

Analisis Ketelitian *Geometric* Citra *Pleiades 1A* untuk Pembuatan Peta Dasar Lahan Pertanian (Studi Kasus: Kecamatan Socah, Kabupaten Bangkalan)

Andreas Kelvin Pujiyanto, 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—Penggunaan citra satelit resolusi tinggi lebih tepat dan akurat dibanding citra satelit resolusi rendah. Pada saat ini, beberapa satelit dapat menghasilkan citra dengan resolusi spasial kurang dari 1 m. Selain itu, salah satu keuntungan dari data citra satelit resolusi tinggi untuk deteksi dan inventarisasi sumber daya alam adalah setiap lembar (*scene*) citra ini mencakup wilayah yang sangat luas yaitu sekitar 60–180 km² (360.000–3.240.000 ha) [5]. Interpretasi visual pada citra *Pleiades 1A* dan survei lapangan telah membuktikan bahwa mayoritas daerah Kecamatan Socah memiliki tutupan lahan berupa lahan pertanian yang lebih banyak dibandingkan dengan kecamatan lainnya di Kabupaten Bangkalan. Alasan tersebut menjadikan Kecamatan Socah sebagai lokasi penelitian. Proses rektifikasi citra menggunakan koordinat titik horizontal (X,Y) dari *Ground Control Point* (GCP) yang didapatkan dari pengukuran lapangan menggunakan GPS *geodetik* dengan metode *static* dengan lama pengukuran 45 menit tiap *baseline*. Sedangkan untuk uji ketelitian citra menggunakan pengukuran titik *Independent Control Point* (ICP) yang didapatkan dari pengukuran GPS *geodetik* dengan metode *static* dengan lama pengukuran 15 menit. Nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) titik ICP dari transformasi *affine* sebesar 0,645 m, sedangkan *polynomial orde-2* sebesar 0,533 m. Masing-masing nilai RMSE titik ICP kemudian dikalikan dengan koefisien *Circular Error 90%* (CE90) dari Perka BIG no. 15 tahun 2014 maka didapatkan nilai ketelitian *geometric* sebesar 0,979 m pada *affine* dan 0,809 m pada *polynomial orde-2*. Hasil ketelitian *geometric* dari kedua metode transformasi menunjukkan nilai ≤ 1 m, sehingga citra *Pleiades 1A* memenuhi syarat untuk dijadikan sebagai peta dasar skala 1:5.000 dengan kategori kelas 1.

Kata Kunci— GCP, ICP, Koreksi *Geometric*, *Pleiades 1A*, RMSE

I. PENDAHULUAN

KEMAJUAN teknologi di bidang penginderaan jauh (inderaja) memberikan banyak pilihan citra satelit yang dapat digunakan untuk memantau kondisi permukaan Bumi. Saat ini, citra satelit resolusi tinggi sudah banyak digunakan dalam inderaja. Penggunaan citra satelit resolusi tinggi lebih tepat dan akurat dibanding citra satelit resolusi rendah. Selain itu, salah satu keuntungan dari data citra satelit resolusi tinggi untuk deteksi dan inventarisasi sumber daya lahan pertanian adalah setiap lembar (*scene*) citra ini mencakup wilayah yang sangat luas yaitu sekitar 60–180 km² (360.000–3.240.000 ha) [5]. Dengan mengamati daerah yang sangat luas sekaligus, beserta keadaan lahan yang mencakup

topografi atau relief, pertumbuhan tanaman atau vegetasi dan fenomena alam yang terekam dalam citra memberi peluang untuk mengamati, mempelajari pengaruh iklim, vegetasi, litologi dan topografi terhadap penyebaran sumber daya lahan dan lahan pertanian [5]. Penyebaran kondisi serta perubahan lahan pertanian tidak dapat diketahui secara pasti tanpa bantuan teknologi yang lebih maju. Laju pertumbuhan penduduk yang tinggi (1,6% per tahun) ikut andil menyebabkan perubahan penggunaan lahan dengan cepat [2], sehingga inventarisasi dan pemantauan penggunaan lahan yang dilaksanakan secara *terestris* (*ground base method*) tidak dapat mengikuti laju perubahannya.

Karena kemajuan teknologi yang sangat pesat dalam inderaja, manusia dapat melakukan penelitian tanpa harus turun langsung ke lapangan seperti pengukuran *terestris* dengan luasan yang sangat besar, namun semua itu dapat digantikan hanya dengan menganalisa citra satelit. Citra satelit resolusi tinggi harus dikoreksi secara *radiometrik* dan *geometric* sebelum digunakan lebih lanjut. Salah satu metode untuk mendapat koordinat terkoreksi pada citra adalah dengan proses koreksi *geometric*. Koreksi *geometric* merupakan suatu proses yang bertujuan untuk melakukan transformasi data dari suatu sistem proyeksi dengan menggunakan suatu transformasi geometri sehingga citra mempunyai sifat-sifat peta yang sama dalam bentuk skala dan proyeksi. Koreksi tersebut untuk memberi koreksi spasial akibat kesalahan *geometric* yang dialami citra.

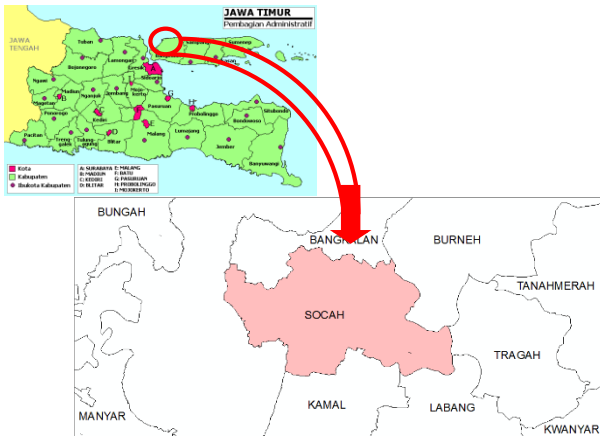
Untuk meminimalisir kesalahan *geometric* (pergeseran nilai koordinat) akibat sudut perekaman, perlu digunakan data tambahan yaitu koordinat GCP (*Ground Control Point*) dan ICP (*Independent Control Point*) sehingga memenuhi akurasi absolut dan relatif sesuai spesifikasi [6]. Setiap piksel pada citra diposisikan ulang sesuai koordinat sebenarnya dengan acuan horizontal dari data GPS (*Global Positioning System*).

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini adalah Kecamatan Socah, Kabupaten Bangkalan yang terletak pada 6° 51' 39" - 7° 11' 39" LS, 112° 40' 06" - 113° 08' 04" BT. Secara administratif, sebelah utara Kecamatan Socah berbatasan dengan Kecamatan Bangkalan, sebelah timur berbatasan dengan Kecamatan Burneh dan Tragah, sebelah barat dengan Selat Madura,

sedangkan sebelah timur dengan Kecamatan Kamal dan Labang.



Gambar 1 Lokasi Penelitian (sumber: : id.wikipedia.org dan shp.file Batas Wilayah Kecamatan (BIG))

B. Data dan Peralatan

1) Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- a. Data citra *Pleiades* 1A wilayah Kab. Bangkalan resolusi spasial 0,5 meter, direkam pada tanggal 28 Agustus 2015.
- b. Data pengukuran GCP dan ICP di lapangan dengan menggunakan GPS *geodetik*.

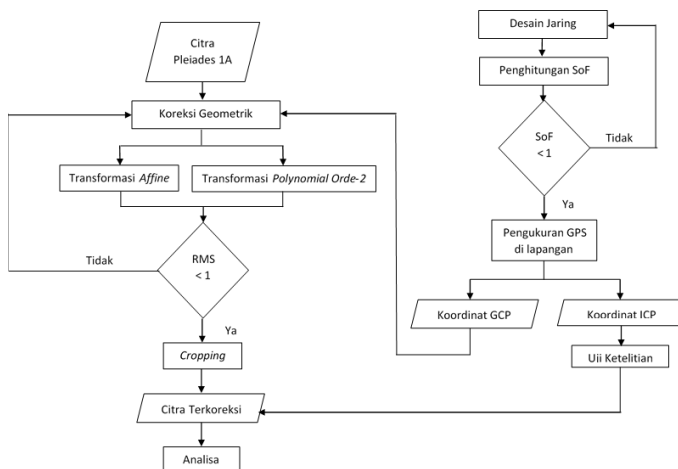
2) Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- a. Perangkat lunak (*software*) yang digunakan dalam Penelitian ini tugas akhir ini antara lain:
 - i. Windows 7
 - ii. Microsoft Office 2013
 - iii. ArcGIS 10.1
- b. Peralatan lain yang digunakan untuk Survei lapangan :
 - i. Kamera
 - ii. 3 set GPS *geodetik* Top-Con HiperPro
 - iii. Alat tulis

C. Tahap Pengolahan Data

Berikut adalah *flowchart* pengolahan data dari penelitian ini:



Gambar 2 *Flowchart* Pengolahan Data

Penjelasan tahap pengolahan data tersebut adalah:

a. Data

Pada proses pengolahan, yang diperlukan antara lain adalah data citra *Pleiades*, dan data titik kontrol (GCP dan ICP).

b. Desain Jaring

Sebelum pengolahan lebih lanjut, diperlukan desain jaring dengan cara meletakkan titik GCP dan ICP secara merata di area studi.

c. Perhitungan SoF

Perhitungan SoF perlu dilakukan untuk mengetahui kekuatan desain jaring dari sebaran (*Ground Control Point*) GCP yang ada pada citra. Besar nilai SoF harus kurang dari satu atau lebih baik jika mendekati nol. Apabila nilai SoF lebih dari satu, maka desain jaring dan perhitungan SoF harus diulang.

d. Pengamatan GPS

Koordinat titik kontrol (GCP) sebanyak 7 titik diukur dengan pengamatan GPS menggunakan metode *rapid static* dengan lama pengamatan 45 menit setiap *baseline*. Sedangkan ICP 12 titik dan diukur selama 15 menit.

e. Koreksi Geometric

Koreksi *geometric* dilakukan untuk memperbaiki nilai spasial dari citra *Pleiades*. Koreksi *geometric* yang dilakukan meliputi dua metode yaitu *affine* dan *polynomial orde-2*.

f. RMS error

Pengecekan *RMS error* dimaksudkan agar nilai RMSE kurang dari satu atau lebih baik jika mendekati nol. Apabila nilai RMSE lebih dari satu, maka proses koreksi *geometric* harus diulang.

g. Uji Ketelitian

Uji ketelitian didapat dari perhitungan RMSE titik ICP dikalikan dengan nilai ketelitian *geometric* berdasarkan Perka BIG Nomor 15 tahun 2014.

h. Cropping

Cropping adalah proses pemotongan citra yang disesuaikan dengan area penelitian. Hasil *cropping* akan mempercepat waktu pemrosesan tahap selanjutnya.

i. Citra Terkoreksi

Pada tahap ini, citra sudah terkoreksi secara *geometric*, dan dapat digunakan untuk proses selanjutnya seperti pembuatan peta citra skala 1:5000 atau skala lebih kecil.

j. Analisa

Dari hasil perhitungan RMSE dengan kedua metode transformasi dan nilai RMSE per titik pada citra dapat dilakukan analisa. Selain itu, nilai RMSE tersebut dikalikan dengan koefisien ketelitian untuk mengetahui tingkat kelayakan citra sebagai peta dasar skala tertentu.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pan-Sharpening

Pan-Sharpening adalah proses penggabungan *band pankromatik* dan *band multispektral* pada citra satelit. Proses ini menghasilkan citra yang memiliki ketajaman spasial dan spektral sekaligus yang nantinya akan mempermudah interpretasi citra dan penentuan titik kontrol. Proses *Pan-Sharpening* citra *Pleiades* dilakukan dengan metode *Gram-Schmidt Spectral Sharpening*. Proses ini menghasilkan 4 band *multispektral* yang masing-masing memiliki ketajaman piksel sebesar 0,5 m. Berikut adalah hasil *Pan-Sharpening*

citra *Pleiades* dengan tampilan RGB (*Red: band_1, Green: band_2, Blue: band_3*).

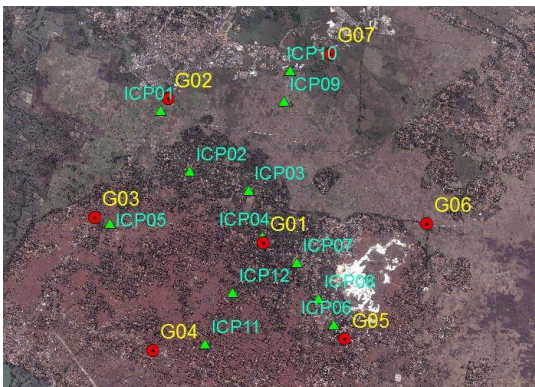


Gambar 3 Gambar Citra Satelit *Pleiades* 1A Sebelum *Pan-Sharpening* (kiri), sesudah *Pan-Sharpening* (kanan)

1. *Penentuan Letak Titik Kontrol*

Titik Kontrol Tanah (GCP) idealnya diletakkan pada jalan, sungai, garis pantai, teluk, tanjung, atau kenampakan pada permukaan Bumi lainnya yang dapat dikenali dengan kemungkinan perubahan yang relatif lambat/tetap [4]. Penentuan titik GCP diusahakan menyebar pada posisi terluar dari citra yang akan dilakukan rektifikasi. Penentuan lokasi GCP sebaiknya melalui interpretasi terhadap citra yang akan direktifikasi, agar mudah diidentifikasi di citra.

Dalam penelitian ini, digunakan 7 titik GCP dan 12 titik ICP yang didesain pada citra *Pleiades* dengan tampilan sebagai berikut:



Gambar 4 Penentuan Titik GCP dan ICP Pada Citra Satelit *Pleiades* 1A

2. *Kekuatan Jaring*

Setelah menentukan posisi titik (GCP), diperlukan adanya perhitungan kekuatan jaring/*Strength of Figure* (SoF) untuk mengetahui seberapa baik penentuan posisi titik GCP dan jumlah *baseline* yang sudah dibuat pada desain jaring. Semakin kecil bilangan faktor kekuatan jaring, maka akan semakin baik konfigurasi jaring yang dibuat dan sebaliknya [1].

Perhitungan nilai faktor kekuatan jaring ini menggunakan metode kuadrat terkecil (*least square*) dengan perhitungan sebagai berikut :

- Jumlah titik (S) = 7
- Jumlah *baseline* (N) = 12
- $n = N \times 3 = 12 \times 3 = 36$
- $u = S \times 3 = 7 \times 3 = 21$
- $n-u = 36-21 = 15$
- $BesarSoF = \frac{Trace(A^T A)^{-1}}{jumlahParameter}$ (1)

➤ = 0,123

Nilai SoF sebesar 0,123 menunjukkan kekuatan jaring yang kuat karena mendekati nol.

3. *Koordinat Titik GCP dan ICP Hasil Pengukuran GPS*

Koordinat titik kontrol (X,Y) GCP dan ICP didapatkan dari pengukuran di lapangan dengan menggunakan alat GPS *geodetik*, di mana koordinat ini digunakan untuk koreksi *geometric* dan uji ketelitian *geometric*. Berikut ini merupakan daftar koordinat titik kontrol yang digunakan:

Tabel 1
Daftar Koordinat Titik Kontrol GCP

No.	Nama Titik	Titik Kontrol	
		X (m)	Y (m)
1.	G01	692790,382	9217377,097
2.	G02	691152,016	9219851,711
3.	G03	689884,391	9217811,100
4.	G04	690900,993	9215513,836
5.	G05	694202,883	9215710,714
6.	G06	695606,230	9217706,671
7.	G07	693954,707	9220622,346

Tabel 2
Daftar Koordinat Citra *Pleiades* 1A

No.	Nama Titik	<i>Pleiades</i> 1A	
		X (piksel)	Y (piksel)
1.	G01	20.045	-19.640
2.	G02	16.903	-15.141
3.	G03	14.608	-19.174
4.	G04	-23.415	-23.415
5.	G05	22.734	-22.632
6.	G06	25.289	-18.665
7.	G07	22.109	-13.329

Tabel 3
Daftar Koordinat Titik ICP

No.	Nama Titik	Titik ICP	
		X (m)	Y (m)
1.	ICP 01	692539,9880	9218272,4820
2.	ICP 02	693261,5300	9220330,3100
3.	ICP 03	693150,6450	9219809,0760
4.	ICP 04	691532,1760	9218600,6370
5.	ICP 05	690147,0200	9217707,0580
6.	ICP 06	692780,3580	9217477,4300
7.	ICP 07	693371,9610	9217032,4470
8.	ICP 08	693747,5430	9216406,2130
9.	ICP 09	694015,9900	9215961,2080
10.	ICP 10	692270,1650	9216513,1440
11.	ICP 11	691793,5710	9215620,8980
12.	ICP 12	691025,7580	9219645,5860

4. *Perhitungan Root Mean Square Error (RMSE)*

Hasil tranformasi koordinat citra ke dalam koordinat titik GCP dan ICP menghasilkan residu. Residu merupakan selisih antara koordinat yang dianggap benar dalam hal ini yaitu koordinat dari pengukuran GPS dengan koordinat hasil transformasi dari citra *Pleiades* 1A dengan metode *affine* dan *polynomial orde-2*. Dari hasil residu tersebut, dapat dihitung besar nilai RMSE sebagai berikut:

Tabel 4
Daftar RMSE Titik GCP dengan Metode *Affine*

No.	Nama Titik	<i>Pleiades</i> 1A		
		<i>Residual</i> X	<i>Residual</i> Y	<i>Residual</i>
1.	G01	-0,718	0,326	0,788
2.	G02	0,532	0,145	0,551
3.	G03	-0,317	-0,262	0,412

4.	G04	-0,013	0,036	0,039
5.	G05	0,908	-0,071	0,911
6.	G06	-0,054	-0,093	0,551
7.	G07	0,151	-0,082	0,172
8.	Total RMSE			0,568 m

Tabel 5
Daftar RMSE Titik GCP dengan Metode *Polynomial* orde-2

No.	Nama Titik	Pleiades 1A		
		Residual X	Residual Y	Residual
1.	G01	0,004	-0,008	0,009
2.	G02	-0,061	0,112	0,128
3.	G03	0,062	-0,114	0,130
4.	G04	-0,048	0,088	0,100
5.	G05	0,046	-0,084	0,095
6.	G06	-0,423	0,077	0,088
7.	G07	0,039	-0,071	0,081
8.	Total RMSE			0,098 m

Tabel 6
Daftar Koordinat Titik ICP (GPS dan interpretasi) dari Metode *Affine*

No	Nama Titik	ICP (GPS)		ICP (Interpretasi)	
		X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
1	ICP 01	692539,988	9218272,482	692539,760	9218272,997
2	ICP 02	693261,530	9220330,310	693261,279	9220330,826
3	ICP 03	693150,645	9219809,076	693150,195	9219809,769
4	ICP 04	691532,176	9218600,637	691531,686	9218601,234
5	ICP 05	690147,020	9217707,058	690146,755	9217707,487
6	ICP 06	692780,358	9217477,430	692780,060	9217477,237
7	ICP 07	693371,961	9217032,447	693371,512	9217032,985
8	ICP 08	693747,543	9216406,213	693748,027	9216405,552
9	ICP 09	694015,990	9215961,208	694015,434	9215960,973
10	ICP 10	692270,165	9216513,144	692269,731	9216513,495
11	ICP 11	691793,571	9215620,898	691793,026	9215621,378
12	ICP 12	691025,758	9219645,586	691025,476	9219645,088

Tabel 7
Daftar RMSE Titik ICP dari Metode *Affine*

No.	Nama Titik	Pleiades 1-A		
		Residual X	Residual Y	Residual
1	ICP 01	0.052	0.265	0.317
2	ICP 02	0.063	0.266	0.329
3	ICP 03	0.203	0.480	0.683
4	ICP 04	0.240	0.356	0.596
5	ICP 05	0.070	0.184	0.254
6	ICP 06	0.089	0.037	0.126
7	ICP 07	0.202	0.290	0.492
8	ICP 08	0.234	0.436	0.670
9	ICP 09	0.310	0.055	0.365
10	ICP 10	0.188	0.124	0.312
11	ICP 11	0.297	0.230	0.527
12	ICP 12	0.079	0.248	0.328
13	Total RMSE			0,645 m

Tabel 8
Daftar Koordinat Titik ICP (GPS dan interpretasi) dari Metode *Polynomial* orde-2

No	Nama Titik	ICP (GPS)		ICP (Interpretasi)	
		X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
1	ICP 01	692539,988	9218272,482	692540,551	9218272,145
2	ICP 02	693261,530	9220330,310	693261,187	9220330,456
3	ICP 03	693150,645	9219809,076	693149,989	9219809,683
4	ICP 04	691532,176	9218600,637	691531,462	9218601,002
5	ICP 05	690147,020	9217707,058	690146,332	9217707,216
6	ICP 06	692780,358	9217477,430	692780,397	9217477,227
7	ICP 07	693371,961	9217032,447	693371,482	9217032,139

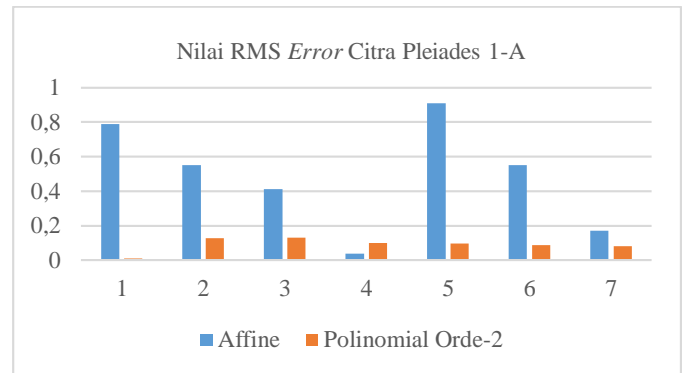
8	ICP 08	693747,543	9216406,213	693747,577	9216406,126
9	ICP 09	694015,990	9215961,208	694015,617	9215961,370
10	ICP 10	692270,165	9216513,144	692269,679	9216513,126
11	ICP 11	691793,571	9215620,898	691793,742	9215621,091
12	ICP 12	691025,758	9219645,586	691025,535	9219645,668

Tabel 9
Daftar RMSE Titik ICP dari Metode *Polynomial* orde-2

No.	Nama Titik	Pleiades 1-A		
		Residual X	Residual Y	Residual
1	ICP 01	0,317	0,114	0,430
2	ICP 02	0,118	0,026	0,140
3	ICP 03	0,431	0,368	0,799
4	ICP 04	0,510	0,133	0,643
5	ICP 05	0,473	0,025	0,498
6	ICP 06	0,002	0,041	0,043
7	ICP 07	0,230	0,095	0,325
8	ICP 08	0,001	0,008	0,009
9	ICP 09	0,139	0,026	0,165
10	ICP 10	0,236	0,003	0,236
11	ICP 11	0,029	0,037	0,066
12	ICP 12	0,050	0,007	0,056
13	Total RMSE			0,533 m

Dari hasil perhitungan transformasi koordinat citra *Pleiades* 1A dengan metode *affine* dan *polynomial orde-2*, dapat diketahui bahwa nilai RMSE yang dihasilkan oleh *polynomial orde-2* lebih kecil dibandingkan dengan *affine*. Hal ini dikarenakan metode *polynomial orde-2* merupakan pengembangan dari metode *affine* [7].

Untuk mengetahui perbedaan besar nilai RMSE setiap metode pada citra *Pleiades* 1-A dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 5 Histogram Nilai RMSE Citra *Pleiades* 1-A

Menurut Perka BIG Nomor 15 Tahun 2014 [3], ketentuan ketelitian geometri horizontal setiap peta adalah sebagai berikut:

Tabel 10
Ketelitian Geometri Peta [3]

No	Skala	Ketelitian Peta RBI		
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
		Horizontal (CE90 dalam m)	Horizontal (CE90 dalam m)	Horizontal (CE90 dalam m)
1.	1:5.000	1	1,5	2,5
2.	1:2.500	0,5	0,75	1,25
3.	1:1.000	0,2	0,3	0,5

Circular Error 90% (CE90) adalah ukuran ketelitian geometri horizontal yang didefinisikan sebagai radius

lingkaran yang menunjukkan bahwa 90% kesalahan atau perbedaan posisi horizontal objek di peta dengan posisi yang dianggap sebenarnya tidak lebih besar dari radius tersebut. Nilai CE90 kemudian dihitung berdasarkan rumus [3]:

$$CE90 = 1,5175 \times RMSE \quad (2)$$

Berdasarkan perhitungan perkalian nilai RMSE titik ICP kedua metode transformasi dengan koefisien ketelitian diperoleh nilai ketelitian horizontal pada citra *Pleiades 1A* dengan metode *affine* sebesar $1,5175 \times 0,645 \text{ m} = 0,979 \text{ m}$ dan dengan metode *polynomial orde-2* sebesar $1,5175 \times 0,533 \text{ m} = 0,809 \text{ m}$. Nilai ketelitian *geometric* dari kedua metode transformasi menunjukkan nilai $\leq 1 \text{ m}$, sehingga citra *Pleiades 1A* memenuhi syarat untuk dijadikan sebagai peta dasar skala 1:5.000 dengan kategori kelas 1.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Dari hasil perhitungan transformasi koordinat metode *affine* dan *polynomial orde-2*, nilai RMSE GCP sebesar 0,568 m, RMSE ICP sebesar 0,533 m dari metode *affine*. Sedangkan pada metode *polynomial orde-2*, nilai RMSE GCP sebesar 0,098 m dan RMSE ICP sebesar 0,645 m. Metode *polynomial orde-2* menghasilkan nilai RMSE yang lebih baik dari pada *affine* karena *polynomial orde-2* merupakan pengembangan dari metode *affine*.
- b. Untuk kelayakan citra sebagai peta dasar, citra *Pleiades 1A* memenuhi syarat untuk pembuatan peta dasar lahan pertanian hingga kategori kelas 1 untuk skala 1:5.000. Hal ini dibuktikan dengan nilai ketelitian *geometric* dari CE90 oleh kedua metode tersebut yaitu $\leq 1 \text{ m}$.

Adapun saran untuk penelitian ini dan penelitian selanjutnya adalah:

- a. Dalam pengukuran titik GCP metode jaring, sebaiknya menggunakan titik pengikat dari BIG contohnya seperti titik SRGI 2013 yang letaknya terdekat dari lokasi penelitian.
- b. Sebaiknya dalam penelitian selanjutnya dalam koreksi *geometric* citra resolusi tinggi, metode transformasi yang disarankan adalah *polynomial orde-2* agar RMSE yang didapat semakin baik, yaitu mendekati nol.
- c. Dalam melakukan interpretasi citra secara visual, objek bangunan yang memiliki atap berbahan tanah liat cukup sulit untuk dibedakan dengan permukaan tanah. Sebaiknya dalam menentukan GCP maupun ICP, objek yang digunakan adalah bangunan yang memiliki warna atap yang mencolok, atau objek lain yang mempunyai kondisi serupa.

PENUTUP

Penulis menyadari bahwa jurnal ini masih banyak kekurangan baik dalam penulisan maupun dari segi isi, karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun guna perbaikan penelitian ini kelak. Akhir kata, penulis menyampaikan banyak terima kasih semoga jurnal ini dapat bermanfaat untuk mahasiswa Teknik Geomatika FTSP-ITS.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abidin, HZ, 2000. *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- [2] Adimihardja A., Wahyunto dan Rizatus Shofiyati. 2004. *Gagasan Pengendalian Konversi Lahan Sawah Dalam Rangka Peningkatan Ketahanan Pangan Nasional. Prosiding Seminar: Multi Fungsi Pertanian dan Konservasi Sumber daya Lahan*, di Bogor, 18 Desember 2003 dan 7 Januari 2004 halaman 47-64. Puslitbang Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- [3] BIG. 2014. Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar. Cibinong: Kepala BIG.
- [4] [Badan Informasi Geospasial, 2016. *Modul Validasi Peta Rencana Tata Ruang*. Cibinong, Sekretariat BIG.
- [5] Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. 2000. *Sumber daya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya*. Puslit. Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- [6] Sukmayadi, D. 2014. *Citra Tegak Satelit Resolusi Tinggi Strategi Pemenuhan Kebutuhan Survei dan Pemetaan Skala Besar Secara Cepat* <URL:<http://www.bakosurtanal.go.id>> diakses pada tanggal 19 Januari 2015 pukul 22.51.
- [7] Mohammed, N.Z. & Eiman Eisa. "The Effect of Polynomial Order on Georeferencing Remote Sensing Images." *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*, 2013: Volume 2, Issue 8.