

“Kajian Penelitian Koreksi Geometrik Orthorektifikasi dan Rektifikasi Citra IKONOS”

(Studi Kasus Kawasan Perkotaan Waingapu. Sumba Timur)

Fransiskus N. Gen Dji 0825001

Dosen Pembimbing I : M. Edwin Tjahjadi, ST. M. Geom. Sc,Ph. D

Dosen Pembimbing II : Ir.Mohamad Nurhadi, MT

ABSTRAK

Data yang dihasilkan dari rekaman pada satelit maupun pesawat terbang merupakan representasi dari bentuk permukaan bumi yang tidak beraturan. Walaupun terlihat daerah yang datar, tetapi area yang direkam sesungguhnya mengandung kesalahan yang diakibatkan oleh pengaruh kelengkungan bumi atau oleh sensor itu sendiri.

Untuk mrnghilangi kesalahan tersebut, maka perlu adanya suatu koreksi terhadap data penginderaan jauh, dalam hal ini adalah dengan koreksi orthorektifikasi dan rektifikasi.. Orthorektifikasi adalah proses memposisikan kembali citra sesuai lokasi sebenarnya, dikarenakan pada saat pengambilan data terjadi pergeseran yang diakibatkan posisi miring pada satelit dan variasi topografi. Rektifikasi adalah suatu proses yang mentransformasikan geometri atau unsur-unsur citra digital sedemikian rupa, sehingga setiap piksel citra memiliki posisi didalam sistem koordinat dunia nyata.

Pada penelitian ini penulis membandingkan kedua metode yaitu metode orthorektifikasi dan metode rektifikasi, menggunakan citra Ikonos dengan Software PCI Geomatica 2013, dapat ditarik kesimpulan bahwa proses orthorektifikasi dan rektifikasi citra resolusi tinggi di kawasan perkotaan Waingapu, menunjukkan bahwa metode *Orthorektifikasi* dan rektifikasi jika dilakukan pada daerah relatif curam, mengalami perbedaan yang signifikan

Kata kunci : *penginderaan jauh, citra Ikonos, orthorektifikasi, rektifikas, DEM*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Data asli yang dihasilkan dari rekaman pada satelit maupun pesawat terbang merupakan representasi dari bentuk permukaan bumi yang tidak beraturan. Walaupun terlihat daerah yang datar, tetapi area yang direkam

sesungguhnya mengandung kesalahan (*distorsi*) yang diakibatkan oleh pengaruh kelengkungan bumi atau oleh sensor itu sendiri. Kesalahan tersebut dapat menyebabkan terjadinya degradasi kualitas data yang diperoleh. Oleh karena itu data hasil penginderaan jauh tidak langsung dapat digunakan atau langsung diolah.

Agar data yang dihasilkan tidak mengandung kesalahan, maka perlu adanya suatu koreksi terhadap data tersebut, dalam hal ini adalah dengan koreksi *orthorektifikasi* (koreksi ketegakan). *Orthorektifikasi* merupakan sistem koreksi geometrik untuk mengeliminasi kesalahan akibat perbedaan tinggi permukaan bumi serta proyeksi akuisisi citra yang umumnya tidak orthogonal (*oblique*). *Orthorektifikasi* adalah proses memosisikan kembali citra sesuai lokasi sebenarnya, dikarenakan pada saat pengambilan data terjadi pergeseran (*displacement*) yang diakibatkan posisi miring pada satelit dan variasi topografi. *Orthorektifikasi* selain digunakan untuk mengoreksi citra secara geometrik, juga mengoreksi citra berdasarkan ketinggian geografisnya. Koreksi geometrik jika tidak menggunakan *orthorektifikasi*, maka puncak gunung akan bergeser letaknya dari posisi sebenarnya, walaupun sudah dikoreksi secara geometrik (Purwadhi, 2008). Adapun koreksi *rektifikasi* yang pada umumnya digunakan untuk koreksi geometrik yang lebih sederhana dan tidak bergantung pada informasi ketinggian sehingga dapat digunakan pada hampir semua jenis data penginderaan jauh.

Orthorektifikasi dapat dilakukan dengan beberapa metode, masing-masing metode memiliki model matematik sehingga data yang dibutuhkan serta

hasilnya tidak sama. Salah satu metode *orthorektifikasi* adalah *rational functions*. Pada metode *rational function*, *orthorektifikasi* dilakukan dengan menggunakan data titik kontrol tanah yang telah didapatkan dari hasil pengukuran dengan data DEM sebagai tambahan untuk koordinat tinggi sebenarnya. Metode lain, umumnya digunakan untuk koreksi geometrik yang lebih sederhana dan tidak bergantung pada informasi ketinggian sehingga dapat digunakan pada hampir semua jenis data penginderaan. Pada penelitian ini penulis membandingkan dengan dua metode yaitu *orthorektifikasi* dan *rektifikasi*.

Rumusan Masalah

Agar pemasalahan tidak terlalu luas secara sistematis dan terarah maka penulis mencantumkan beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara melakukan proses *Orthorektifikasi* dan *Rektifikasi* citra resolusi tinggi dengan menggunakan *software PCI Geomatica 2013*?
2. Bagaimana cara menganalisa ketelitian hasil metode *Orthorektifikasi* dan *Rektifikasi* untuk memperbaiki citra akibat distorsi dan pergeseran relief?

Tujuan Penelitian

Penulisan penelitian ini bertujuan untuk melakukan proses *Orthorektifikasi* dan *Rektifikasi* citra IKONOS dengan menggunakan data GCP (*Ground Control Point*) serta data DEM (*Digital Elevation Models*) ASTER GDEM.

Manfaat Penelitian

1. Dapat mengetahui tahapan proses *orthorektifikasi* citra satelit resolusi tinggi dengan menggunakan data GCP (*Ground Control Point*) dan DEM (*Digital Elevation Models*) ASTER GDEM.
2. Dapat mengetahui tahapan proses *Rektifikasi* citra satelit resolusi tinggi dengan menggunakan data GCP (*Ground Control Point*).

Batasan Masalah

Agar permasalahan tidak terlalu luas serta sistematis dan terarah, maka penulis membatasi pembahasan hanya hal-hal berikut ini:

1. Lokasi penelitian di Kawasan Perkotaan Waingapu, Kabupaten Sumba Timur, Propinsi Nusa Tenggara Timur.
2. Penelitian ini menggunakan citra satelit Ikonos, GCP (*Ground Control Point*) dan file DEM (*Digital Elevation Models*) ASTER GDEM.

3. Analisis dilakukan berdasarkan ketelitian peta dasar untuk pemetaan tata ruang.
4. Perangkat yang digunakan, menggunakan *software PCI Geomatica 2013*.
5. Hasil yang dianalisa berupa nilai *RMS error* dari kedua metode yaitu *orthorektifikasi* citra dan *rektifikasi* citra.

PELAKSANAAN PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian tugas akhir ini terletak di daerah Kawasan perkotaan Waingapu, yang merupakan ibu kota Kabupaten Sumba Timur. Secara geografis Kabupaten Sumba Timur terletak pada 9°16' - 10°20' Lintang Selatan (LS) dan 119°45' - 120°52' Bujur Timur (BT). Perkotaan Waingapu mempunyai luas wilayah sebesar 7.380 ha. Dengan batas administrasi meliputi :

- Sebelah Utara :
Kecamatan Kanatang.
- Sebelah Selatan :
Kecamatan Kambata Mapambuhang.
- Sebelah Barat :
Kecamatan Nggaha Ori Angu.
- Sebelah Timur :
Kecamatan Kambera.

Perkotaan Waingapu terbentuk dari 1 kecamatan yaitu Kecamatan Kota Waingapu meliputi Kelurahan Kamalaputi, Kelurahan Matawai, Kelurahan Hambala,

Kelurahan Kambajawa, Kelurahan Mbatakapidu, Kelurahan Pambotanjara, Kelurahan Luku Kamaru. Luas wilayah paling besar terdapat di Kelurahan Mbatakapidu 2.720 ha dan paling kecil di Kelurahan Kamalapati 120 ha.



Gambar 1. Tampilan lokasi penelitian pada *google earth*

Persiapan Penelitian

Data Penelitian

- A. Citra Ikonos hasil perekaman tahun 2013.
- B. Koordinat titik dan ketinggian (E,N,Z) titik control yang diperoleh dari hasil pengamatan GPS Geodetic.
- C. Data ASTER GDEM yang didownload dari Internet.

Alat Penelitian

- A. Perangkat keras (*hardware*)
 1. Laptop DELL Inspiron 14R *Intel Core i7*.
 2. Mouse.
 3. Printer canon Pixma IP 2770.

B. Perangkat lunak (*software*)

1. Auto CAD MAP 2009.
2. *Software ER Mapper*.
3. *Software PCI Geomatika*

Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

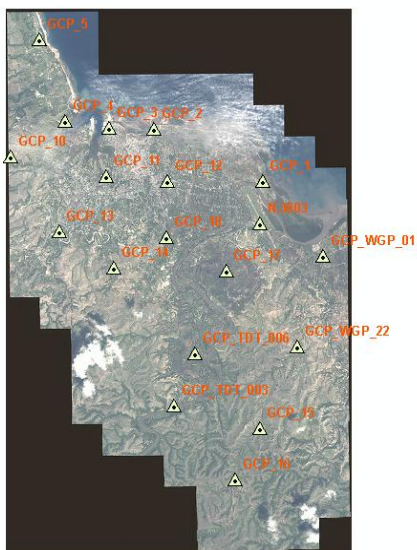
Data *Ground Control Point* (GCP)

Data *Ground Control Point* diperoleh dari hasil pengukuran dengan GPS Topcon GR5 dengan menggunakan Metode Statik. Data GCP yang digunakan untuk proses *Orthorektifikasi* dan *rektifikasi* adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Data *Ground Control Point*

| Code | Koordinat UTM | | h |
|-------------|---------------|-------------|---------|
| | x | y | |
| GCP_1 | 203944.851 | 8931333.368 | 57.860 |
| GCP_2 | 200325.609 | 8933013.400 | 51.385 |
| GCP_3 | 198827.418 | 8933061.291 | 46.348 |
| GCP_4 | 197370.091 | 8933266.511 | 54.255 |
| GCP_5 | 196507.751 | 8935907.807 | 46.133 |
| GCP_10 | 195546.565 | 8932118.322 | 126.163 |
| GCP_11 | 198725.046 | 8931476.678 | 80.162 |
| GCP_12 | 200770.938 | 8931341.170 | 49.819 |
| GCP_13 | 197158.202 | 8929713.568 | 124.807 |
| GCP_14 | 198989.651 | 8928513.475 | 89.553 |
| GCP_15 | 203854.710 | 8923344.890 | 164.416 |
| GCP_16 | 203043.039 | 8921688.966 | 207.754 |
| GCP_17 | 202734.182 | 8928426.468 | 50.347 |
| GCP_18 | 200751.872 | 8929521.396 | 56.640 |
| GCP_WGP_01 | 205958.512 | 8928917.949 | 47.542 |
| GCP_WGP_22 | 205102.592 | 8925964.625 | 82.776 |
| GCP_TDT_003 | 201001.710 | 8924081.142 | 61.174 |
| GCP_TDT_006 | 201681.626 | 8925753.235 | 54.756 |
| N.3003 | 203847.269 | 8929959.177 | 46.684 |

Penyebaran titik kontrol pada citra dapat dilihat pada gambar berikut :

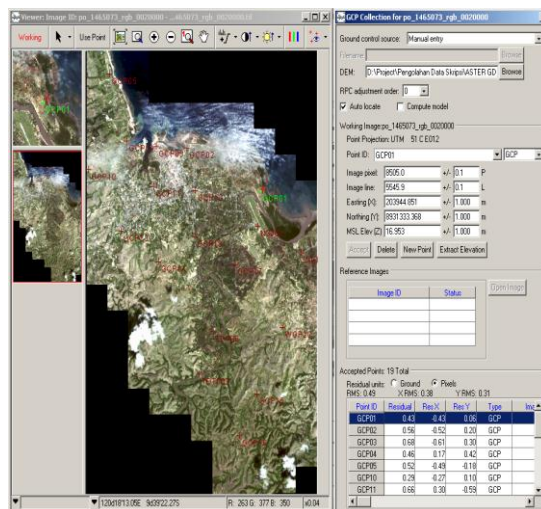


Gambar 3. Penyebaran titik kontrol tanah

Orthorektifikasi Citra IKONOS

Pada penelitian ini proses *Orthorektifikasi* citra menggunakan 19 titik kontrol tanah (*Ground Control Point / GCP*), yang diperoleh dari hasil pengukuran dengan GPS dan ASTER

GDEM. Nilai *residual error* yang ditampilkan pada tampilan kotak dialog *GCP Collections* adalah sebagai berikut :



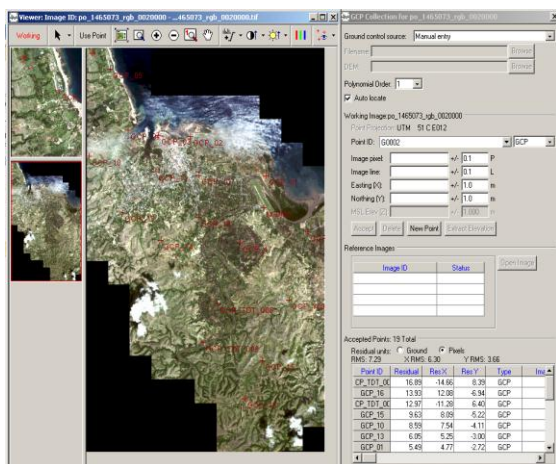
Gambar 4. Tampilan kotak dialog *GCP Collections*

Tabel 2. Hasil *Orthorektifikasi* Citra Ikonos

| Point ID | Res | Res X | Res Y | Type | Image ID | Image X | Image Y | Comp X | Comp Y |
|-------------|-------|--------|-------|------|------------------------|---------|---------|---------|---------|
| GCP_TDT_003 | 16.89 | -14.66 | 8.39 | GC | po_1465072_rgh_0020000 | 5514.8 | 12748.7 | 5500.2 | 12757.1 |
| GCP_16 | 13.93 | 12.08 | -6.94 | GCP | po_1465072_rgh_0020000 | 7499.6 | 15164.8 | 7511.7 | 15157.9 |
| GCP_TDT_006 | 12.97 | -11.28 | 6.4 | GC | po_1465072_rgh_0020000 | 6206.7 | 11087.4 | 6195.4 | 11093.8 |
| GCP_15 | 9.63 | 8.09 | -5.22 | GCP | po_1465072_rgh_0020000 | 8330.1 | 13516.9 | 8338.2 | 13511.7 |
| GCP_10 | 8.59 | 7.54 | -4.11 | GCP | po_1465072_rgh_0020000 | 153.9 | 4704.9 | 141.5 | 4700.8 |
| GCP_13 | 6.05 | 5.25 | -3 | GCP | po_1465072_rgh_0020000 | 1719.1 | 7114.1 | 1724.3 | 7111.1 |
| GCP_01 | 5.49 | 4.77 | -2.72 | GCP | po_1465072_rgh_0020000 | 8504.9 | 5545.9 | 8509.7 | 5548.2 |
| GCP_17 | 5.34 | -4.61 | 2.5 | GCP | po_1465072_rgh_0020000 | 7371.1 | 8452 | 7372.5 | 8454.5 |
| GCP_18 | 4.25 | -3.58 | 2.28 | GCP | po_1465072_rgh_0020000 | 5310.2 | 7325.9 | 5306.6 | 7328.2 |
| GCP_03 | 2.7 | -2.38 | 1.28 | GCP | po_1465072_rgh_0020000 | 3425.7 | 3782 | 3423.4 | 3783.3 |
| GCP_04 | 2.53 | 2 | 1.55 | GCP | po_1465072_rgh_0020000 | 1974 | 3566.7 | 1972 | 3568.3 |
| GCP_11 | 2.53 | 1.98 | -1.57 | GCP | po_1465072_rgh_0020000 | 3303.1 | 5364.9 | 3305.1 | 5368.3 |
| GCP_14 | 2.01 | -1.53 | 1.3 | GCP | po_1465072_rgh_0020000 | 3540.2 | 8319.9 | 3538.7 | 8321.2 |
| GCP_12 | 1.41 | -0.95 | 1.05 | GCP | po_1465072_rgh_0020000 | 5345.1 | 5511.9 | 5344.2 | 5513 |
| GCP_02 | 1.32 | 1.18 | -0.62 | GCP | po_1465072_rgh_0020000 | 4916 | 3843.3 | 4917.1 | 3841.6 |
| GCP_05 | 0.67 | -0.27 | -0.62 | GCP | po_1465072_rgh_0020000 | 1139.1 | 927.9 | 1138.9 | 927.3 |
| N.3003 | 0.65 | -0.6 | 0.37 | GCP | po_1465072_rgh_0020000 | 8398.9 | 6913.1 | 8398.3 | 6913.3 |
| GCP_W3P_01 | 0.57 | 0.52 | -0.23 | GCP | po_1465072_rgh_0020000 | 10492.9 | 7967.2 | 10493.4 | 7968.9 |
| GCP_W3P_22 | 0.44 | 0.44 | -0.01 | GCP | po_1465072_rgh_0020000 | 9609.1 | 10907.1 | 9609.5 | 10907.1 |

Rektifikasi Citra Ikonos

Proses *Rektifikasi* citra menggunakan 19 titik kontrol tanah (*Ground Control Point / GCP*) dan yang diperoleh dari hasil pengukuran dengan GPS, namun proses *rektifikasi* tanpa menggunakan ASTER GDEM. Nilai *residual error* yang ditampilkan pada tampilan kotak dialog *GCP Collections* adalah sebagai berikut :



Gambar 5. Tampilan kotak dialog GCP Collections

Tabel 3. Hasil rektifikasi citra Ikonos

| Point ID | Res | Res X | Res Y | Type | Image ID | Image X | Image Y | Comp X | Comp Y |
|-------------|-------|--------|-------|------|------------------------|---------|---------|---------|---------|
| GCP_IDT_003 | 16.89 | -14.66 | 8.39 | GC | po_1463073_rgb_0020000 | 5514.8 | 12748.7 | 5500.2 | 12757.1 |
| GCP_16 | 13.93 | 12.08 | -6.94 | GCP | po_1463073_rgb_0020000 | 7499.6 | 15164.8 | 7511.7 | 15157.9 |
| GCP_IDT_006 | 12.97 | -11.28 | 6.4 | GC | po_1463073_rgb_0020000 | 6206.7 | 11087.4 | 6195.4 | 11093.8 |
| GCP_15 | 9.63 | 8.09 | -5.22 | GCP | po_1463073_rgb_0020000 | 8330.1 | 13516.9 | 8338.2 | 13511.7 |
| GCP_10 | 8.59 | 7.54 | -4.11 | GCP | po_1463073_rgb_0020000 | 133.9 | 4704.9 | 141.5 | 4700.8 |
| GCP_13 | 6.05 | 5.25 | -3 | GCP | po_1463073_rgb_0020000 | 1719.1 | 7114.1 | 1724.3 | 7111.1 |
| GCP_01 | 5.49 | 4.77 | -2.72 | GCP | po_1463073_rgb_0020000 | 8504.9 | 5545.9 | 8509.7 | 5543.2 |
| GCP_17 | 5.34 | -4.61 | 2.5 | GCP | po_1463073_rgb_0020000 | 7277.1 | 8423 | 7272.5 | 8434.5 |
| GCP_18 | 4.25 | -3.58 | 2.28 | GCP | po_1463073_rgb_0020000 | 5310.2 | 7325.9 | 5306.6 | 7328.2 |
| GCP_03 | 2.7 | -2.38 | 1.28 | GCP | po_1463073_rgb_0020000 | 3425.7 | 3782 | 3423.4 | 3783.3 |
| GCP_04 | 2.53 | -2 | 1.55 | GCP | po_1463073_rgb_0020000 | 1974 | 3566.7 | 1972 | 3568.3 |
| GCP_11 | 2.53 | 1.98 | -1.57 | GCP | po_1463073_rgb_0020000 | 3303.1 | 5364.9 | 3305.1 | 5363.3 |
| GCP_14 | 2.01 | -1.53 | 1.3 | GCP | po_1463073_rgb_0020000 | 3540.2 | 8319.9 | 3538.7 | 8321.2 |
| GCP_12 | 1.41 | -0.95 | 1.05 | GCP | po_1463073_rgb_0020000 | 5345.1 | 5511.9 | 5344.2 | 5513 |
| GCP_02 | 1.33 | 1.18 | -0.82 | GCP | po_1463073_rgb_0020000 | 4916 | 3842.3 | 4917.1 | 3841.6 |
| GCP_05 | 0.67 | -0.27 | -0.82 | GCP | po_1463073_rgb_0020000 | 1139.1 | 927.9 | 1138.9 | 927.3 |
| N_3003 | 0.65 | -0.6 | 0.27 | GCP | po_1463073_rgb_0020000 | 8398.9 | 6913.1 | 8398.3 | 6913.3 |
| GCP_WGP_01 | 0.57 | 0.52 | -0.23 | GCP | po_1463073_rgb_0020000 | 10492.9 | 7967.2 | 10493.4 | 7966.9 |
| GCP_WGP_22 | 0.44 | 0.44 | -0.01 | GCP | po_1463073_rgb_0020000 | 9609.1 | 10907.1 | 9609.5 | 10907.1 |

Pembahasan

Dari dua metode yaitu metode *Orthorektifikasi* dan *Rektifikasi* akan memperoleh citra terkoreksi, dengan nilai *RMS Error* dari metode *Orthorektifikasi* dan *rektifikasi* adalah sebagai berikut :

a) Analisa Nilai RMS Error Koreksi Citra Orthorektifikasi

Dari proses koreksi *orthorektifikasi* Citra Ikonos dengan jumlah GCP 19 titik menggunakan *software* PCI Geomatika 2013 diperoleh nilai *RMS Error* adalah sebagai berikut :

- GCPs : 19 Titik
- RMS Error : 0.49 piksel
- X RMS : 0.38 piksel
- Y RMS : 0.31 piksel

Berdasarkan nilai *RMS Error* dari hasil *Orthorektifikasi* maka besar koreksi masih masuk dalam batas toleransi dimana nilai kesalahan ≤ 1 piksel, Dimana nilai 1 piksel sama dengan 0.5 Meter.

b) Analisa Nilai RMS Error Koreksi Citra Rektifikasi

Dari proses koreksi *Rektifikasi* Citra Ikonos dengan jumlah GCP 19 titik menggunakan *software* PCI Geomatika 2013 diperoleh nilai *RMS Error* adalah sebagai berikut :

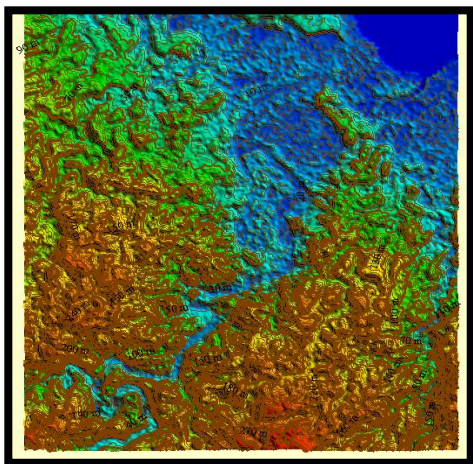
- GCPs : 19 Titik
- RMS Error : 7.29 piksel
- X RMS : 6.30 piksel
- Y RMS : 3.66 piksel

Berdasarkan nilai *RMS error* dari hasil *rektifikasi* maka besar koreksi tidak masuk dalam batas toleransi dimana nilai kesalahan ≥ 1 piksel. Dimana nilai 1 piksel sama dengan 0.5 Meter.

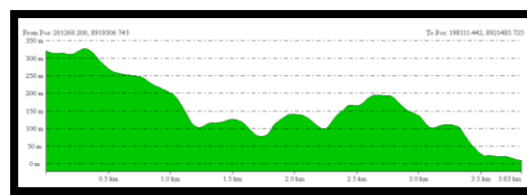
Berdasarkan proses koreksi *orthorektifikasi* Citra menghasilkan nilai *RMS Error* sebesar 0.49 piksel, dimana nilai tersebut masih dapat memenuhi

toleransi kesalahan sebesar ≤ 1 piksel. Sedangkan proses koreksi *rektifikasi* Citra menghasilkan nilai *RMS Error* sebesar 7.29 piksel, dimana nilai tersebut tidak memenuhi batas toleransi kesalahan sebesar ≥ 1 piksel.

Pada penelitian ini menunjukkan bahwa metode *orthorektifikasi* dan *rektifikasi* jika dilakukan pada daerah relatif curam, mengalami perbedaan yang signifikan. Lokasi penelitian ini dikategorikan daerah curam dari hasil pembuatan profil dengan data ASTER GDEM dimana titik tertinggi dikawasan Perkotaan Waingapu 320 meter dan titik terendah 10 meter dengan jarak kedua titik ini adalah 3830 meter, seperti pada gambar berikut :



Gambar 6. Kontur Kawasan perkotaan Waingapu dari data ASTER GDEM



Gambar 7. Profil Kawasan perkotaan Waingapu dari data ASTER GDEM

Dari gambar profil diatas dapat dihitung kemiringan yang diperoleh dari perbedaan ketinggian dibagi dengan jarak dan dikali dengan 100%

$$\begin{aligned} \text{kemiringan} &= \frac{320.000 \text{ m} - 10.000 \text{ m}}{3830 \text{ m}} \times 100\% \\ &= 8.093 \% \end{aligned}$$

Nilai 8.093 % \leq dikategorikan daerah curam karena nilai kemiringan diatas 8% (*SK Dirjen RRL No. 041/Kpts/V/1998*).

Kesimpulan

Menurut teori metode *orthorektifikasi* lebih baik dari pada metode *rektifikasi*. Dari penggunaan data proses *orthorektifikasi* dan *rektifikasi* memerlukan data titik kontrol tanah (GCP) untuk meningkatkan akurasi geometrik citra terhadap keadaan posisi. Namun proses *orthorektifikasi* memerlukan data DEM (*Digital Elevation Model*) dalam melakukan *generate ortho image*, data DEM ini akan digunakan sebagai data elevasi untuk memperbaiki atau mengeliminir pengaruh *relief displacement*

data citra akibat variasi *terrain* permukaan bumi sebenarnya.

Dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa proses *orthorektifikasi* dan *rektifikasi* citra resolusi tinggi di kawasan perkotaan Waingapu, Pada penelitian ini menunjukkan bahwa metode *orthorektifikasi* dan *rektifikasi* jika dilakukan pada daerah relatif curam, mengalami perbedaan yang signifikan.

1. Nilai RMS *Error* hasil *orthorektifikasi* citra Ikonos adalah :
XRMS : 0.38 piksel dan
RMS : 0.31 piksel
2. Nilai RMS *Error* hasil *rektifikasi* citra Ikonos adalah :
XRMS : 6.30 piksel dan
YRMS : 3.66 piksel

Saran

1. Metode *orthorektifikasi* citra sebaiknya dilakukan pada daerah yang mempunyai perbedaan tinggi obyek yang bervariasi dipermukaan bumi dapat dicontohkan pada wilayah pegunungan, perbukitan yang mempunyai perbedaan tinggi dari lembah hingga puncak gunung dan bukit.
2. Metode *rektifikasi* citra sebaiknya dilakukan pada daerah datar.

Daftar Pustaka

- Danoedoro, Projo. 2012. *Pengantar Peninderaan Jauh Digital*. Andi : Yogyakarta.
<http://edukasi.kompasiana.com/citra-satelit-multispectral-595280.html>.
- Lillesand, T.M. and R.W. Kiefer. 1979. *Remote Sensing and Image Interpretation*. Third Edition. John Wiley & Sons, Inc. New York, Singapore.
- M, Pantelis and D, Ian, 2004. A Rigorous Model and DEM Generation for SPOT 5-HRS. ISPRS XX, Istanbul, Turkey
- M, Tsakiri-Strati, O, Georgoula and P, Patias, 2004. DEM Evaluation Generated from HRS SPOT 5 Data. ISPRS XX, Istanbul, Turkey.
- Purwadhi, S. H. 2001. *Interpretasi Citra Penginderaan Jauh Secara Digital*. Grasindo: Jakarta.
- P, Cheng and Th, Toutin, 1994. Generation of Orthorectified Satellite Images and Airphotos Using Stereoscopic Image. Canada: Canadian Conference on GIS
- P, Cheng, Th, Toutin, and Y, Zhang, 2000. QuickBird-Geometric Correction, Data Fusion and Automatic DEM Extraction. ASPRS 2000
- Sutanto. 1986. *Penginderaan Jauh*, Jilid I. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Wolf, P.R. 1974. *Elements of Photogrammetry (with air photo interpretation and remote sensing)*.

McGraw, Hill, Kogasuka, Ltd,
Tokyo, Sydney.

Joanes, D.D. Pradono. 2007. *Studi Ketelitian Kualitas Geometrik Citra Ikonos Hasil Ortho Rektifikasi Menggunakan Data Dem Skala 1:1000*. Malang : Jurnal Spectra, Fakultas Teknik dan Perencanaan Institut Teknologi Nasioanal Malang

Trisakti, Bambang. 2005. *Orthorektifikasi Data Citra Resolusi Tinggi (Aster dan Spot) Menggunakan Aster DEM*. Surabaya : Pertemuan Ilmiah Tahunan XIV.