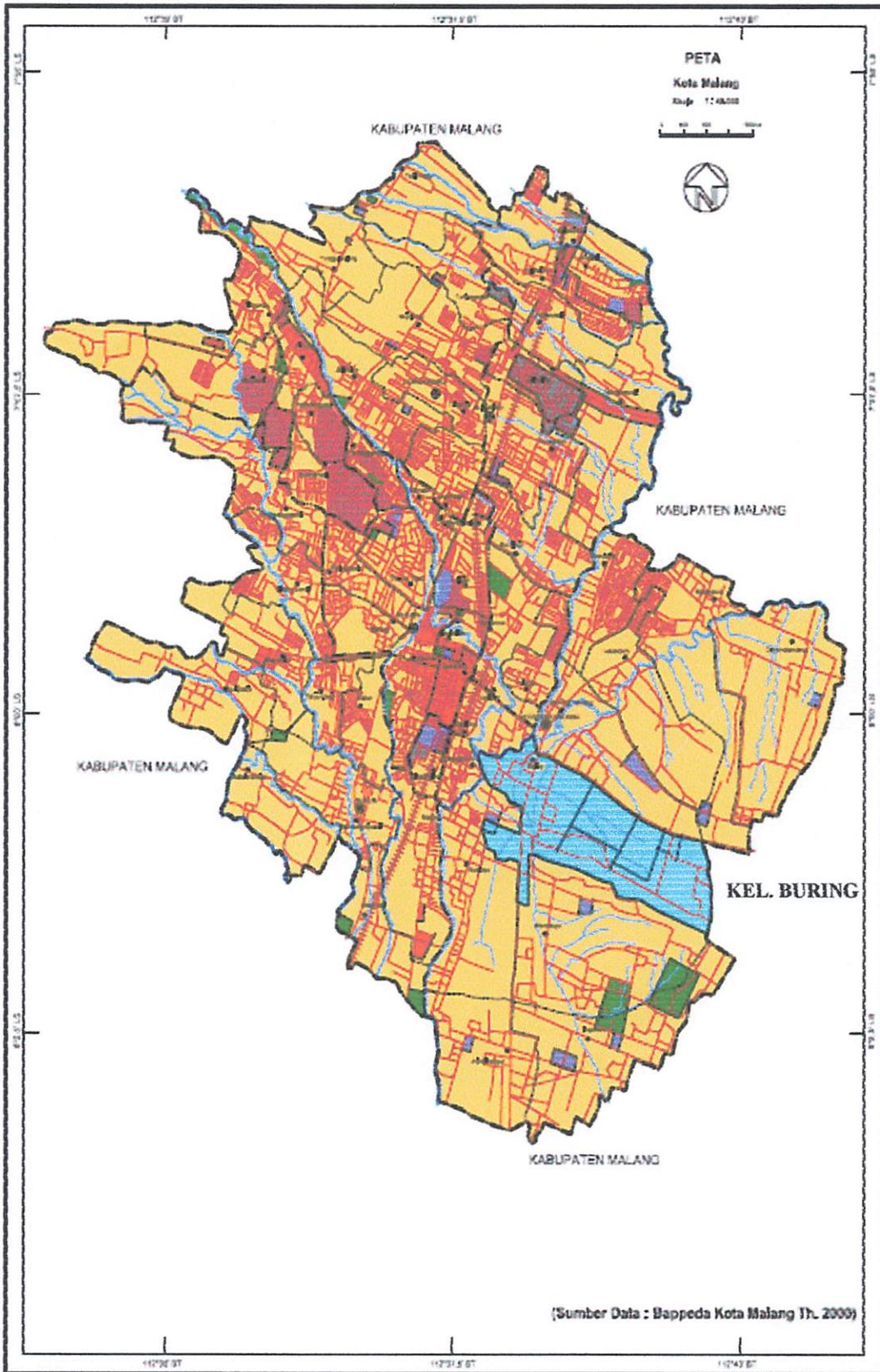
### **3. Data Pendukung**

- a. Citra IKONOS Geo color resolusi 1 meter Kota Malang yang telah di potong (cropping) berdasarkan daerah penelitian yaitu Kelurahan Buring. Pemotretan dilakukan oleh pihak Space Imaging Inc pada bulan September tahun 2003.
- b. Peta Topografi. Dalam hal ini, peta yang digunakan adalah peta topografi dengan skala 1:1000. Peta tersebut digunakan sebagai data referensi dalam pengolahan citra.

#### **III.1.2. Deskripsi Daerah Penelitian**

Berdasarkan pertimbangan ketersediaan foto citra, data pendukung dan profil daerah, maka Kelurahan Buring merupakan lokasi ideal dalam proses penelitian ini. Kelurahan Buring sendiri berada di wilayah Kecamatan Kedung Kandang Kota Malang.

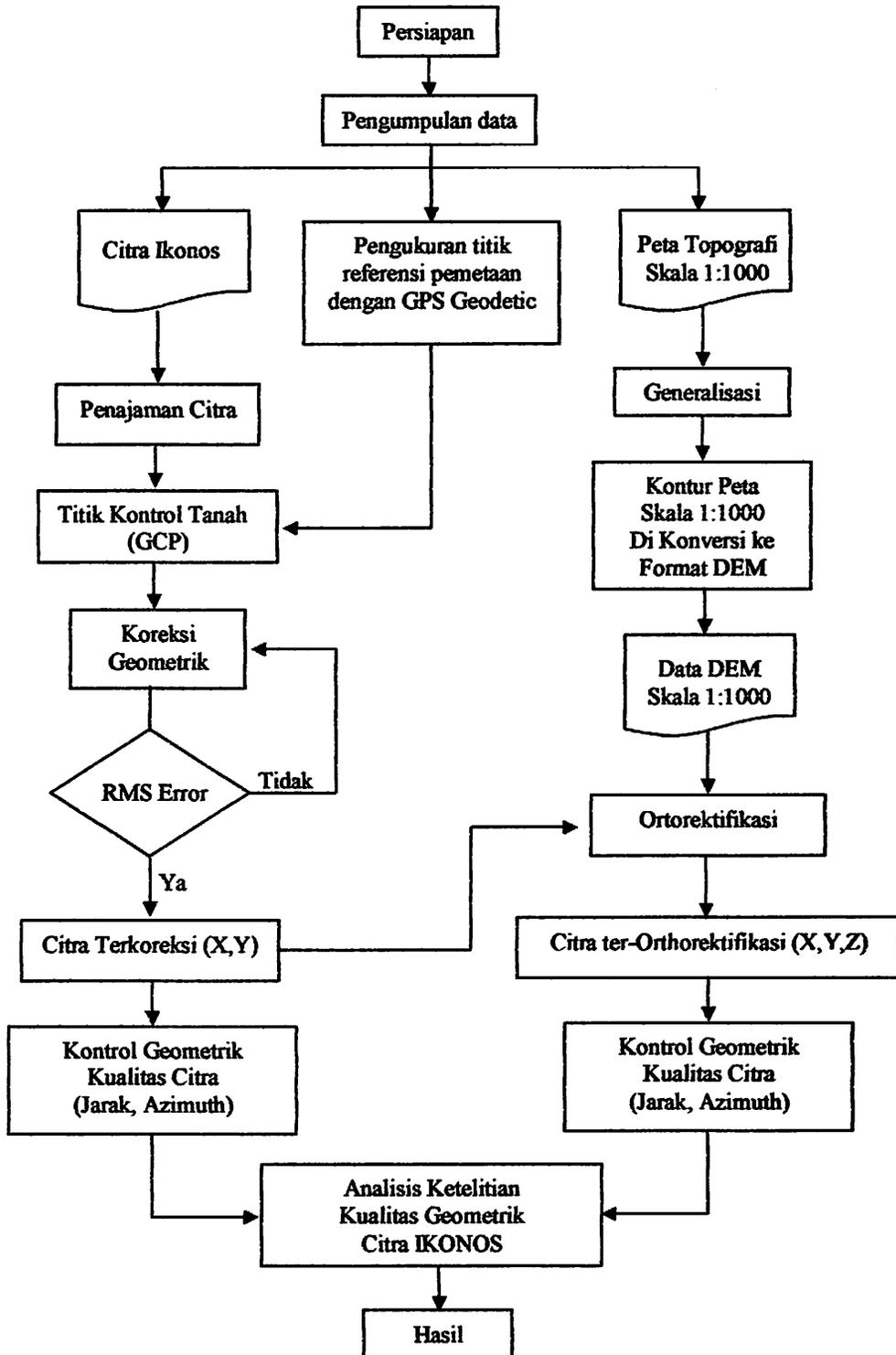
Wilayah Kotamadya Malang berada pada posisi geografis  $115^{\circ}$  BT dan  $07^{\circ}$  LS dengan luas wilayah  $158 \text{ Km}^2$  dengan ketinggian lokasi berada sekitar 400 m sampai 600 m diatas permukaan laut rata-rata (MSL). Sedangkan Kelurahan Buring berada pada posisi geografis  $08^{\circ} 00' 37''$  -  $08^{\circ} 02' 18''$  LS dan  $112^{\circ} 37' 32''$  -  $112^{\circ} 40' 45''$  BT yang memiliki luas wilayah  $\pm 3 \text{ Km}^2$  dengan ketinggian rata-rata 460 m diatas permukaan laut.



Gambar 3.1. Deskripsi Lokasi Penelitian

### III.1.3. DIAGRAM ALIR PENELITIAN

#### STUDI KETELITIAN KUALITAS GEOMETRIK CITRA IKONOS HASIL ORTHOREKTIFIKASI DENGAN MENGGUNAKAN DATA DEM SKALA 1:1000



## **Penjelasan Diagram Alir Penelitian :**

### **1. Persiapan**

Tahapan ini meliputi proses perencanaan lokasi yang akan dijadikan sebagai areal penelitian, perencanaan alat dan bahan yang akan digunakan, serta job description yang akan dijalankan.

### **2. Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dimaksudkan sebagai proses untuk mencari dan mendapatkan data-data baik spasial maupun non-spasial yang akan dijadikan sebagai bahan pendukung penelitian. Dalam penelitian ini data spasial yang digunakan adalah Citra IKONOS, Peta Topografi digital skala 1:1000 yang digeneralisasi menjadi Peta Kontur skala 1:1000 dan Data DEM Skala 1:1000 yang diperoleh dari hasil konversi kontur peta topografi digital. Sedangkan data non spasialnya berupa data koordinat titik Bench Mark (BM) yang diperoleh dari Dinas KIMPRASWIL Kota Malang. Pengumpulan data Titik Kontrol Tanah (GCP) dilakukan secara langsung dengan menggunakan GPS Geodetic di wilayah penelitian.

### **3. Pemotongan dan Penajaman Citra Ikonos**

Pemotongan (Cropping) citra dimaksudkan untuk mendapat gambaran citra sesuai dengan batas daerah penelitian, yang dalam hal ini lokasi penelitian dilakukan di Kelurahan Buring Kecamatan Kedungkandang Kota Malang. Sedangkan penajaman citra berkaitan dengan proses pengkontrasan yakni perbedaan antara brightness relatif antara sebuah benda dengan sekelilingnya pada citra.

### **4. Melakukan proses koreksi geometrik citra dengan menggunakan data hasil pengukuran Titik Kontrol Tanah (GCP) dengan metode X,Y sebagai koreksi awal citra.**

### **5. Orthorektifikasi**

Dari hasil koreksi geometrik, dilanjutkan dengan proses orthorektifikasi dengan menggunakan data DEM skala 1:1000 yang diperoleh dari hasil konversi dari peta kontur yang telah digeneralisasi sebelumnya dari peta digital topografi, sehingga citra terkoreksi X,Y,Z.

## 6. Kontrol Geometrik Kulit Citra

Dari proses koreksi geometrik dan orthorektifikasi dilanjutkan dengan tahap kontrol geometrik kualitas citra yang meliputi uji ketelitian terhadap jarak, dan azimuth.

## 7. Analisis

Tahap ini merupakan bagian akhir dari keseluruhan proses penelitian yang dimaksudkan untuk mengkaji dan menganalisa hasil penelitian yang dilakukan.

### **III.2. Pengukuran dan Pengumpulan Data Lapangan**

Proses pengukuran dan pengumpulan data dilakukan dalam dua tahap kegiatan. Pengukuran pertama dilakukan dengan menggunakan tiga (3) set alat GPS (Global Positioning System) Geodetik untuk menentukan posisi titik-titik kontrol tanah (Ground Control Point) yang akan dijadikan sebagai titik acuan dalam pengolahan data. Sedangkan tahapan pengukuran kedua (2) dilakukan dengan menggunakan alat TS (Total Station) TC 600, untuk menentukan posisi titik-titik detail dari titik-titik kontrol yang telah diukur sebelumnya.

#### **III.2.1. Pengukuran GCP (Ground Control Point) Dengan GPS Geodetic**

Penentuan titik-titik GCP (Ground Control Point) dimaksudkan untuk mengetahui dan mengontrol penyimpangan atau kesalahan yang terjadi akibat proses resampling pada saat koreksi geometris citra.

Untuk keperluan penelitian ini, penentuan GCP dilakukan dengan pengukuran langsung dilapangan menggunakan GPS Geodetik metode *Static Differential* pada tanggal 24 pebruari 2007 sebanyak sepuluh (10) titik yang tersebar pada wilayah Kelurahan Buring Kota Malang.

Dalam penelitian ini, titik refference utama yang digunakan adalah titik BM40 yang telah dibuat oleh Dinas Pemukiman dan Prasarana Wilayah (KIMPRASWIL) Kota Malang pada tahun 2003. Lamanya waktu pengamatan untuk masing-masing titik dalam penelitian ini berkisar antara

20-30 menit, bergantung jarak antara titik BM40 (reference) dengan titik-titik lain yang diamati dimana semakin jauh jaraknya maka semakin lama waktu pengamatan yang dilakukan begitu pula sebaliknya.



**Gambar 3.2.** Titik Refference Utama Dalam Pengukuran (BM40)

### **3.1.1. Pengukuran Topografi Dengan Total Station (TC600)**

Setelah proses pengukuran titik-titik GCP (Ground Control Point) selesai dilakukan dengan menggunakan alat GPS Geodetic, maka urutan kerja berikutnya adalah melakukan pengukuran lapangan dengan menggunakan alat Total Station dengan maksud untuk mendapatkan posisi titik-titik detail terhadap titik-titik GCP yang telah diukur sebelumnya.

Pada penelitian ini dilakukan enam (6) sesi pengukuran topografi berdasarkan jumlah sebaran titik GCP yang telah diukur sebelumnya. Dimana jumlah dan posisi titik-titik detail yang diukur, tergantung pada kondisi geografis lapangan serta bisa atau tidaknya titik-titik tersebut dikenali pada foto citra maupun peta.



**Gambar 3.3.** Proses Pengukuran Topografi Menggunakan Tc600

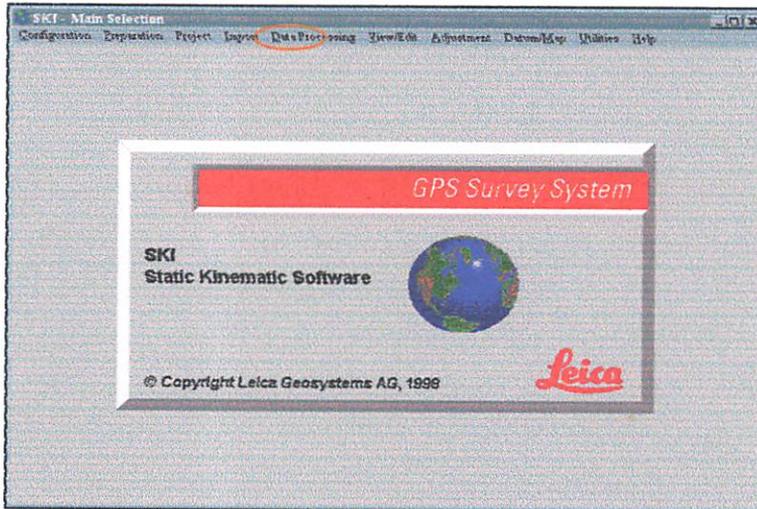
### **III.3. Proses Download Data**

Proses download data dilakukan untuk mendapatkan data koordinat titik-titik hasil pengukuran lapangan baik data hasil pengukuran titik GCP dengan menggunakan GPS Geodetic maupun data koordinat titik-titik detail hasil pengukuran Total Station Tc 600. Download data dalam penelitian ini dilakukan dalam dua tahap dengan menggunakan perangkat lunak (software) dan teknik pengolahan yang berbeda tergantung dari alat yang digunakan.

#### **3.1.2. Download Data Hasil Pengukuran GPS**

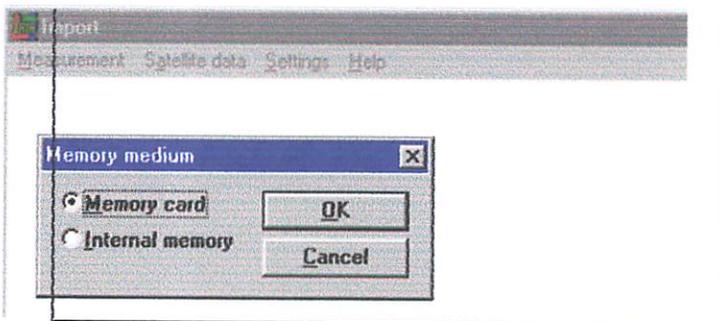
Setelah pengumpulan data dilakukan, maka proses selanjutnya adalah mengimport data ke dalam personal computer untuk kemudian diproses dengan menggunakan software *SKI versi 2.3.* dan *Geo Lab.* Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

1. *Transfer Data dan Prossesing, langkah kerjanya sebagai berikut:*
  - Jalankan software *SKI static kinematic post processing software* dengan 2 kali “klik” icon *SKI.*
  - Pilih icon *Import,* lalu *Measurement,* kemudian *GPS Controller.*



Gambar 3.4. Tampilan program SKI 2.3.

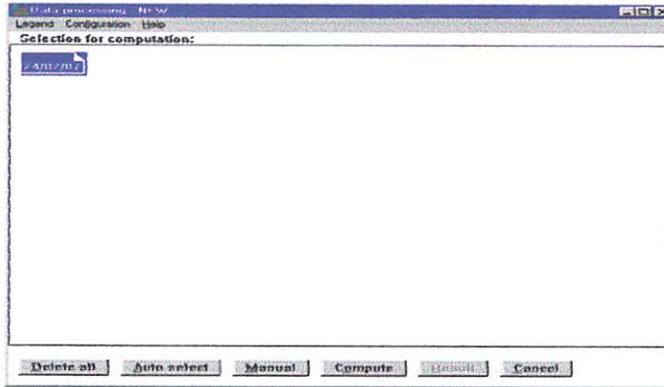
- Memory medium : *Memory Card* atau *Internal Memory*, pilih sesuai media yang dipakai untuk langkah di controller.



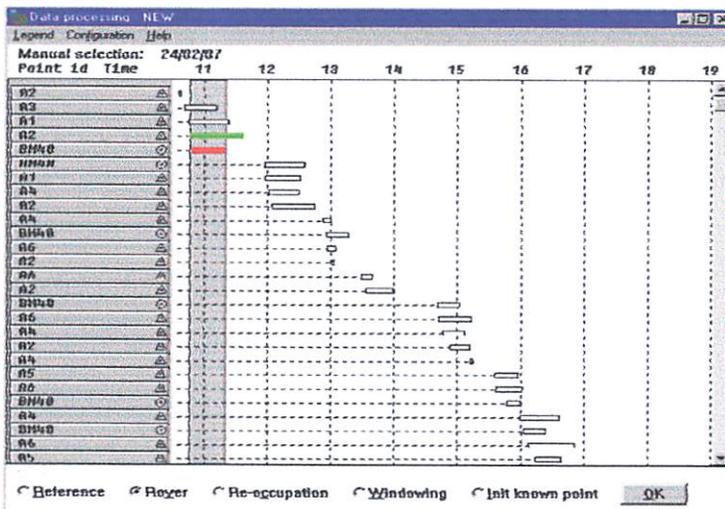
Gambar 3.5. Memory Medium

- Klik *OK*, lalu akan muncul windows "*message*" ikuti perintah pada message untuk langkah di controller.
  - Hubungkan controller (port/1 ke com 2) ke PC
  - Tekan *ON* di controller, kemudian tekan sembarang tombol
  - Pilih menu *Transfer*, lalu tekan *Cont/F1*
  - Kemudian tekan *OK* di personal computer
  - "*Transmitting Data*" data akan siap di download
2. *Baseline Processing*, langkah kerjanya :
- *SKI Main Selection* kemudian pilih sub menu *Data Processing*, maka akan muncul window *Data Processing [project]*.

- Pilih *Working area* sesuai dengan hari dan tanggal pengukuran, klik dengan mouse hingga berubah menjadi biru kemudian klik tombol *OK*.

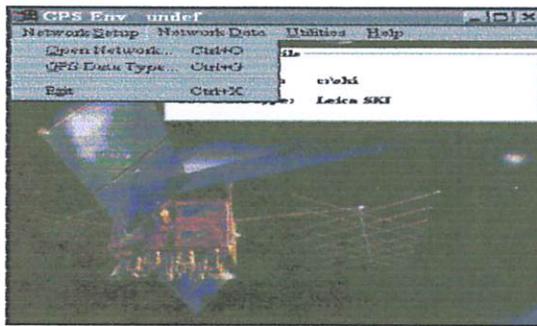


- Pilih tombol menu *Manual*
- Muncul tampilan grafis, nomor titik dan bar chart sesuai lama waktu pengamatan pada setiap titik.
- Pilih tombol menu *Reference*, kursor mouse akan berubah menjadi segi tiga, kemudian pilih titik yang akan dipakai sebagai *reference* (merah).
- Pilih tombol *Rover*, kursor akan berubah bentuk menjadi tanda + , pilih ke titik rover yang memiliki pengamatan overlap dengan *reference* (abu-abu). Setelah dilakukan penentuan *reference* dan rovernya, lalu tekan *OK*.



Gambar 3.7. Pemilihan *reference* dan *rover*

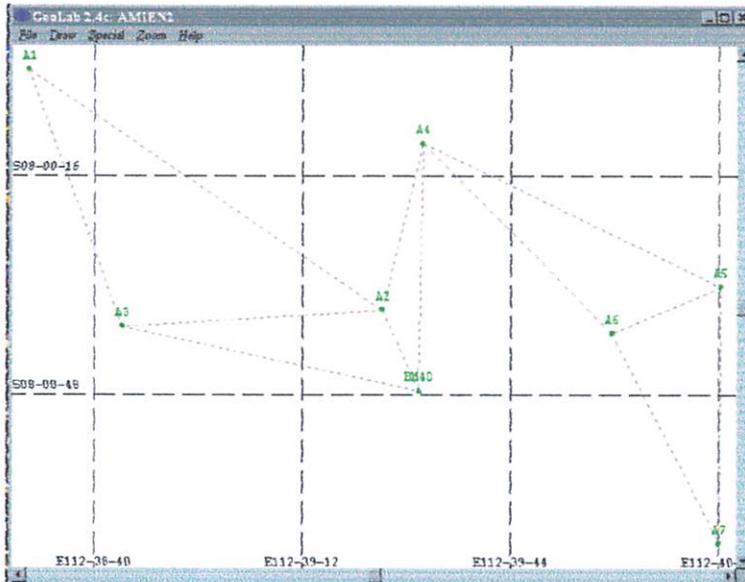
- Tampilan SKI akan kembali seperti tampilan pada select working area, kemudian pilih tombol menu **Compute** maka software akan menghitung baseline per baseline.
  - Klik menu **file** kemudian simpan file di (...\*ASC), ganti **coordinate type** dengan : Geodetik ; format dengan : SKI baseline vector lalu **save**.
  - Proses diulang seperti langkah-langkah diatas untuk masing-masing baseline.
3. *Proses perataan (Adjustment) dilakukan dengan menggunakan software GeoLab. Langkah kerjanya :*
- Buka program Geolab (GPS environment).



Gambar 3.8. Tampilan program Geolab

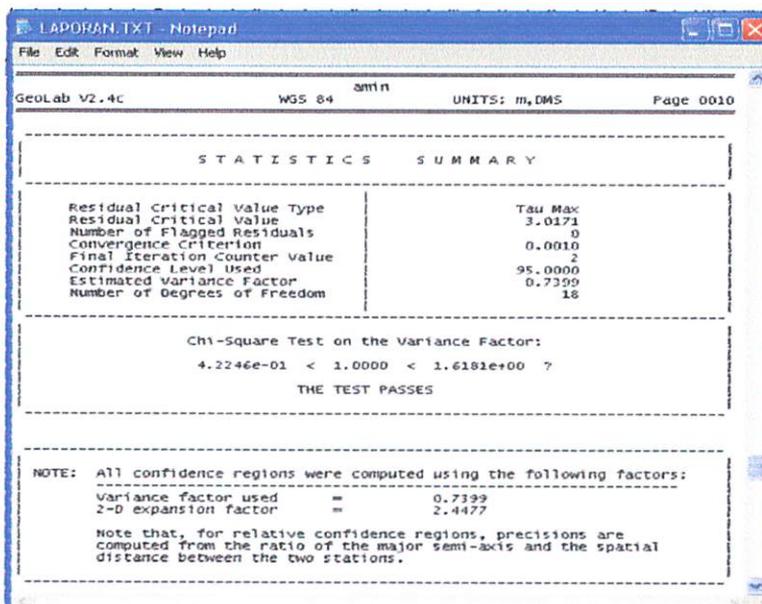
- Pilih menu **Network Setup** kemudian pilih jenis pengolahan data GPS yang digunakan dengan menekan menu **GPS Data Type**, pilih **Leica SKI** lalu klik **OK**.
- Setelah itu proses dilanjutkan dengan membuka kembali network setup, klik open network buka file yang telah disimpan (save) dari SKI tadi (\*ASC), kalau di Geolab terbaca dengan format (\*APX), kemudian klik tombol OK.
- Lanjutkan dengan meng-klik **Network Data** kemudian pilih **Build Network**. Check data yang dimasukkan, apabila sudah benar maka proses dilanjutkan dengan menekan tombol **Select All** lalu klik **OK** dan **Finished**.
- Tekan kembali tombol **Network Data**, pilih **Adjust Network** kemudian klik **continue**, klik **Ok** kemudian klik **Finished**.

- Setelah tombol finished kemudian program akan melakukan proses perataan (adjustment) kemudian pilih *Draw Network* untuk melihat hasilnya.



Gambar 3.9. Bentuk Baseline Hasil Pengolahan

- Untuk melihat hasil perataannya : klik *utilities* lalu klik *run geodit* yang dilanjutkan dengan menekan tombol *geodit*. Lihat koordinat dan koreksinya pada page 17 serta lihat pada statistic sumarry harus “**THE TEST PASSED**”.



Gambar 3.10. Koordinat Hasil Perataan

Hasil dari koordinat Geolab masih dalam bentuk koordinat Geodetic, oleh karena itu koordinat tersebut harus diubah kedalam koordinat UTM dengan menggunakan software Transpro.

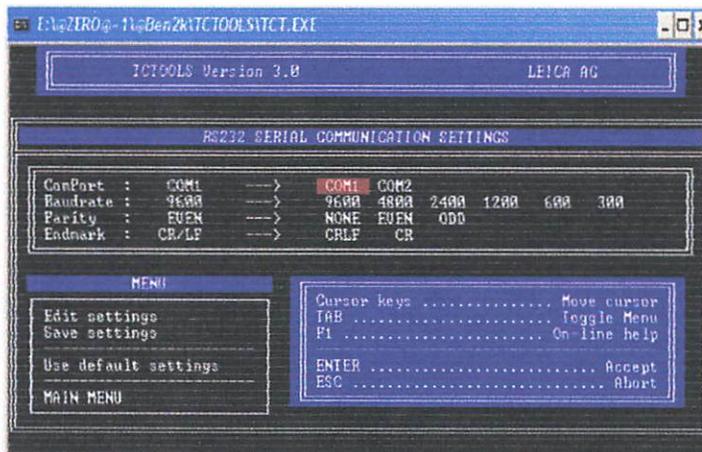
### III.3.2. Download Data Hasil Pengukuran Total Station Tc600

Sebelum melakukan proses download data, terdapat beberapa perangkat yang harus dipersiapkan terlebih dahulu, antara lain:

- Personal Computer (PC)
- Kabel Download
- Software Tctool

Setelah alat-alat tersebut siap maka proses download sudah siap dilakukan. Cara download adalah sebagai berikut :

- Hubungkan kabel download dari Tc ke komputer.
- Bukalah software Tctool pada komputer. Setelah Tctool dibuka pada menu data transfer pilih **RS232 Setting** kemudian tekan **enter**. Setelah di enter akan muncul serial setting yang akan kita gunakan untuk menyamakan Comport, Baudrate, Parity dan Endmark. Pada menu **Comport**, di atur dalam COM1, Pilih **Boudrate** 9600, jika tidak masuk maka bisa diubah dengan nilai **Boundrate** lainnya yang telah tersedia. Untuk menu **Parity** dipilih **Even** dan untuk **Endmark** dipilih **Cr / Lf**. Jika proses telah selesai maka tekan **Esc** untuk kembali ke menu semula.



Gambar 3.12. Proses Pengaturan Comport, Baudrate, Parity, dan Endmark

- Lakukan pengaturan menu di Tc600, dengan cara tekan tombol **Menu** agak lama, pilih **Rec Data** lalu tekan tombol **Cont** dimana semua parameter disamakan dengan computer.
- Setelah semua parameter di atur sama, maka proses download data bisa dimulai.
- Dari menu awal program Tctool pilihlah **Receive data** kemudian tekan **Enter** selanjutnya pilih **Measurements** tekan **Enter** berilah nama file tekan **Enter** tunggu sampai keluar kotak dialog selanjutnya pilihlah **Mask1** tekan **Enter** lagi. tunggu sampai proses pemindahan data selesai.
- Setelah data selesai di download data dapat dilihat di **Notepad** atau **Wordpad**.

Untuk lebih memudahkan dalam proses perhitungan dan pengolahan data lebih lanjut, maka data yang sudah didownload dalam format \*.txt (notepad) harus ditransfer terlebih dahulu ke format \*.xls (Excel) sehingga menghasilkan data seperti gambar dibawah ini :

	A	B	C	D	E	F
1	No Titik	Sudut Horizontal	Sudut Vertikal			Tinggi Prisma
2	110041+A7000A7A	21.124+00000010	22.104+09020350	31...0+00042270	51..0+0020+000	87..00+00001520
3	110042+BG000017	21.124+08202290	22.104+08737180	31...0+00013811	51..0+0020+000	87..00+00002000
4	110043+BG000018	21.124+07240470	22.104+08737130	31...0+00014148	51..0+0020+000	87..00+00002000
5	110044+BG000019	21.124+04915380	22.104+08805240	31...0+00018833	51..0+0020+000	87..00+00002000
6	110045+BG000020	21.124+04607400	22.104+08820120	31...0+00020476	51..0+0020+000	87..00+00002000
7	110046+BG000021	21.124+03636030	22.104+08840340	31...0+00025868	51..0+0020+000	87..00+00002000
8	110047+BG000022	21.124+03635190	22.104+08818460	31...0+00018429	51..0+0020+000	87..00+00002000
9	110048+BG000023	21.124+01738050	22.104+08809490	31...0+00015910	51..0+0020+000	87..00+00002000
10	110049+BG000024	21.124+01403550	22.104+08832310	31...0+00022242	51..0+0020+000	87..00+00002000
11	110050+BG000025	21.124+16540310	22.104+08645270	31...0+00009654	51..0+0020+000	87..00+00002000

Gambar 3.13. Pengaturan Data Hasil Download Dalam Format \*.xls

### **III.4. Pengolahan Citra IKONOS**

Untuk memperoleh posisi geometrik citra yang sesuai dengan keadaan sesungguhnya dilapangan, maka pekerjaan pengolahan citra merupakan tahapan kegiatan yang mutlak untuk dilakukan dalam penelitian ini agar memperoleh hasil dan analisa yang maksimal. Adapun urutan dan langkah kerja dalam pengolahan citra IKONOS dapat dijabarkan sebagai berikut:

#### **III.4.1. Pengadaan Data Citra IKONOS**

Sumber data citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra IKONOS Geo Color Resolusi 1 meter seluruh Kota Malang seluas 158 km<sup>2</sup>. Pemotretan dilakukan pada bulan September, tahun 2003 oleh pihak SPACE IMAGING Inc Amerika Serikat.

Mengingat lokasi penelitian hanya dilakukan pada wilayah Kelurahan Buring Kota Malang, maka data citra IKONOS yang digunakan dalam penelitian ini hanya mencakup keseluruhan wilayah Kelurahan Buring, Kecamatan Kedung Kandang Kota Malang dalam format file \*.Tiff dan \*.ers, yang telah dipotong (cropping) terlebih dahulu dari data citra IKONOS wilayah Kota Malang dan telah terkoreksi secara radiometrik maupun geometrik.

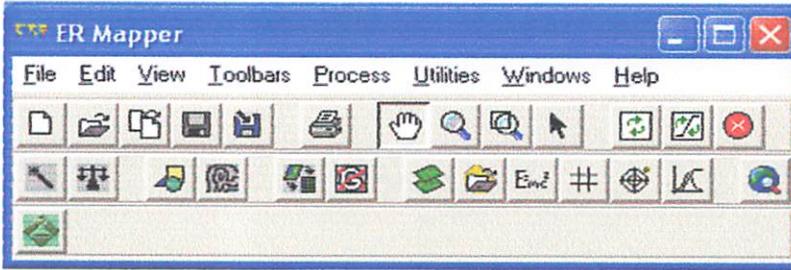
#### **III.4.2. Pemrosesan Data dengan ER Mapper 7.0**

Untuk melakukan pemrosesan data, peneliti menggunakan software ER Mapper 7.0 yang merupakan salah satu software yang biasa digunakan untuk keperluan pengolahan citra. Langkah-langkah pemrosesan data dilakukan dengan urutan sebagai berikut:

##### **III.4.2.1. Menjalankan Program ER Mapper 7.0**

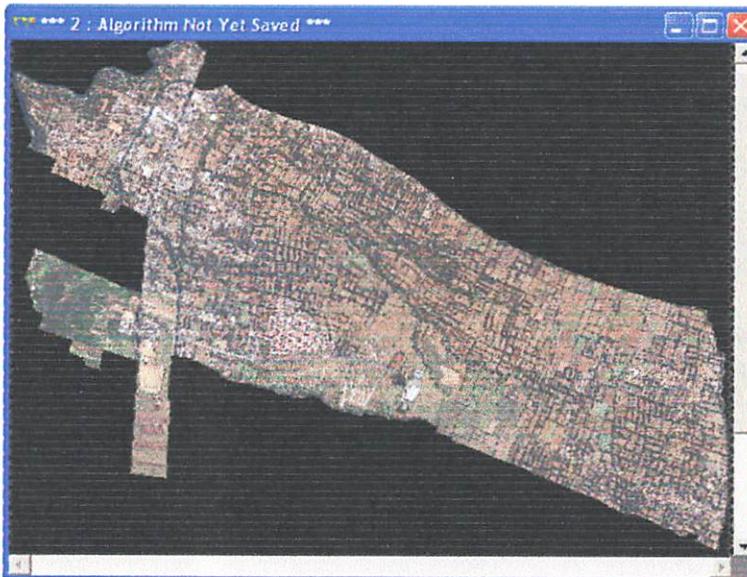
Untuk menjalankan program ER Mapper 7.0 dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Tekan *icon* ER Mapper 7.0 pada start menu untuk membuka program ER Mapper 7.0.



3.14. Tampilan Kotak Dialog Utama ER Mapper 7.0.

2. Tampilkan citra sesuai dengan lokasi penelitian dengan menekan menu *File* pada ER Mapper yang dilanjutkan dengan menekan tombol *Open*. Setelah menekan tombol *Open*, maka dilanjutkan dengan memilih data citra yang akan ditampilkan sesuai dengan format/ekstension yang direkomendasikan, yang dalam penelitian ini citra dibuka dengan nama file "Buring.ers", lalu klik *Ok*.



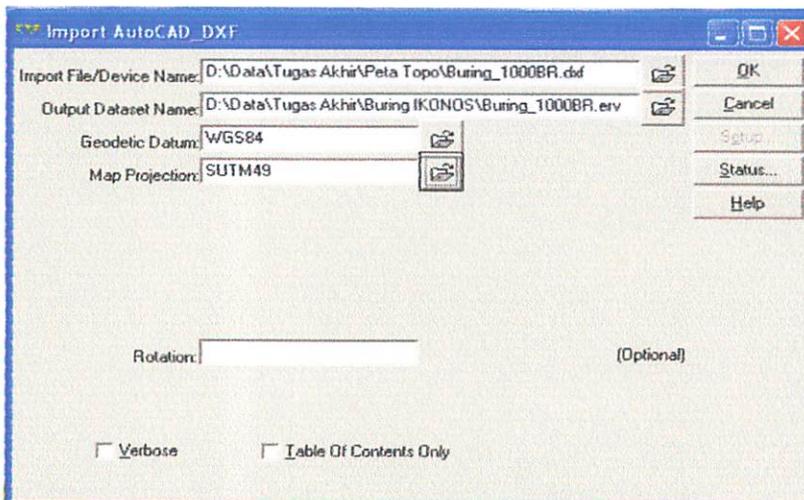
Gambar 3.15. Tampilan Citra Dalam Format File \*.ers

#### III.4.2.2. Koreksi Geometrik Citra

Koreksi geometrik citra IKONOS wilayah kelurahan Buring pada penelitian ini dilakukan dengan prinsip "GCP to Map", dalam artian bahwa dalam proses ini data citra akan dikoreksikan secara geometrik berdasarkan peta digital kelurahan buring dalam skala 1:1000 dimana koordinat titik GCP dimasukkan terlebih dahulu secara manual melalui "Geocoding Wizard".

Sebelum dilakukan proses koreksi geometrik, peta digital yang awalnya dalam format file \*.dwg agar dapat digunakan dalam proses koreksi geometric terlebih dahulu di ubah dalam format file \*.erv di ER Mapper. Berikut urutan pekerjaannya :

1. Ubah ekstension/format file \*.dwg menjadi \*.dxf melalui perangkat lunak AutoCad yang digunakan.
2. Buka file yang telah dirubah formatnya tersebut melalui ER Mapper dengan menekan tombol *Utilities* kemudian pilih menu *Import Vector and GIS format*, drag mouse ke menu *AutoCad DXF* dilanjutkan dengan *Import*.
3. Proses dilanjutkan dengan menentukan file yang akan di import, nama output yang di inginkan dalam format file \*.erv, datum geodetic yang digunakan adalah *WGS 84* dan sistem proyeksi peta yang dipakai adalah *SUTM49*, kemudian tekan tombol **OK** seperti terlihat pada gambar 3.16 berikut:

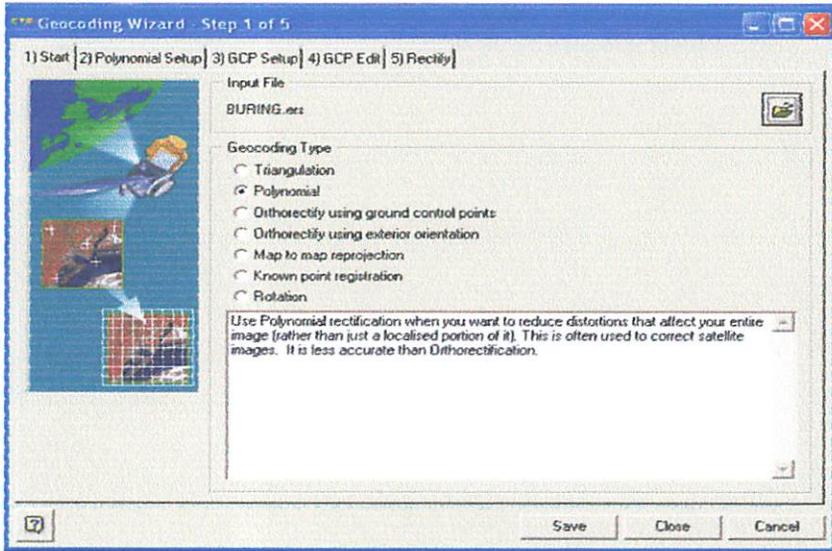


**Gambar 3.16.** Mengubah Format File \*.Dxf Ke Format File \*.Erv

Setelah format file telah diubah dalam ekstension \*.erv, maka proses koreksi geometric citra dapat dilakukan dengan beberapa urutan pekerjaan sebagai berikut :

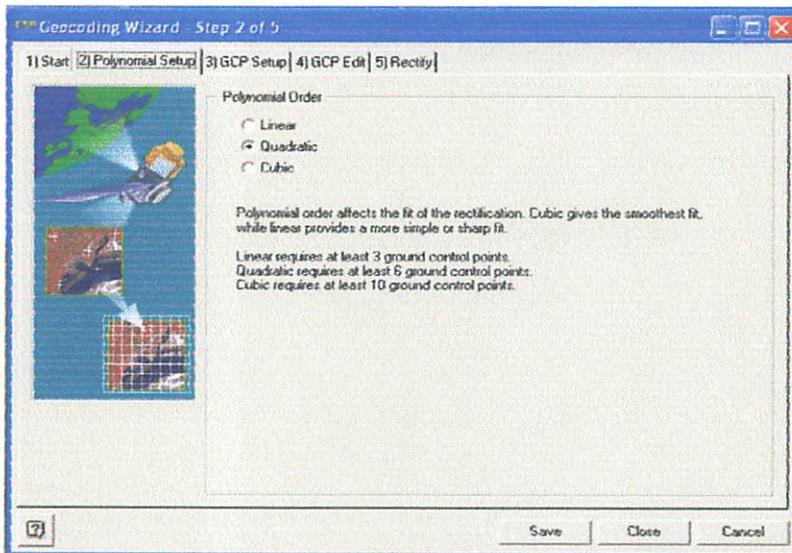
1. Tekan tombol "*Ortho and Geocoding Wizard*" () pada menu utama software ER Mapper.

- Setelah menu *Geocoding Wizard* ditampilkan, lanjutkan dengan memilih data citra yang akan dikoreksi dengan mengisi *Input file* (📁), dan tentukan *Geocoding Type* yang akan digunakan. Dalam penelitian ini digunakan Type Polynomial.



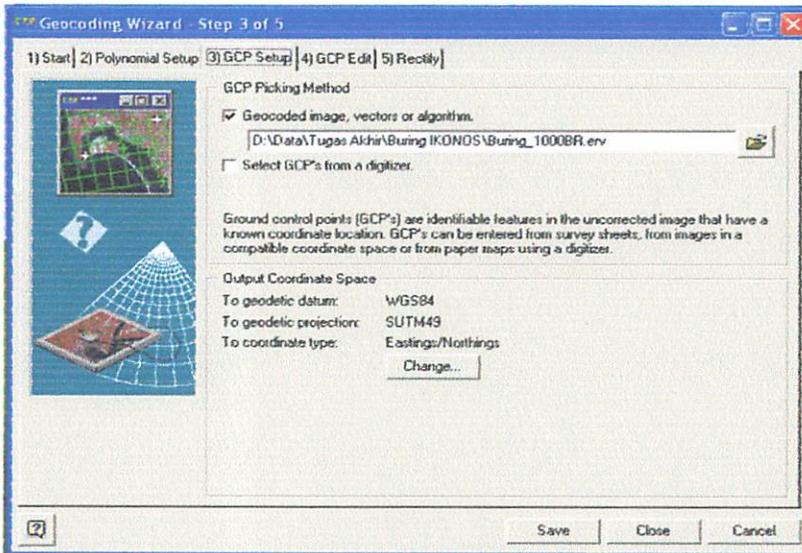
Gambar 3.17. Proses Input File Dan Penentuan Geocoding Type

- Langkah selanjutnya adalah dengan menekan tombol ke-2 dari menu Geocoding Wizard yaitu "*Polynomial Setup*" untuk menentukan jenis metode polynomial yang digunakan, yang terdiri dari tiga bagian yaitu Linier, Quadratic dan Cubic. Dalam penelitian ini digunakan metode Quadratic.



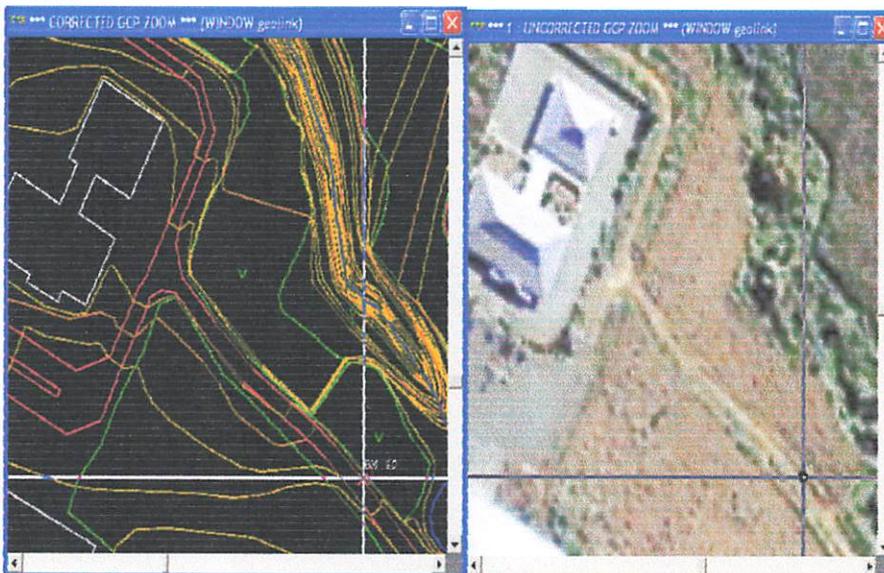
Gambar 3.18. Penentuan Jenis Polynomial yang Digunakan

4. Proses dilanjutkan dengan menekan tombol **"GCP Setup"** untuk menentukan data acuan terkoreksi yang akan digunakan dalam proses koreksi geometrik. Dalam hal ini data yang diambil adalah peta digital yang telah diubah formatnya dalam \*.erv.

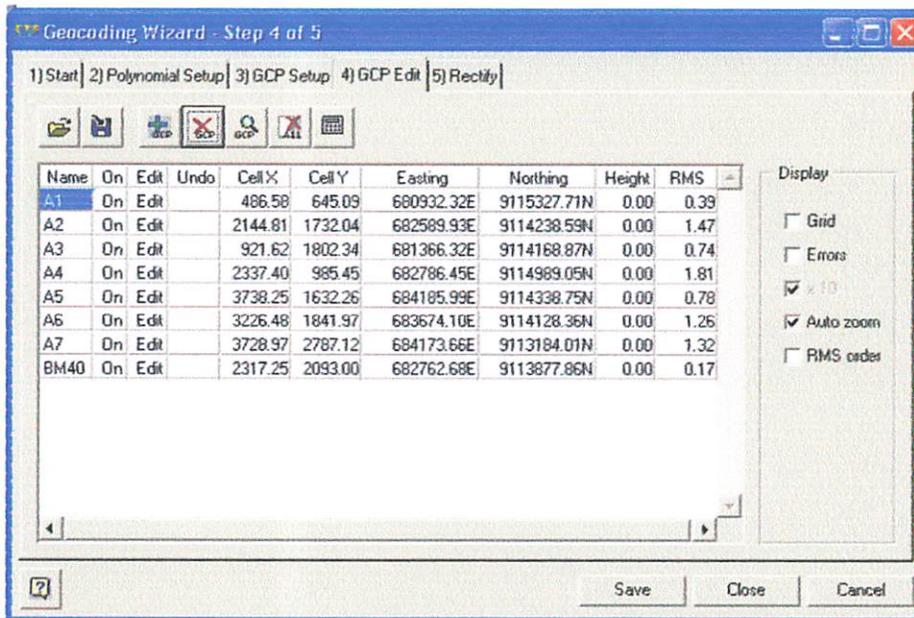


Gambar 3.19. Memilih data acuan dalam Koreksi Geometrik

5. Setelah pemilihan data selesai, maka proses dilanjutkan dengan menekan tombol **"GCP Edit"** untuk menentukan posisi titik Ground Control yang telah diketahui koordinatnya melalui hasil pengukuran GPS yang telah dilakukan yaitu sebanyak 8 titik Ground Control.

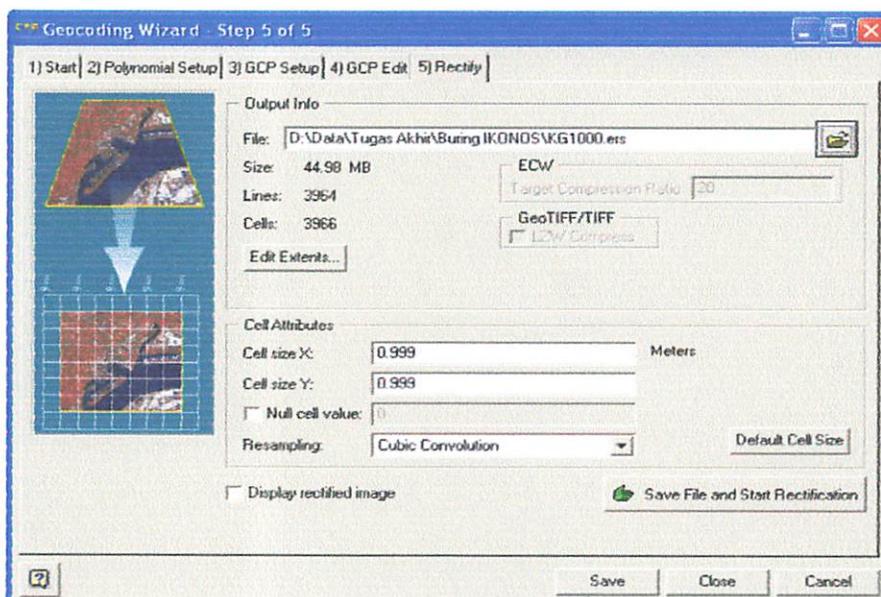


Gambar 3.20. Proses Koreksi Geometrik Citra IKONOS



Gambar 3.21. Hasil Pemasukan Koordinat GCP

6. Proses selanjutnya adalah dengan menekan tombol **“Rectify”** untuk melakukan proses rektifikasi geometrik citra berdasarkan koordinat-koordinat GCP yang telah dimasukkan sebelumnya, isikan **Output info** sesuai dengan keinginan kemudian tekan tombol **Save File and Start Rectification** untuk memulai proses.



Gambar 3.22. Proses rektifikasi citra secara Geometrik

7. Setelah proses rektifikasi selesai dilakukan, maka citra hasil koreksi geometrik dapat dibuka dengan memilih menu File pada kotak dialog utama, lalu tekan tombol Open untuk mencari file yang telah di simpan.



Gambar 3.23. Citra IKONOS Hasil Koreksi Geometrik

### III.4.3. Pengolahan Data DEM (Digital Elevation Model)

Data DEM diperoleh dari hasil digitasi peta kontur dalam bentuk ekstension \*.dwg, seperti tampak pada gambar berikut ini :

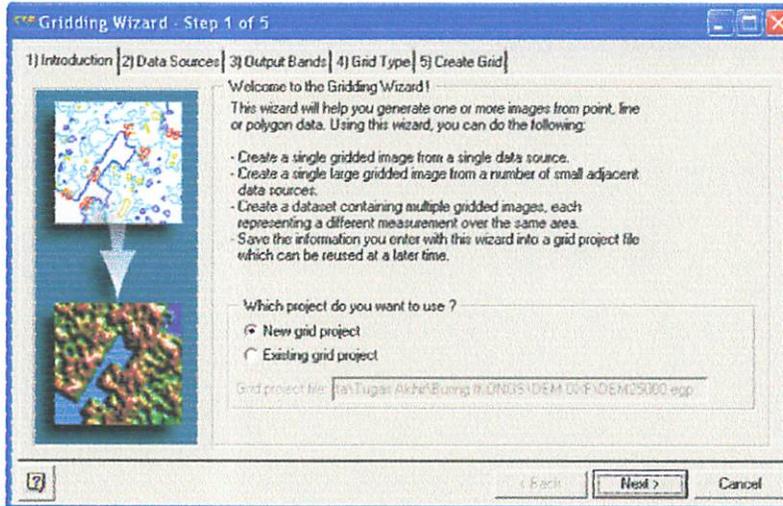


Gambar 3.24. Hasil digitasi Peta Kontur skala 1:1000

Agar dapat dipanggil pada software ER Mapper 7.0, maka format/ekstension file harus diubah terlebih dahulu dalam bentuk \*.dxf.

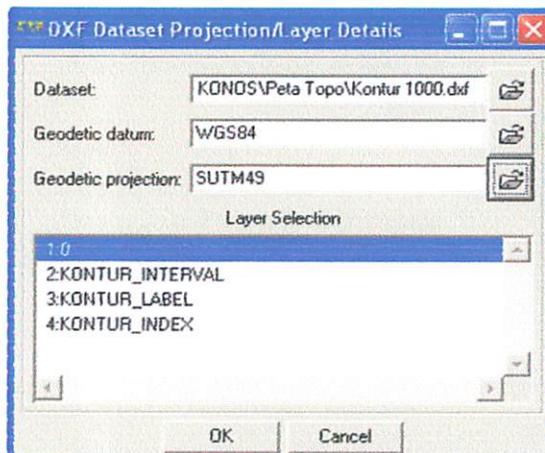
Pengolahan data DEM dilakukan dengan beberapa langkah kerja berikut ini :

1. Buka menu utama proses Gridding Wizard dengan menekan icon () pada kotak dialog utama ER Mapper 7.0. pada step *Introduction*, klik tombol *New Grid Project* kemudian *Next* untuk memulai proses.



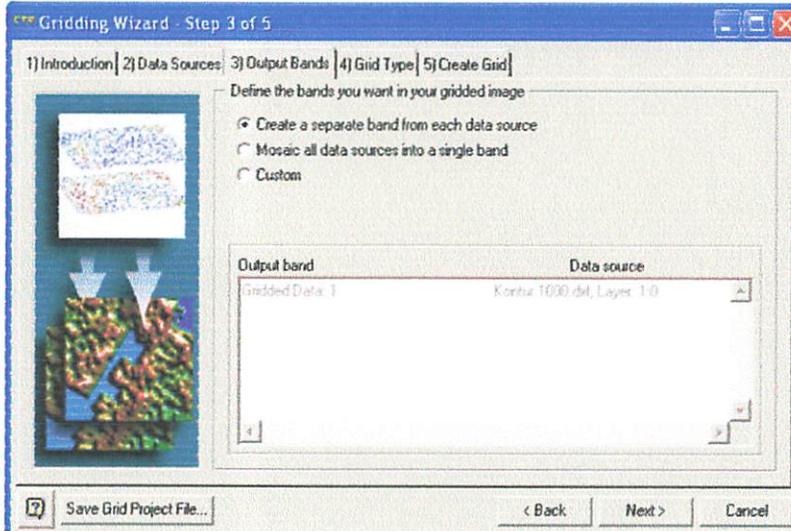
Gambar 3.25. Pembuatan DEM dengan Gridding Wizard pada ER Mapper 7.0

2. Lanjutkan step ke-2 dengan menekan tombol *Next* yaitu pemilihan *Data Source*. Hal ini dilakukan untuk memilih data maupun format peta kontur yang akan dijadikan sebagai acuan dalam pembuatan data DEM. Dalam penelitian ini data kontur Peta Kelurahan Buring diambil dalam format file \*.dxf baik untuk peta skala 1:1000. Kemudian pilih *Geodetic datum* WGS 84, sedangkan untuk *Geodetic projection* dipilih *SUTM49*, lalu klik *Ok*.



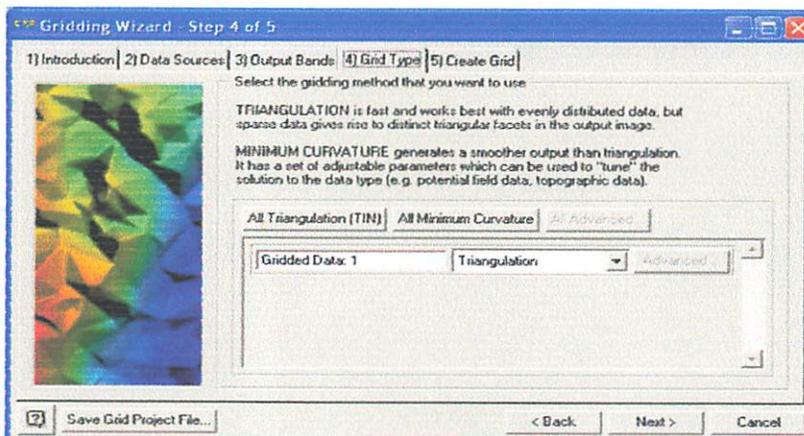
Gambar 3.26. Import Data DEM dari peta kontur skala 1:1000

- Setelah proses pemasukan data kontur selesai, maka proses dilanjutkan dengan menentukan **Output Band** yang di inginkan. Dalam hal ini dipilih "*Create a separate Band from each data source*", lalu tekan tombol *Next*.



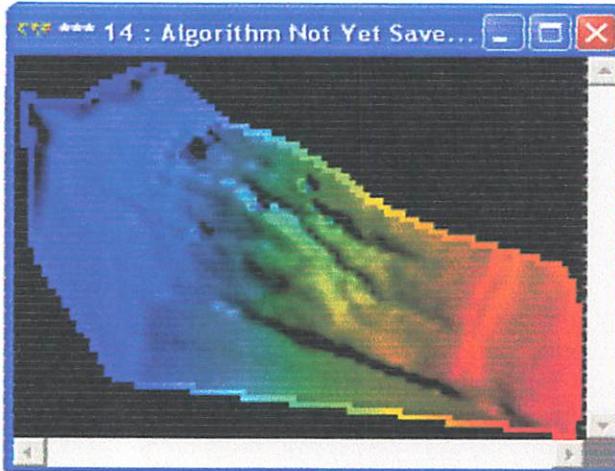
Gambar 3.27. Output Bands Selected

- Langkah berikutnya dilakukan untuk menentukan **Grid Type** yang diinginkan sebagai hasil dari pemrosesan data. Gridding Wizard menyediakan dua (2) pilihan type grid yaitu **Triangulation** dan **Minimum Curvature**. Pada type triangulation, ER Mapper akan secara otomatis memotong areal gridding berdasarkan data yang kita inputkan. Sedangkan pada type Minimum Curvature, unsure-unsur topografi diluar areal inputan tetap ditunjukkan. Dalam penelitian ini Type Grid yang digunakan adalah Type Triangulation.



Gambar 3.28. Pemilihan Grid Type

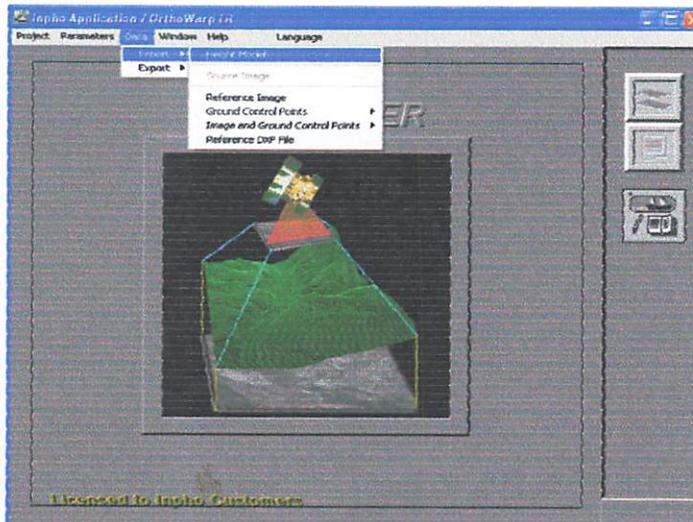
- Langkah terakhir adalah dengan menekan tombol *Create Grid* untuk menjalankan proses pembuatan DEM. Save project dengan menekan tombol “*Save Grid Project File*” sedangkan data pemrosesan di save dalam format \*.ers.



Gambar 3.29. DEM skala 1:1000 Hasil pengolahan Gridding Wizard

#### III.4.4. Orthorektifikasi dengan OrthoWarp ER

OrtoWarp ER merupakan software tambahan (plug in) yang dimiliki oleh ER Mapper 7.0 dengan menu utama seperti tampak pada gambar berikut :

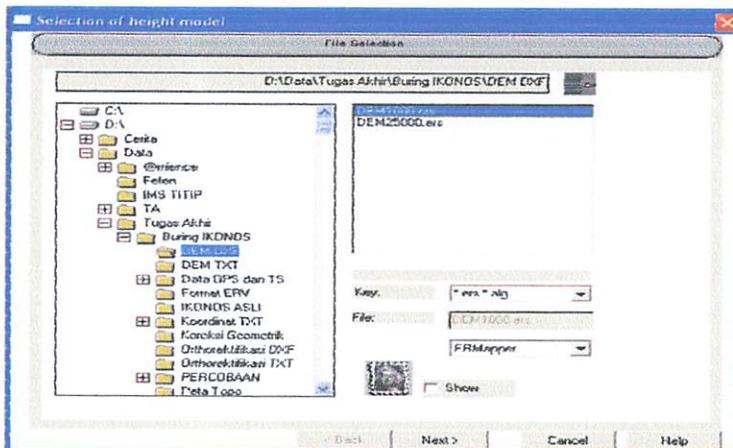


Gambar 3.30. Menu Utama OrthoWarp ER

Dalam melakukan proses orthorektifikasi, persyaratan utama yang harus dipenuhi adalah dengan tersedianya data DEM sebagai referensi ketinggian dalam

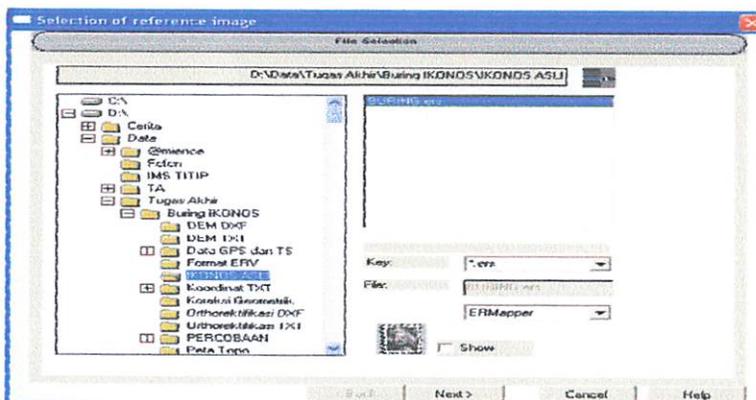
pengolahan data. Adapun urutan langkah-langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Proses pemasukan data dengan menggunakan tombol data pada Inpho Application.
  - a. Data pertama yang di masukkan adalah data DEM. Data DEM yang dimasukkan harus mewakili variasi ketinggian seluruh area yang akan di orthorektifikasi yaitu wilayah Kelurahan Buring Kota Malang dengan jalan menekan tombol **Data** pada menu utama, kemudian **Import**, dilanjutkan dengan memilih **Height Model**. Dalam hal ini, data DEM yang dimasukkan dapat berasal dari format files **\*ers** dan **\*alg** yang telah diproses melalui ER Mapper.



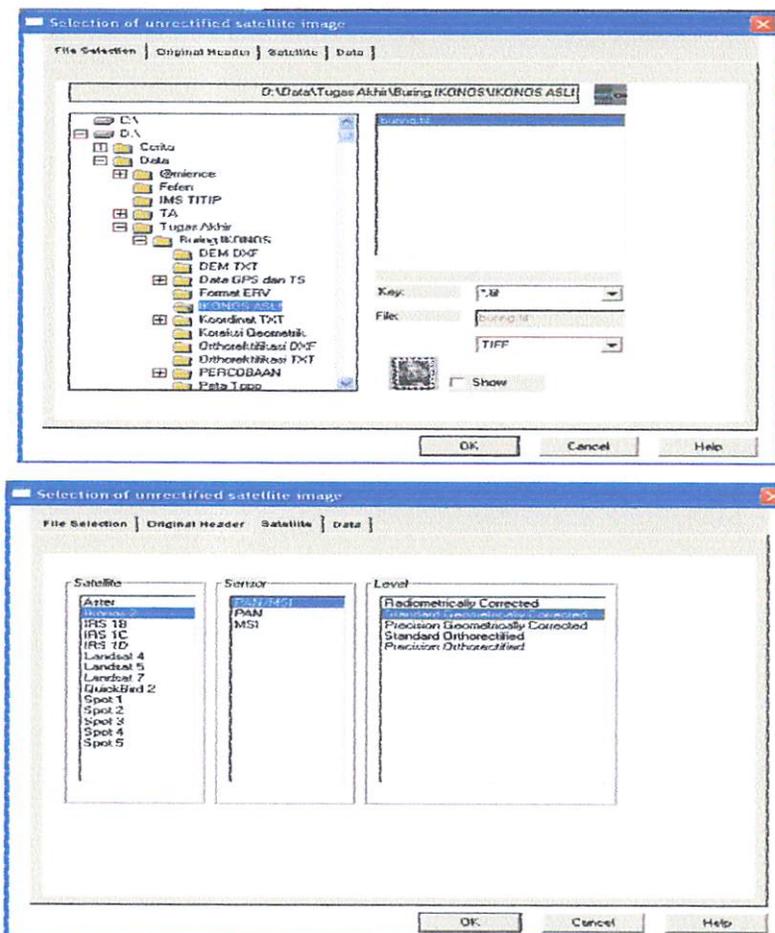
Gambar 3.31. Menu Pemasukan Data DEM

- b. Kemudian masukkan data “Reference Image” yang telah di rektifikasi, baik dalam bentuk format raster atau dapat juga dalam format vector. Misalnya, “Buring.ers”.



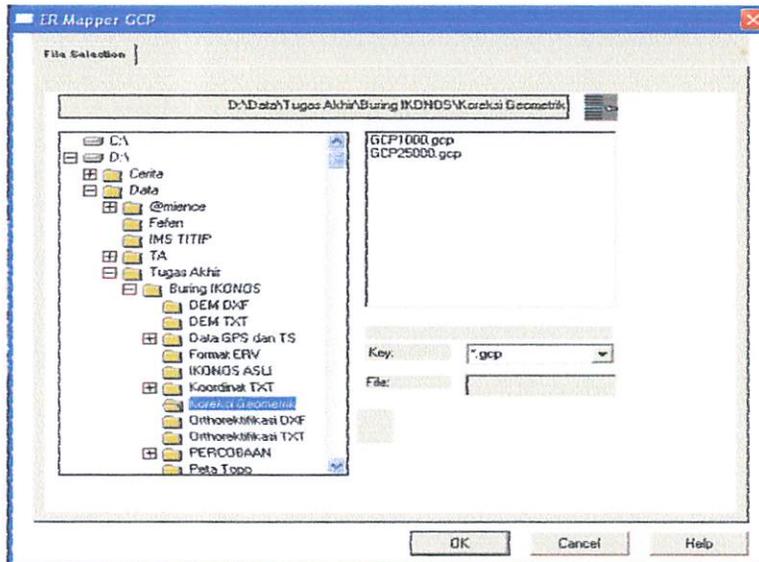
Gambar 3.32. Pemasukan Data Reference Image

- c. Proses pemasukan selanjutnya adalah dengan memasukkan data utama (Source Image) yang belum dilakukan proses rektifikasi sebagai data dasar yang akan diolah dalam proses orthorektifikasi citra. Secara prosedural *source image* yang di input merupakan *Meta Data* yang diambil pada saat pemotretan citra oleh Pihak Space Imaging. Dalam penelitian ini, Data Source yang dimaksud adalah data Citra keseluruhan Kota Malang yang terbagi dalam tiga (3) bagian (sheet). Oleh karena pengadaan Meta Data Citra IKONOS wilayah Kota Malang sulit dilakukan, maka dalam penelitian ini Data Source yang digunakan adalah data Citra IKONOS Kelurahan Buring Kota Malang dalam format file \*.Tiff yang diatur dalam *file selection* berdasarkan satelit dan data parameter yang digunakan dalam Meta Data, sehingga data tersebut dapat diproses.



Gambar 3.33. Proses Pengaturan Source Image

- d. Terakhir, masukkan data GCP (Ground Control Point) yang berasal dari ER Mapper *gcp/ers* file, atau juga dalam bentuk format menurut pilihan pengguna, dan dapat juga dimasukkan secara manual pada tabel yang telah tersedia.

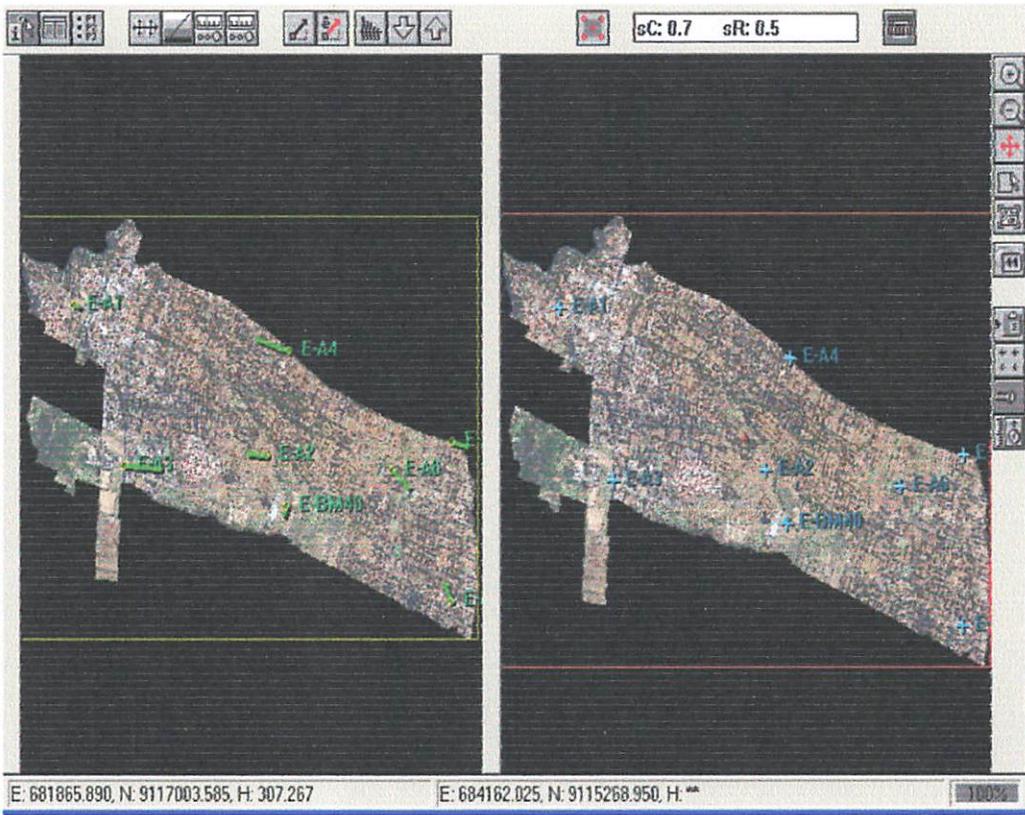


Gambar 3.34. Proses Pemasukan Koordinat GCP

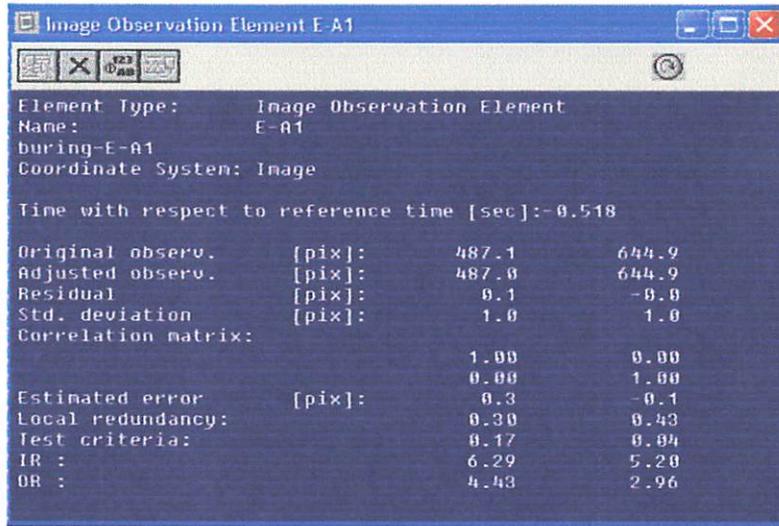
	Name	E	N	H
1	E-A1	680932.3250	9115327.7130	424.9190
2	E-A2	682589.9340	9114238.5910	529.1360
3	E-A3	681366.3200	9114168.8700	424.7540
4	E-A4	682786.4510	9114989.0520	333.0640
5	E-A5	684185.9920	9114338.7490	527.3080
6	E-A6	683674.1050	9114128.3630	590.5190
7	E-A7	684173.6550	9113184.0080	614.5350
8	E-BM40	682762.6820	9113877.8620	545.4100

Gambar 3.35. Koordinat Hasil Pemasukan GCP

- Setelah urutan pemasukan data telah selesai dilakukan, maka dimungkinkan untuk melakukan penyimpanan awal dalam bentuk *project*. Setelah data disimpan, maka dapat dilakukan pengecekan terhadap data masukan melalui *zoom window*, yaitu yang berkaitan dengan ketelitian pemasukan data seperti *estimated error*, *blunder*, dan nilai *residual* dari data masukan.

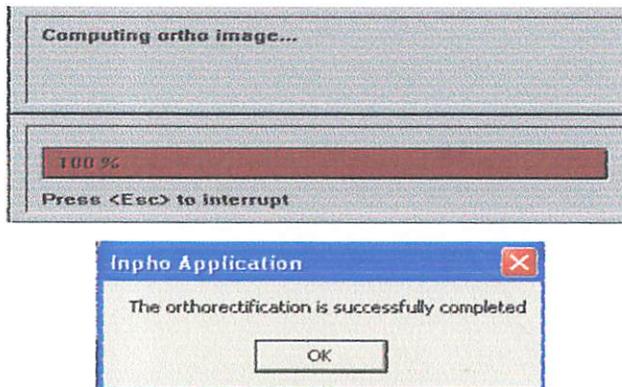


Gambar 3.36. Tampilan Zoom Window



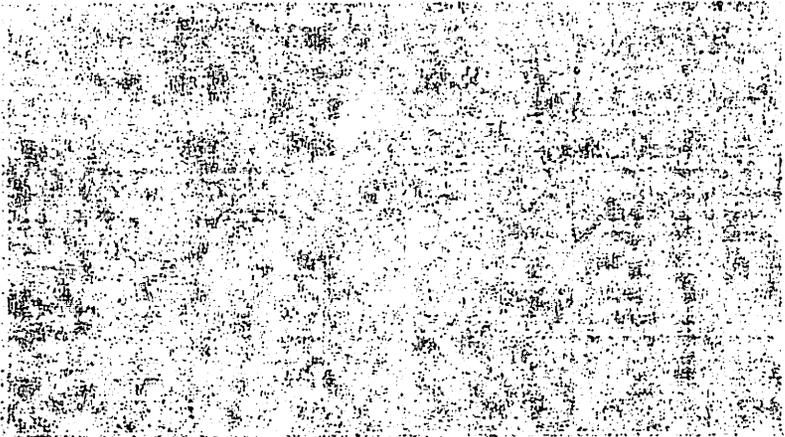
Gambar 3.37. Tampilan Nilai Estimated Error, Blunder dan Residual

- Langkah berikutnya adalah dengan menekan tombol **“Ortho Creation”** pada kotak dialog sebelah kanan atas, untuk memulai proses orthorektifikasi citra secara otomatis oleh OrthoWarp ER.



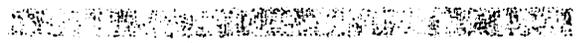
Gambar 3.38. Proses Orthorektifikasi Citra

- Untuk melihat hasil orthorektifikasi citra, dilakukan seperti biasa yaitu dengan menekan tombol **“Open”** pada kotak dialog utama ER Mapper, kemudian dilanjutkan dengan memilih file yang telah terorthorektifikasi lalu tekan **Ok**. Dalam penelitian ini file disimpan dengan nama **“Ortho1000.ers”** dan **“Ortho25000.ers”**.



[Illegible text line]

[Illegible text block]



[Illegible text block]



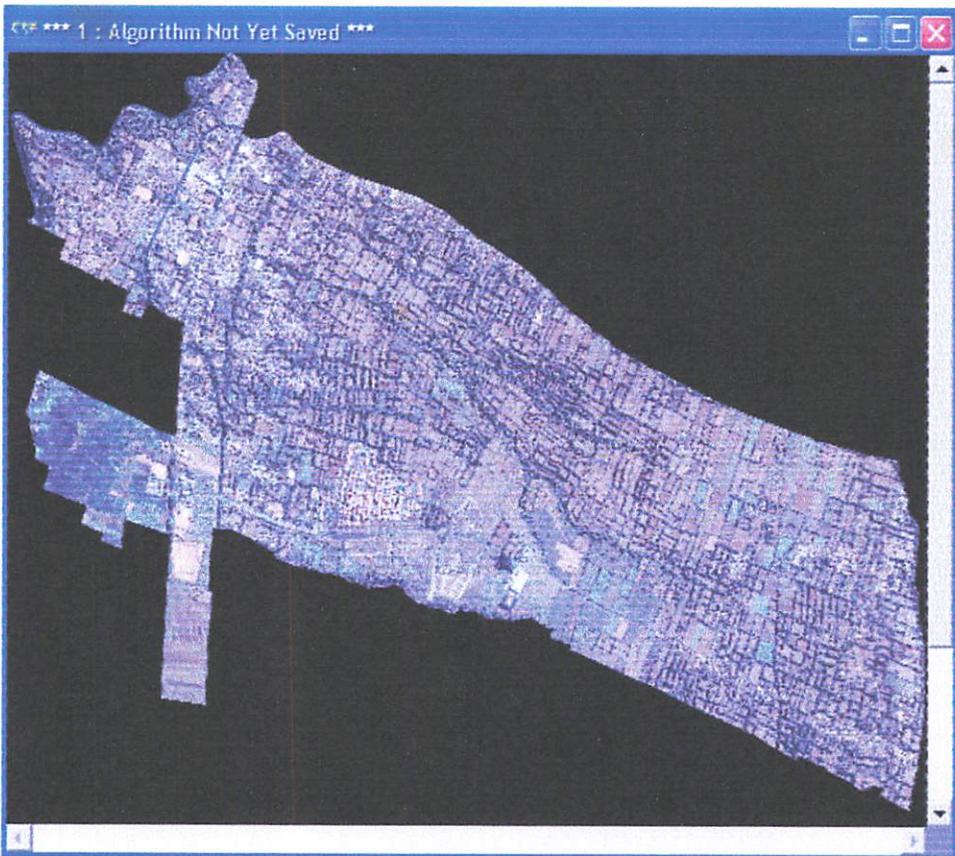
**Gambar 3.39.** Citra Hasil Orthorektifikasi mnggunakan DEM skala 1:1000

## BAB IV

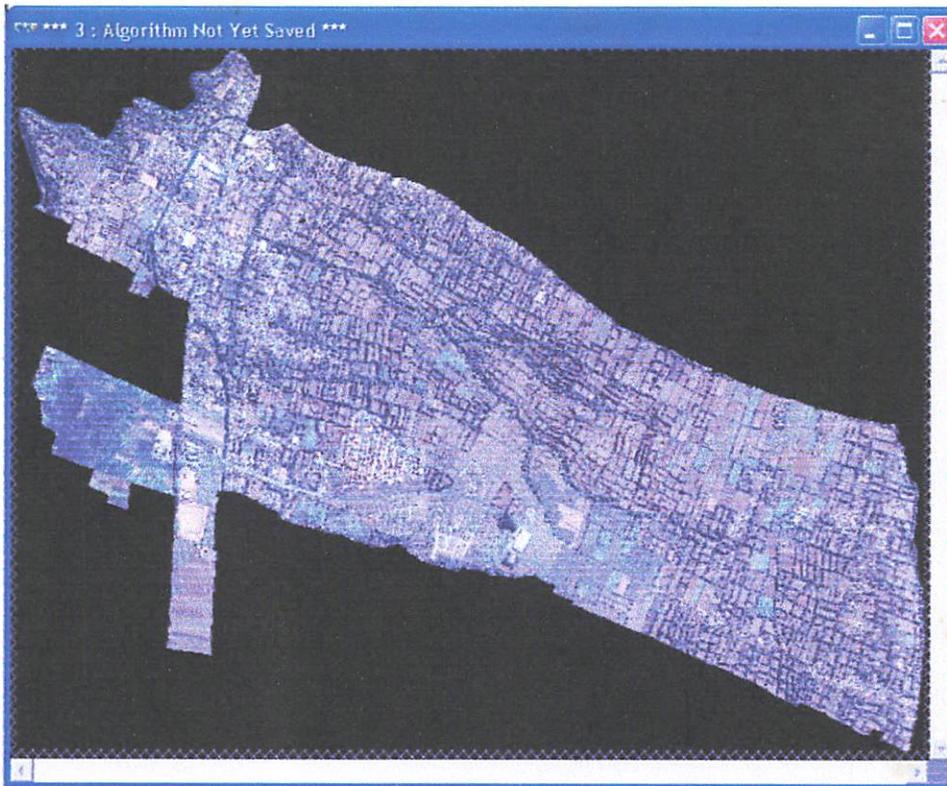
### PENGOLAHAN DAN ANALISA DATA

#### IV.1. Data Hasil Pemrosesan

Dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan, dalam penelitian ini diperoleh dua (2) model tampilan citra yaitu citra IKONOS hasil koreksi geometrik dan citra IKONOS hasil orthorektifikasi yang dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.1. Citra IKONOS Kelurahan Buring hasil Koreksi Geometrik



Gambar 4.1. Citra IKONOS Kelurahan Buring hasil Orthorektifikasi

Untuk penyajian akhirnya, citra ditampilkan dalam bentuk format \*.ers sehingga dapat dibuka pada software Auto CAD 2004.

## **IV.2. Data Hasil Perhitungan**

Data hasil pengolahan dalam penelitian ini diperoleh dari file report yang ada pada perangkat ER Mapper 7.0. yang kemudian disusun ulang dengan menggunakan Microsoft Excel 2003 untuk keperluan penyajian dan tampilan yang lebih bagus dan representative.

### **IV.2.1. Nilai Residual dan Standart Deviasi dari Titik GCP**

Residual adalah perbedaan antara data pengamatan dengan data yang paling mungkin terjadi pada suatu pengukuran. Oleh karena itu residual digunakan sebagai salah satu nilai yang berpengaruh dalam ketelitian pengukuran. Sedangkan perhitungan standart deviasi dilakukan untuk mengetahui tingkat

kesamaan/densitas dari suatu data pengamatan, yaitu seberapa jauh perbedaan antara harga rata-rata pengamatan dengan data pengamatan.

Harga rata-rata dihitung dengan rumus :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

Sedangkan nilai standart deviasi dihitung dengan rumus :

$$\sigma_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n \left( X_j - \bar{X} \right)^2}{n - 1}$$

Hasil perhitungan harga rata-rata residual dan standart deviasi hasil pengolahan citra disajikan pada tabel berikut :

**Tabel 4.1.** Hasil Hitungan Nilai Rata-rata RMS dan Standart Deviasi Pada Citra Hasil Koreksi Geometrik

Citra Hasil Proses Koreksi Geometrik									
POINT	RES X (m)	RES Y (m)	ei-ex	(ei-ex)^2	ei-ey	(ei-ey)^2	σ X	σ Y	RMS (m)
A1	0.389	-0.023	0.388	0.150	-0.022	0.000	0.608	1.137	0.400
A2	1.114	-0.964	1.114	1.241	-0.964	0.929			1.450
A3	-0.736	-0.006	-0.736	0.542	-0.006	0.000			0.740
A4	-0.539	1.73	-0.539	0.291	1.730	2.993			1.660
A5	0.169	-0.756	0.169	0.029	-0.756	0.572			0.570
A6	-0.567	-1.133	-0.567	0.321	-1.503	2.260			1.160
A7	0.119	1.306	0.119	0.014	1.306	1.706			1.060
BM 40	0.061	-0.163	0.061	0.004	-0.771	0.595			0.190

RMS<sub>rata-rata</sub> = 0.904 m

**Tabel 4.2.** Hasil Hitungan Nilai Rata-rata RMS dan Standart Deviasi Pada Citra Hasil Orthorektifikasi

Citra Hasil Proses Orthorektifikasi									
POINT ID	RES X (m)	RES Y (m)	ei-ex	(ei-ex)^2	ei-ey	(ei-ey)^2	σ X	σ Y	RMS (m)
A1	-0.100	0.600	-0.113	0.013	0.600	0.360	0.402	0.623	0.700
A2	0.000	-0.500	0.000	0.000	-0.500	0.250			0.510
A3	-0.400	-0.700	-0.400	0.160	-0.700	0.490			0.860
A4	0.300	0.400	0.300	0.090	0.400	0.160			0.450
A5	-0.500	-0.700	-0.500	0.250	-0.700	0.490			0.920
A6	0.300	-0.100	0.300	0.090	-0.262	0.069			0.320
A7	-0.200	0.900	-0.200	0.040	0.900	0.810			0.920
BM 40	0.700	0.100	0.700	0.490	-0.302	0.091			0.710

RMS<sub>rata-rata</sub> = 0.674 m

Dari hasil perhitungan harga rata-rata dan standart deviasi dari residu titik kontrol tanah (GCP) melalui proses orthorektifikasi diperoleh harga rata-rata dan standart deviasi yang lebih baik dibandingkan dengan residu hasil proses koreksi geometrik.

Pada data perhitungan hasil proses koreksi geometrik untuk arah X diperoleh standart deviasi sebesar 0.608 m sedangkan untuk arah Y sebesar 1.137 m dengan nilai rata-rata RMS yang dihasilkan adalah sebesar 0.904 m. Sedangkan hasil perhitungan dari proses orthorektifikasi pada arah X diperoleh standart deviasi sebesar 0.402 m dan pada arah Y sebesar 0.623 m, dengan nilai rata-rata RMS adalah sebesar 0.674 m.

#### **IV.2.2. Uji Ketelitian**

Dalam melakukan studi ketelitian ini, dilakukan beberapa tahap pengujian terhadap tingkat ketelitian hasil pengolahan citra. Berdasarkan perbedaan nilai rata-rata residual hasil pengolahan citra, maka dapat diketahui adanya pergeseran geometrik dari masing-masing citra hasil olahan baik citra yang diolah melalui proses koreksi geometrik maupun citra yang diolah melalui proses orthorektifikasi. Oleh karena itu perlu dilakukan uji ketelitian terhadap kontrol geometrik citra untuk mengetahui tingkat ketelitian dari hasil pengolahan. Proses uji ketelitian ini dilakukan dengan menentukan n titik sembarang pada citra ikonos untuk kemudian diukur koordinatnya dengan menggunakan Total Station berdasarkan titik GCP yang telah diukur sebelumnya dengan menggunakan GPS Geodetik. Hasil perhitungan koordinat tanah dari n titik sembarang untuk citra ikonos baik citra yang terkoreksi geometrik maupun citra yang terorthorektifikasi kemudian dibandingkan dengan koordinat tanah hasil pengukuran dari n titik sembarang, sehingga dapat diketahui adanya penyimpangan/selisih terhadap posisi geometrik masing-masing citra.

Uji ketelitian ini meliputi :

- Uji ketelitian data koordinat titik detail hasil pengolahan citra
- Uji ketelitian berdasarkan arah (azimuth)
- Uji ketelitian berdasarkan jarak

#### IV.2.2.1. Uji Ketelitian Data Koordinat Titik Detail Hasil Pengolahan Citra

Uji ketelitian ini dipergunakan untuk mengetahui perbandingan terhadap penyimpangan/selisih rata-rata nilai RMS (Root Means Square) dari data koordinat hasil pengolahan citra baik data hasil koreksi geometrik maupun data hasil orthorektifikasi dengan data hasil pengukuran lapangan dianggap sebagai data yang benar. Yang dimaksud dengan data koordinat hasil pengukuran disini adalah data-data yang diperoleh dari proses pengukuran titik detail bangunan yang diukur dengan menggunakan Total Station sedangkan data koordinat citra diperoleh dari hasil penempatan titik pada posisi geometrik yang dianggap sama dengan lokasi pengukuran.

Harga RMS (Root Means Square) pengamatan dapat dihitung dengan rumusan sebagai berikut :

$$RMS\ error = \sqrt{(X^1 - X)^2 + (Y^1 - Y)^2}$$

Dimana :

X, Y : Koordinat titik kontrol tanah pada citra asli

X<sup>1</sup>, Y<sup>1</sup> : Koordinat titik kontrol tanah pendekatan atau hitungan

Hasil perhitungan nilai rata-rata RMS hasil pengolahan disajikan pada tabel-tabel berikut :

Tabel 4.3. Nilai Residual Titik Detail Pada Citra Hasil Koreksi Geometrik

PENGAMATAN	POINT ID	Koordinat Hasil Pengukuran		Koordinat Terkoreksi Geometrik		RMS (m)
		X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	
A3 - A3A	BG1	681377.146	9114185.035	681376.012	9114184.244	1.383
	BG2	681382.247	9114182.881	681381.284	9114182.275	1.138
	BG3	681337.814	9114212.559	681336.745	9114211.489	1.512
	BG4	681338.711	9114226.735	681337.545	9114225.810	1.489
A7 - A7A	BG5	684172.076	9113170.299	684172.912	9113168.336	2.133
	BG6	684158.612	9113205.926	684158.233	9113205.380	0.665
	BG7	684192.559	9113194.797	684192.234	9113194.409	0.506
	BG8	684191.907	9113192.213	684191.684	9113191.924	0.365
	BG9	684208.657	9113187.904	684208.052	9113186.918	1.157
	BG10	684217.135	9113183.550	684217.031	9113183.514	0.111
	BG11	684233.964	9113177.829	684233.574	9113177.228	0.717

Rata-rata RMS = 1.016 m

**Tabel 4.4.** Nilai Residual Titik Detail Pada Citra Hasil Orthorektifikasi

PENGAMATAN	POINT ID	Koordinat Hasil Pengukuran		Koordinat Orthorektifikasi		RMS (m)
		EASTING (m)	NORTHING (m)	EASTING (m)	NORTHING (m)	
A3 - A3A	BG1	681377.146	9114185.035	681376.401	9114185.358	0.813
	BG2	681382.247	9114182.881	681381.584	9114183.355	0.816
	BG3	681337.814	9114212.559	681337.052	9114212.716	0.778
	BG4	681338.711	9114226.735	681337.779	9114226.964	0.960
A7 - A7A	BG5	684172.076	9113170.299	684172.802	9113169.499	1.080
	BG6	684158.612	9113205.926	684158.227	9113205.696	0.448
	BG7	684192.559	9113194.797	684192.160	9113194.724	0.406
	BG8	684191.907	9113192.213	684191.590	9113192.156	0.323
	BG9	684208.657	9113187.904	684207.914	9113187.040	1.139
	BG10	684217.135	9113183.550	684216.850	9113183.810	0.386
	BG11	684233.964	9113177.829	684233.463	9113177.367	0.682

Rata-rata RMS = 0.712

Dari perhitungan nilai rata-rata RMS error koordinat titik-titik detail diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa nilai rata-rata RMS untuk citra ter-orthorektifikasi lebih kecil dibandingkan dengan citra terkoreksi geometrik.

Nilai rata-rata RMS error untuk citra terkoreksi geometrik adalah sebesar 1.016 m, sedangkan pada citra yang ter-orthorektifikasi nilai rata-rata RMS yang diperoleh adalah sebesar 0.712 m.

#### IV.2.2.2. Uji Kualitas Geometrik Citra Berdasarkan Arah (Azimuth)

Uji ketelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui perbandingan pergeseran sudut arah dari koordinat hasil koreksi geometrik dan koordinat hasil orthorektifikasi citra terhadap arah utara dengan data koordinat hasil pengukuran dianggap sebagai data acuan dalam proses perbandingan.

Proses perhitungan dan pengolahan data dilakukan dengan rumus :

$$\alpha_{A-B} = \tan^{-1} \left( \frac{Xb - Xa}{Yb - Ya} \right)$$

Dimana :

$\alpha_{AB}$  : Azimuth yang dicari

$Xa, Ya$  : Koordinat titik A

$Xb, Yb$  : Koordinat titik B

Tabel 4.5. Nilai Rata-rata Pergeseran Azimuth Dari Citra Hasil Koreksi Geometrik dan Citra Hasil Orthorektifikasi

SESI PENGAMATAN	POINT	A		B		A-B		C		A-C		B-C							
		Azimuth Pengukuran ( <sup>o</sup> )	( <sup>'</sup> )	( <sup>"</sup> )	Azimuth Koreksi Geometrik ( <sup>o</sup> )	( <sup>'</sup> )	( <sup>"</sup> )	Selish Azimuth ( <sup>o</sup> )	( <sup>'</sup> )	( <sup>"</sup> )	Azimuth hasil Orthorektifikasi ( <sup>o</sup> )	( <sup>'</sup> )	( <sup>"</sup> )	Selish Azimuth ( <sup>o</sup> )	( <sup>'</sup> )	( <sup>"</sup> )			
A3 - A3A	BG1-BG2	112	53	57	110	28	53	2	25	4	111	7	42	1	46	15	0	38	48
	BG1-BG3	304	58	58	304	45	16	0	13	41	304	48	32	0	10	25	0	3	15
	BG1-BG4	317	19	59	317	13	3	0	6	56	317	7	49	0	12	10	0	5	13
	BG2-BG3	303	44	23	303	15	43	0	28	39	303	23	49	0	20	33	0	8	5
	BG2-BG4	315	12	32	314	51	59	0	20	32	314	52	18	0	20	13	0	0	18
	BG3-BG4	3	37	26	3	11	55	0	25	30	2	55	16	0	42	10	0	16	39
	BG5-BG7	39	54	0	36	32	27	3	21	33	37	30	9	2	23	51	0	57	41
	BG5-BG8	42	8	40	38	30	52	3	37	48	39	39	59	2	28	41	1	9	7
	BG5-BG9	64	18	2	62	7	49	2	10	12	63	27	15	0	50	46	1	19	26
	BG5-BG10	73	36	44	71	0	57	2	35	46	72	0	4	1	36	39	0	59	7
A7-A7A	BG6-BG7	108	9	3	107	52	59	0	16	4	107	55	6	0	13	57	0	2	7
	BG6-BG8	112	23	6	111	54	46	0	28	20	112	5	24	0	17	42	0	10	37
	BG6-BG9	109	48	16	110	19	59	0	31	42	110	34	47	0	46	30	0	14	48
	BG6-BG10	110	55	24	110	23	58	0	31	25	110	28	21	0	27	3	0	4	22
	BG6-BG11	110	26	57	110	29	19	0	2	21	110	38	1	0	11	4	0	8	42
	BG7-BG8	194	9	34	192	27	57	1	41	37	192	30	54	1	28	40	0	2	56
	BG7-BG9	113	10	45	115	20	20	2	9	34	116	0	2	2	49	16	0	39	41
	BG7-BG10	114	35	21	113	43	9	0	52	11	113	50	52	0	44	28	0	7	43
	BG7-BG11	112	17	1	112	34	4	0	17	2	112	47	41	0	30	39	0	13	36
	BG8-BG9	104	25	33	107	0	14	2	34	40	107	23	59	2	58	25	0	23	44
	BG8-BG10	108	57	1	108	21	21	0	35	40	108	17	0	0	40	1	0	4	20
BG8-BG11	108	52	51	109	19	55	0	27	4	109	27	10	0	34	19	0	7	15	
BG9-BG11	111	42	29	110	47	29	0	55	0	110	44	18	2	15	18	0	3	11	
BG10-BG11	108	46	36	110	48	19	2	1	42	111	11	57	2	25	20	0	23	38	

$$\bar{\alpha} = 00^{\circ} 52' 34''$$

$$\bar{\alpha} = 00^{\circ} 35' 17''$$

$$\bar{\alpha} = 00^{\circ} 43' 55''$$

Keterangan :

A - B : Selish Antara Azimuth Hasil Pengukuran dengan Azimuth Hasil Koreksi Geometrik

A - C : Selish Antara Azimuth Hasil Pengukuran dengan Azimuth Hasil Orthorektifikasi

B - C : Selish Antara Azimuth Hasil Koreksi Geometrik Azimuth Hasil Orthorektifikasi

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan maka dapat diketahui adanya perbedaan nilai rata-rata pergeseran azimuth antara koordinat hasil koreksi geometrik dengan hasil orthorektifikasi citra. Dimana rata-rata nilai pergeseran azimuth dari koordinat hasil koreksi geometrik adalah sebesar  $00^{\circ} 52' 34''$ , sedangkan pada koordinat hasil orthorektifikasi adalah sebesar  $00^{\circ} 35' 17''$ . Adapun nilai selisih rata-rata pergeseran azimuth antara hasil proses koreksi geometrik dan orthorektifikasi adalah sebesar  $00^{\circ} 43' 55''$ .

#### **IV.2.2.3. Uji Kualitas Geometrik Citra Berdasarkan Jarak**

Maksud dari uji ketelitian ini adalah untuk membandingkan rata-rata pergeseran jarak yang terjadi dari hasil perhitungan antara jarak yang diperoleh dari data koordinat hasil olahan citra baik koordinat hasil koreksi geometrik maupun koordinat hasil orthorektifikasi. Adapun data hasil perhitungan ini dapat dilihat pada table-tabel berikut :

Tabel 4.6. Nilai Rata-rata Pergeseran Jarak dari Citra Hasil Koreksi Geometrik dan Citra Hasil Orthorektifikasi

SESI PENGAMATAN	POINT	A	B	A - B	C	A - C	B - C
		Jarak Koordinat Hasil Pengukuran (m)	Jarak Koordinat Hasil Koreksi Geometrik (m)	Selisih (m)	Jarak Koordinat Hasil Orthorektifikasi (m)	Selisih (m)	Selisih (m)
A3 - A3A	BG1-BG2	5.537	5.628	0.090	5.557	0.019	0.071
	BG1-BG3	48.006	47.794	0.212	47.925	0.082	0.130
	BG1-BG4	56.711	56.635	0.076	56.769	0.058	0.134
	BG2-BG3	53.434	53.266	0.168	53.340	0.094	0.074
	BG2-BG4	61.795	61.713	0.082	61.811	0.016	0.098
	BG3-BG4	14.205	14.343	0.139	14.267	0.063	0.076
A7-A7A	BG5-BG7	31.933	32.451	0.519	31.797	0.135	0.654
	BG5-BG8	29.555	30.146	0.591	29.434	0.121	0.712
	BG5-BG9	40.597	39.751	0.846	39.251	1.347	0.500
	BG5-BG10	46.968	46.656	0.311	46.315	0.652	0.341
	BG6-BG7	35.725	35.727	0.002	35.662	0.062	0.065
	BG6-BG8	36.009	36.056	0.048	36.005	0.003	0.051
	BG6-BG9	53.191	53.130	0.061	53.074	0.117	0.056
	BG6-BG10	62.655	62.732	0.077	62.575	0.080	0.157
	BG6-BG11	80.420	80.429	0.010	80.393	0.027	0.037
	BG7-BG8	2.665	2.545	0.120	2.631	0.034	0.086
	BG7-BG9	17.512	17.502	0.009	17.528	0.017	0.026
	BG7-BG10	27.027	27.085	0.058	26.995	0.032	0.090
	BG7-BG11	44.747	44.769	0.022	44.803	0.056	0.034
	BG8-BG9	17.295	17.116	0.179	17.107	0.188	0.009
	BG8-BG10	26.674	26.705	0.031	26.604	0.070	0.102
	BG8-BG11	44.449	44.393	0.055	44.409	0.040	0.015
BG9-BG11	27.239	27.300	0.061	27.319	0.080	0.019	
BG10-BG11	17.775	17.698	0.077	17.819	0.044	0.121	
				$\bar{D} = 0.143 \text{ m}$			$\bar{D} = 0.160 \text{ m}$
							$\bar{D} = 0.152 \text{ m}$

Keterangan :

A - B : Selisih Antara Jarak Hasil Pengukuran dengan Jarak Hasil Koreksi Geometrik

A - C : Selisih Antara Jarak Hasil Pengukuran dengan Jarak Hasil Orthorektifikasi

B - C : Selisih Antara Jarak Hasil Koreksi Geometrik Jarak Hasil Orthorektifikasi

Dari hasil perhitungan seperti yang ditunjukkan oleh tabel-tabel diatas, maka dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan nilai rata-rata pergeseran jarak yang terjadi antara data koordinat hasil koreksi geometrik dengan data koordinat hasil orthorektifikasi dimana rata-rata selisih jarak dari citra hasil koreksi geometrik adalah sebesar 0.160 m, sedangkan rata-rata selisih jarak dari citra hasil orthorektifikasi adalah sebesar 0.143 m. Adapun nilai rata-rata pergeseran jarak antara citra hasil koreksi geometrik dan citra hasil orthorektifikasi adalah sebesar 0.152 m.

### **IV.3. Analisa**

Berdasarkan hasil uji ketelitian yang telah dilakukan terhadap nilai rata-rata residu dari data koordinat hasil pengolahan dengan proses koreksi geometrik dan orthorektifikasi, maka dapat dilakukan suatu analisa terhadap hasil perhitungan yang telah dilakukan.

#### **IV.3.1. Analisa Nilai Residual dan Standart Deviasi dari Titik GCP**

Dari data hasil perhitungan pada tabel 4.1 dan tabel 4.2., maka dapat diketahui bahwa hasil perhitungan harga rata-rata dan standart deviasi dari residu titik kontrol tanah (GCP) melalui proses orthorektifikasi diperoleh harga rata-rata dan standart deviasi yang lebih baik dibandingkan dengan residu hasil proses koreksi geometrik. Dimana pada data perhitungan hasil proses koreksi geometrik untuk arah X diperoleh standart deviasi sebesar 0.608 m sedangkan untuk arah Y sebesar 1.137 m dengan nilai rata-rata RMS yang dihasilkan adalah sebesar 0.904 m. Sedangkan hasil perhitungan dari proses orthorektifikasi pada arah X diperoleh standart deviasi sebesar 0.402 m dan pada arah Y sebesar 0.623 m, dengan nilai rata-rata RMS adalah sebesar 0.674 m

#### **IV.3.2. Analisa Ketelitian Data Koordinat Titik Detail Hasil Pengolahan Citra.**

Dari data pada tabel 4.3. dan tabel 4.4. dapat dilihat bahwa rata-rata nilai residual yang dihasilkan dari pemasukan koordinat GCP dan koordinat titik detail pada kedua proses pengolahan yaitu koreksi geometrik dan orthorektifikasi memiliki perbedaan yang cukup kecil.

Pada citra hasil koreksi geometrik diperoleh nilai rata-rata RMS pemasukan koordinat titik detail adalah sebesar 1.016 m. Sedangkan pada citra hasil orthorektifikasi terjadi pergeseran dengan rata-rata RMS sebesar 0.712 m.

Dari hasil perhitungan analisa ketelitian ini maka hasil rektifikasi citra dengan proses orthorektifikasi mempunyai ketelitian yang lebih baik dibandingkan dengan rektifikasi citra dengan proses koreksi geometrik.

#### **IV.3.3. Analisa Kualitas Geometrik Citra Berdasarkan Azimuth**

Dari hasil perhitungan data yang ditunjukkan oleh tabel 4.5. maka dapat diketahui bahwa nilai rata-rata pergeseran azimuth hasil pengolahan data melalui proses orthorektifikasi lebih teliti dan mendekati hasil pengukuran lapangan daripada nilai Azimuth yang dihasilkan dari hasil olahan data melalui proses koreksi geometrik.

Hal ini dapat dilihat dari rata-rata pergeseran koordinat untuk masing-masing titik pengamatan yang berpengaruh pada pergeseran azimuth masing-masing titik dimana pada citra hasil koreksi geometrik menghasilkan nilai rata-rata pergeseran azimuth sebesar  $00^{\circ} 52' 34''$  sedangkan pada koordinat hasil orthorektifikasi rata-rata nilai pergeseran azimuth adalah sebesar  $00^{\circ} 35' 17''$ . Adapun nilai selisih rata-rata pergeseran azimuth antara hasil proses koreksi geometrik dan orthorektifikasi adalah sebesar  $00^{\circ} 43' 55''$ .

#### **IV.3.4. Analisa Kualitas Geometrik Citra Berdasarkan Jarak**

Adanya pergeseran/selisih jarak pada masing-masing titik pada dasarnya mempengaruhi terhadap ketelitian hasil pengukuran dan pengolahan data. Pada tabel 4.6 dapat diketahui rata-rata pergeseran jarak yang terjadi antara titik hasil pengukuran dan titik yang diperoleh dari hasil pengolahan citra.

Perbandingan rata-rata pergeseran jarak antara titik pada citra hasil koreksi geometrik adalah sebesar 0.160 m, sedangkan pada citra hasil orthorektifikasi rata-rata selisih jarak yang terjadi adalah sebesar 0.143 m. Adapun nilai rata-rata pergeseran jarak antara citra hasil koreksi geometrik dan citra hasil orthorektifikasi adalah sebesar 0.152 m. Sehingga dapat dikatakan bahwa citra hasil orthorektifikasi memiliki tingkat ketelitian yang lebih baik dibandingkan dengan citra hasil koreksi geometrik walaupun perbedaan yang terjadi relatif kecil.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **V.1. Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian dengan judul “Studi Ketelitian Kualitas Geometrik Citra IKONOS Hasil Orthorektifikasi Dengan Menggunakan Data DEM Skala 1:1000” adalah sebagai berikut :

1. Nilai rata-rata residual dan standart deviasi koordinat GCP (Ground Control Point) yang diolah dalam penelitian ini mempunyai perbedaan, yang mana data koordinat hasil proses orthorektifikasi terbukti lebih teliti dibandingkan dengan proses koreksi geometrik citra. Pada citra hasil koreksi geometrik diperoleh nilai rata-rata RMS pemasukan koordinat GCP sebesar 0.904 m dengan standart deviasi hasil perhitungan adalah sebesar 0.608 m sedangkan pada citra hasil orthorektifikasi dihasilkan nilai rata-rata RMS sebesar 0.608 m. dengan nilai standart deviasi sebesar 0.402 m.
2. Dari hasil pengolahan dan perhitungan nilai rata-rata RMS dari data koordinat titik detail, dapat diketahui bahwa proses pengolahan citra dengan rektifikasi orhto memiliki tingkat ketelitian yang lebih baik dibandingkan dengan proses rektifikasi secara geometric dimana nilai rata-rata residual yang dihasilkan dari proses koreksi geometrik adalah sebesar 1.016 m sedangkan rata-rata residual yang dihasilkan dari proses orthorektifikasi adalah sebesar 0.712 m.
3. Proses koreksi geometrik citra dianggap kurang memenuhi persyaratan ketelitian citra yakni nilai residual yang melebihi 2 pixel di citra ikonos atau setara dengan 2 m dilapangan.
4. Dari hasil uji statistik yang dilakukan antara lain yaitu uji ketelitian azimuth dari hasil orthorektifikasi menghasilkan nilai rata-rata

pergeseran azimuth sebesar  $00^{\circ} 35' 17''$  sedangkan dari proses koreksi geometrik nilai rata-rata pergeseran azimuth adalah sebesar  $00^{\circ} 52' 34''$ . Untuk uji ketelitian terhadap jarak, proses orthorektifikasi menghasilkan nilai rata-rata pergeseran jarak sebesar 0.143 m sedangkan pada proses koreksi geometrik, nilai rata-rata pergeseran jarak yang dihasilkan adalah sebesar 0.160 m.

## **V.2. Saran**

Dari penelitian ini dapat diambil beberapa saran bagi pemerhati dan pengguna data penginderaan jauh, antara lain :

1. Identifikasi, pengamatan dan pengukuran obyek yang terpilih menjadi titik kontrol tanah pada citra harus dilakukan secara hati-hati dan teliti karena akan mempengaruhi ketelitian dari hasil proses rektifikasi citra.
2. Untuk keperluan rektifikasi citra yang mencakup pekerjaan skala besar/untuk keperluan teknis disarankan menggunakan proses pengolahan dengan orthorektifikasi untuk menghasilkan ketelitian yang presisi.
3. Perlu pula pengkajian yang lebih mendalam dalam penelusuran penyebab kesalahan yang mengakibatkan rendahnya tingkat ketelitian koreksi geometrik citra.

## DAFTAR PUSTAKA

1. ABIDIN Z, HASANUDIN., 1993, *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya.*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
2. NOFI YANTL, 2004, *Uji Ketelitian Citra IKONOS Menggunakan Metode Polynomial dan Rigorous dengan Software PCI Orthoimage v.9.0.*, Laporan Tugas Akhir.
3. RANDAL.B.SMITH, 2006, *Orthorectification Using Rasional Polynomials*, Microimages, inc.
4. SATELLITE IMAGING CORPORATION., 2006, *Orthorectification Of Satellite Imagery.*
5. SUTANTO., 1987, *Penginderaan Jauh Jilid 1 dan 2.* Fakultas Geografi, Universitas Gajah Mada Press.
6. SUYONO SUDARSONO dan MASAYOSHI TAKASAKI, 1997, *Pengukuran Topografi dan Teknik Pemetaan*, PT. Pradnya Paramita.
7. THOMAS M. LILLESAND dan RALF W.KIEFER., 1997, *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra.* Gajah Mada University Press.
8. TONO SAKSONO., 2003, *Kebangkitan Kembali Industri Pemetaan Indonesia.* NEXTMap Indonesia.
9. WAHYU SUPRIATNA dan SUKARTONO., 2002, *Teknik Perbaikan Data Digital (Koreksi dan Penajaman) Citra Satelit*, Buletin Teknik Pertanian Vol.7.

## **LAMPIRAN**

## Lampiran I. Tabel Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data Lapangan

### 1. Hasil Hitungan Nilai Rata-rata RMS dan Standart Deviasi Pada Citra Hasil Koreksi Geometrik

Citra Hasil Proses Koreksi Geometrik									
POINT	RES X (m)	RES Y (m)	ei-ex	(ei-ex)^2	ei-ey	(ei-ey)^2	$\sigma X$	$\sigma Y$	RMS (m)
A1	0.389	-0.023	0.388	0.150	-0.022	0.000	0.608	1.137	0.400
A2	1.114	-0.964	1.114	1.241	-0.964	0.929			1.450
A3	-0.736	-0.006	-0.736	0.542	-0.006	0.000			0.740
A4	-0.539	1.73	-0.539	0.291	1.730	2.993			1.660
A5	0.169	-0.756	0.169	0.029	-0.756	0.572			0.570
A6	-0.567	-1.133	-0.567	0.321	-1.503	2.260			1.160
A7	0.119	1.306	0.119	0.014	1.306	1.706			1.060
BM 40	0.061	-0.163	0.061	0.004	-0.771	0.595			0.190

RMS rata-rata = 0.904 m

### 2. Hasil Hitungan Nilai Rata-rata RMS dan Standart Deviasi Pada Citra Hasil Orthorektifikasi

Citra Hasil Proses Orthorektifikasi									
POINT ID	RES X (m)	RES Y (m)	ei-ex	(ei-ex)^2	ei-ey	(ei-ey)^2	$\sigma X$	$\sigma Y$	RMS (m)
A1	-0.100	0.600	-0.113	0.013	0.600	0.360	0.402	0.623	0.700
A2	0.000	-0.500	0.000	0.000	-0.500	0.250			0.510
A3	-0.400	-0.700	-0.400	0.160	-0.700	0.490			0.860
A4	0.300	0.400	0.300	0.090	0.400	0.160			0.450
A5	-0.500	-0.700	-0.500	0.250	-0.700	0.490			0.920
A6	0.300	-0.100	0.300	0.090	-0.262	0.069			0.320
A7	-0.200	0.900	-0.200	0.040	0.900	0.810			0.920
BM 40	0.700	0.100	0.700	0.490	-0.302	0.091			0.710

RMS rata-rata = 0.674 m

### 3. Nilai Residual Titik Detail Pada Citra Hasil Koreksi Geometrik

PENGAMATAN	POINT ID	Koordinat Hasil Pengukuran		Koordinat Terkoreksi Geometrik		RMS (m)
		X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	
A3 - A3A	BG1	681377.146	9114185.035	681376.012	9114184.244	1.383
	BG2	681382.247	9114182.881	681381.284	9114182.275	1.138
	BG3	681337.814	9114212.559	681336.745	9114211.489	1.512
	BG4	681338.711	9114226.735	681337.545	9114225.810	1.489
A7 - A7A	BG5	684172.076	9113170.299	684172.912	9113168.336	2.133
	BG6	684158.612	9113205.926	684158.233	9113205.380	0.665
	BG7	684192.559	9113194.797	684192.234	9113194.409	0.506
	BG8	684191.907	9113192.213	684191.684	9113191.924	0.365
	BG9	684208.657	9113187.904	684208.052	9113186.918	1.157
	BG10	684217.135	9113183.550	684217.031	9113183.514	0.111
	BG11	684233.964	9113177.829	684233.574	9113177.228	0.717

Rata-rata RMS = 1.016 m

4. Nilai Residual Titik Detail Pada Citra Hasil Orthorektifikasi

PENGAMATAN	POINT ID	Koordinat Hasil Pengukuran		Koordinat Orthorektifikasi		RMS (m)
		EASTING (m)	NORTHING (m)	EASTING (m)	NORTHING (m)	
A3 - A3A	BG1	681377.146	9114185.035	681376.401	9114185.358	0.813
	BG2	681382.247	9114182.881	681381.584	9114183.355	0.816
	BG3	681337.814	9114212.559	681337.052	9114212.716	0.778
	BG4	681338.711	9114226.735	681337.779	9114226.964	0.960
A7 - A7A	BG5	684172.076	9113170.299	684172.802	9113169.499	1.080
	BG6	684158.612	9113205.926	684158.227	9113205.696	0.448
	BG7	684192.559	9113194.797	684192.160	9113194.724	0.406
	BG8	684191.907	9113192.213	684191.590	9113192.156	0.323
	BG9	684208.657	9113187.904	684207.914	9113187.040	1.139
	BG10	684217.135	9113183.550	684216.850	9113183.810	0.386
	BG11	684233.964	9113177.829	684233.463	9113177.367	0.682

Rata-rata RMS = 0.712

5. Nilai Rata-rata Pergeseran Azimuth Dari Citra Hasil Koreksi Geometrik dan Citra Hasil Orthorektifikasi

SESI PENGAMATAN	POINT	A		B		A-B		C		A-C		B-C			
		Azimuth		Azimuth Koreksi		Selisih		Azimuth hasil		Selisih		Selisih			
		Pengukuran (°) (') (")	(°) (') (")	Geometrik (°) (') (")	(°) (') (")	Azimuth (°) (') (")	(°) (') (")	Orthorektifikasi (°) (') (")	(°) (') (")	Azimuth (°) (') (")	(°) (') (")	Azimuth (°) (') (")	(°) (') (")		
A3 - A3A	BG1-BG2	112 53 57	110 28 53	2 25 4	111 7 42	1 46 15	0 38 48	A7-A7A	BG1-BG3	304 58 58	304 45 16	0 13 41	304 48 32	0 10 25	0 3 15
	BG1-BG4	317 19 59	317 13 3	0 6 56	317 7 49	0 12 10	0 5 13		BG2-BG3	303 44 23	303 15 43	0 28 39	303 23 49	0 20 33	0 8 5
	BG2-BG4	315 12 32	314 51 59	0 20 32	314 52 18	0 20 13	0 0 18		BG3-BG4	3 37 26	3 11 55	0 25 30	2 55 16	0 42 10	0 16 39
	BG5-BG7	39 54 0	36 32 27	3 21 33	37 30 9	2 23 51	0 57 41		BG5-BG8	42 8 40	38 30 52	3 37 48	39 39 59	2 28 41	1 9 7
	BG5-BG9	64 18 2	62 7 49	2 10 12	63 27 15	0 50 46	1 19 26		BG5-BG10	73 36 44	71 0 57	2 35 46	72 0 4	1 36 39	0 59 7
	BG6-BG7	108 9 3	107 52 59	0 16 4	107 55 6	0 13 57	0 2 7		BG6-BG8	112 23 6	111 54 46	0 28 20	112 5 24	0 17 42	0 10 37
	BG6-BG9	109 48 16	110 19 59	0 31 42	110 34 47	0 46 30	0 14 48		BG6-BG10	110 55 24	110 23 58	0 31 25	110 28 21	0 27 3	0 4 22
	BG6-BG11	110 26 57	110 29 19	0 2 21	110 38 1	0 11 4	0 8 42		BG7-BG8	194 9 34	192 27 57	1 41 37	192 30 54	1 28 40	0 2 56
	BG7-BG9	113 10 45	115 20 20	2 9 34	116 0 2	2 49 16	0 39 41		BG7-BG10	114 35 21	113 43 9	0 52 11	113 50 52	0 44 28	0 7 43
	BG7-BG11	112 17 1	112 34 4	0 17 2	112 47 41	0 30 39	0 13 36		BG8-BG9	104 25 33	107 0 14	2 34 40	107 23 59	2 58 25	0 23 44
BG8-BG10	108 57 1	108 21 21	0 35 40	108 17 0	0 40 1	0 4 20	BG8-BG11	108 52 51	109 19 55	0 27 4	109 27 10	0 34 19	0 7 15		
BG9-BG11	111 42 29	110 47 29	0 55 0	110 44 18	2 15 18	0 3 11	BG10-BG11	108 46 36	110 48 19	2 1 42	111 11 57	2 25 20	0 23 38		

$$\bar{\alpha} = 00^{\circ} 52' 34''$$

$$\bar{\alpha} = 00^{\circ} 35' 17''$$

$$\bar{\alpha} = 00^{\circ} 43' 55''$$

Keterangan :

- A - B : Selisih Antara Azimuth Hasil Pengukuran dengan Azimuth Hasil Koreksi Geometrik
- A - C : Selisih Antara Azimuth Hasil Pengukuran dengan Azimuth Hasil Orthorektifikasi
- B - C : Selisih Antara Azimuth Hasil Koreksi Geometrik Azimuth Hasil Orthorektifikasi

6. Nilai Rata-rata Pergeseran Jarak dari Citra Hasil Koreksi Geometrik dan Citra Hasil Orthorektifikasi

SESI PENGAMATAN	POINT	A	B	A - B	C	A - C	B - C
		Jarak Koordinat Hasil Pengukuran (m)	Jarak Koordinat Hasil Koreksi Geometrik (m)	Selisih (m)	Jarak Koordinat Hasil Orthorektifikasi (m)	Selisih (m)	Selisih (m)
A3 - A3A	BG1-BG2	5.537	5.628	0.090	5.557	0.019	0.071
	BG1-BG3	48.006	47.794	0.212	47.925	0.082	0.130
	BG1-BG4	56.711	56.635	0.076	56.769	0.058	0.134
	BG2-BG3	53.434	53.266	0.168	53.340	0.094	0.074
	BG2-BG4	61.795	61.713	0.082	61.811	0.016	0.098
	BG3-BG4	14.205	14.343	0.139	14.267	0.063	0.076
A7-A7A	BG5-BG7	31.933	32.451	0.519	31.797	0.135	0.654
	BG5-BG8	29.555	30.146	0.591	29.434	0.121	0.712
	BG5-BG9	40.597	39.751	0.846	39.251	1.347	0.500
	BG5-BG10	46.968	46.656	0.311	46.315	0.652	0.341
	BG6-BG7	35.725	35.727	0.002	35.662	0.062	0.065
	BG6-BG8	36.009	36.056	0.048	36.005	0.003	0.051
	BG6-BG9	53.191	53.130	0.061	53.074	0.117	0.056
	BG6-BG10	62.655	62.732	0.077	62.575	0.080	0.157
	BG6-BG11	80.420	80.429	0.010	80.393	0.027	0.037
	BG7-BG8	2.665	2.545	0.120	2.631	0.034	0.086
	BG7-BG9	17.512	17.502	0.009	17.528	0.017	0.026
	BG7-BG10	27.027	27.085	0.058	26.995	0.032	0.090
	BG7-BG11	44.747	44.769	0.022	44.803	0.056	0.034
	BG8-BG9	17.295	17.116	0.179	17.107	0.188	0.009
	BG8-BG10	26.674	26.705	0.031	26.604	0.070	0.102
	BG8-BG11	44.449	44.393	0.055	44.409	0.040	0.015
BG9-BG11	27.239	27.300	0.061	27.319	0.080	0.019	
BG10-BG11	17.775	17.698	0.077	17.819	0.044	0.121	

$$\bar{D} = 0.143 \text{ m}$$

$$\bar{D} = 0.160 \text{ m}$$

$$\bar{D} = 0.152 \text{ m}$$

Keterangan :

**A - B** : Selisih Antara Jarak Hasil Pengukuran dengan Jarak Hasil Koreksi Geometrik

**A - C** : Selisih Antara Jarak Hasil Pengukuran dengan Jarak Hasil Orthorektifikasi

**B - C** : Selisih Antara Jarak Hasil Koreksi Geometrik Jarak Hasil Orthorektifikasi

## Lampiran II. Koordinat GCP Hasil Pengolahan Dengan SKI 2.3.

GeoLab V2.4c                      WGS 84                      amin                      UNITS: m,DMS                      Page 0001

12:53:01, Wed Feb 28, 2007

INI file:     C:\GEOLAB2\GEOLAB.INI  
 Input file:  D:\BATU\ASC\SEMEN.IOB  
 Output file: D:\BATU\ASC\SEMEN.LST

PARAMETERS		OBSERVATIONS	
Description	Number	Description	Number
No. of Stations	8	Directions	0
Coord Parameters	21	Distances	0
Free Latitudes	7	Azimuths	0
Free Longitudes	7	Vertical Angles	0
Free Heights	7	Zenithal Angles	0
Fixed Coordinates	3	Angles	0
Astro. Latitudes	0	Heights	0
Astro. Longitudes	0	Height Differences	0
Geoid Records	0	Auxiliary Params.	0
All Aux. Pars.	0	2-D Coords.	0
Direction Pars.	0	2-D Coord. Diffs.	0
Scale Parameters	0	3-D Coords.	0
Constant Pars.	0	3-D Coord. Diffs.	39
Rotation Pars.	0		
Translation Pars.	0		
	-----		-----
Total Parameters	21	Total observations	39
Degrees of Freedom =		18	

### SUMMARY OF SELECTED OPTIONS

OPTION	SELECTION
Computation Mode	Adjustment
Maximum Iterations	5
Convergence Criterion	0.00100
Angular Misclosure Limit Factor	0.00
Linear Misclosure Limit Factor	0.00
Confidence Level for Statistics	95.000
Covariance Matrix Computation	Connected Portion Only
Residual Rejection Criterion	Tau Max
Confidence Region Types	2D Station Relative
Relative Confidence Regions	Connected Only
Variance Factor (VF) Known	Yes
CMULT (Multiply Parm Cov With VF)	Yes
RMULT (Multiply Res Cov With VF)	No
Force Convergence in Max Iters	No
Distances Affect 3D	No
Full Inverse Computed	No
Normals Reordered	Yes
Coordinates Generated	No
Geoid Interpolation Method	Bi-Linear

## Lampiran III. Daftar Koordinat Titik Kontrol GPS

### 1. Koordinat Titik A1

- **Koordinat Geografi**

Lintang : 8° 00' 0.44327"  
Bujur : 112° 38' 29.93753"

- **Koordinat UTM**

Timur : 680932.32495 m  
Utara : 9115327.71269 m  
Zone : 49 S  
Tinggi (MSL) : 424.9190 m  
Sf : 1.000005156  
Konv. Grid : -0° 13' 42.74210"

### 2. Koordinat Titik A2

- **Koordinat Geografi**

Lintang : 8° 00' 35.67829"  
Bujur : 112° 38' 29.93753"

- **Koordinat UTM**

Timur : 682589.93421 m  
Utara : 911238.59098 m  
Zone : 49 S  
Tinggi (MSL) : 529.1360 m  
Sf : 1.000012613  
Konv. Grid : -0° 13' 51.31080"

### 3. Koordinat Titik A3

- **Koordinat Geografi**

Lintang : 8° 00' 38.10773"  
Bujur : 112° 38' 44.26087"

- **Koordinat UTM**
  - Timur : 681366.32000 m
  - Utara : 9114168.86990 m
  - Zone : 49 S
  - Tinggi (MSL) : 424.7540 m
  - Sf : 1.000007101
  - Konv. Grid :  $-0^{\circ} 13'' 45.80872''$

#### 4. Koordinat Titik A4

- **Koordinat Geografi**
  - Lintang :  $8^{\circ} 00' 11.22480''$
  - Bujur :  $112^{\circ} 39'' 30.52763''$
- **Koordinat UTM**
  - Timur : 682786.45060 m
  - Utara : 9114989.05195 m
  - Zone : 49 S
  - Tinggi (MSL) : 333.0640 m
  - Sf : 1.000013502
  - Konv. Grid :  $-0^{\circ} 13'' 51.49086''$

#### 5. Koordinat Titik A5

- **Koordinat Geografi**
  - Lintang :  $8^{\circ} 00' 32.20784''$
  - Bujur :  $112^{\circ} 40'' 16.31521''$
- **Koordinat UTM**
  - Timur : 684185.99157 m
  - Utara : 9114338.74914 m
  - Zone : 49 S
  - Tinggi (MSL) : 527.3080 m
  - Sf : 1.000019859
  - Konv. Grid :  $-0^{\circ} 13'' 58.47735''$

## 6. Koordinat Titik A6

- **Koordinat Geografi**

Lintang :  $8^{\circ} 00' 39.12358''$   
Bujur :  $112^{\circ} 39' 59.62746''$

- **Koordinat UTM**

Timur : 683674.10479 m  
Utara : 9114128.36273 m  
Zone : 49 S  
Tinggi (MSL) : 590.5190 m  
Sf : 1.000017528  
Konv. Grid :  $-0^{\circ} 13' 56.34956''$

## 7. Koordinat Titik A7

- **Koordinat Geografi**

Lintang :  $8^{\circ} 01' 9.79635''$   
Bujur :  $112^{\circ} 40' 16.06575''$

- **Koordinat UTM**

Timur : 684173.65532 m  
Utara : 9113184.00752 m  
Zone : 49 S  
Tinggi (MSL) : 614.5350 m  
Sf : 1.000019802  
Konv. Grid :  $-0^{\circ} 13' 59.52848''$

## 8. Koordinat Titik BM40

- **Koordinat Geografi**

Lintang :  $8^{\circ} 00' 47.39743''$

Bujur :  $112^{\circ} 39' 29.89783''$

- **Koordinat UTM**

Timur : 682762.68213 m

Utara : 9113877.86216 m

Zone : 49 S

Tinggi (MSL) : 614.5350 m

Sf : 1.000013395

Konv. Grid :  $-0^{\circ} 13' 52.44011''$