

Analisis Pengaruh Sebaran *Ground Control Point* terhadap Ketelitian Objek pada Peta Citra Hasil Ortorektifikasi

BAMBANG RUDIANTO

Jurusan Teknik Geodesi – FTSP Institut Teknologi Nasional, Bandung
Email: rudianto@itenas.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan peta citra hasil ortorektifikasi citra satelit telah banyak diterapkan. Penelitian ini mengkaji pembuatan peta citra dari hasil ortorektifikasi citra Ikonos Resolusi Spasial (RS) 1,0 meter dan citra Quickbird RS 0,68 meter dengan uji coba penggunaan Ground Control Point (GCP) secara variatif dimulai dari 6, 8, 9, 13, dan 15 buah GCP. Hasil penelitian menunjukkan bahwa banyaknya GCP yang digunakan dalam proses ortorektifikasi citra sangat berpengaruh terhadap ketelitian hasil koreksi geometrik yang ditunjukkan melalui harga Root Mean Square Error (RMSE). Penggunaan metode Rational Function dalam proses ortorektifikasi citra untuk citra Ikonos memerlukan minimal 13 buah GCP, sedangkan untuk citra Quickbird memerlukan minimal 9 buah GCP, dengan pola sebaran yang merata. Pembuatan peta citra menggunakan citra Ikonos dengan RS 1,0 meter masih memenuhi untuk skala 1 : 4.500 sedangkan penggunaan citra Quickbird dengan RS 0,68 meter, peta citra yang dihasilkan masih memenuhi untuk skala 1 : 2.000.

Kata kunci: Resolusi Spasial (RS), citra satelit Quickbird, citra satelit Ikonos, Ground Control Point (GCP), Root Mean Square Error (RMSE).

ABSTRACT

The use of image map obtained from orthorectified satellite imagery has been widely applied. This study aim to examine the making of image map that obtained from orthorectified of Ikonos imagery of spatial resolution (RS) 1.0 meter and Quickbird imagery of RS 0.68 meter. We analysed the effect of the amount and distribution of Ground Control Point (GCP) by using different amount of GCP, varied from 6, 8, 9, 13, and 15 GCPs. The results showed that the amount of GCP that used in orthorectification process affects the precision of the geometric correction indicated by the Root Mean Square Error (RMSE) values. The use of Rational Function method in orthorectification process requires a minimum of 13 GCPs for Ikonos imagery, while Quickbird imagery requires a minimum of 9 GCPs which are spread evenly. The making of image map using Ikonos imagery with 1.0 meter RS is eligible for 1: 4,500 scale mapping, while using Quickbird imagery with 0.68 meters RS is eligible for 1: 2,000 scale mapping.

Keywords: Spatial resolution (RS), Quickbird satellite imagery, Ikonos satellite imagery, Ground Control Point, Root Mean Square Error (RMSE).

1. PENDAHULUAN

Penggunaan citra satelit untuk pembuatan peta skala besar saat ini telah banyak digunakan, salah satu contohnya adalah penggunaan citra Quickbird. 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. Ortorektifikasi adalah proses memposisikan kembali citra sesuai lokasi sebenarnya yang disebabkan karena pada saat peliputan data terjadi pergeseran (*displacement*) posisi [1].

Ortorektifikasi dapat dilakukan dengan beberapa metode, salah satu metode ortorektifikasi adalah *Rational Functions* (RF). Pada metode RF, orthorektifikasi dilakukan dengan menggunakan data *Ground Control Point* (GCP) dan data *Digital Elevation Model* (DEM) [1]. Ketelitian hasil koreksi geometrik citra sangat bergantung pada jumlah GCP yang dilibatkan dalam proses perhitungannya serta ketepatan dalam melakukan identifikasi posisi GCP di citra. Agar hasil koreksi geometrik dapat memenuhi standar ketelitian yang diharapkan, maka penggunaan GCP harus dengan jumlah yang cukup dengan pendistribusiannya tersebar secara merata. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh jumlah dan pola sebaran GCP yang digunakan dalam proses ortorektifikasi citra terhadap ketelitian objek.

2. METODOLOGI

2.1 Data, Peralatan, dan Lokasi Penelitian

Data yang digunakan sebagai bahan dalam penelitian ini, yaitu:

- Citra satelit Quickbird: Pankromatik RS 0,68 meter dan Multispektrl RS 2,4 meter, hasil peliputan tanggal 13 Juni 2007.
- Citra satelit Ikonos: Pankromatik RS 1,0 meter dan Multispektrl RS 4,0 meter, hasil peliputan tahun 2005.
- DEM (*Digital Elevation Model*), diturunkan dari peta foto skala 1 : 10.000.
- Data koordinat dan deskripsi titik kontrol tanah (*Ground Control Point/GCP*), hasil survei menggunakan GPS geodetik metode differensial statik dengan geometrik radial.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini, terdiri atas:

- Perangkat lunak *PCI geomatics 9.0* digunakan untuk proses fusi citra, pengamatan GCP, serta proses ortorektifikasi.
- Perangkat lunak *Autodesk Map 2004* digunakan untuk pengukuran jatak di peta citra.
- Pita ukur, digunakan untuk pengukuran jarak di lapangan.

Lokasi penelitian berada di wilayah Kabupaten Bandung Barat yang terletak pada posisi antara 6°49' s.d. 6°53' Lintang Selatan dan 107°28' s.d. 107°32' Bujur Timur. Luas wilayah penelitian ± 2500 hektar. Kondisi topografis lokasi penelitian variatif terdiri atas cekungan-cekungan dan berbukit-bukit.

2.2 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

2.2.1 Perbaikan Kualitas Citra

Sebelum citra satelit digunakan lebih lanjut, terlebih dahulu perlu dilakukan proses perbaikan terhadap kualitas citra satelit. Perbaikan kualitas citra dilakukan melalui proses fusi, yang bertujuan untuk mempertajam tampilan citra dan menutupi informasi yang hilang [2]. Proses fusi dilakukan dengan cara penggabungan dua data citra, yaitu citra pankromatik dan citra multispektral agar diperoleh citra berwarna dengan resolusi spasial yang sama dengan kanal pankromatiknya, karena pada umumnya *band* multispektral memiliki resolusi spasial lebih rendah dari kanal pankromatiknya. Fusi citra pada penelitian ini dilakukan pada dua citra yaitu pada citra Quickbird pankromatik dengan resolusi spasial

0,68 meter dan multispektral dengan resolusi spasial 2,4 meter dan pada citra Ikonos pankromatik dengan resolusi spasial 1 meter dan multispektral dengan resolusi spasial 4 meter.

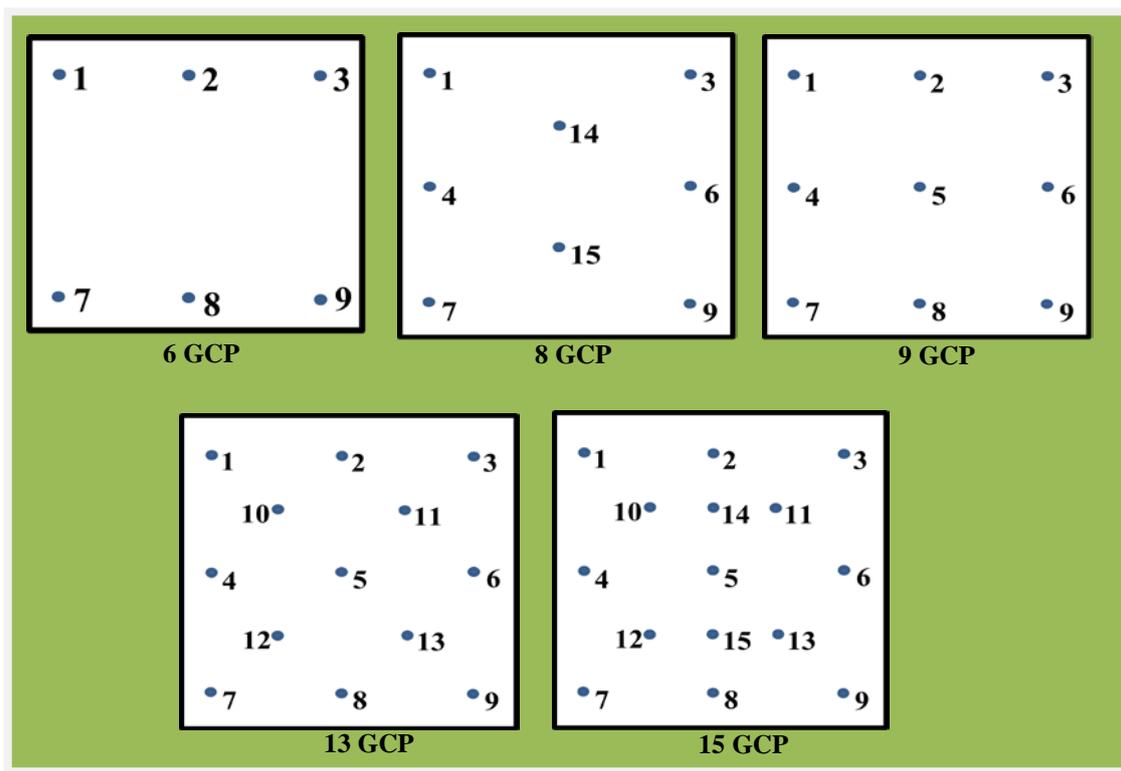
2.2.2 Proses Ortorektifikasi

Ortorektifikasi merupakan proses memposisikan kembali objek-objek pada citra sesuai dengan keadaan sebenarnya di muka bumi. Pada penelitian ini, proses ortorektifikasi dilakukan menggunakan metode *Rational Function* (RF). Persamaan umum dari RF adalah sebagai berikut [3]:

$$R_{3D}(x, y) = \frac{\sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n \sum_{k=0}^p a_{ijk} X^i Y^j Z^k}{\sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n \sum_{k=0}^p b_{ijk} X^i Y^j Z^k} \quad (1)$$

di mana R_{3D} pada persamaan di atas merupakan nilai koordinat hasil transformasi metode RF; (x,y) merupakan koordinat citra; a_{ijk} merupakan koefisien polinomial dari RF; sedangkan X,Y,Z merupakan koordinat dari GCP; (i, j,k) merupakan nilai peningkatkan; (m,n,o) merupakan orde dari model polinomial (umumnya antara 1 sampai 5). Koefesien RF diestimasi dari GCP dan yang dikenal sebagai *Terrain Dependent Method*.

Realisasi proses hitungannya melibatkan sejumlah GCP dengan variasi 6 titik, 8 titik, 9 titik, 13 titik, dan 15 titik. Pola distribusi GCP untuk masing-masing variasi digambar melalui sketsa berikut, dimana angka 1 sampai dengan 15 menyatakan nomor GCP.



Gambar 1. Jumlah dan pola distribusi GCP yang digunakan pada proses ortorektifikasi

2.2.3 Analisis Ketelitian Objek

Untuk mengetahui ketelitian objek pada peta dilakukan dengan cara membandingkan ukuran jarak di peta citra terhadap terhadap ukuran jarak di lapangan. Jenis objek yang diukur jaraknya terdiri dari sisi bangunan, jalan, pematang sawah, rel kereta api, dan objek sejenis lainnya.

Pengukuran objek di peta citra dilakukan secara digital pada layar monitor, selanjutnya terhadap objek tersebut dilakukan pengukuran secara langsung di lapangan dengan terlebih dahulu mengidentifikasi keberadaannya untuk memastikan apakah objek tersebut memang sudah sesuai. Pengukuran jarak-jarak sisi di lapangan dilakukan secara langsung menggunakan pita ukur. Pengukuran jarak di peta dilakukan dengan mengamati objek-objek yang teridentifikasi di layar monitor dengan perbesaran (*zooming*) pada layar monitor 6 kali menggunakan perangkat lunak *Autodesk Map*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil hitungan koreksi geometrik ditunjukkan oleh harga *Root Mean Square Error* (RMSE), artinya semakin kecil nilai *RMSE* maka semakin baik pula ketelitiannya. Toleransi nilai RMSE hasil hitungan koreksi geometrik pada peta citra umumnya ditentukan menggunakan asumsi sebesar: $0,5 \times RS$. Untuk citra Quickbird dengan $RS=0,68$ meter, maka toleransi yang diijinkan yaitu: $\leq 0,34$ meter. Adapun untuk citra Ikonos dengan $RS=1,0$ meter, maka toleransi yang diijinkan yaitu: $\leq 0,5$ meter. Rekapitulasi nilai RMSE disajikan pada Tabel 1 dan 2 berikut.

Tabel 1. Rekapitulasi nilai RMSE hasil ortorektifikasi pada citra Ikonos

No.	Jumlah GCP	Harga RSME	Keterangan
1	6	1,76	tidak memenuhi toleransi
2	8	1,66	tidak memenuhi toleransi
3	9	0,60	tidak memenuhi toleransi
4	13	0,15	memenuhi toleransi
5	15	0,14	memenuhi toleransi

Tabel 2. Rekapitulasi nilai RMSE hasil ortorektifikasi pada citra Quickbird

No.	Jumlah GCP	Harga RSME	Keterangan
1	6	1,03	tidak memenuhi toleransi
2	8	0,49	tidak memenuhi toleransi
3	9	0,16	memenuhi toleransi
4	13	0,06	memenuhi toleransi
5	15	0,01	memenuhi toleransi

Berdasarkan Tabel 1 dan 2 di atas, dapat dijelaskan bahwa untuk citra Ikonos dengan $RS 1,0$ meter, penggunaan GCP dengan jumlah 6 sampai dengan 9 titik menghasilkan nilai RSME di luar harga toleransi yang telah ditetapkan. Nilai RMSE baru akan memenuhi toleransi bila melibatkan GCP dengan jumlah di atas 13 titik. Adapun untuk citra Quickbird dengan $RS 0,68$ meter, penggunaan GCP dengan jumlah 6 sampai dengan 8 titik menghasilkan nilai RSME di luar harga toleransi yang telah ditetapkan. Nilai RMSE baru akan memenuhi toleransi bila melibatkan GCP dengan jumlah di atas 9 titik. Baik pada citra Ikonos maupun pada citra Quickbird, penggunaan GCP di atas 13 titik tidak meningkatkan nilai RSME secara signifikan.

Ketelitian objek pada peta citra dilakukan secara komparatif dengan cara membandingkan data hasil pengukuran jarak di peta citra terhadap data hasil pengukuran jarak di lapangan. Berikut adalah data perbandingan hasil pengukuran jarak pada peta citra dan data hasil pengukuran jarak di lapangan (Tabel 3 dan 4).

Analisis Pengaruh Sebaran Ground Control Point terhadap Ketelitian Objek pada Peta Citra Hasil Ortorektifikasi

Tabel 3. Perbandingan ukuran jarak di peta citra Ikonos dan lapangan

No.	Ukuran Jarak		Selisih Ukuran Jarak	Deskripsi Objek
	di peta	di lapangan		
1	8.53	8.92	0.39	Kolam Renang
2	14.01	13.45	0.57	Kolam Renang
3	26.37	25.76	0.62	Jalan
4	9.28	9.88	0.60	Jalan
5	9.09	9.65	0.57	Jalan
6	8.15	8.88	0.73	Taman
7	7.26	8.23	0.98	Jalan
8	8.34	10.83	2.49	Lapangan Tenis
9	15.48	17.53	2.05	Lapangan Tenis
10	46.14	47.15	1.01	Bidang Tanah
11	27.72	27.79	0.07	Bangunan
12	26.86	26.31	0.55	Bangunan
13	10.60	10.65	0.04	Lapangan Badminton
14	22.29	22.22	0.07	Lapangan Badminton
15	10.53	9.88	0.65	Jalan
16	28.91	29.30	0.39	Sawah
17	28.95	27.92	1.02	Bangunan
18	26.77	26.07	0.71	Bidang Tanah
19	13.07	12.49	0.58	Bidang Tanah
20	8.06	5.57	2.49	Bangunan
21	21.79	21.51	0.28	Sawah
22	20.29	20.13	0.15	Bidang Tanah
23	19.57	20.08	0.51	Sawah
24	18.87	18.09	0.78	Bangunan
25	40.56	41.13	0.57	Bidang Tanah
26	10.20	9.88	0.32	Taman
27	6.17	6.30	0.13	Lapangan Badminton
28	4.89	5.95	1.06	Jembatan Tol Km. 118
29	31.58	30.81	0.77	Masjid Riyadlulduha
30	40.99	38.30	2.69	Jembatan Tol Km. 119
31	41.29	38.40	2.89	Jembatan Tol Km. 119
32	2.24	3.60	1.36	Batas antar jalur rel kereta
33	10.11	10.49	0.39	Jalan
rata-rata selisih ukuran jarak =			0.86	
Simpangan baku =			± 0.78	

Tabel 4. Perbandingan ukuran jarak di peta citra Quickbird dan lapangan

No.	Ukuran Jarak		Selisih Ukuran Jarak	Deskripsi Objek
	di peta	di lapangan		
1	5.46	5.95	0.49	Lebar jembatan tol
2	17.34	17.70	0.36	Pematang sawah
3	24.16	24.14	0.02	Pematang sawah
4	10.52	10.09	0.43	Marka Jalan
5	11.30	11.37	0.07	Lapangan Tenis
6	38.81	38.30	0.51	Jembatan tol
7	38.14	38.40	0.26	Jembatan tol
8	3.63	3.60	0.03	Bangsai rel KA
9	9.37	10.03	0.66	Marka Jalan
10	10.98	10.49	0.49	Marka Jalan
11	9.91	10.49	0.58	Marka Jalan
12	10.88	10.81	0.07	Pematang sawah
13	11.56	11.51	0.05	Lapangan Tenis
14	13.84	13.70	0.14	Pematang sawah
15	14.33	14.30	0.03	Pematang sawah
16	24.28	24.26	0.02	Lapangan tenis
17	7.57	7.70	0.13	Lap. Sepak Bola
18	11.81	11.90	0.09	Pagar tembok
19	15.21	15.81	0.60	Pematang sawah
20	11.13	11.47	0.34	Lapangan tenis
21	20.32	20.25	0.07	Lap. Badminton
22	10.66	10.09	0.57	Marka Jalan
23	5.86	5.90	0.04	Marka Jalan
24	6.30	6.30	0.00	Lap. Badminton
25	6.34	5.66	0.68	Lebar Jalan
26	5.08	5.00	0.08	Pagar tembok
27	18.45	18.10	0.35	Lapangan Volley
28	35.66	35.58	0.08	Lapangan Volley
29	2.63	3.58	0.95	Pembatas Jalan
30	30.21	31.01	0.80	Pematang sawah
31	26.06	26.33	0.27	Batas luar bangunan
32	24.84	25.20	0.36	Tembok luar masjid
33	19.93	20.55	0.62	Pematang sawah
34	8.96	8.92	0.04	Kolam
35	13.71	13.45	0.26	Kolam
36	26.03	25.76	0.27	Gerbang Perumahan
37	24.64	24.10	0.54	Lapangan Tenis
38	23.20	23.93	0.73	Lapangan Tenis
39	20.73	20.90	0.17	Pinggir kolam
40	18.11	18.49	0.38	Lap. Badminton
41	9.92	9.88	0.04	Marka Jalan
42	14.19	14.08	0.11	Pematang sawah
43	9.69	9.64	0.05	Marka Jalan
44	8.63	8.88	0.25	Taman
45	16.75	17.53	0.78	Lap. Badminton
46	8.49	8.70	0.21	Lap. Badminton
47	27.09	27.92	0.83	Lapangan parkir
48	7.18	7.01	0.17	pagar tower
49	6.71	6.20	0.51	Batas luar bangunan
rata-rata selisih ukuran jarak =			0.32	
Simpangan baku =			± 0.27	

Tabel 3 menunjukkan selisih rata-rata hasil pengukuran jarak pada peta citra Ikonos dan hasil pengukuran lapangan yang dilakukan terhadap 33 sampel adalah sebesar 0,86 meter dengan simpangan baku $\pm 0,78$ meter. Tabel 4 menunjukkan selisih rata-rata hasil pengukuran jarak pada peta citra Quickbird dan hasil pengukuran lapangan yang dilakukan terhadap 49 sampel adalah sebesar 0,32 meter dengan simpangan baku $\pm 0,27$ meter. Adanya perbedaan jumlah sampel yang dapat diambil antara peta citra Ikonos dan Quickbird disebabkan karena resolusi spasial yang dimiliki oleh citra Ikonos lebih rendah yaitu 1,0 meter, sehingga cukup menyulitkan pada saat melakukan identifikasi objek pada peta citra Ikonos dibandingkan pada citra Quickbird dengan resolusi spasial 0,68 meter. Rekapitulasi data selisih ukuran jarak rata-rata di peta dan di lapangan pada kedua citra tersebut ditunjukkan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Rekapitulasi data selisih ukuran rata-rata jarak di peta dan di lapangan

No.	Jenis Peta	Jumlah Sampel Jarak	Selisih rata-rata Jarak (m)	Simpangan Baku (m)
1	Peta Citra Ikonos	33	0,86	$\pm 0,78$
2	Peta Citra Quickbird	49	0,32	$\pm 0,27$

Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5, pada peta citra Ikonos, hasil perhitungan rata-rata dari selisih jarak di monitor terhadap jarak di lapangan adalah sebesar 0,86 meter. Bila selisih ukuran jarak rata-rata hasil pengukuran di layar monitor terhadap hasil ukuran lapangan sebesar Δd , maka tingkat keragu-raguan (σ) hasil pengukuran jarak dapat diestimasi sebesar $0,5 \times \Delta d$, yaitu sebesar 0,43 meter. Dengan mengambil tingkat keyakinan 3σ (99,73%), maka tingkat keragu-raguan ukuran menjadi atau $\sigma = 3 \times 0,5 \times \Delta d$, yaitu sebesar 1,29 meter. Harga σ diasumsikan harus lebih kecil dari $0,5 \text{ mm} \times$ bilangan skala (bs) peta. Dengan mengambil peluang kepercayaan 90%, maka bilangan skala dapat dihitung menggunakan rumus $(bs) = [(1,645 \times \sigma) / 0,5 \text{ mm}] = (1,645 \times 1,29 \text{ meter}) / (0,0005 \text{ meter}) = 4255,46 \approx 4300$. Hal tersebut menunjukkan bahwa ketelitian objek yang terdapat pada peta citra Ikonos dengan RS 1,0 meter masih memenuhi untuk skala 1 : 4.300 atau dibulatkan menjadi 1 : 4.500. Dengan cara yang sama berlaku untuk peta citra Quickbird dengan RS 0,68 meter, maka ketelitian masih memenuhi untuk skala 1 : 1.569 atau dibulatkan menjadi 1 : 2.000.

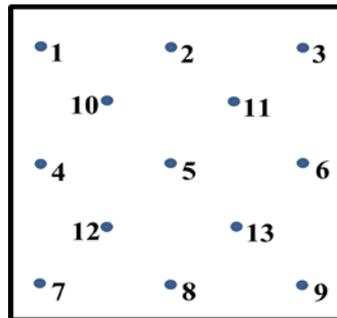
4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat dikemukakan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Banyaknya *Ground Control Point* (GCP) yang digunakan dalam proses ortorektifikasi citra sangat berpengaruh terhadap ketelitian hasil koreksi geometrik yang ditunjukkan melalui harga *Root Mean Square Error* (RMSE).
- Penggunaan metode *Rational Function* dalam proses ortorektifikasi citra untuk citra Ikonos memerlukan minimal 13 GCP, sedangkan untuk citra Quickbird memerlukan minimal 9 GCP dengan pola sebaran yang merata.
- Penggunaan GCP lebih dari 13 titik, baik pada citra Ikonos maupun pada citra Quickbird tidak meningkatkan harga RMSE secara signifikan.
- Ketelitian objek pada peta citra Ikonos RS 1,0 hasil ortorektifikasi masih memenuhi untuk skala peta 1 : 4.5000. Sedangkan pada peta citra Quickbird RS 0,68 meter, ketelitian objek masih memenuhi untuk skala peta 1 : 2.000.

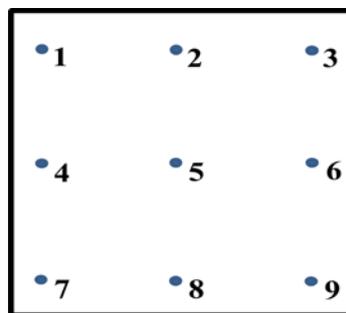
Adapun saran-saran yang dapat dikemukakan dari hasil penelitian ini antara lain sebagai berikut:

- Penggunaan GCP dalam proses ortorektifikasi citra untuk citra Ikonos disarankan cukup menggunakan 13 titik, dengan pola penyebarannya pada citra merata seperti berikut:



Gambar 2. Pola penyebaran 13 GCP yang disarankan pada citra

- Penggunaan GCP dalam proses ortorektifikasi citra untuk citra Quickbird disarankan cukup menggunakan 9 titik, dengan pola penyebarannya pada citra merata seperti berikut:



Gambar 3. Pola penyebaran 9 GCP yang disarankan pada citra

- Bila peta citra digunakan sebagai media pengukuran, untuk peta citra Ikonos agar hasil yang diperoleh teliti, maka identifikasi pengukuran jarak secara digital pada layar monitor menggunakan perangkat lunak *AutoCad* sebaiknya menggunakan perbesaran (*zooming extent*) objek sebanyak 5 kali, sedangkan pada citra Quickbird perbesaran objek sebanyak 6 kali.
- Pemanfaatan citra satelit sebagai data dasar untuk pembuatan peta skala besar perlu terus dikembangkan pada cakupan daerah yang luas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Karvak Nusa Geomatika yang telah memberikan pinjaman citra satelit untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Leksono, B.E, dan Susilowati, Y., (2008). *The Accuracy Improvement of Spatial Data for Land Parcel and Building Taxation Objects by Using The Large Scale Ortho Image Data*, FIG Working Week, Stockholen, Sweden.
- [2] Mitchell, H.B., (2010). *Image Fusion: Theories, Techniques and Application*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- [3] Toutin, T., (2004). "Geometric Processing of Remote Sensing Image : Model, Algorithms and Method", *International Journal of Remote Sensing*, 25, 1893-1924.