

Analisa Ketelitian *Geometric* Citra Pleiades Sebagai Penunjang Peta Dasar RDTR (Studi Kasus: Wilayah Kabupaten Bangkalan, Jawa Timur)

Wahyu Teo Parmadi dan Bangun Muljo Sukojo

Jurusan Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail : bangunms@gmail.com¹

Abstrak—Pada era pembangunan saat ini, untuk mengarahkan pembangunan dengan memanfaatkan ruang wilayah secara berdaya guna, berhasil guna, serasi, selaras, seimbang, dan berkelanjutan dalam rangka meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan pertahanan keamanan sesuai amanat undang-undang, perlu disusun Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW). Salah satu komponen dari Rencana Tata Ruang Wilayah tersebut adalah pengembangan kawasan permukiman. Sebagai upaya perencanaan pembangunan yang tepat terutama kebutuhan akan data spasial pendukung perencanaan permukiman dapat diperoleh dengan cepat, murah namun akurat digunakan bantuan citra satelit resolusi tinggi seperti citra satelit Pleiades. Untuk dapat dimanfaatkan secara optimal, citra satelit harus sudah terbebas dari kesalahan atau distorsi yang terjadi selama proses perekaman data dengan cara melakukan koreksi. Koreksi citra bertujuan memperbaiki citra agar sesuai mendekati dengan kondisi objek dipermukaan bumi. Koreksi citra meliputi koreksi radiometrik dan *geometric*. Untuk mendapatkan posisi geografi yang akurat dilakukan proses koreksi *geometric*. Dalam penelitian ini koreksi *geometric* menggunakan metode koreksi nonsistematik dimana setiap piksel pada citra diposisikan sesuai koordinat sebenarnya dengan acuan *Ground Control Point* (GCP) sedangkan untuk koreksi topografi dan distorsi perekaman digunakan data *Digital Elevation Model* (DEM). Data yang digunakan yaitu data citra satelit Pleiades dan DEM ALOS-PALSAR tahun 2015. Untuk mengetahui ketelitian dari koreksi *geometric* dari citra tersebut berdasarkan pada nilai (*Root Mean Square Error*) RMSE yang didapatkan dari perhitungan matematis koreksi *geometric* metode *Affine* dan metode *Rigorous Toutin*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan ketelitian citra terkoreksi *geometric* berdasarkan nilai RMSE menggunakan metode *Rigorous Toutin* lebih baik yaitu sebesar 1,157 m sedangkan menggunakan metode *Affine* didapatkan nilai ketelitian sebesar 1,749 m. Dari nilai ketelitian ini dapat disimpulkan bahwa Citra Pleiades terkoreksi dapat digunakan sebagai Peta Dasar RDTR skala 1:5000 kelas 3.

Kata Kunci—ALOS-PALSAR, Koreksi *Geometric*, Penginderaan Jauh, Pleiades, RMSE

I. PENDAHULUAN

KABUPATEN Bangkalan merupakan daerah yang terbangun. Menurut PERDA Kabupaten Bangkalan No.10 Tahun 2009 disebutkan bahwa untuk mengarahkan pembangunan di Kabupaten Bangkalan dengan memanfaatkan ruang wilayah secara berdaya guna, berhasil guna, serasi, selaras, seimbang, dan berkelanjutan dalam rangka meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan pertahanan

keamanan, perlu disusun Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) [1]. Salah satu komponen dari Rencana Tata Ruang Wilayah tersebut adalah pengembangan kawasan permukiman.

Teknologi penginderaan jauh adalah suatu kegiatan pengamatan obyek atau suatu daerah tanpa melalui kontak langsung dengan obyek tersebut [2]. Salah satu pemanfaatan citra dengan resolusi tinggi dan turunannya adalah untuk memperbarui peta skala besar yang berguna untuk memantau perkembangan bangunan di suatu wilayah. Akan tetapi pemanfaatan teknologi ini untuk *updating* peta skala besar mempunyai beberapa kendala, misalnya perekaman data oleh sensor satelit yang tidak dapat digunakan secara langsung karena masih terdapat beberapa kesalahan *geometric* yang harus dieliminir [3].

Untuk mengeliminasi berbagai kesalahan *geometric*, maka dilakukan koreksi *geometric*. Dalam penelitian ini metode koreksi *geometric* yang digunakan adalah metode *Affine*. Setiap piksel pada citra diposisikan sesuai koordinat sebenarnya dengan acuan koordinat titik kontrol (x,y) sedangkan untuk koreksi topografi dan distorsi perekaman digunakan data *Digital Elevation Model* (DEM). Masing-masing metode memiliki karakteristik yang berbeda. Hal ini dilakukan untuk membandingkan hasil dan menentukan yang terbaik.

Ketelitian *geometric* dari data citra Pleiades dilakukan dengan cara menghitung RMSE dari pengukuran beberapa titik hasil digitasi pada citra dengan beberapa titik yang sama yang diukur di lapangan menggunakan GPS (titik kontrol). Nilai RMSE harus kurang dari sama dengan 1. Nilai RMSE semakin mendekati nilai nol maka koreksi *geometric*-nya semakin baik.

Penelitian ini bertujuan menghitung ketelitian *geometric* citra Pleiades dan menganalisa tingkat ketelitian *geometric* citra satelit Pleiades terkoreksi berdasarkan nilai RMSE dengan menggunakan metode nonsistematik.

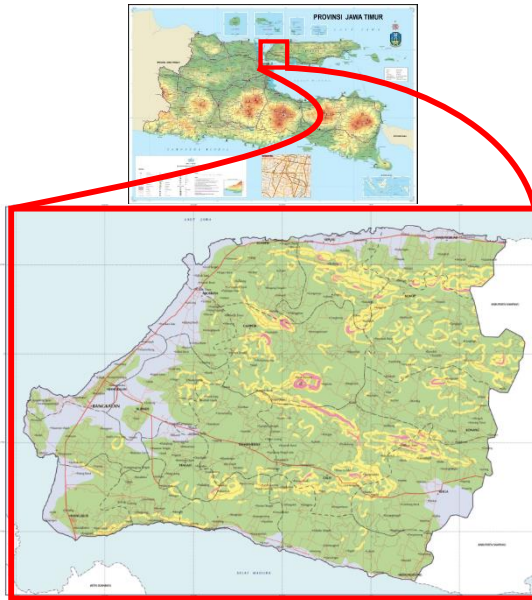
Manfaat yang diperoleh dari penyusunan tugas akhir ini adalah mampu memberikan informasi mengenai ketelitian *geometric* citra Pleiades dan DEM ALOS/PALSAR berdasarkan nilai RMSE sebagai penunjang Peta Dasar Rencana Detail Tata Ruang Permukiman Kabupaten Bangkalan.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini terletak di Wilayah Kecamatan Socah, Kabupaten Bangkalan dengan luas wilayah 57,121 km² yang

berada dibagian paling barat dari Pulau Madura terletak diantara koordinat 112° 40'06" - 113° 08'04" Bujur Timur serta 6° 51'39" - 7° 11'39" Lintang Selatan.



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Kabupaten Bangkalan (Sumber: Dinas Pekerjaan Umum Bangkalan dan bpnjatim.wordpress.com) [4]

B. Data dan Peralatan

Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra satelit Pleiades 1-A tahun 2015, DEM ALOS PALSAR yang digunakan sebagai acuan koordinat tinggi (koordinat Z) titik kontrol dan data hasil pengukuran *Ground Control Point* (GCP).

Peralatan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- a Perangkat Keras (*Hardware*)
 - *Personal Computer*
 - *GPS Geodetik*
- b Perangkat Lunak (*Software*)
 - Perangkat Lunak Pengolah Citra
 - Matlab
 - ArcGIS

C. Tahapan Pengolahan Data

Keterangan Tahap Pengolahan data:

a. Data

- Data yang akan diolah adalah:
 - Data Citra Satelit Pleiades
 - Data DSM ALOS/PALSAR
 - Koordinat titik kontrol tanah
 - Titik Cek Bebas

b. Pemotongan dan Penajaman Citra

Untuk dapat mengoreksi *geometric* citra satelit Pleiades diperlukan proses pemotongan citra dimana berfungsi untuk memilih lokasi daerah penelitian yang dikehendaki dan dilakukan proses penajaman (*pansharpening*) dengan menggabungkan data pankromatik dengan multispektral.

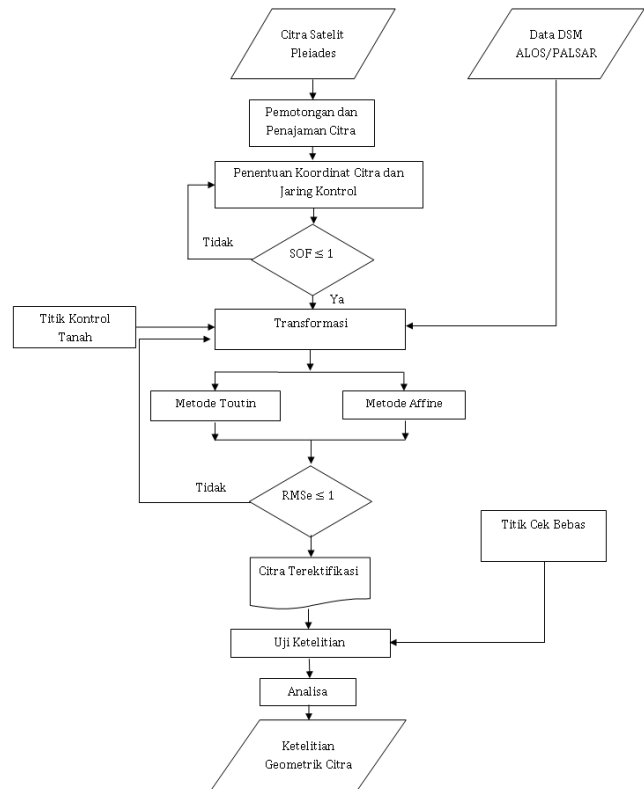
c. Penentuan Koordinat Citra dan Jaring Kontrol

Langkah selanjutnya menentukan GCP yang akan digunakan untuk proses pengolahan data. Setelah itu dapat diketahui

koordinat citra suatu titik. Selain itu, perlu diperhitungkan distribusi dari titik-titik GCP melalui jaring kontrol. Distribusi titik yang baik dapat dilihat dari kekuatan jaring yang ditunjukkan dengan nilai *Strenght Of Figure*.

d. Perhitungan SOF

Perhitungan SOF dimaksudkan untuk mengetahui tingkat kekuatan geometri dari rangkaian segitiga yang menentukan penyebaran kesalahan dalam perataan jaringan. Hasil perhitungan SOF harus ≤ 1 . Hasil perhitungan SOF terkecil maka akurasinya semakin baik.



Gambar 2. Diagram Alir Pengolahan Data

e. Transformasi

Koreksi distorsi *geometric* yang bersifat tidak sistematis dapat dikoreksi dengan menggunakan posisi geografik (titik kontrol tanah) yang terdistribusi merata di seluruh citra. Selanjutnya citra dikoreksi dengan sistem transformasi. Dalam proses pengolahan ini dilakukan dengan metode transformasi yaitu transformasi *Affine* dan metode *Rigorous Toutin*. Dalam proses koreksi *Geometric* ini diperlukan koordinat titik kontrol tanah dan DEM untuk dijadikan acuan.

f. Perhitungan RMSE

Perhitungan RMSE dimaksudkan untuk mengetahui akurasi koreksi *Geometric*. Hasil perhitungan RMSE ≤ 1 . Hasil perhitungan RMSE terkecil maka akurasinya semakin baik.

g. Hasil transformasi

Model hasil transformasi harus memenuhi syarat RMSE (*Root Mean Square Error*) ≤ 1 piksel [5]. Apabila nilai RMSE melebihi 1 piksel, maka harus dilakukan rektifikasi atau transformasi ulang.

h. Citra Terektifikasi

Citra yang telah direktifikasi kemudian dianalisis untuk mendapatkan metode mana yang ideal.

i. Uji Ketelitian

Uji ketelitian dilakukan untuk mengetahui perbedaan data ukuran koordinat lapangan dengan data koordinat pada citra hasil rektifikasi. Uji ketelitian dilakukan menggunakan koordinat titik kontrol, yang tingkat ketelitiannya diketahui dari besar atau tidaknya nilai RMS error koordinat tersebut.

j. Analisis Hasil

Pada tahapan ini merupakan tahapan terakhir dalam tahap pengolahan data, berupa analisa hasil ketelitian koreksi *geometric* berdasarkan RMSE citra satelit Pleiades hasil transformasi. Setelah semua proses dilakukan dapat diketahui kesesuaian skala peta yang dapat dipenuhi berdasar ketelitian *geometric* data citra Pleiades.

k. Hasil

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah data ketelitian koreksi *geometric* citra Pleiades.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Koordinat Titik Kontrol

Untuk melakukan rektifikasi citra perlu dilakukan transformasi koordinat citra menjadi koordinat di lapangan. Dari pengukuran GPS didapatkan koordinat lapangan (GCP) dan selanjutnya ditentukan lokasi koordinat tersebut sesuai kenampakan pada citra sehingga didapatkan koordinat citra. Koordinat ini digunakan sebagai titik sekutu dalam proses transformasi koordinat citra menjadi koordinat lapangan sehingga didapatkan parameter transformasi.

Berikut daftar titik kontrol yang digunakan sebagai titik sekutu.

Tabel 1.
Koordinat Titik Kontrol Tanah

Titik	X(m)	Y(m)	Z(m)
G01	692790,38	9217377,1	47
G02	691152,02	9219851,7	33
G03	689884,39	9217811,1	38
G04	690900,99	9215513,8	75
G05	694202,88	9215710,7	54
G06	695606,23	9217706,7	38
G07	693954,71	9220622,4	33

Tabel 2.
Koordinat Pikel Citra

Titik	x(piksel)	y(piksel)
G01	20044	19639
G02	16903	15141
G03	14606	19175
G04	16564	23402
G05	22736	22634
G06	252983	18666
G07	22103	13324

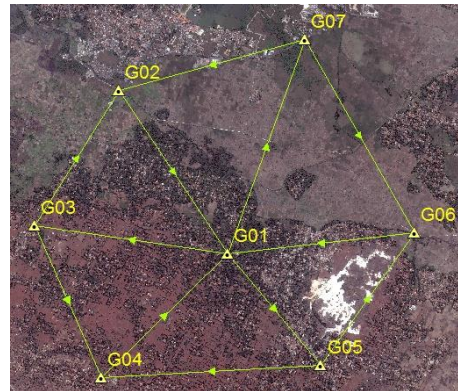
Tabel 3.
Daftar koordinat titik cek bebas (ICP)

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

B. Desain dan Perhitungan Kekuatan Jaring Kontrol

Desain jaring dibuat sebelum melakukan pengukuran GCP di lapangan menggunakan GPS, hal ini dimaksudkan agar hasil pengukuran GCP lebih teliti. Semakin kecil nilai faktor kekuatan jaring, maka akan semakin baik konfigurasi jaring yang bersangkutan, dan sebaliknya [6].



Gambar 3. Desain Jaring pada Citra PLEIADES

Perhitungan nilai faktor kekuatan jaring ini menggunakan metode perataan parameter dengan komponen-komponen sebagai berikut:

- Jumlah Titik : 7
- Jumlah *Baseline* : 12
- N Ukuran : Jumlah *baseline* x 3
= 12 x 3 = 36
- N Parameter : Jumlah titik x 3
= 7 x 3 = 21
- U : N ukuran - Nparameter
= NU-NP = 15
- Besar SoF : $\frac{[Trace(A^T A)^{-1}]}{U}$ (1)
- SoF PLEIADES = 0,12286

C. Hasil Rektifikasi Citra

Rektifikasi citra dilakukan dengan menggunakan *Affine* dan *Toutin model*. Pada metode *Affine* dan *Rigorous Toutin* dibutuhkan minimal 5 titik kontrol tanah. Penelitian ini digunakan 7 titik kontrol tanah dan 12 titik cek bebas sehingga pada penelitian ini dipilih metode ini karena syarat penggunaan metode telah terpenuhi.

Akurasi hasil rektifikasi citra diketahui dari nilai *RMS error*. Nilai *RMS error* menunjukkan nilai kesalahan yang terjadi dalam proses rektifikasi.

Hasil perhitungan *RMS error* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.
Hasil Perhitungan RMSE metode *Affine*

Titik	Residu x	Residu y	RMS
G01	-0,71	0,33	0,79
G02	0,53	0,14	0,55

G03	-0,31	-0,26	0,41
G04	-0,01	0,04	0,04
G05	0,9	-0,07	0,91
G06	-0,54	-0,09	0,55
G07	0,15	-0,08	0,17
Total RMSE			0,56

Tabel 5.

Hasil Perhitungan RMSE metode *Rigorous Toutin*

Titik	Residu x	Residu y	RMS
G01	-0,19	-0,41	0,45
G02	0,18	0,17	0,25
G03	-0,10	0,01	0,10
G04	0,15	0,14	0,20
G05	-0,12	-0,09	0,15
G06	0,20	0,30	0,36
G07	-0,12	-0,13	0,17
Total RMSE			0,27

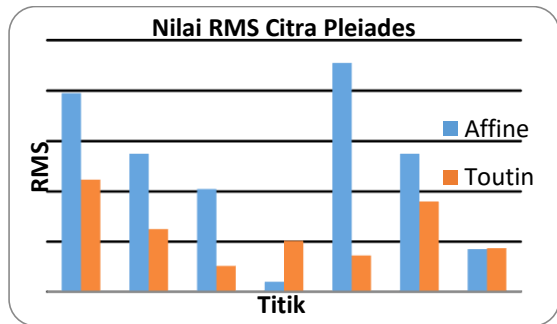
Tabel 6.

Nilai Rata-rata RMS ICP pada Citra Pleiades pada Metode *Affine* dan *Rigorous Toutin*

	Metode	
	<i>Affine</i>	<i>Rigorous</i>
Rata-rata RMS	1,329	0,582
Total RMSE	1,153	0,763

Dari hasil perhitungan transformasi koordinat citra Pleiades 1A menggunakan dua metode yang berbeda didapatkan nilai RMSE dengan metode *Rigorous Toutin* lebih kecil dibandingkan nilai RMSE dengan metode *Affine*. Hal ini disebabkan model matematis metode *Toutin* lebih kompleks dari model matematis metode *Affine* yang linier sehingga menghasilkan nilai RMSE yang lebih baik.

Perbedaan nilai *RMS* tiap titik pada kedua metode transformasi yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Nilai *RMS* per titik pada Citra Pleiades 1A

D. Analisis Hasil Koreksi Geometric

Dari hasil proses koreksi *geometric* didapatkan nilai residu data pengukuran di lapangan yang berupa koordinat pengukuran GPS dan titik koordinat citra satelit setelah proses koreksi. Nilai residu koordinat X dan Y digunakan untuk mencari nilai *RMS Error* koordinat citra.

Pada hasil rektifikasi menggunakan GCP didapatkan bahwa hasil rektifikasi menggunakan metode *Rigorous* menghasilkan nilai RMSE yang lebih kecil daripada dengan metode *Affine* dengan nilai 0,27 m pada metode *Rigorous* dan 0,56 m pada metode *Affine*. Hal ini menunjukkan ketelitian parameter pada proses rektifikasi menggunakan metode *Rigorous* lebih tinggi daripada metode *Affine*. Sedangkan untuk *RMS* atau residual tiap titik pada metode *Affine* memiliki nilai terkecil sebesar 0,04 m dan terbesar 0,91 m. sedangkan pada metode *Rigorous* nilai

RMS atau residual tiap titik memiliki nilai terkecil 0,10 m dan terbesar 0,45 m.

Setelah citra dilakukan rektifikasi menggunakan GCP koordinat piksel citra akan berubah menyesuaikan sistem koordinat GCP. Koordinat piksel hasil rektifikasi tidak tepat 100% sesuai dengan koordinat seharusnya di lapangan untuk menghitung *error* yang terjadi setelah proses koreksi/rektifikasi diperlukan titik uji/ICP. Nilai ini ditunjukkan dengan RMSE. Nilai RMSE dapat menunjukkan ketelitian dari suatu citra terkoreksi *geometric*. Pada penelitian ini didapatkan nilai RMSE ICP dengan metode *Affine* sebesar 1,153 m sedangkan dengan metode *Rigorous* sebesar 0,763 m. Dari nilai ini menunjukkan bahwa citra hasil koreksi *geometric* menggunakan metode *Rigorous* memiliki ketelitian yang lebih baik daripada metode *Affine*. Hal ini juga menunjukkan bahwa ketelitian dari citra hasil koreksi *geometric* dipengaruhi oleh metode yang digunakan.

Untuk ketelitian tiap titik hasil koreksi *geometric* ditunjukkan dengan nilai *RMS*. Pada koreksi *geometric* menggunakan metode *Affine* nilai *RMS* terkecil sebesar 0,540 m dan terbesar 2,624 m, sedangkan pada metode *Rigorous* didapatkan nilai *RMS* terkecil sebesar 0,285 m dan terbesar 0,903 m.

Pada metode *Rigorous* seharusnya dapat memberikan hasil *RMS* per titik yang lebih baik karena merupakan metode yang lebih teliti daripada metode *Affine*. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi besaran *RMS error* koordinat pada uji ketelitian citra terkoreksi yaitu:

1. Faktor-faktor kesalahan pada pengamatan GPS baik pada pengamatan untuk GCP maupun ICP.
2. Ketelitian koordinat titik-titik GCP dan ICP dalam pengamatan GPS.
3. Terdapat perbedaan metode dan durasi pengamatan GPS yaitu statik dan absolut.
4. Perbedaan identifikasi GCP dan ICP pada citra di setiap metode yang dilakukan.
5. Rumus setiap metode dalam proses rektifikasi yang digunakan.

E. Analisis Ketelitian Geometric Citra

Berdasarkan Perka BIG Nomor 15 Tahun 2014, ketentuan ketelitian geometri horizontal setiap peta adalah sebagai berikut:

Tabel 7.

Ketelitian *Geometric* Horizontal Peta

No.	Skala	Ketelitian Peta RBI		
		Kelas 1 Horizontal (CE90 (m))	Kelas 2 Horizontal (CE90 (m))	Kelas 3 Horizontal (CE90 (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

CircularError90% (CE90) adalah ukuran ketelitian *geometric* 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 [7].

Nilai CE90 kemudian dihitung berdasarkan rumus [7]:

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

Berdasarkan perhitungan perkalian koefisien ketelitian dengan nilai RMSE ICP diperoleh ketelitian *geometric* horisontal citra Pleiades sebesar $1,5175 \times 1,153 \text{ m} = 1,749 \text{ m}$ dengan metode *Affine* dan sebesar $1,5175 \times 0,763 \text{ m} = 1,157 \text{ m}$ dengan metode *Rigorous Toutin*. Sehingga citra Pleiades memenuhi syarat peta skala 1:5000 kelas 3.

IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

A. Kesimpulan

Dari hasil proses analisa yang telah dilakukan dalam penelitian ini, dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu sebagai berikut:

- a. Dari hasil perhitungan transformasi koordinat didapatkan nilai RMSE menggunakan metode *Affine* sebesar 0,56 dan 0,27 menggunakan metode *Rigorous* pada citra Pleiades 1A. Pada metode *Affine* nilai *RMS* per titik terkecil sebesar 0,04 pada titik 4 dan *RMS* per titik terbesar sebesar 0,91 pada titik 5. Pada metode *Rigorous* nilai *RMS* per titik terkecil sebesar 0,1 pada titik 3 dan *RMS* per titik terbesar sebesar 0,45 pada titik 1.
- b. Untuk ketelitian horisontal citra sebagai peta dasar, citra Pleiades terkoreksi memenuhi syarat ketelitian untuk pembuatan peta dasar RDTR hingga kategori kelas 3 untuk skala 1:5.000. Hal ini dibuktikan dengan nilai ketelitian *geometric* dari CE90 oleh kedua metode tersebut yaitu $\leq 2,5 \text{ m}$.

B. Saran

Saran penulis untuk penelitian selanjutnya dengan tema koreksi *geometric* adalah pada peletakan titik kontrol yang menjadi acuan harus tersebar merata pada area studi dan ditempatkan pada objek yang jelas serta tampak jelas pada citra dan berkemungkinan memiliki potensi perubahan yang kecil dari tahun ke tahun tidak lebih dari ukuran satu piksel citra (dalam penelitian ini = 0,5 m).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] PEMKAB BANGKALAN. (2009). "Peraturan Daerah Kabupaten Bangkalan Nomor 10 Tahun 2009". Bangkalan: PEMKAB BANGKALAN.
- [2] Lillesand, Kiefer. 1994. "Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra". Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- [3] A'yun, Q., Agung B., Udiana W. 2013. "Analisa Kelayakan Penggunaan Citra Satelit World View-2 untuk Updating Peta Skala 1:1000". Surabaya: ITS.
- [4] Dinas PU Bangkalan. 2013. "Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah Kabupaten Bangkalan, Provinsi Jawa Timur". Diambil dari www.vsi.esdm.go.id diakses pada 15 Desember 2015.
- [5] Purwadhi, F. S. H., 2001. Interpretasi Citra Digital. Jakarta: PT. Gramedia Widiasarana.
- [6] Abidin, Z. Hasannudin. 2000. Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya. Jakarta: PT. PRADNYA PARAMITA
- [7] BIG. 2014. Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar. Cibinong: Kepala BIG.