

PENGEMBANGAN MODEL KOREKSI GEOMETRI ORTHO LANDSAT UNTUK PEMETAAN PENUTUP LAHAN WILAYAH INDONESIA

Kustiyo

Peneliti Bidang Produksi Data, LAPAN

e-mail: kuslapan@yahoo.com

ABSTRACT

Currently, the standard product of Landsat imagery is tending to 1T level or ortho corrected product and the terrain data called Digital Elevation Model (DEM) was used in the geometric correction process. The level 1T Landsat data product has a better geometric accuracy with less than one pixel accuracy, so that the time series analysis could be done. This research developed an ortho correction model of Landsat imagery that leads to a consistent algorithm, standard result and documentation. The developed model leads to the automatic process and consistent methodology in using control points for the geometric correction. The model consists of 3 (three) steps; automatic selecting control points, control point quality checking and result simulation quality, and ortho geometric correction process. The automatic methodology has been done for control points generation, using the point prediction and the point matching technique. While the used point matching technique is 'image correlation'. The image correlation parameter utilized are channel 5 of Landsat data, 11x11 pixels size window, and correlation threshold of 0.85. By using the above model every process becomes so measurable, reportable, and verifiable that the resulted information from the image data as the land cover information of entire Indonesia becomes better.

Key words: *Ortho rectification, Control point, Digital Elevation Model (DEM), Point prediction, Point matching, Image correlation*

ABSTRAK

Produk standar citra satelit Landsat sekarang berkembang ke level-1T, yang merupakan produk terkoreksi geometri ortho dengan menyertakan data terrain yang disebut sebagai *Digital Elevation Model* (DEM) dalam proses koreksi geometri. Data Landsat produk level-1T tersebut mempunyai ketelitian geometri yang lebih baik, sehingga dimungkinkan analisis tumpang susun (*overlay*) antar waktu dengan pergeseran geometri kurang dari 1 piksel. Pada penelitian ini dikembangkan suatu model koreksi geometri ortho citra Landsat yang mengarah kepada konsistensi proses, standarisasi hasil, dan standarisasi pendokumentasian. Model yang dikembangkan mengarah kepada otomatisasi proses, dan konsistensi dalam penggunaan titik kontrol untuk koreksi geometri. Model yang digunakan dibagi menjadi 3 tahap yaitu; pengambilan titik kontrol secara otomatis, pengecekan kualitas titik kontrol dan simulasi kualitas hasil, serta proses koreksi geometri ortho dengan menggunakan teknik koreksi ortho 2 tahap. Otomatisasi pengambilan titik kontrol menggunakan metode *point prediction* dan *point matching*, teknik *point matching* yang digunakan adalah "image correlation". Parameter image correlation yang digunakan adalah kanal 5 dari data Landsat, ukuran *window* 11x11 piksel, dan nilai batas korelasi 0.85. Dengan menggunakan model tersebut di atas setiap proses menjadi terukur (*measurable*), dilaporkan (*reportable*), dan terverifikasi (*verifiable*), sehingga informasi yang dihasilkan dari data citra seperti informasi tutupan lahan seluruh wilayah Indonesia menjadi lebih baik.

Kata kunci: *Koreksi geometri ortho, Titik kontrol, Digital Elevation Model (DEM), Point prediction, Point matching, Image correlation*

1 PENDAHULUAN

Data satelit penginderaan jauh Landsat yang umumnya digunakan sebagai data dasar dalam pembuatan peta penutup lahan mempunyai kesalahan geometrik dan radiometrik, sehingga harus dikoreksi agar sesuai dengan kondisi permukaan Bumi sesungguhnya (Wallace, 2009). Produk standar citra satelit Landsat tersebut sekarang berkembang menjadi produk standar level-1T, merupakan produk yang sudah terkoreksi geometri ortho dengan menyertakan data terrain yang disebut sebagai *Digital Elevation Model* (DEM) dalam proses koreksi geometri (Furby, 2009). Data Landsat produk level-1T tersebut mempunyai ketelitian geometri yang lebih baik, sehingga memungkinkan analisis tumpang susun (overlay) antar waktu dengan pergeseran geometri kurang dari 1 piksel. Dengan demikian maka perubahan tutupan lahan dapat diukur melalui data penginderaan jauh Landsat dengan lebih akurat, sehingga perubahan yang terjadi adalah perubahan objek yang nyata bukan akibat pergeseran geometri.

Pada penelitian ini dikembangkan suatu model koreksi geometri ortho citra *Landsat* yang mengarah pada konsistensi proses, standarisasi hasil, dan standarisasi pendokumentasian (Furby, 2009). Model yang dikembangkan mengarah kepada otomatisasi proses, dan konsistensi dalam penggunaan titik kontrol untuk koreksi geometri. Dengan menggunakan model tersebut setiap proses menjadi bersifat terukur (*measurable*), dapat dilaporkan (*reportable*), dan bisa diverifikasi (*verifiable*), sehingga informasi yang dihasilkan dari data citra seperti informasi tutupan lahan seluruh wilayah Indonesia menjadi lebih baik.

Tujuan dari penelitian ini adalah membangun prosedur operasional baku (*Standard Operational Procedure*) sistem pengolahan citra ortho. Sedangkan sasaran dari kegiatan penelitian ini

adalah tersedianya metode pengolahan data Landsat level ortho.

2 METODOLOGI

2.1 Data

Penelitian ini menggunakan data citra Landsat sebagai data utama, sebagai berikut:

- Raw data (data yang dikoreksi geometri), citra Landsat 5 path/row: 124062 6 kanal multispectral, level pengolahan 1G path oriented, perolehan tanggal 16 Mei 2006.
- Data Referensi, citra Landsat 7 GLS-2000 level 1T (ortho rectified).
- Basis Data GCP, titik GCP sebanyak 228 titik dari path/row 124062 yang diperoleh dari CSIRO Australia.
- DEM (*Digital Elevation Model*), SRTM 90 meter.

2.2 Koreksi Geometri Ortho (Orthorektifikasi)

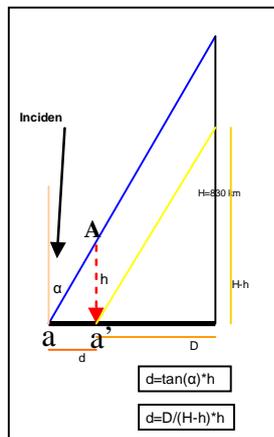
Agar citra mempunyai kualitas geometri yang akurat maka citra tersebut harus mempunyai proyeksi koordinat tegak (ortho). Kondisi riil data citra satelit tidak memungkinkan adanya pencitraan secara tegak pada setiap piksel citra, sehingga diperlukan transformasi koordinat atau koreksi geometri dari perekaman non-ortho menjadi ortho. Pergeseran koordinat dari transformasi ortho selain dipengaruhi oleh sudut pengambilan objek juga dipengaruhi oleh tinggi objek yang ada di permukaan Bumi. Pengaruh ketinggian objek terhadap pergeseran geometri citra sebagaimana ditunjukkan dapat dilihat pada Gambar 2-1.

Titik A yang merupakan objek di permukaan Bumi (Gambar 2-1), seharusnya mempunyai bayangan a' pada bidang citra. Akan tetapi karena titik A yang mempunyai elevasi h terhadap bidang datum maka bayangannya berada pada titik a . Pergeseran a' ke a merupakan pergeseran bayangan yang selalu mempunyai sifat menjauhi pusat

proyeksi. Jika citra mempunyai sudut pencitraan alfa (α) maka pergeseran geometri yang terjadi adalah sebesar

$$d = \tan(\alpha) * h, \quad (2-1)$$

dimana h adalah tinggi objek yang ada di permukaan Bumi.



Gambar 2-1: Pergeseran geometri akibat ketinggian (h)

Untuk menghasilkan citra dengan kualitas geometri ortho, ditempuh beberapa tahap yaitu, (a) Pengambilan 4 titik kontrol awal; (b) Proses pengambilan titik kontrol secara otomatis; (c) Pengecekan titik kontrol; dan (d) Proses koreksi geometri ortho.

2.3 Prosedur Koreksi Geometri Ortho

Untuk menghasilkan citra dengan kualitas geometri ortho, ditempuh beberapa tahap yaitu:

- Pengambilan 4 titik kontrol awal;
- Proses pengambilan titik kontrol secara otomatis;
- Pengecekan titik kontrol;
- Proses koreksi geometri ortho.

2.3.1 Pengambilan titik kontrol awal

Untuk menghitung fungsi transformasi koordinat diambil 4 titik kontrol GCP awal yang digunakan dalam proses *point prediction*.

2.3.2 Proses pengambilan titik kontrol secara otomatis

Proses pengambilan titik kontrol secara otomatis (*smart_warp*) dilakukan menggunakan teknik *point prediction* dilanjutkan dengan *point matching*.

Dengan fungsi transformasi dari koordinat peta ke koordinat citra yang diturunkan dari 4 titik GCP awal, maka titik kontrol yang diperoleh dari basis data GCP yang telah dibuat diprediksi untuk mendapatkan titik koordinat pada citra (*point prediction*) (Furby, 2009).

Hasil titik kontrol GCP dari *point prediction* selanjutnya diperbaiki untuk mendapatkan pasangan titik GCP yang lebih tepat sesuai tekstur pada citra, proses ini disebut sebagai *point matching*. Proses *point matching* dalam kegiatan ini menggunakan metode *image* korelasi dengan parameter sebagai berikut.

- kanal spektral yang digunakan adalah kanal 5;
- ukuran *windows matching* yang digunakan 11x11 piksel;
- ukuran radius pencarian titik *matching* 7 piksel;
- batas nilai korelasi yang digunakan adalah 0.85.

2.3.3 Pengecekan titik kontrol

Proses ini digunakan untuk melihat kualitas GCP hasil *point matching* dari tahap sebelumnya. Selain itu juga dilakukan simulasi ketelitian hasil dari proses ortho, sehingga sebelum diproses ortho rektifikasi sudah dapat diketahui ketelitian hasil koreksi. Keluaran dari pengecekan GCP ini, yaitu:

- *Root Mean Square* (RMS) dari semua GCP yang digunakan
- Simulasi ketelitian hasil ortho yang dilakukan dengan cara:
 - Satu GCP dikeluarkan satu persatu, dihitung *error*nya, kemudian dari *error* tersebut dihitung RMS *error*-nya.
 - Separuh GCP dikeluarkan untuk digunakan dalam pengecekan hasil koreksi, sedangkan separuhnya lagi digunakan dalam proses penghitungan fungsi transformasi, dan sebaliknya.

2.3.4 Proses koreksi geometri ortho

Proses koreksi geometri ortho dalam penelitian ini menggunakan metode 2 tahap pengolahan. Tahap pertama dibuat simulasi koreksi geometri dengan meratakan permukaan Bumi pada ketinggian 0 (nol) meter, setiap GCP yang ada pada ketinggian tertentu digeser dengan metode Pitagoras (segitiga siku). Jika tinggi satelit dan tinggi objek diketahui, maka pergeseran akibat faktor ketinggian dapat dihitung. Setelah dilakukan pergeseran GCP berdasarkan faktor ketinggian, selanjutnya dihitung fungsi transformasi koordinat dengan menggunakan metode transformasi linier *AFFINE*.

Berbeda dengan tahap pertama yang melakukan koreksi geometri akibat distorsi yang diakibatkan oleh pergeseran geometri arah X dan Y, maka pada tahap berikutnya atau tahap kedua adalah koreksi geometri akibat pergeseran yang disebabkan oleh faktor ketinggian saja atau arah Z.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 3-1 menunjukkan 4 titik kontrol awal, lokasi 4 titik kontrol tersebut menyebar pada ke empat pojok citra dan diambil secara manual. Sedangkan Gambar 3-2 menunjukkan citra referensi yang digunakan dalam koreksi geometri, citra referensi ini diperoleh dari citra Landsat GLS-2000 (*Global Land Survey-2000*), dimana citra GLS-2000 tersebut sudah terkoreksi

geometri ortho dan mempunyai proyeksi UTM. Koordinat 4 titik kontrol awal tersebut disajikan pada Tabel 3-1. Dengan menggunakan fungsi transformasi koordinat *AFFINE*, maka dengan 4 titik kontrol dapat dicari koefisien transformasi dari koordinat peta ke koordinat citra atau sebaliknya.

Dari 228 basis data titik GCP pada *scene* 124062 dilakukan *point prediction* dan *point matching*, yang dapat dilihat pada Tabel 3-2. Setiap titik kontrol GCP mempunyai nilai korelasi yang dapat dilihat pada kolom paling akhir. Dengan nilai batas korelasi 0.85 diperoleh 65 titik kontrol *GCP matching*. Sebaran *GCP matching* dinyatakan pada Gambar 3-3, GCP warna putih menunjukkan GCP yang *matching* dengan nilai korelasi >0.85 , sedangkan GCP warna merah menunjukkan GCP yang tidak *matching* atau mempunyai nilai korelasi >0.85 .

Setelah dihasilkan 65 titik kontrol GCP yang dianggap *matching*, selanjutnya dilakukan pengecekan GCP. Hasil pengecekan memperoleh sebanyak 65 titik GCP yang *matching*, seperti dinyatakan pada Tabel 3-3. *RMS error* dari 65 titik GCP adalah 1.18 pixel, sedangkan prediksi kesalahan jika dilakukan proses ortho rektifikasi adalah 1.47 piksel dan 1.05 piksel. Dengan hasil tersebut perlu dilakukan *editing* GCP hasil *matching*, dengan cara menghapus titik kontrol yang mempunyai *error* > 1.5 piksel.



Gambar 3-1: Empat (4) titik awal



Gambar 3-2: Citra referensi

Tabel 3-1: KOORDINAT 4 TITIK KONTROL AWAL

No.	X	Y	Easting	Northing	Error
" 1"	914	1044	406631.326	-254430.832	0.0312
" 2"	961	2227	402934.753	-289752.387	0.0361
" 3"	6140	4310	547699.87	-374003.315	0.0773
" 4"	2067	3484	430359.664	-331849.415	0.1639

Tabel 3-2: HASIL PROSES POINT MATCHING

No.	X	Y	Easting	Northing	Korelasi
" 1"	3898	3033	486645.943	-326381.731	95.5
" 2"	3601	1109	486121.385	-267992.100	93.1
.....					
" 64"	3622	843	487884.640	-260195.209	86.0
" 65"	1619	1946	423661.639	-320274.681	85.6
" 66"	2248	185	449710.822	-234773.805	84.9
" 67"	3339	5110	461117.881	-385651.191	84.8
.....					
"227"	380	5621	371104.894	-387983.582	77.5
"228"	3074	637	472511.803	-251702.032	77.5

Tabel 3-3: ENAM PULUH LIMA (65) TITIK GCP YANG MATCHING

No.	X	Y	Easting	Northing	Error
" 1"	914	1044	406631.326	-254430.832	0.0312
" 2"	961	2227	402934.753	-289752.387	0.0361
" 3"	6140	4310	547699.87	-374003.315	0.0773
" 4"	2067	3484	430359.664	-331849.415	0.1639
.....					
"57"	3760	3191	481898.503	-330511.873	1.3777
"58"	5760	994	550723.306	-273930.957	1.4256
"59"	198	5632	365665.254	-387602.170	1.4832
"60"	6267	5446	546536.044	-408255.623	1.6346(*)
"61"	5383	791	540404.478	-266293.935	1.7270(*)
"62"	194	5615	365581.712	-386941.178	2.3818(*)
"63"	4999	740	529132.725	-263149.279	2.8651(*)
"64"	5146	3330	522514.556	-340547.129	3.9923(*)
"65"	6419	1373	568487.601	-287969.683	4.5427(*)

Jumlah GCP Total : 282

Jumlah GCP ON : 65

RMS Error 65 GCP : 1.18

Ketelitian Hasil cara-1 : 1.26

Ketelitian Hasil cara-2 : 32 gcp off : 1.47

Ketelitian Hasil cara-2 : 33 gcp off-
sebaliknya : 1.05

Sebanyak 6 titik kontrol dihilangkan (titik kontrol nomor 60 s.d 65), kemudian dilakukan pengecekan GCP ulang. Hasil pengecekan terhadap 49 titik GCP diperoleh hasil sebagai berikut:

Jumlah GCP ON : 59

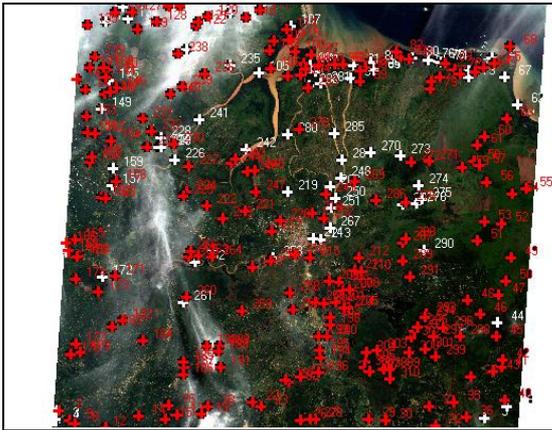
RMS Error 59 GCP : 0.71

Ketelitian Hasil cara-1 : 0.75

Ketelitian Hasil cara-2 : 29 gcp off: 0.80

Ketelitian Hasil cara-2 : 30 gcp off-
sebaliknya : 0.74

Dari hasil pengecekan GCP tersebut di atas semua RMS dan prediksi ketelitian hasil koreksi ortho kurang dari 1 piksel. Proses selanjutnya dilakukan koreksi geometri ortho dengan menggunakan titik kontrol sebanyak 49 titik yang sudah menyebar pada seluruh bagian *scene*. Hasil koreksi geometri ortho dapat dilihat pada Gambar 3-4.



Gambar 3-3: GCP hasil Point Matching



Gambar 3-4: Hasil Koreksi Ortho

Hasil pengecekan akhir yang merupakan pengecekan kualitas produk dilakukan dengan cara tumpang susun hasil ortho dengan citra referensi. Setelah dilakukan pengecekan secara visual hasil di empat pojok citra dan tengah citra, tidak diperoleh adanya pergeseran citra, artinya bahwa citra ortho yang dihasilkan mempunyai ketelitian geometri yang sama dengan citra referensi.

Proses koreksi geometri ortho yang dilakukan telah mengikuti sistem MRV yaitu terukur, dilaporkan dan terverifikasi. Kualitas hasil koreksi geometri ortho dapat diukur dengan melihat kesalahan geometri titik kontrol dan tingkat ketelitian hasil koreksi. Semua tahap proses mulai dari pemilihan titik kontrol, cek kualitas hasil dilaporkan atau terdokumentasikan dalam bentuk file teks secara otomatis sehingga dapat direview (dilihat) kualitas hasil koreksi geometri yang dilakukan. Adanya cek kualitas hasil pada akhir proses menunjukkan bahwa hasil koreksi telah terverifikasi.

4 KESIMPULAN

Dari penelitian ini dihasilkan sebuah standar proses koreksi geometri ortho, yang setiap proses terdokumentasi dengan baik. Dokumentasi setiap proses dibuat secara otomatis oleh perangkat lunak yang digunakan dalam bentuk *text file*, yang berisi informasi tentang GCP yang digunakan beserta *error*-nya dan korelasinya serta RMS dan prediksi ketelitian hasil. Dari hasil koreksi

geometri ortho ini dimungkinkan analisis tumpang susun antar waktu dengan pergeseran geometri kurang dari 1 piksel.

Model koreksi geometri ortho citra landsat seperti dalam penelitian ini mengarah pada konsistensi proses, standarisasi hasil, dan standarisasi pendokumentasian. Dengan menggunakan model tersebut maka setiap proses menjadi terukur, dilaporkan, dan terverifikasi sehingga informasi yang dihasilkan dari data citra seperti informasi tutupan lahan seluruh wilayah Indonesia menjadi lebih baik.

DAFTAR RUJUKAN

- Furby, Suzanne, May 2009. *General Guidelines for Registering Landsat TM Coverage to the Rectification Base and Performing the BRDF Correction*, Prepared for the Indonesian-NCAS Project, CSIRO Mathematical and Information Sciences.
- Furby, Suzanne, August 2009. *Quality Assurance Documentation*, Prepared for the Indonesian-NCAS Project, General Guidelines for Checking the Registration of Landsat Images to Rectification Base Image, CSIRO Mathematical and Information Sciences.
- Wallace, Jeremy and Suzanne Furby, 2009. *Report on The Training Course Image Rectification and Correction*, CSIRO Mathematical and Information Sciences.