

Analisa Ketelitian Geometrik Citra Resolusi Tinggi Hasil Ortorektifikasi pada Pembuatan Peta Skala 1: 5000

Achmad Rizal Al Amin, Teguh Hariyanto, Akbar Kurniawan
Jurusan Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia
e-mail: tgh_hary@yahoo.com, akbar.geodesy@gmail.com

Abstrak— Di era teknologi yang berkembang pesat, berbagai metode survei telah banyak digunakan salah satunya dengan cara penginderaan jauh menggunakan satelit. Sebagaimana diketahui bahwa proses perekaman citra satelit diliput dari wahana (satelit) yang bergerak di atas permukaan bumi pada ketinggian ratusan kilometer, sehingga menyebabkan citra satelit memiliki distorsi geometrik. Untuk mengurangi pengaruh distorsi geometrik objek pada citra, dilakukan koreksi geometrik dengan cara ortorektifikasi.

Pleiades merupakan satelit penghasil citra satelit resolusi tinggi yang dibuat oleh perusahaan Airbus Defence & Space. Citra satelit yang dihasilkan memiliki resolusi spasial 0,5 meter. Sebagai acuan bagi kegiatan pemanfaatan ruang yang lebih rinci dari kegiatan pemanfaatan ruang yang diatur dalam Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW), maka dibuat Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) dengan peta skala 1:5.000 yang telah diatur oleh Badan Informasi Geospasial. Dalam proses ortorektifikasi citra satelit untuk pembuatan peta skala 1 : 5000 ini, digunakan titik kontrol tanah atau *Ground Control Point* (GCP) untuk proses koreksi geometris dan data *Digital Elevation Model* (DEM).

Pada penelitian ini dilakukan proses ortorektifikasi dengan metode polinomial *Rational Function* menggunakan 21 GCP pada polinomial orde 2. Didapat nilai RMS Error jarak pada citra hasil ortorektifikasi sebesar 0,419 meter, tetapi masih masuk toleransi untuk pembuatan peta skala 1:5000 pada uji statistik T-Test dengan $\alpha=5\%$ & $\alpha=10\%$. Didapat juga nilai pixel citra sebelum ortorektifikasi sebesar 0,543592 meter sedangkan setelah ortorektifikasi sebesar 0,500032 meter. Yang berarti, setelah proses ortorektifikasi, nilai pixel sesuai dengan resolusi spasial citra $\approx 0,5$ meter.

Kata Kunci—Ortorektifikasi, Citra Satelit, GCP, *Rational Function*, Polinomial

I. PENDAHULUAN

Sebagai acuan bagi kegiatan pemanfaatan ruang yang lebih rinci dari kegiatan pemanfaatan ruang yang diatur dalam Rencana Tata Ruang Wilayah, maka dibuat Rencana Detail Tata Ruang dengan peta skala 1:5.000 yang telah diatur oleh Badan Informasi Geospasial (BIG). Digunakan skala 1:5.000, dikarenakan pada peta skala lebih besar atau sama dengan 1:5.000, selain blok, juga akan tergambar unsur lainnya seperti saluran dan pagar.

Pleiades merupakan satelit penghasil citra satelit resolusi tinggi yang dibuat oleh perusahaan *Airbus Defence & Space*. Satelit Pleiades menghasilkan data citra satelit dalam dua moda, yaitu moda pankromatik dan moda multispektral. Citra satelit dalam moda pankromatik mempunyai resolusi spasial 0,5 meter dengan jumlah band yaitu 1 band (pankromatik), sedangkan citra satelit dalam moda multispektral mempunyai resolusi spasial 2 meter dengan jumlah band yaitu 4 band (VNIR – *Visible Near Infra Red*).

Citra satelit ini memiliki spesifikasi yang bagus, sehingga sering digunakan dalam perencanaan survei dan pembuatan peta tematik. Citra satelit ini sangat bagus untuk pembuatan peta skala 1:5.000 dengan ketelitian horizontal yang dibutuhkan sebesar 0,5-2,5m (BIG 2015).

Dalam proses ortorektifikasi citra satelit ini, digunakan titik kontrol tanah atau *Ground Control Point* (GCP) untuk koreksi geometris posisi x dan y. GCP ini memiliki peran penting untuk mengkoreksi data dan memperbaiki keseluruhan citra. Tingkat akurasi titik kontrol tanah sangat bergantung pada jenis GPS yang digunakan dan jumlah sampel titik terhadap lokasi dan waktu pengambilan (Hasyim 2009). Untuk pembuatan peta skala 1:5.000, digunakan *receiver* GPS geodetik metode statik dengan lama pengamatan 30-45 menit (BIG 2015). Untuk penambahan informasi posisi z, ditambahkan data *Digital Elevation Model* (DEM). DEM adalah data digital yang menggambarkan geometri dari bentuk permukaan bumi atau bagiannya yang terdiri dari himpunan titik – titik koordinat hasil sampling dari permukaan bumi dengan algoritma yang mendefinisikan permukaan tersebut menggunakan himpunan koordinat (Tempfli 1991). Untuk pembuatan peta skala 1:5.000, dapat digunakan DEM dengan akurasi vertikal 5-10 meter (BIG 2015).

Penelitian ini bertujuan untuk melihat perilaku pixel citra sebelum dan setelah dilakukan ortorektifikasi, dari sisi geometris dan visual. Sehingga dapat dianalisa perbedaan jarak pengukuran dengan jarak citra hasil ortorektifikasi.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Kabupaten Lumajang, Jawa Timur. Dimana koordinat kota ini terletak pada $112^{\circ}53'$ - $113^{\circ}23'$ Bujur Timur dan $7^{\circ}54'$ - $8^{\circ}23'$ Lintang Selatan.

Lokasi penelitian di Kota Lumajang ini merupakan salah satu alasan dilakukannya ortorektifikasi dan bukan rektifikasi biasa saja. Dikarenakan bentuk relief yang bervariasi dari ketinggian 0 – 2000 meter.

Secara administratif, Kota Lumajang memiliki luas sebesar 1.790,90 km² yang terdiri dari 21 kecamatan. Wilayah Kabupaten Lumajang berbatasan dengan wilayah Kabupaten lain diantaranya adalah sebagai berikut :

- Sebelah Utara : Kabupaten Probolinggo, Jawa Timur
- Sebelah Selatan : Samudra Hindia
- Sebelah Timur : Kabupaten Jember, Jawa Timur
- Sebelah Barat : Kabupaten Malang, Jawa Timur

Untuk penelitian kali ini, penulis hanya menggunakan 1 *scene* nomer 033 citra satelit pleiades di Kota Lumajang yang terletak pada koordinat $113^{\circ}9'$ - $113^{\circ}20'$ Bujur Timur dan $7^{\circ}52'$ - $8^{\circ}18'$ Lintang Selatan dengan luas area 1078 kilometer².



Gambar 1 Lokasi penelitian

B. Data dan Peralatan

1) Data

Adapun data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini, antara lain:

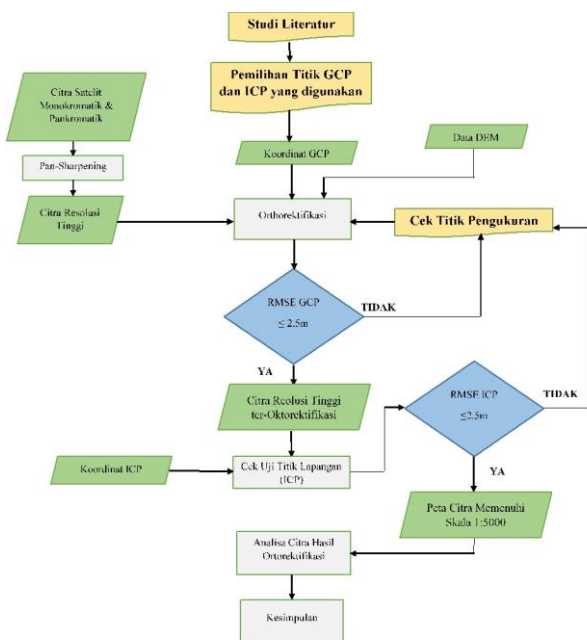
1. Citra satelit Pleiades 1-A scene 033 dengan ketelitian pankromatik 0,5 meter dan ketelitian multispektral 2 meter di Kabupaten Lumajang sisi Timur.
2. Data DEM SRTM/X-SAR dari satelit TerraSAR-X dengan ketelitian relatif 6m dan absolut 16 meter kabupaten lumajang
3. Data koordinat titik tanah sebanyak 21 GCP yang diukur dengan metode statik selama 30-45 menit.

2) Peralatan

1. Perangkat Keras (Hardware)
 - Notebook untuk pengolahan data citra satelit, analisa data hasil pengolahan, dan penulisan laporan.
2. Perangkat Lunak (Software)
 - Global Mapper 15 untuk proses resampling DEM
 - PCI Geomatica 2015 untuk proses Pan-Sharping dan Ortorektifikasi citra.

C. Metode Penelitian

Secara garis besar penelitian ini dilakukan dalam lima tahapan penelitian, yaitu tahap persiapan yang terdiri dari proses identifikasi masalah, studi literatur dan proses pengumpulan data, tahap pengolahan data, tahapan analisa dan tahap akhir berupa penyusunan laporan. Untuk tahap pengolahan data lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 2 Tahapan Pengolahan Data

Berikut adalah penjelasan diagram alir tahap pengolahan data:

- 1 Pertama, adalah pengumpulan data. Data yang dibutuhkan dalam penelitian kali ini adalah, data citra satelit Pleiades 1-A Kabupaten Lumajang sisi timur, data DEM TerraSAR-X, dan data koordinat GCP dan ICP yang didapat dari hasil pengukuran dilapangan.

- 2 Kemudian memilih GCP dan ICP mana yang akan digunakan. Sesuai dengan persebaran yang diinginkan dan nilai RMSE dari pengukuran GCP dan ICP.
 - 3 Ortorektifikasi adalah proses koreksi geometrik citra satelit atau foto udara untuk memperbaiki kesalahan geometrik citra yang bersumber dari pengaruh topografi, geometri sensor dan kesalahan lainnya. Metode yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah *Rational Function*. Sehingga membutuhkan data GCP sebagai acuan koordinat x,y dan data DEM sebagai acuan koordinat z.
 - 4 Citra telah ter-ortorektifikasi jika nilai *Root Mean Square Error (RMSE)* bernilai $\leq 2,5$ meter. Ketika nilai tersebut belum tercapai, maka cek titik hasil pengukuran yang menyebabkan kesalahan menjadi tinggi.
 - 5 Ketika nilai *Mean Square Error (RMSE)* GCP telah memenuhi syarat ≤ 2.5 meter, maka citra telah ter-ortorektifikasi. Kemudian dilakukan uji ketelitian geometrik citra dengan koordinat ICP. Ketika nilai *Mean Square Error (RMSE)* ICP belum memenuhi $\leq 2,5$ meter (skala peta 1:5.000), maka cek titik hasil pengukuran yang menyebabkan kesalahan menjadi tinggi.
 - 6 Analisa citra hasil ortorektifikasi meliputi hasil nilai RMSE GCP dan ICP, analisa planimetris, analisa pixel, analisa objek perairan, analisa transformasi, dan analisa objek-objek tinggi.
- Dari hasil analisa, dapat dilihat perubahan pixel citra sebelum dan setelah proses ortorektifikasi.

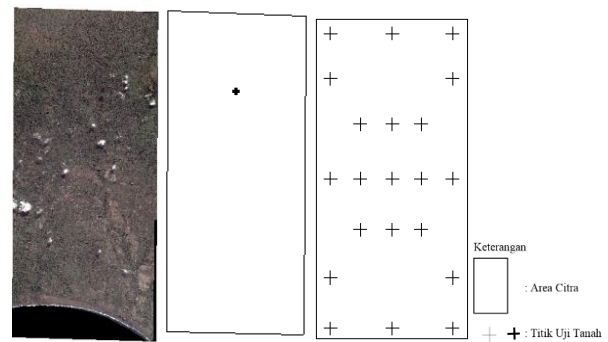
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan ditampilkan hasil dari pelaksanaan penelitian yang telah dilakukan

A. Hasil RMSE Ortorektifikasi

Proses ortorektifikasi menggunakan metode *Rational Function* menggunakan Orde 2 (*Bilinear Interpolation*) dengan menggunakan 21 titik GCP.

Berikut merupakan sebaran 21 titik GCP



Gambar 3 a). Citra Resolusi tinggi b). Area Citra c). Persebaran 21 Titik GCP

Berikut merupakan nilai RMSE GCP dan ICP pada proses Ortorektifikasi

Tabel 1 Hasil RMSE GCP dan ICP

GCP	ICP	Orde 2 (Min 19 GCP)					
		X RMS	Y RMS	RMSE GCP	X RMS	Y RMS	RMSE ICP
21	53	0.45	0.72	0.85	0.41	0.63	0.75

B. Analisa Planimetris

Hasil dan analisa planimetris hasil ortorektifikasi dapat dilihat pada tabel berikut.

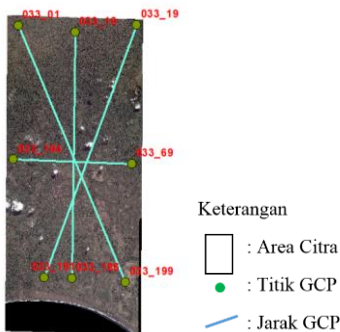
Tabel 2 Analisa Planimetris Citra Hasil Ortorektifikasi

GCP	ICP	RMSE ICP (meter)	Pergeseran (Pixel)	Kelas 3 (0,5mm x Skala Peta)		Kelas 2 (0,3mm x Skala Peta)		Kelas 1 (0,2mm x Skala Peta)	
				Skala Maksimal Peta Secara Geometrik	Masuk Toleransi Peta Skala 1:5000	Skala Maksimal Peta Secara Geometrik	Masuk Toleransi Peta Skala 1:5000	Skala Maksimal Peta Secara Geometrik	Masuk Toleransi Peta Skala 1:5000
21	53	0.75	1.5	1 : 1.600	Ya	1 : 2.500	Ya	1 : 3.800	Ya

Dapat dilihat bahwa hasil ortorektifikasi citra tersebut dapat digunakan untuk pembuatan peta skala 1:5000 pada berbagai kelas ketelitian.

C. Analisa Ketelitian Jarak dan Uji Statistik T-Test

Pada penilitan ini, dilakukan analisa jarak dari data hasil hitungan GCP dengan jarak hasil pengukuran citra hasil ortorektifikasi.



Gambar 4 Sampel Jarak pada uji ketelitian jarak

Berikut adalah data perbandingan hasil pengukuran jarak pada peta citra dan data hasil pengukuran jarak di lapangan :

Tabel 3 Jarak Hasil Perhitungan

Posisi	Posisi	Point	X	Y	Point	X	Y	Jarak Hitungan
Kiri Atas	Kanan bawah	033_1	738809.01	9127752.2	033_199	756015.73	9086682.8	44528.2451
Kanan Atas	Kiri bawah	033_19	757890.45	9127701.3	033_181	743014.81	9087283.7	43068.12625
Tengah Atas	Tengah Bawah	033_10	748002.36	9126615.9	033_186	747432.9	9087215.4	39404.62109
Kiri	Kanan	033_104	738037.38	9106231.5	033_69	756987.76	9105540.3	18962.97724

Tabel 4 Nilai RMSE Jarak

Posisi	Posisi	Jarak Hitungan	Jarak di Citra	RMS Error
Kiri Atas	Kanan bawah	44528.245	44528.530	0.285
Kanan Atas	Kiri bawah	43068.126	43067.693	0.433
Tengah Atas	Tengah Bawah	39404.621	39405.227	0.606
Kiri	Kanan	18962.977	18963.329	0.352
Rata2 RMS Error				0.419

Jika digunakan $\alpha=5%$ dan derajat kebebasan 2 ($n = 3$), maka didapat :

$t_{\gamma, 1/2\alpha} = t_{1, 0.05} = 4,303$ (dari tabel student t-test). Dengan metode uji dari dua sisi (*two sided test*) dihitung :

$X_1 = \mu - ((t_1, 0.05 * \sigma_x)/\sqrt{2}) = \mu - ((4,303 * 0.25)/\sqrt{2}) = \mu - 0,761$

$X_2 = \mu + ((t_1, 0.05 * \sigma_x)/\sqrt{2}) = \mu + ((4,303 * 0.25)/\sqrt{2}) = \mu + 0,761$

Jika digunakan $\alpha=10%$ dan derajat kebebasan 2 ($n = 3$), maka didapat :

$t_{\gamma, 1/2\alpha} = t_{2, 0.05} = 2,290$ (dari tabel student t-test). Dengan metode uji dari dua sisi (*two sided test*) dihitung :

$X_1 = \mu - ((t_1, 0.05 * \sigma_x)/\sqrt{2}) = \mu - ((2,290 * 0.25)/\sqrt{2}) = \mu - 0,516$

$X_2 = \mu + ((t_1, 0.05 * \sigma_x)/\sqrt{2}) = \mu + ((2,290 * 0.25)/\sqrt{2}) = \mu + 0,516$

Berikut merupakan pengujian sampel jarak dari barat citra (titik 033_104) ke posisi timur citra (titik 033_69) pada $\alpha=5%$ dan $\alpha=10%$.

Tabel 5 Hasil Uji t-test pada Sampel Jarak barat (titik 033_104) ke timur (titik 033_69) pada $\alpha=5%$ dan $\alpha=10%$

Kepercayaan	x	X1	X2	Keterangan
$\alpha=5%$	18963.329	18962.2166	18963.7379	Diterima
$\alpha=10%$	18963.329	18962.4611	18963.4934	Diterima

Dari perhitungan Uji-T dengan $\alpha = 5%$, H_0 diterima (H_a ditolak) pada pengujian sampel jarak barat ke timur. Dari perhitungan Uji-T

dengan $\alpha = 10%$, H_0 juga diterima (H_a ditolak) pada pengujian sampel jarak barat ke timur.

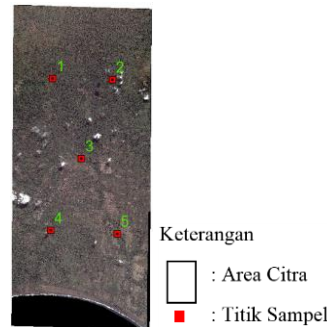
Sehingga dapat disimpulkan bahwa jumlah 21 GCP dengan polinomial orde 2 masuk toleransi untuk pembuatan peta skala 1:5000.

D. Analisa Citra Hasil Ortorektifikasi

Pada analisa berikut akan disajikan beberapa perbedaan yang signifikan antara citra sebelum dilakukan ortorektifikasi dengan citra setelah dilakukan ortorektifikasi.

1. Perubahan Size Pixel Citra

Berikut perubahan ukuran pixel setelah dilakukan proses ortorektifikasi yang didapat dari 5 sampel titik.

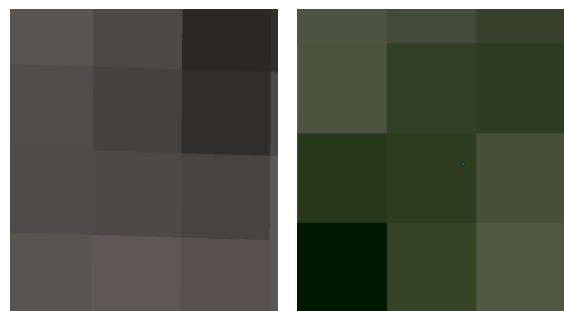


Gambar 5 Persebaran Titik Sampel

Tabel 6 Perbandingan Ukuran Pixel Sebelum dan Sesudah Ortorektifikasi (Sumber : Hasil Analisa, 2016)

Titik Sampel	Besar Pixel (m)	
	Sebelum Ortorektifikasi	Sesudah Ortorektifikasi
1	0.543084	0.500152
2	0.543824	0.500064
3	0.543599	0.499870
4	0.543468	0.500064
5	0.543985	0.500011
Rata-Rata	0.543592	0.500032

Dari tabel diatas didapat bahwa setelah ortorektifikasi, ukuran pixel menjadi lebih mendekati nilai pixel yang sebenarnya $\approx 0,5$ meter dengan selisih nilai 0,032 milimeter dari nilai pixel yang seharusnya.



Gambar 6 Perbedaan Bentuk Pixel Sebelum dan Sesudah

2. Hilangnya Objek Perairan (Lautan)

Pada proses ortorektifikasi, citra resolusi tinggi akan dikombinasikan dengan data DEM. DEM dengan ketinggian 0 meter memiliki indikasi bahwa wilayah tersebut merupakan daerah perairan (danau, sungai, laut). Pada citra hasil ortorektifikasi, bagian perairan pada citra secara otomatis akan terpotong sehingga hanya menyisakan objek daratan.

Perubahan tersebut dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 7 Perubahan Citra Sebelum dan Sesudah Ortorektifikasi dengan Hilangnya Objek Lautan

3. Pergeseran Posisi Pixel

Pada Proses Ortorektifikasi, terdapat proses rektifikasi yaitu suatu proses melakukan transformasi data dari satu sistem grid menggunakan suatu transformasi geometrik. Didalam proses transformasi tersebut terdapat variabel pergeseran (Translasi), Perputaran (Rotasi), dan Skala. Oleh karena posisi piksel pada citra output tidak sama dengan posisi piksel input (aslanya).

Perubahan posisi objek pada citra dikarenakan proses ortorektifikasi citra dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 8 Bentuk Relief Citra Sebelum Ortorektifikasi



Gambar 9 Perubahan Relief Citra Setelah Ortorektifikasi

Dapat dilihat pada citra hasil ortorektifikasi diatas, bahwa bentuk relief permukaan tanah akan lebih nampak timbul dikarenakan adanya data DEM dan menyebabkan kunci interpretasi (Rona atau warna, Ukuran, Bentuk, Tekstur, Pola, Tinggi, Bayangan) citra semakin menonjol.

4. Timbulnya Objek dengan Ketinggian Tinggi

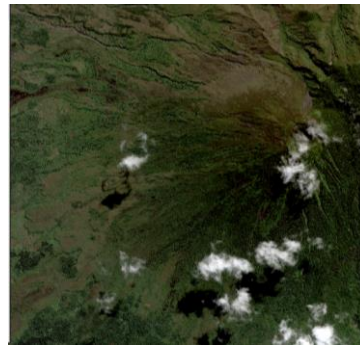
Setelah dilakukan proses ortorektifikasi, kenampakan alam yang tinggi seperti gunung akan terlihat jelas perubahannya.

Gunung yang awalnya rebah/landai pada citra akan nampak tertarik dan mengerucut setelah dilakukan ortorektifikasi diakrenakan pixel yang memiliki ketinggian tinggi akan tertarik. Sehingga gunung yang awalnya rebah akan terangkat sesuai ketinggian data DEM.

Perubahan bentuk tersebut dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 10 Objek Gunung Yang Terlihat Rebah Sebelum Proses Ortorektifikasi



Gambar 15 Objek Gunung yang Terangkat/ Timbul setelah Proses Ortorektifikasi

IV. KESIMPULAN

Adapun beberapa hal yang bisa disimpulkan dari penelitian ini adalah :

1. Pada proses ortorektifikasi, penggunaan 21 titik GCP menggunakan polinomial orde 2 masuk toleransi uji statistik T-Test dengan $\alpha=5\%$ dan $\alpha=10\%$ untuk pembuatan peta skala 1:5000.
2. Pada hasil ortorektifikasi, nilai pixel citra sebelum ortorektifikasi sebesar 0,543592 meter sedangkan setelah ortorektifikasi sebesar 0,500032 meter. Yang berarti, setelah di ortorektifikasi nilai pixel sesuai dengan resolusi spasial citra $\approx 0,5$ meter.
3. Kenampakan citra setelah ortorektifikasi memperlihatkan bahwa bentuk relief permukaan tanah akan lebih nampak timbul dikarenakan adanya data DEM dan menyebabkan kunci interpretasi (Rona atau warna, Ukuran, Bentuk, Tekstur, Pola, Tinggi, Bayangan) citra semakin menonjol.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Informasi Geospasial (BIG). 2015. Aspek Perpetaan Untuk Penyusunan Rencana Detail Tata Ruang (RDTR). Cibinong.
- [2] Badan Standarisasi Nasional. 2015. Ketelitian Peta Dasar. Dewan Standarisasi Indonesia. Jakarta.
- [3] K. D. R. Ma, and R. X. Li. 2003. "Rational Functions and Potential for Rigorous Sensor Model Recovery". American : Department of Civil and Environmental Engineering and Geo-detic Science, The Ohio State University, Columbus, OH 43210 (li.282@osu.edu).
- [4] Th. Toutin a, R. Chénier, Y. Carbonneau. 2002. "3D Models for High Resolution Images: Examples with Quickbird, Ikonos And Eros". Canada : Canada Centre for Remote Sensing.
- [5] Turker, M. and A. O. Ok. Tanpa Tahun. "Comparison Of Different Mathematical Models On The Accuracy Of The Orthorectification Of Aster Imagery". Ankara, Turkey: Hacettepe University.