

Analisis Ketelitian *Geometric* Citra Pleiades 1B untuk Pembuatan Peta Desa (Studi Kasus: Kelurahan Wonorejo, Surabaya)

Iva Nurwauziyah, Bangun Muljo Sukojo, Husnul Hidayat
Jurusan Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh
Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia
e-mail: bangunms@gmail.com

Abstrak—Perkembangan teknologi penginderaan jauh saat ini mengalami kemajuan yang signifikan, salah satunya adalah bertambah baiknya resolusi spasial yang dapat dimanfaatkan sebagai alternatif metode pemetaan dan pemantauan pembangunan pada suatu wilayah dengan skala besar, seperti dasar pembuatan peta desa. Namun, pemanfaatan teknologi penginderaan jauh untuk pemetaan skala besar ini masih terdapat beberapa kesalahan *geometric* yang harus dieliminasi. Dalam penelitian ini, citra Pleiades 1B dilakukan tinjauan ulang sampai sejauh mana ketelitian *geometric* terhadap kondisi sebenarnya yang akan digunakan sebagai sumber data untuk pembuatan peta desa dengan skala besar. Pada penelitian dilakukan proses rektifikasi dengan menggunakan data titik kontrol tanah (GCP) dengan menggunakan 2 metode yaitu polinomial orde 1 dan orde 2, selanjutnya dilakukan uji ketelitian *geometric* pada citra hasil rektifikasi dengan data *Independent Check Point* (ICP) untuk mengetahui tingkat ketelitian *geometric* berdasarkan PerKa BIG No. 15 Tahun 2014, sehingga dapat dilakukan analisis mengenai kelayakan citra untuk pembuatan peta desa. Hasil yang diperoleh dari proses rektifikasi citra dengan 8 GCP diperoleh nilai rata-rata RMS metode polinomial orde 2 lebih baik daripada orde 1. Berdasarkan uji ketelitian *geometric* pada citra Pleiades 1B terkoreksi, pada metode polinomial orde 1 didapatkan nilai RMSE 0,806 meter dan pada metode polinomial orde 2 didapatkan nilai RMSE 0,647 meter. Untuk kelayakan citra resolusi tinggi untuk pembuatan peta desa berdasarkan Spesifikasi Teknis Pembuatan Peta Desa Tahun 2016 oleh BIG, citra satelit Pleiades 1B memenuhi syarat pembuatan peta desa dengan skala 1:2.500, 1:5.000, 1:10.000.

Kata Kunci—Peta Desa, Pleiades 1B, Polinomial Orde 1, Polinomial Orde 2

I. PENDAHULUAN

KELURAHAN Wonorejo merupakan salah satu wilayah yang masuk dalam wilayah konservasi Pamurbaya (Pantai Timur Surabaya), yang terletak pada koordinat $07^{\circ}17'56,18''$ LS dan $07^{\circ}19'15,92''$ LS serta $112^{\circ}47'9,63''$ BT dan $112^{\circ}50'43,8''$ BT. Luas wilayah kelurahan ini adalah 648,453 Ha. Di Kelurahan Wonorejo ini, terdapat salah satu lokasi pariwisata utama kota Surabaya, yaitu ekowisata *mangrove*. Wilayah ini telah ditetapkan oleh pemerintah kota Surabaya sebagai area konservasi *mangrove* dengan tujuan agar kelestarian ekosistem *mangrove* tetap terjaga. Selain area konservasi *mangrove*, di kelurahan ini juga terdapat hewan dan tumbuhan lain yang membuat lokasi ini menjadi kawasan wisata [6]. Dengan keberadaan area *mangrove* yang menjadi

wilayah konservasi sekaligus pariwisata, diperlukan adanya informasi geospasial agar dapat mendukung pengelolaan area tersebut, serta dapat digunakan sebagai dasar perencanaan pengembangan kelurahan ini dan untuk mendukung program pembangunan nasional. Informasi geospasial ini dapat disajikan dalam bentuk peta desa [3].

Peta desa merupakan peta tematik bersifat dasar yang berisi unsur dan informasi batas wilayah, infrastruktur transportasi, toponim, perairan, sarana prasarana, penutup lahan, dan penggunaan lahan yang disajikan dalam peta citra, peta sarana prasarana, serta peta penutup lahan, dan penggunaan lahan [3]. Berdasarkan Spesifikasi Teknis Penyajian Peta Desa Tahun 2016 oleh BIG, peta desa ini dapat disajikan pada skala 1:2.500, 1:5.000 dan 1:10.000 dengan sumber data foto udara atau citra satelit resolusi tinggi.

Penelitian ini, melakukan kajian penggunaan citra satelit resolusi tinggi yang merupakan hasil dari teknologi penginderaan jauh untuk pembuatan peta desa berdasarkan Spesifikasi Teknis Penyajian Peta Desa Tahun 2016 oleh BIG. Perkembangan teknologi penginderaan jauh saat ini mengalami kemajuan yang signifikan, salah satunya adalah bertambah baiknya resolusi spasial yang dimiliki oleh citra. Resolusi spasial merupakan ukuran objek terkecil yang masih dapat disajikan atau dibedakan dan dikenali pada citra. Resolusi spasial mencerminkan seberapa rinci suatu sensor yang dipasang pada satelit dapat merekam suatu objek di permukaan Bumi secara terpisah. Semakin besar nilai resolusi spasial yang dimiliki, maka informasi objek yang ditampilkan pada data penginderaan jauh akan terlihat semakin rinci. Kerincian informasi atas suatu objek yang divisualisasikan pada data penginderaan jauh akan memudahkan operator dalam melakukan proses identifikasi suatu objek secara detail. Hal inilah yang menjadi salah satu pertimbangan penggunaan produk citra satelit banyak dimanfaatkan untuk pembuatan peta skala besar [7].

Namun, pemanfaatan teknologi penginderaan jauh untuk pemetaan skala besar masih memiliki beberapa kendala, misalnya perekaman data oleh sensor satelit yang tidak dapat digunakan secara langsung karena masih terdapat beberapa kesalahan *geometric* yang harus dieliminasi. Oleh karena itu, diperlukan kajian ilmiah yang mengungkapkan seberapa jauh ketelitian *geometric* citra terhadap kondisi sebenarnya. Berdasarkan data, citra resolusi tinggi Pleiades 1B yang digunakan sebagai bahan penelitian. Citra Pleiades 1B dengan resolusi spasial *pankromatik* 0,5 m dan *multispektral* 2 m

dilakukan tinjau ulang sampai sejauh mana ketelitian *geometric* terhadap kondisi sebenarnya di lapangan, yang nantinya digunakan sebagai sumber data untuk pembuatan peta desa.

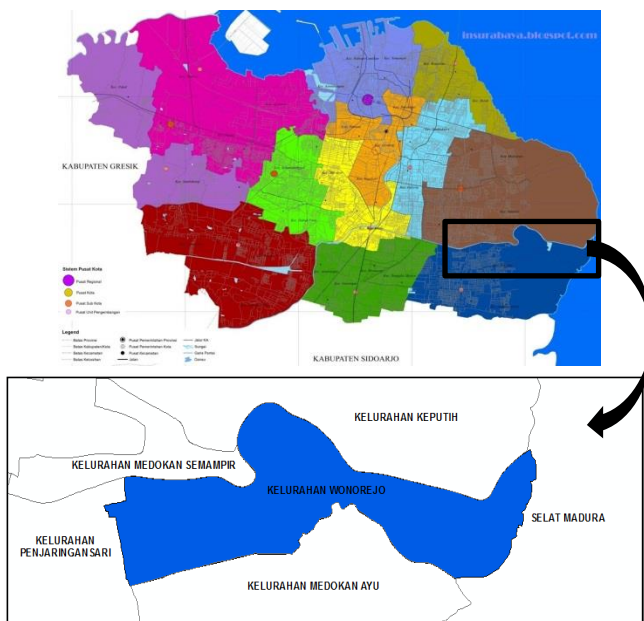
II. URAIAN PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di wilayah Kelurahan Wonorejo, kecamatan Rungkut, Surabaya yang terletak diantara koordinat 07°17'56,18" LS dan 07°19'15,92" LS serta 112°47'9,63" BT dan 112°50'43,8" BT.

Secara administratif Kelurahan Wonorejo ini memiliki luas wilayah sebesar 648,453 Ha dan berikut adalah batas wilayah Kelurahan Wonorejo:

- Sebelah utara : Kelurahan Keputih
- Sebelah timur : Selat Madura
- Sebelah selatan : Kelurahan Medokan Ayu
- Sebelah barat : Kelurahan Penjaringsari



Gambar 1. Lokasi Penelitian

B. Data dan Peralatan

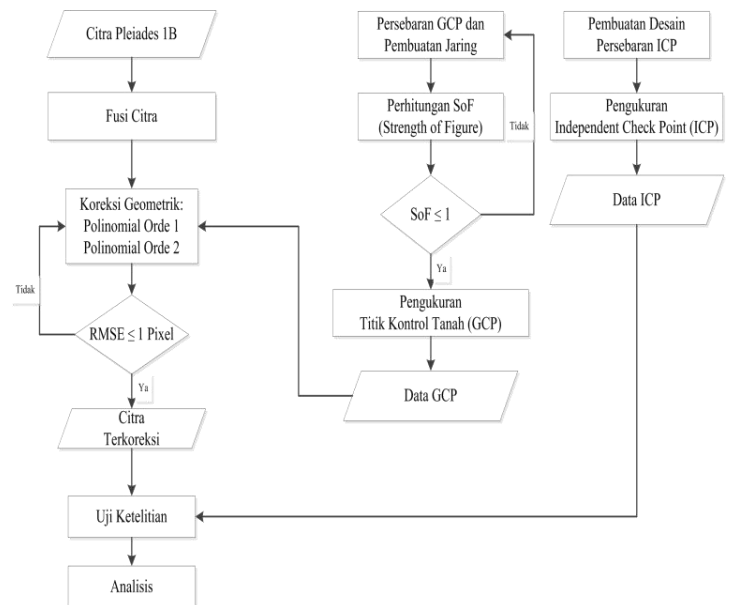
Data yang digunakan pada penelitian ini adalah citra satelit resolusi tinggi Pleiades 1B tahun 2015 serta data hasil pengukuran lapangan *Ground Control Point* (GCP) dan *Independent Control Point* (ICP).

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

- i. *Hardware*
 - Laptop
 - GPS Geodetik
 - GPS *Handheld*
- ii. *Software*
 - *Software* Pengolah Citra
 - ArcGIS 10.2.2
 - Matlab R2010a
 - Topcon Tools v.7.5.1

C. Tahap Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data pada penelitian ini digambarkan dalam diagram alir berikut ini:



Gambar 2. Diagram Alir Pengolahan Data

Langkah pertama yang dilakukan pada penelitian ini adalah penggabungan (fusi) citra *multispektral* dan *pankromatik* menggunakan *software* pengolah citra, yang bertujuan memperoleh resolusi spektral dan kedetailan informasi spasial yang tinggi sehingga mudah untuk dilakukan interpretasi secara manual.

Langkah selanjutnya adalah pembuatan desain jaring. Pembuatan jaring yaitu pendistribusian secara merata di seluruh wilayah studi dari titik koordinat atau titik GCP yang nantinya akan mempengaruhi hasil koreksi *geometric*. Distribusi titik yang baik dapat dilihat dari kekuatan jaring yang ditunjukkan dengan nilai *SoF* (*Strength of Figure*). Perhitungan *SoF* (*Strength of Figure*) dimaksudkan untuk mengetahui tingkat kekuatan geometri dari rangkaian segitiga yang menentukan penyebaran kesalahan dalam perataan jaringan. Hasil perhitungan *SoF* (*Strength of Figure*) yang diterima adalah ≤ 1 . Jika kesalahan lebih besar dari persyaratan maka penentuan titik-titik koordinat dan bentuk jaring pada citra dilakukan cek ulang. Rumus perhitungan *SoF* dengan menggunakan metode parameter adalah sebagai berikut [2]:

$$\text{Faktor Kekuatan Jaring} = \frac{\text{Trace}(A^T A)^{-1}}{u} \quad (1)$$

Dimana, *A* adalah matriks desain dan *u* adalah nilai ukuran lebih (*redundancy*) yang diperoleh dari jumlah ukuran dikurangi jumlah parameter.

Selanjutnya dilakukan pengukuran titik kontrol tanah (GCP) dan titik uji (ICP) dengan menggunakan alat GPS Topcon Hiper Pro. Setelah itu adalah koreksi *geometric*. Koreksi *geometric* dilakukan karena terjadi distorsi *geometric* antara citra hasil penginderaan dan objeknya. Distorsi *geometric*

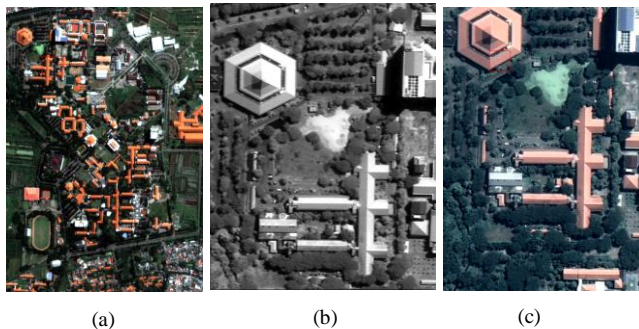
adalah ketidaksempurnaan geometri citra yang terekam pada saat pencitraan, hal ini menyebabkan ukuran, posisi, dan bentuk citra menjadi tidak sesuai dengan kondisi sebenarnya. Distorsi *geometric* ini harus dikoreksi dahulu sebelum citra digunakan. Pada penelitian ini, melakukan koreksi distorsi *geometric* dengan menggunakan titik kontrol tanah (GCP). Posisi titik kontrol tanah ditentukan dari beberapa objek yang mudah diidentifikasi pada citra, sehingga diperoleh koordinat dalam sistem koordinat tanah (X,Y) dan dalam sistem koordinat citra (x,y) (sebagai titik sekutu). Koreksi *geometric* pada penelitian ini digunakan dua metode, yaitu polinomial orde 1 dan orde 2. Akurasi dari koreksi *geometric* ditunjukkan dengan nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) per unit *pixel* pada citra [5]. Akurasi seharusnya $\leq 1 \text{ pixel}$, apabila kesalahan lebih besar dari persyaratan, maka kembali melakukan koreksi *geometric*.

Setelah itu dilakukan analisis ketelitian *geometric* pada citra Pleiades 1B terkoreksi dengan titik uji (ICP) berdasarkan pada nilai RMSE dan *Circular Error* (CE90)/Tingkat Ketelitian Horizontal, sehingga dapat diketahui ketelitian *geometric* pada citra Pleiades 1B terhadap kondisi sebenarnya dan juga dapat dilakukan analisis kelayakan citra satelit resolusi tinggi Pleiades 1B sebagai dasar untuk pembuatan peta desa.

III. HASIL DAN ANALISA

A. Hasil Fusi Citra

Penggabungan citra *multispektral* resolusi rendah dan citra *pankromatik* resolusi tinggi merupakan hal yang sangat penting bagi aplikasi penginderaan jauh dan pemetaan. Citra *pankromatik* memiliki panjang gelombang yang luas mulai dari spektrum tampak dan inframerah dekat, sedangkan citra *multispektral* hanya mencakup spektrum yang sempit. Akan tetapi, citra *multispektral* memiliki jumlah lebih dari tiga spektral band, sedangkan citra *pankromatik* hanya memiliki satu spektral band saja. Sehingga dengan menggabungkan kedua citra tersebut maka diperoleh citra *multispektral* yang memiliki resolusi spektral yang tinggi dan ketelitian informasi spasial yang tinggi pula. Berikut adalah hasil fusi citra Pleiades 1B:

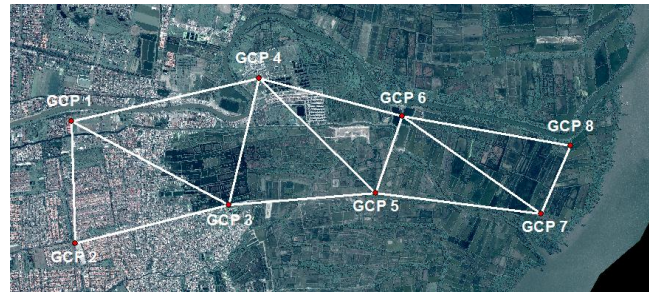


Gambar 3. (a) Citra *Multispektral* Pleiades 1B (b) Citra *Pankromatik* Pleiades 1B (c) Hasil Fusi Citra Pleiades 1B

B. Hasil Pembuatan Jaring dan Perhitungan SoF

Dalam perencanaan proses rektifikasi citra dibutuhkan jumlah titik kontrol tanah yang tepat, agar pelaksanaan pengukuran di lapangan tidak terlalu lama [9]. Penentuan titik

GCP juga diusahakan menyebar hingga posisi terluar dari citra yang akan dilakukan rektifikasi. Pada penelitian ini, jumlah GCP yang digunakan adalah 8 titik. Berikut adalah persebaran titik GCP:



Gambar 4. Persebaran GCP dan Desain Jaring

Dengan desain jaring seperti pada Gambar 5. dan Rujuk ke (1) diperoleh nilai SoF (*Strength Of Figure*) sebesar 0.5938, dapat dikatakan jika perhitungan SoF memenuhi toleransi yaitu ≤ 1 . Dalam hal ini, faktor kekuatan jaring nilai yang semakin kecil maka akan semakin baik konfigurasi jaringan yang bersangkutan dan sebaliknya [2].

C. Hasil Pengukuran GCP dan ICP

GCP dan ICP diukur di lapangan menggunakan alat GPS Topcon Hiper Pro. GCP diukur dengan metode *static* dengan pengamatan selama 45 menit sedangkan ICP diukur dengan metode *rapid static* dengan pengamatan 15 menit. Berikut adalah hasil koordinat yang diperoleh dari pengukuran lapangan.

Tabel 1.
Data Koordinat Hasil Pengukuran GCP

Titik	GROUND CONTROL POINT (GCP)	
	X (m)	Y (m)
GCP 1	697694,529	9191696,257
GCP 2	697740,773	9190389,810
GCP 3	699407,414	9190800,332
GCP 4	699721,094	9192151,699
GCP 5	701088,897	9190613,219
GCP 6	701281,548	9191748,465
GCP 7	702795,570	9190703,690
GCP 8	703107,998	9191437,327

Tabel 2.
Data Koordinat Hasil Pengukuran ICP

Titik	INDEPENDENT CHECK POINT (ICP)	
	X (m)	Y (m)
ICP 1	697911,493	9190670,503
ICP 2	698867,089	9190861,748
ICP 3	699812,476	9190842,260
ICP 4	700801,105	9190906,203
ICP 5	701461,131	9190963,780
ICP 6	702220,809	9190787,287
ICP 7	702887,550	9191368,168
ICP 8	702118,056	9191249,111
ICP 9	701042,913	9191675,572
ICP 10	699612,522	9191669,395
ICP 11	698044,366	9191413,773
ICP 12	697546,610	9190950,773

Data hasil pengukuran pada Tabel 1 dan 2. merupakan hasil pengukuran lapangan yang diproses secara *post processing* dengan menggunakan perangkat lunak Topcon Tools v.7.5.1.

D. Hasil Koreksi Geometric

Koreksi *geometric* bertujuan untuk mereduksi terjadinya distorsi *geometric* pada citra. Ada beberapa cara untuk melakukan koreksi *geometric*, yaitu rektifikasi dan registrasi *geometric* [1]. Rektifikasi citra adalah suatu proses untuk memproyeksikan citra ke bidang datar dan menjadikannya bentuk *konform* (sebangun) dengan sistem proyeksi yang digunakan, juga memproyeksikan citra yang ada sehingga mempunyai arah yang benar [8].

Hal yang harus diperhatikan saat melakukan rektifikasi adalah pada saat penentuan titik-titik GCP pada citra, diusahakan titik-titik yang akan ditentukan pada citra sesuai dengan titik-titik yang diukur di lapangan sehingga akan didapatkan nilai kesalahan GCP minimum.

Proses rektifikasi menggunakan metode polinomial orde 1 dan orde 2. Pada polinomial orde 1 minimal dibutuhkan 3 GCP dan untuk polinomial orde 2 minimal dibutuhkan 6 GCP, sedangkan untuk polinomial orde 3 dibutuhkan minimal 10 GCP. GCP yang akan digunakan pada penelitian ini adalah 8 GCP, sehingga yang paling sesuai adalah metode polinomial orde 1 dan orde 2.

Selain jumlah titik kontrol yang tersedia, terdapat juga faktor lain yang mempengaruhi pemilihan orde, diantaranya yaitu keadaan topografi daerah serta kesalahan atau distorsi pada citra yang akan dilakukan [8]. Berdasarkan hasil survei lapangan, topografi wilayah Kelurahan Wonorejo relatif datar dan berada di wilayah pesisir yang sebagian besar wilayahnya berupa tambak.

Pada saat dilakukannya koreksi *geometric* diperlukan titik kontrol citra (x, y) untuk proses transformasi. Berikut adalah koordinat titik kontrol pada citra satelit Pleiades 1B:

Tabel 3.
Data Koordinat Citra Pleiades 1B

Titik	TITIK KONTROL	
	X (Pixel)	Y (Pixel)
GCP 1	15133,5	32135,0
GCP 2	15237,0	34758,5
GCP 3	18554,5	33906,0
GCP 4	19168,0	31186,0
GCP 5	21906,5	34254,0
GCP 6	22280,0	31970,0
GCP 7	25306,0	34042,5
GCP 8	25922,5	32563,5

Untuk mengetahui akurasi dari hasil rektifikasi citra, dapat diketahui dari nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) per unit *pixel* pada citra. Berikut adalah hasil dari proses rektifikasi citra Pleiades 1B dengan metode polinomial orde 1 dan orde 2:

Tabel 4.
Nilai RMSE Hasil Koreksi *Geometric* Citra Pleiades 1B dengan 8 GCP

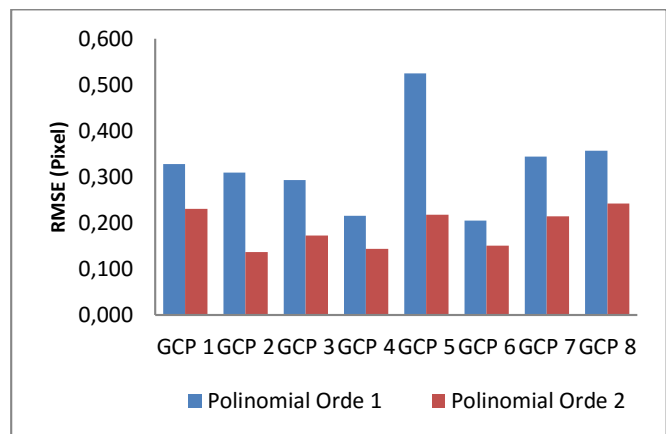
Titik	RMSE (Pixel)	
	Polinomial Orde 1	Polinomial Orde 2
GCP 1	0,328	0,231
GCP 2	0,309	0,136

GCP 3	0,293	0,173
GCP 4	0,215	0,143
GCP 5	0,524	0,218
GCP 6	0,205	0,151
GCP 7	0,344	0,215
GCP 8	0,356	0,242
Jumlah	2,575	1,508
Rata-Rata RMSE (Pixel)	0,322	0,188

Berdasarkan hasil pengolahan rektifikasi citra, didapatkan nilai rata-rata RMS untuk citra Pleiades 1B dengan 8 GCP adalah 0,322 *pixel* untuk metode polinomial orde 1 dan 0,188 *pixel* untuk metode polinomial orde 2. Jadi, proses rektifikasi citra Pleiades 1B dapat diterima karena memenuhi toleransi yang diberikan yaitu ≤ 1 sebagaimana disarankan.

E. Analisis Nilai RMSE setiap Metode

Grafik berikut menunjukkan hubungan nilai RMSE setiap titik dari proses rektifikasi citra pada masing-masing metode:



Gambar 5. Grafik Nilai RMSE Hasil Rektifikasi Citra Pleiades 1B dengan 8 GCP

Berdasarkan nilai RMSE pada Gambar 5, nampak bahwa metode rektifikasi citra yang bagus pada penelitian ini adalah metode polinomial orde 2, dimana rata-rata nilai RMSE nya lebih kecil daripada metode polinomial orde 1. Pada citra Pleiades 1B, terdapat 8 GCP (semua titik) pada metode polinomial orde 2 yang nilai nya lebih bagus yaitu mendekati nol dari pada GCP pada metode polinomial orde 1. Hal ini dikarenakan metode polinomial orde 2 dengan 12 parameter merupakan pengembangan dari metode polinomial orde 1 dengan 6 parameter [4].

F. Hasil Uji Ketelitian Geometri

Uji ketelitian geometri dilakukan dengan menggunakan titik *Independent Check Point* (ICP) yang berupa koordinat (x, y) hasil pengukuran langsung di lapangan. Jumlah titik ICP yang digunakan adalah 12 titik.

Uji ketelitian geometri ini dilakukan untuk mengetahui nilai ketelitian citra satelit yang telah terkoreksi. Pengujian ketelitian posisi mengacu pada perbedaan koordinat (x, y) antara titik uji pada citra dengan lokasi sesungguhnya dari titik uji pada permukaan tanah, yang nantinya akan didapatkan pergeseran titik (residu). Dari hasil residu tersebut, digunakan untuk menghitung nilai RMSE koordinat citra.

Tabel 5.
Hasil Uji Ketelitian *Geometric* Citra Satelit Pleiades 1B Hasil Rektifikasi Metode Polinomial Orde 1

TITIK	Citra Hasil Rektifikasi Polinomial Orde 1	
	Residu X (m)	Residu Y (m)
	ICP 1	0,310
ICP 2	0,285	0,243
ICP 3	0,177	0,126
ICP 4	0,562	0,874
ICP 5	0,650	0,447
ICP 6	1,501	0,727
ICP 7	1,068	0,343
ICP 8	0,002	0,752
ICP 9	0,079	0,089
ICP 10	0,187	0,064
ICP 11	0,482	0,169
ICP 12	0,681	0,301
RMSE (m)	0,806	

Tabel 6.
Hasil Uji Ketelitian *Geometric* Citra Satelit Pleiades 1B Hasil Rektifikasi Metode Polinomial Orde 2

TITIK	Citra Hasil Rektifikasi Polinomial Orde 2	
	Residu X (m)	Residu Y (m)
	ICP 1	0,393
ICP 2	0,263	0,236
ICP 3	0,366	0,305
ICP 4	0,265	0,815
ICP 5	0,130	0,130
ICP 6	0,623	0,286
ICP 7	1,032	0,212
ICP 8	0,134	0,436
ICP 9	0,372	0,008
ICP 10	0,303	0,057
ICP 11	0,505	0,175
ICP 12	0,656	0,885
RMSE (m)	0,647	

Berdasarkan hasil perhitungan RMSE uji ketelitian *geometric* citra satelit Pleiades 1B terkoreksi, didapatkan nilai RMSE 0,806 pada polinomial orde 1 dan pada polinomial orde 2 adalah 0,647 meter. Hasil RMSE uji ketelitian *geometric* pada metode polinomial orde 2 lebih bagus yaitu mendekati nol daripada metode polinomial orde 1, hal ini dikarenakan rata-rata RMS hasil rektifikasi pada metode polinomial orde 2 lebih baik.

G. Analisis Ketelitian Geometri

Menurut Perka BIG Nomor 15 Tahun 2014, ketentuan ketelitian geometri horizontal untuk pembuatan peta desa adalah:

No.	Skala	Ketelitian Horizontal Peta Desa (CE90 dalam m)		
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
		1	1 : 10.000	2
2	1 : 5.000	1	1,5	2,5
3	1 : 2.500	0,5	0,75	1,25

Nilai CE90 diperoleh dengan rumus berikut:

$$CE90 = 1,5175 \times RMSE \tag{2}$$

Berdasarkan Tabel 7. maka citra satelit resolusi tinggi yang digunakan untuk pembuatan peta desa dikatakan memenuhi standar ketelitian peta desa apabila akurasi horizontal ≤ 5 meter (kelas 3).

Hasil Perhitungan	Akurasi Horizontal Citra Pleiades 1B (m)
Polinomial Orde 1	1,222
Polinomial Orde 2	0,982

Maka, berdasarkan perkalian nilai RMSE hasil uji ketelitian *geometric* citra satelit Pleiades 1B terkoreksi dengan koefisien ketelitian (1,5175) diperoleh ketelitian horizontal pada citra Pleiades 1B terkoreksi metode polinomial 1B adalah 1,222 meter sedangkan pada pada metode polinomial orde 2 didapatkan akurasi horizontal sebesar 0,982 meter, sehingga berdasarkan Tabel 7, citra satelit Pleiades 1B memenuhi syarat pembuatan peta desa skala 1:2.500, 1:5.000 dan 1:10.000.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisa yang telah diuraikan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Berdasarkan koreksi *geometric*, pada citra Pleiades 1B dengan metode polinomial orde 1 didapatkan nilai RMSE 0,322 *pixel* dan dengan metode polinomial orde 2 diperoleh nilai RMSE 0,188 *pixel*. Pada metode polinomial orde 1 nilai RMSE per titik terkecil sebesar 0,205 dan nilai RMSE per titik terbesarnya adalah 0,524. Pada metode polinomial orde 2 nilai RMSE per titik terkecil sebesar 0,136 dan nilai RMSE per titik terbesarnya adalah 0,242.
- Berdasarkan uji ketelitian *geometric* menggunakan titik-titik ICP, didapatkan nilai RMSE pada citra Pleiades 1B adalah 0,806 meter pada citra hasil rektifikasi metode polinomial orde 1. Sedangkan citra hasil rektifikasi metode polinomial orde 2 didapatkan nilai RMSE 0,647 meter.
- Untuk kelayakan citra resolusi tinggi untuk pembuatan peta desa, citra satelit Pleiades 1B memenuhi syarat pembuatan peta desa dengan skala 1:2.500, 1:5.000, dan 1:10.000
- Saran yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah:
- Sebaiknya dilakukan pada waktu yang sama dalam pengukuran GCP dan ICP, sehingga akan meminimalkan pergeseran (residu).
- Menggunakan berbagai rumus transformasi pada saat proses rektifikasi citra.
- Untuk pembuatan peta dengan skala besar dengan menggunakan data citra satelit resolusi tinggi yang memerlukan adanya koreksi *geometric* sebelum citra tersebut digunakan, maka metode rektifikasi dapat dilakukan dengan menggunakan metode polinomial orde 1 dan memerlukan jumlah minimal GCP sebanyak 3 titik, dimana hasilnya sudah memenuhi toleransi, apalagi dengan menggunakan metode polinomial orde 2 yang memerlukan 6 GCP. Hal ini lebih efisien dalam hal pekerjaan lapangan diantaranya waktu, tenaga dan biaya.
- Dalam pembuatan desain persebaran titik GCP dan ICP sebaiknya dilakukan survei lapangan untuk mencocokkan objek di citra dengan objek di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Afifi, Z., 2015. "Studi Pemetaan Fenomena Pemutihan Terumbu Karang (Coral Bleaching) Menggunakan Citra Satelit Worldview-2 (Studi Kasus: Perairan PLTU, Probolinggo, Jawa Timur)". Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [2] Anjasmara, I.M. 2005. "Hitung Kerangka Geodesi". Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [3] BIG, 2016b. "Spesifikasi Teknis Penyajian Peta Desa".
- [4] Mohammed, N.Z. & Eiman Eisa. 2013. "The Effect of Polynomial Order on Georeferencing Remote Sensing Images." *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*, Vol 2(8), hal. 5-8
- [5] Purwadhi, S. H. 2001. "Interpreasi Citra Digital". Jakarta: Grasindo
- [6] Putri, H.K., 2013. "Studi Deskriptif tentang Manfaat Sosial - Ekonomi Ekowisata *Mangrove* Wonorejo Bagi Masyarakat Kelurahan Wonorejo, Kecamatan Rungkut, Surabaya". Universitas Airlangga, Surabaya.
- [7] Rudianto, B., 2010. Analisis Ketelitian Objek pada Peta Citra Quickbird RS 0,68 m dan Ikonos RS 1,0 m. *Jurnal Rekayasa, Institut Teknologi Nasional*, Vol XIV(3). hal. 156-164. LPPM Itenas. Bandung
- [8] Setiadi, Arfian dkk. Uji Ketelitian Hasil Rektifikasi Citra Quickbird engan Perangkat Lunak Global Mapper. Teknik Geodesi Universitas Diponegoro, Semarang
- [9] Yudha, I. S., 2015. *Studi Jumlah dan Distribusi Titik Kontrol Tanah untuk Proses Rektifikasi Citra Resolusi Tinggi (Studi Kasus : Kota Kediri, Jawa Timur)*. Tugas Akhir. Surabaya: Jurusan Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember