

**ANALISA GEOMETRIK CITRA WORLDVIEW-2 HASIL ORTHOREKTIFIKASI
MENGUNAKAN METODE RPC (RATIO POLYNOMIAL COEFFICIENT) DAN DAN
TOUTINS PADA PERANGKAT LUNAK PCI**

(Studi Kasus : Kota Malang)

Skripsi

Disusun oleh :

BONIFASIUS YOVIANUS MALUS

NIM. 1025025

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kegiatan mendapatkan informasi tentang suatu obyek tanpa menyentuh objek yang bersangkutan dikenal dengan “feeling without touching”. Teknologi penginderaan jauh meliputi pengukuran dan analisis pantulan radiasi gelombang elektromagnetik dari objek dengan sistem pasif maupun aktif (Wolf, 1974). Penginderaan jauh didefinisikan sebagai pengambilan data objek tanpa melakukan kontak dengan alat ukur (Jaya, 2002). Data penginderaan jauh yang diterima oleh stasiun bumi dari sensor satelit masih mengandung kesalahan-kesalahan baik radiometris maupun geometris yang dari bentuk permukaan bumi yang tidak beraturan. Walaupun terlihat daerah yang datar terjadi pada waktu proses perekaman.

RPC (Ratio Polynomial Coefficient) terdiri dari dua persamaan polinomial. Yang pertama untuk menghitung baris citra dan yang kedua untuk menghitung kolom citra. RPC dibuat oleh vendor citra satelit yang diturunkan dari informasi posisi orbit dan orientasi satelit. RPC yang dihasilkan dapat digunakan untuk membuat citra ortho atau membuat DEM apabila citranya stereo (*Bramantiyo, 2013*).

Toutins merupakan satu-satunya model yang diimplementasikan dengan menggunakan modul Orthoengine dari perangkat lunak PCI Geomatica. Model ini menggunakan model matematika yang ketat dikembangkan di Kanada Pusat Penginderaan Jauh (CCRS) dan mencerminkan realitas fisik dari geometri pengamatan lengkap dan mengintegrasikan semua distorsi yang dihasilkan selama akuisisi gambar (Toutin dan Cheng, 2002).

Perbedaan dan persamaan dari RPC dan Toutins adalah sama-sama metode untuk pengolahan citra, sedangkan perbedaannya Toutins lebih mencerinkan realita fisik dan RPC bukan model fisik yang hanya digunakan untuk membuat citra ortho dan DEM.

Orthorektifikasi merupakan sistem koreksi geometrik untuk mengeliminasi kesalahan akibat perbedaan tinggi permukaan bumi serta proyeksi akusisi citra yang umumnya tidak orthogonal (*oblique*).

Pada penelitian ini penulis ingin menganalisa, hasil *orthorektifikasi* geometric citra menggunakan metode *RPC* dan *toutis* untuk mendapatkan hasil orthoretifikasi geometrik citra, dan juga. Untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari kedua metode di atas.

1.2. Perumusan Masalah

Adapun rumusan permasalahan adalah bagaimana hasil perbandingan pada proses *orthorektifikasi* dengan menggunakan metode *RPC* dan *Toutins* pada *PCI Geomatika 2013*.

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan uji ketelitian citra hasil *orthoretifikasi* menggunakan metode *RPC* dan *Toutins* pada *PCI Geomatica 2013*.

1.3.2. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan suatu hasil analisa *orthoretifikasi* geometrik citra dengan menggunakan metode *RPC* dan *Toutins* sehingga dapat digunakan sebagai bahan masukan dalam penentuan metode *orthorektifikasi* citra sebagai sumber prta dasar tata.

1.4. Batasan Masalah

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

1. Citra yang digunakan adalah citra *Worldview-2*
2. Hasil yang dianalisa berupa analisa geometrik citra hasil *orthoretifikasi* menggunakan metode *RPC* dan *Toutins* pada *PCI Geomatica 2013*.
3. Dalam penelitian ini ketelitian yang di bahas hanya ketelitian horizontal.

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Citra

Secara harafiah citra (*image*) adalah gambar pada bidang dwimatra (dua dimensi). Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi terus-menerus (*continue*) dari intensitas cahaya dari bidang dwimatra. Sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali sebagian dari berkas cahaya tersebut. Pantulan cahaya ini ditangkap oleh alat optic, misal mata, kamera, pemindai (*scanner*), dsb sehingga objek yang disebut citra tersebut terekam.

2.2 Pengolahan Citra Digital dan Analisa Digital Data

Pengolahan citra adalah setiap bentuk pengolahan sinyal dimana input adalah gambar, seperti foto atau video bingkai, sedangkan output dari pengolahan gambar dapat berupa gambar atau sejumlah karakteristik atau parameter yang berkaitan dengan gambar. Kebanyakan gambar-teknik pemrosesan melibatkan atau memperlakukan foto sebagai dimensi dua sinyal dan menerapkan standar-teknik pemrosesan sinyal untuk itu, biasanya hal tersebut mengacu pada pengolahan gambar digital, tetapi dapat juga digunakan untuk optik dan pengolahan gambar analog. Akuisisi gambar atau yang menghasilkan gambar input di tempat pertama disebut sebagai pencitraan

2.3 Koreksi Geometrik

Data mentah penginderaan jauh pada umumnya mempunyai kesalahan geometris. Setiap pengukuran mempunyai kesalahan ukuran, baik kesalahan acak maupun kesalahan tidak acak (Arsana dan Julzarika, 2006). Pemerataan titik kontrol dalam jaring kontrol geodetik mempengaruhi akurasi dan presisi data (Julzarika, 2007). Geometrik merupakan posisi geografis yang berhubungan dengan distribusi keruangan (*spatial distribution*). Geometrik memuat informasi data yang mengacu bumi (*geo-referenced data*), baik posisi (*system koordinat lintang dan bujur*) maupun informasi yang terkandung di dalamnya.

. ***Digital Elevation Model (DEM)***

DEM (*Digital Elevation Model*) merupakan suatu sistem, model, metode, dan alat dalam mengumpulkan, processing, dan penyajian informasi medan. Susunan nilai-nilai digital yang mewakili distribusi spasial dari karakteristik medan, distribusi spasial diwakili oleh nilai sistem koordinat horisontal X, Y dan karakteristik medan diwakili oleh ketinggian medan dalam sistem koordinat Z

2.4.1 Terrasar

Diluncurkan masing-masing pada bulan Juni 2007 dan Juli 2010, satelit radar resolusi tinggi TerraSAR sanggup menangkap data permukaan bumi bebas dari awan kondisi pencahayaan. DEM resolusi tinggi Terrasar memberikan solusi untuk data elevasi topografi yang detail dengan resolusi bisa mencapai 9 meter.

2.5 *Satelit WorldView-2*

Merupakan satelit penginderaan jauh Digitalglobe generasi yang terbaru setelah 2 generasi sebelumnya, satelit WorldView-2 ini memiliki kemampuan perekaman / pemotretan permukaan bumi selain dari resolusi spasial yang sangat tinggi juga merekam sejumlah spektrum tertentu secara bersamaan, sehingga merupakan satu-satunya satelit yang menghasilkan citra ber-resolusi 0.46 m pankromatik dan 1.84 m multispektral pertama yang memiliki jumlah band (spektrum) sebanyak 8 band.

26 *RPC (Ratio Polynomial Coefficient)*

Dalam pekerjaan fotogrametri digital menggunakan foto udara digital, citra satelit, dan radar, dikenal adanya istilah *RPC* atau *Rational Polynomial Coefficient*. *RPC* ini diturunkan dari *Rational Polynomial Model* yang menggambarkan hubungan geometris sensor satelit dengan permukaan asli tiga dimensi dari bumi.

27 TOUTINS

Model ini menggunakan model matematika yang dikembangkan di Kanada Pusat Penginderaan Jauh (CCRS) dan mencerminkan realitas fisik dari geometri pengamatan lengkap dan mengintegrasikan semua distorsi yang dihasilkan selama akuisisi gambar

2.8 Standar Ketelitian Peraturan Kepala BIG No. 15 Th. 2014

Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial ini merupakan peraturan yang mengatur pedoman teknis mengenai syarat dan ketentuan dalam standar ketelitian peta dasar,

diantaranya meliputi ketentuan untuk ketelitian geometri. Peraturan ini disusun dan dimutakhirkan dengan memperhatikan perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, kemampuan nasional yang ada, dan standar atau spesifikasi teknis yang berlaku secara nasional atau internasional.

2.9 PCI *Geomatica* 2013

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

BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

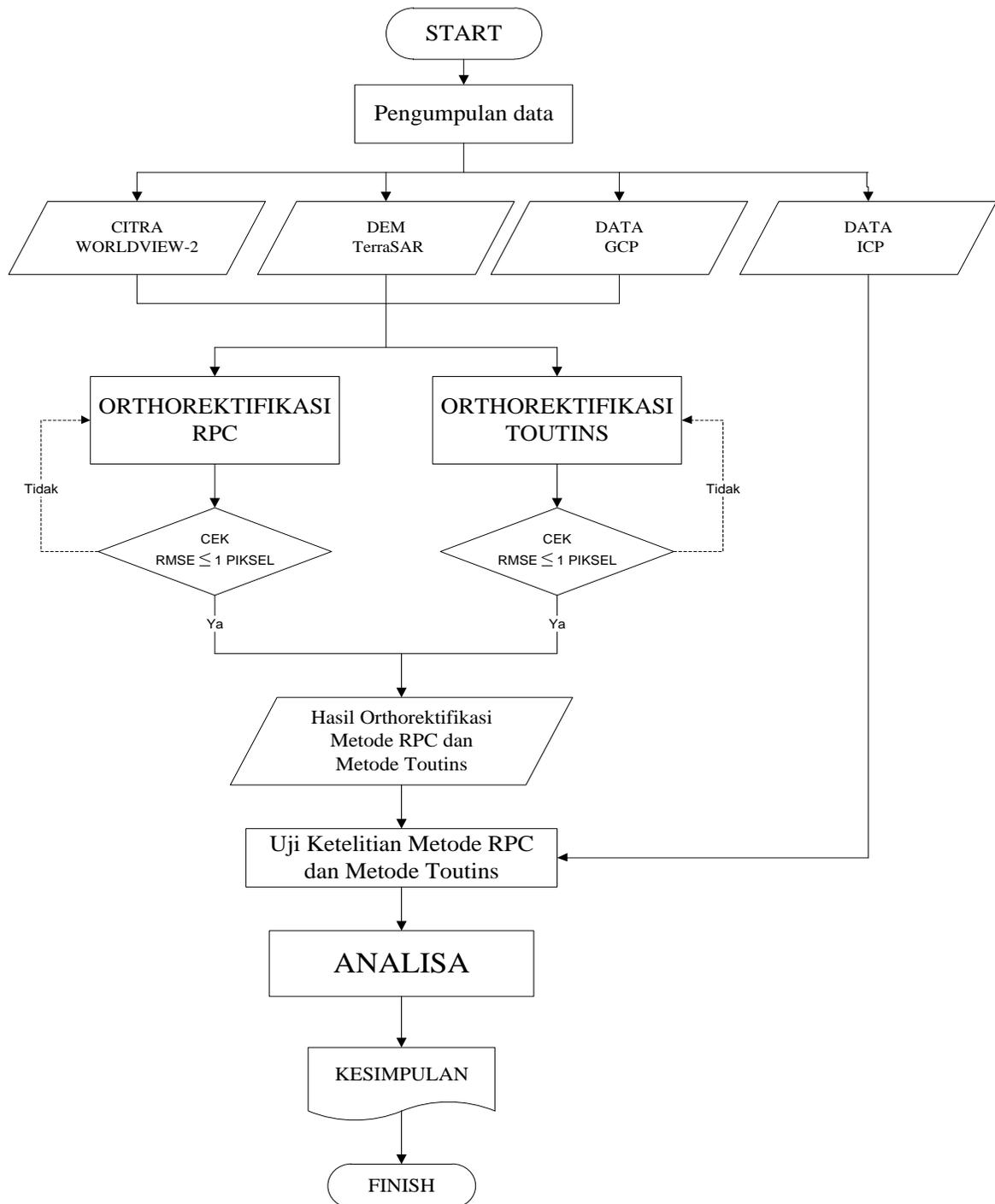
Lokasi penelitian tugas akhir ini terletak didaerah Malang dengan luas 3.989,40 km² dengan ketinggian 440 - 667 m dari permukaan laut. Batas – batas wilayah Malang adalah :

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



Gambar 3.1 Lokasi penelitian Kota Malang

3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.3 Diagram alir penelitian

Penjelasan Diagram Alir Penelitian :

1. Pengumpulan data, meliputi :

- a) Data citra Worldview-2 Kota Malang 2013.
- b) GCP (*Ground Control Point*) dan ICP (*Independent Control Point*)
- c) Data DEM TerraSAR 2013.

2. Orthorektifikasi

Proses orthorektifikasi adalah salah satu teknik dalam pengolahan citra digital bertujuan untuk mengurangi distorsi geometris. Teknik ini diperlukan karena citra satelit memiliki distorsi geometrik (Planimetrik) berkisar dari puluhan hingga ratusan meter. Koreksi orthorektifikasi dilakukan dengan menggunakan data citra Worldview-2 Kota Malang.

3. Uji ketelitian

Proses pengecekan untuk memperjelas apakah pergeseran titik ICP di dalam citra terorthorektifikasi masih sesuai dengan peraturan kepala BIG tentang PERKA atau tidak.

4. Analisa

Hasil yang dianalisa berupa orthorektifikasi geometrik citra menggunakan metode RPC dan Toutins, yang mana yang lebih baik untuk digunakan berdasarkan nilai RMSEnya yang lebih kecil.

5. Kesimpulan

Dari hasil diatas kita dapat mengetahui hasil analisa geometrik citra hasil orthorektifikasi menggunakan metode RPC dan Toutins menggunakan PCI geomatica 2013 dan bias menentukan metode mana yang digunakan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Berikut akan diuraikan hasil pengolahan citra digital dengan menggunakan metode Ratio Polynomial coefficient (RPC) dan Toutins.

4.1.1 Hasil Koordinat GCP dan ICP hasil Survey GPS

A. Distribusi Koordinat GCP hasil Survey GPS

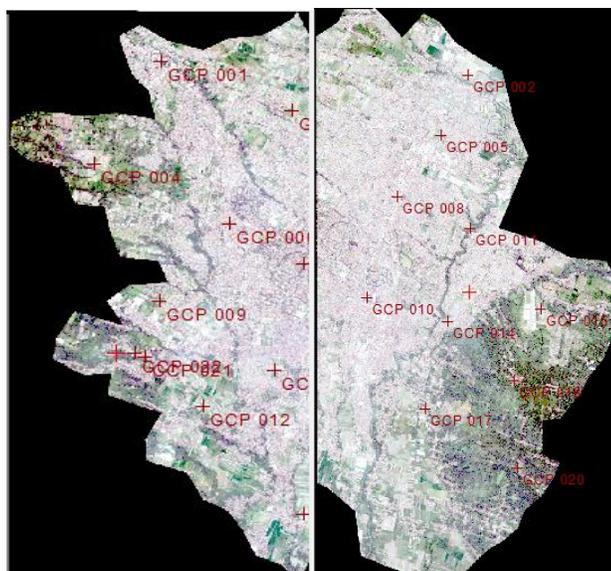
Hasil untuk titik GCP ada 21 titik ,yang didapatkan dari survey lapangan menggunakan GPS adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil koordinat Ground Control Point Sheet 1 dan 2 Zona 49S

POINT	Easting (m)	Northing (m)	Elevation (m)
GCP001	675993,085	9124000,214	540,720
GCP002	682588,513	9123547,743	458,089
GCP003	678882,558	9122808,251	505,000
GCP004	674513,807	9121553,894	586,977
GCP005	681794,443	9121848,905	465,233
GCP006	677483,470	9120093,860	491,941
GCP007	679136,150	9119143,273	467,141
GCP008	680559,972	9120136,812	459,535
GCP009	675962,404	9118250,471	499,941
GCP010	679705,296	9117277,633	449,152
GCP011	682656,595	9119233,992	442,475
GCP012	676911,427	9115712,754	453,973
GCP013	678493,605	9116577,353	439,961
GCP014	682012,659	9116604,996	435,000
GCP015	684647,087	9116967,826	483,957
GCP016	679110,973	9113134,718	417,975
GCP017	681361,378	9114161,876	428,473
GCP018	683887,723	9114935,146	582,204
GCP020	684001,154	9112479,738	573,887
GCP021	675631,732	9116914,021	486,447
GCP022	675408,080	9116994,277	493,000

Persebaran dari 21 titik GCP ini pada citra WorldView-2 yang di bagi menjadi 2 sheet adalah sheet 1 (11 titik GCP) dan sheet 2 (10 titik GCP).

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



Gambar 4.1 Penyebaran Ground Control Point Sheet 1 dan 2 kota Malang

B. ICP (*Independent Control Point*) dan Penyebarannya pada Citra

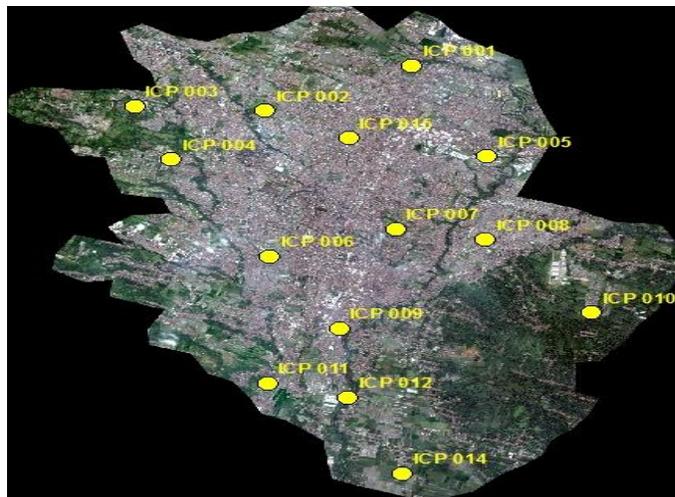
Independent control point adalah titik yang dibuat untuk mengecek ketelitian citra hasil ortorektifikasi. Hasil untuk titik ICP ada 14 titik ,yang didapatkan dari survey lapangan menggunakan GPS adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2 *Independent Control Point* hasil survey lapangan menggunakan GPS

ICP	Koordinat ICP (Interpretasi)	
	X (m)	Y (m)
ICP 01	681219.001	9123508.005
ICP 02	678125.539	9122028.985
ICP 03	675363.475	9122190.884
ICP 04	676144.646	9120440.625
ICP 05	682810.669	9120541.070
ICP 06	678208.934	9117297.470

ICP 07	680884.999	9118172.608
ICP 08	682780.539	9117828.318
ICP 09	679687.996	9114931.967
ICP 10	685040.982	9115449.826
ICP 11	678169.038	9113157.962
ICP 12	679872.670	9112698.067
ICP 14	681031.926	9110206.640
ICP 15	679892.220	9121135.635

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



Gambar 4.2 Penyebaran *Independent Control Point* Sheet 1 dan 2

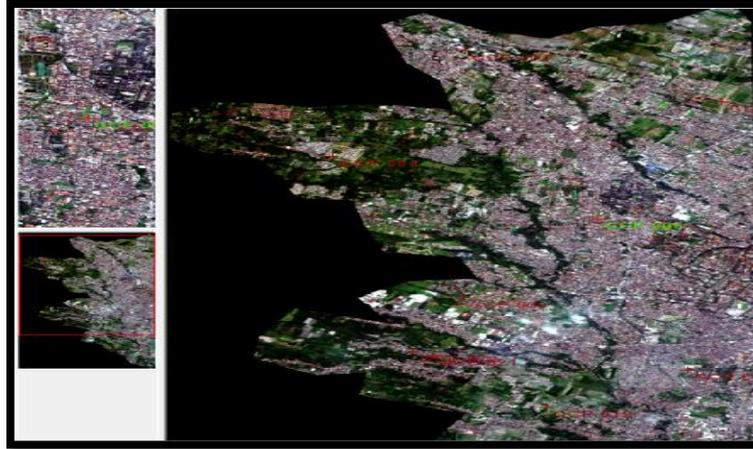
4.1.2 Hasil Ortorektifikasi citra metode *Ratio Polynomial Coefficient (RPC)* dan *Toutin's*

Pada penelitian ini proses ortorektifikasi citra dengan DEM TerraSAR menggunakan 21 titik kontrol tanah GCP (*Ground Control Point*) dan 14 titik ICP untuk mengecek ketelitian citra.

4.1.2.1 Hasil Orthorektifikasi citra metode *Toutin's* dengan DEM TerraSAR-X sheet 1 dan 2

hasil proses ortorektifikasi menggunakan metode *Toutin's*, yang diperoleh dari hasil pengolahan dengan software PCI Geomatica 2013, dan DEM TerraSAR. Nilai residual *error* yang ditampilkan pada tampilan kotak dialog *GCP Collections* adalah sebagai berikut :

Untuk sheet 1



Gambar 4.3 Proses ortorektifikasi citra dengan DEM TerraSAR Sheet 1

Selisih antara nilai prediksi dengan nilai pengamatan sebenarnya sebagai berikut

:

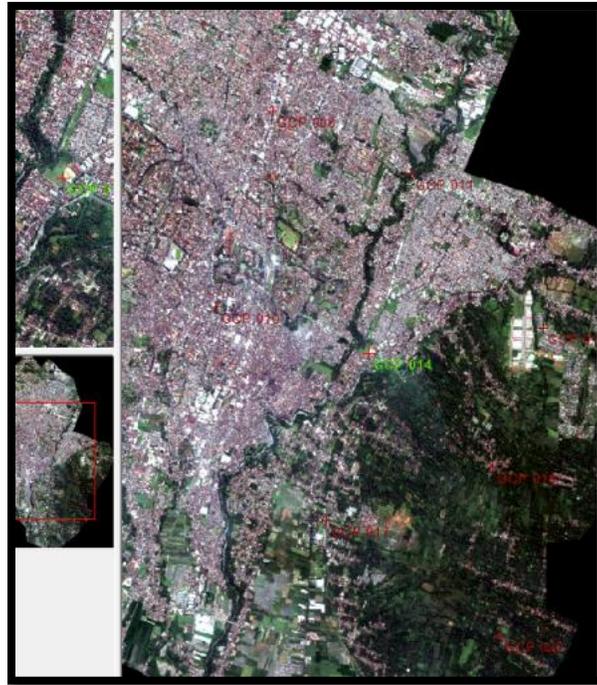
GCPs : 11 Titik
 X RMS : 0,78 piksel
 Y RMS : 0,57 piksel

Berdasarkan nilai kesalahan dari hasil ortorektifikasi maka besar koreksi masih masuk dalam batas toleransi dimana nilai kesalahan ≤ 1 piksel.

Tabel 4. *Residual Summary* TerraSAR Sheet 1 metode Toutins

Point ID	Residual (m)	Res X(m)	Res Y(m)	Image X(m)	Image Y(m)	Ground X(m)	Ground Y(m)	Ground Z(m)
GCP001	0,21	-0,09	-0,19	6695,0	2408,8	675993,085	9124000,214	540,720
GCP003	0,40	-0,35	0,19	12476,9	4791,0	678882,558	9122808,251	505,000
GCP004	0,45	-0,34	0,30	3739,8	7301,3	674513,807	9121553,894	586,977
GCP006	1,47	1,46	0,17	9674,6	10220,9	677483,470	9120093,860	491,941
GCP007	0,65	0,24	-0,60	12981,0	12122,7	679136,150	9119143,273	467,141
GCP009	0,25	-0,25	0,03	6633,8	13907,9	675962,404	9118250,471	499,941
GCP012	1,56	-0,94	1,25	8533,0	18981,9	676911,427	9115712,754	453,973
GCP016	0,69	0,61	-0,32	12931,1	24140,4	679110,973	9113134,718	417,975
GCP021	0,21	0,00	-0,21	5972,0	16580,8	675631,732	9116914,021	486,447
GCP022	1,25	0,84	-0,93	5523,6	16421,0	675408,080	9116994,277	493,000

Untuk Sheet 2



Gambar 4.4 Proses ortorektifikasi citra dengan TerraSAR Sheet 2

Selisih antara nilai prediksi dengan nilai pengamatan sebenarnya apabila data yang digunakan dengan data sampel.

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

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

Tabel 4.5 *Residual Summary* TerraSAR Sheet 2 metode Toutins

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

4.1.2.2 Hasil Ortorektifikasi dengan DEM TerraSAR Sheet 1 dan 2 metode RPC

Pada penelitian ini proses orthorektifikasi citra dengan DEM TerraSAR menggunakan 11 titik kontrol tanah GCP (*Ground Control Point*) dan 14 titik untuk mengecek ketelitian citra hasil proses Orthorektifikasi menggunakan metode RPC, yang diperoleh dari hasil pengolahan dengan software PCI Geomatica 2013, dan DEM TerraSAR. Nilai residual *error* yang ditampilkan pada tampilan kotak dialog *GCP Collections* adalah sebagai berikut :

Untuk sheet 1



Gambar 4.5 Proses ortorektifikasi citra dengan DEM TerraSAR Sheet 1

Selisih antara nilai prediksi dengan nilai pengamatan sebenarnya adalah :

GCPs : 11 Titik
 X RMS : 0,69 piksel
 Y RMS : 0,38 piksel

Berdasarkan nilai kesalahan dari hasil ortorektifikasi maka besar koreksi masih masuk dalam batas toleransi dimana nilai kesalahan ≤ 1 piksel.

Tabel 4.6 *Residual Summary* TerraSAR Sheet 1 metode *Ratio polynomial coefficient*

Point ID	Residual (m)	Res X(m)	Res Y(m)	Image X(m)	Image Y(m)	Ground X(m)	Ground Y(m)	Ground Z(m)
GCP001	0,65	0,56	-0,34	6695,0	2408,8	675993,085	9124000,214	538,20
GCP003	1,49	-1,43	0,42	12475,9	4792,0	678882,558	9122808,251	520,94
GCP004	0,28	0,20	-0,19	3739,8	7301,3	674513,807	9121553,894	585,79
GCP006	0,40	0,33	0,22	9674,0	10221,0	677483,470	9120093,860	486,29

GCP007	0,77	0,69	-0,35	12981,0	12122,7	679136,150	9119143,273	463,80
GCP009	0,40	0,40	0,05	6633,8	13907,9	675962,404	9118250,471	496,04
GCP012	0,88	-0,74	0,47	8533,0	18981,9	676911,427	9115712,754	450,63
GCP016	0,59	0,24	-0,54	12931,1	24140,4	679110,973	9113134,718	415,57
GCP021	0,85	0,85	0,05	5972,0	16580,8	675631,732	9116914,021	484,07
GCP022	0,82	0,53	-0,53	5525,0	16421,0	675408,080	9116994,277	487,98

Untuk sheet 2:



Gambar 4.6 Proses ortorektifikasi citra dengan TerraSAR Sheet 2

Selisih antara nilai prediksi dengan nilai pengamatan sebenarnya adalah :

GCPs : 10 Titik

X RMS : 0,18 piksel

Y RMS : 0,55 piksel

Berdasarkan nilai RMS eror dari hasil ortorektifikasi maka besar koreksi masih masuk dalam batas toleransi dimana nilai kesalahan ≤ 1 piksel.

Tabel 4.7 *Residual Summary* TerraSAR Sheet 2 metode *Ratio polynomial coefficient*

Point ID	Residual (m)	Res X(m)	Res Y(m)	Image X(m)	Image Y(m)	Ground X(m)	Ground Y(m)	Ground Z(m)
GCP002	1,00	0,18	0,99	8758,0	3951,0	682588,513	9123547,743	458,089
GCP005	0,24	0,04	-0,24	7170,0	7349,9	681794,443	9121848,905	465,233
GCP008	0,87	- 0,20	0,85	4701,3	10773,0	680559,972	9120136,812	459,535
GCP010	0,35	- 0,25	0,24	2992,0	16492,0	679705,296	9117277,633	449,152
GCP011	0,50	- 0,06	0,49	8894,4	12579,0	682656,595	9119233,992	442,475
GCP014	1,09	-0,73	-0,81	7607,2	17838,3	682012,659	9116604,996	435,000
GCP015	1,07	-0,67	0,83	12876,0	17111,0	684647,087	9116967,826	483,957
GCP017	0,60	- 0,19	-0,57	6304,1	22724,3	681361,378	9114161,876	428,473
GCP018	0,82	-0,07	-0,81	11356,7	21178,0	683887,723	9114933,146	582,204
GCP020	0,82	0,46	-0,69	11583,0	26088,7	684001,154	9112479,738	573,887

4.2 Pembahasan

Berdasarkan citra terkoreksi tersebut kemudian dihitung pergeseran linear setiap titik. Sebagai titik acuan adalah ke 14 ICP (*Independent Control Point*) yang diperoleh dari hasil pengukuran dengan GPS. Perhitungan pergeseran linear setiap titik ICP terdiri dari pergeseran linear nilai absis dan pergeseran linear nilai ordinat.

4.2.2 Analisa Menggunakan Metode Toutin's

Dari hasil uji ketelitian dengan 14 titik ICP terhadap citra hasil ortho menggunakan metode Toutin's adalah sebagai berikut :

Tabel 4.8 Hasil uji ketelitian pada citra hasil orthorektifikasi menggunakan metode RPC dengan 14 titik ICP

Titik ICP	Koordinat GPS		Koordinat ICP (Interpretasi)		$(X_{GPS}-X_{ICP})^2$	$(Y_{GPS}-Y_{ICP})^2$	$(X_{GPS}-X_{ICP})^2+(Y_{GPS}-Y_{ICP})^2$
	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)			
ICP01	681219.613	9123508.87	681218.995	9123507.514	0.382	1.839	2.221
ICP02	678125.245	9122028.213	678124.863	9122028.515	0.146	0.091	0.237
ICP03	675363.067	9122190.29	675362.591	9122190.009	0.227	0.079	0.306
ICP04	676145.717	9120440.859	676144.548	9120441.017	1.367	0.025	1.392
ICP05	682809.208	9120541.134	682810.016	9120541.494	0.653	0.130	0.782
ICP06	678208.195	9117298.353	678208.039	9117298.928	0.024	0.331	0.355
ICP07	680884.882	9118172.147	680884.177	9118172.839	0.497	0.479	0.976
ICP08	682779.762	9117828.973	682781.005	9117829.700	1.545	0.529	2.074
ICP09	679688.043	9114931.744	679688.451	9114932.981	0.166	1.530	1.697
ICP10	685039.144	9115448.046	685040.504	9115448.991	1.850	0.893	2.743
ICP11	678169.591	9113157.941	678168.532	9113157.954	1.121	0.000	1.122
ICP12	679871.871	9112697.616	679872.836	9112698.219	0.931	0.364	1.295
ICP14	681030.961	9110206.395	681032.476	9110207.487	2.295	1.192	3.488
ICP15	679893.627	9121134.732	679894.514	9121135.487	0.787	0.570	1.357

Jumlah ICP (14 ICP) : 20,042 meter

Rata-rata (14 ICP) : 1,432 meter

RMSEr (14 ICP) : 1,196 meter

Akurasi horisontal (14 ICP) : 1,816 meter

Berdasarkan tabel ketelitian linier diatas maka dapat dihitung nilai kesalahan untuk citra terkoreksi hasil orthorektifikasi menggunakan metode Toutins dengan DEM TerraSAR. Nilai kesalahan tersebut diperoleh dari jumlah nilai pergeseran absis dan ordinat yaitu:

$$RMS_E = \sqrt{\frac{(X_{GPS}-X_{ICP})^2 + (Y_{GPS}-Y_{ICP})^2}{n}}$$

Dimana :

$$\frac{(X_{GPS}-X_{ICP})^2 + (Y_{GPS}-Y_{ICP})^2}{n} = 14,238$$

$$n = 14$$

$$RMS_E = \frac{20,042}{14}$$

$$=1,196$$

Berdasarkan nilai perhitungan RMS_E hasil ortorektifikasi citra dengan DEM TerraSAR, dapat diuji ketelitian horisontal dengan selang kepercayaan 90% atau CE90 (*Circular Error 90%*) dengan persamaan:

$$\begin{aligned} CE90 &= 1,5175 * RMSE_{xy} \\ &= 1,5175 * 1,196 \text{ meter} \\ &= 1,816 \text{ meter} \end{aligned}$$

4.2.3 Analisa Menggunakan Metode *Ratio Polynomial Coefficient*

Dari hasil uji ketelitian dengan 14 titik ICP terhadap citra hasil ortho menggunakan metode RPC adalah sebagai berikut :

Tabel 4.9 Hasil uji ketelitian pada citra hasil orthorektifikasi menggunakan metode RPC dengan 14 titik ICP

Titik ICP	Koordinat GPS		Koordinat ICP (Interpretasi)		$(X_{GPS}-X_{iCP})^2$	$(Y_{GPS}-Y_{iCP})^2$	$(X_{GPS}-X_{iCP})^2+(Y_{GPS}-Y_{iCP})^2$
	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)			
ICP01	681219.613	9123508.87	681219.001	9123508.005	0.375	0.748	1.123
ICP02	678125.245	9122028.21	678125.539	9122028.985	0.086	0.596	0.682
ICP03	675363.067	9122190.29	675363.475	9122190.884	0.166	0.353	0.519
ICP05	682809.208	9120541.13	682810.669	9120541.070	2.135	0.004	2.139
ICP06	678208.195	9117298.35	678208.934	9117297.470	0.546	0.780	1.326
ICP07	680884.882	9118172.15	680884.999	9118172.608	0.014	0.213	0.226
ICP08	682779.762	9117828.97	682780.539	9117828.318	0.604	0.429	1.033
ICP09	679688.043	9114931.74	679687.996	9114931.967	0.002	0.050	0.052
ICP10	685039.144	9115448.05	685040.982	9115449.826	3.378	3.168	6.547
ICP11	678169.591	9113157.94	678169.038	9113157.962	0.306	0.000	0.306
ICP12	679871.871	9112697.62	679872.670	9112698.067	0.638	0.203	0.842
ICP14	681030.961	9110206.4	681031.926	9110206.640	0.931	0.060	0.991
ICP15	679893.627	9121134.73	679892.220	9121135.635	1.980	0.815	2.795

Jumlah ICP (14 ICP) : 19,783 meter

Rata-rata (14 ICP) : 1,413 meter

RMSEr (14 ICP) : 1,189 meter

Akurasi horisontal (14 ICP) : 1,804 meter

Berdasarkan tabel ketelitian linier diatas maka dapat dihitung nilai kesalahan untuk citra terkoreksi hasil ortorektifikasi mmenggunakan metode *Ratio polynomial coefficient* dengan DEM TerraSAR. Nilai kesalahan tersebut diperoleh dari jumlah nilai pergeseran absis dan pergeseran ordinat :

$$RMS_E = \frac{\sqrt{(X_{GPS}-X_{CP})^2 + Y_{GPS}-Y_{CP}^2}}{n}$$

Dimana :

$$\frac{\sqrt{(X_{GPS}-X_{CP})^2 + Y_{GPS}-Y_{CP}^2}}{n} = 13,251$$

$$n = 9$$

$$RMS_E = \frac{13,251}{9}$$

$$=1,189$$

Berdasarkan nilai perhitungan RMS_E hasil ortorektifikasi citra dengan DEM TerraSAR, dapat diuji Ketelitian horisontal dengan selang kepercayaan 90% atau CE90 (*Circular Error 90%*) dengan persamaan :

$$\begin{aligned} CE90 &= 1.5175 * RMSE_{xy} \\ &= 1.5175 * 1,189 \text{ meter} \\ &= 1,804 \text{ meter} \end{aligned}$$

Pada penelitian ini menunjukkan bahwa citra orthorektifikasi menggunakan metode Toutins dan *Ratio polynomial coefficient* tidak ada perubahan nilai RMSE yang signifikan. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa citra hasil ortorektifikasi dapat digunakan untuk skala 1:5000 pada level tiga karena ketelitian masih memenuhi syarat yaitu dibawah 2,5 meter. Berdasarkan tabel 4.7 hasil uji *independent control point* citra orthorektifikasi dengan metode dihitung nilai RMSE dengan level kepercayaan 90% adalah 1,816 meter dan tabel 4.8 hasil uji *Independent Control Point* citra orthorektifikasi dengan metode dihitung nilai RMSE dengan level kepercayaan 90% adalah 1,804 meter.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa proses ortorektifikasi dengan metode Toutins dan *Ratio Polynomial Coefficient* adalah sebagai berikut :
 - a. Nilai RMSE *independent control point* citra hasil ortorektifikasi dengan menggunakan metode toutins adalah 1,816 meter.
 - b. Nilai RMSE *independent control point* citra hasil orthorektifikasi dengan menggunakan metode *Ratio polynomial coefficient* adalah 1,804 meter.
 - c. Hasil uji ketelitian citra metode ortorektifikasi citra dengan metode toutins dan *Ratio polynomial coefficient* dengan skala peta 1:5000 adalah 1,816 m dan 1,804 m \leq 2,5 m masih dapat diterima pada level tiga.

5.2 Saran

1. Proses orthorektifikasi citra *Worldview-2* dengan menggunakan metode Toutins dan *Ratio polynomial coefficient* sebaiknya dilakukan apabila ketelitian yang diminta menurut ketentuan BIG tingkat kepercayaan 90% dengan skala 1:5000 yang dikategorikan pada kelas 3 \leq 2,5meter.