

# Analisis Ketelitian Geometrik Citra Satelit Pleiades 1B dan Geoeye untuk Pembuatan Peta Dasar RDTR Kawasan Pesisir (Studi Kasus: Kecamatan Bulak, Surabaya, Jawa Timur)

Moh. Mahfudhdin Alawy<sup>1</sup>, Bangun Muljo Sukojo<sup>1</sup>

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**—Tersedianya berbagai macam citra satelit resolusi tinggi dengan ketelitian yang sangat baik yaitu kurang dari satu meter menunjukkan telah berkembangnya teknologi penginderaan jauh saat ini, hal tersebut menjadi kemajuan pula pada ketelitian berbagai peta dasar yang mengharuskan skala yang tinggi misalkan minimal 1:5000 pada penyusunan peta dasar rencana detil tata ruang baik perkotaan, industri maupun pesisir yang mana akan diulas pada penelitian ini. Tentunya untuk memenuhi skala yang tinggi, citra satelit resolusi tinggi tersebut harus diolah dan dikoreksi geometriknnya untuk meminimalisir kesalahan. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data citra satelit resolusi tinggi Pleiades 1B tahun 2015 dan Geoeye tahun 2013. Sebagaimana untuk memenuhi ketelitian skala peta yang tinggi yaitu minimal 1:5000, maka pada penelitian ini kedua citra tersebut dilakukan proses koreksi geometrik dengan metode transformasi yang digunakan adalah *Affine* dan *Polynomial Orde 2*. Sebagai data penunjang yaitu data Titik Kontrol Tanah (*GCP*) sebanyak 9 titik dan titik *Independent Check Point (ICP)* sebanyak 23 titik yang diukur menggunakan GPS Geodetic serta 21 data pengukuran Jarak Planimetris, data ini digunakan untuk proses koreksi geometrik sampai dengan uji ketelitian geometrik yang dilakukan pada masing-masing citra. Pada akhirnya hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa dari kedua citra yang telah dilakukan penelitian memiliki hasil nilai ketelitian yang memenuhi standar ketelitian peta sampai dengan skala 1:5000 pada kelas 1, dengan rincian proses koreksi geometrik rektifikasi menghasilkan nilai *RMS Error* yang menunjukkan bahwa metode *Polynomial Orde 2* pada citra Pleiades 1B 0,158 dan Geoeye 0,089 memiliki nilai *RMS Error* yang lebih baik dari metode *Affine* pada Pleiades 1B 0,253 dan Geoeye 0,173, ketelitian geometrik horizontal *CE90* citra satelit Geoeye dengan nilai 0,697 yang lebih baik dibandingkan dengan Pleiades 1B yang memiliki nilai 0,731, begitu juga pada uji ketelitian planimetris yang menunjukkan citra Geoeye dengan nilai ketelitian 0,506 lebih baik dari Pleiades 1B sebesar 0,648.

**Kata Kunci** – Pleiades 1B, Geoeye, Koreksi Geometrik, Ketelitian Geometrik.

## I. PENDAHULUAN

PESISIR kota Surabaya berada pada titik koordinat 70 14' - 70 21' LS dan 1120 37' - 1120 57' BT Wilayah pesisir Surabaya meliputi 11 Kecamatan dengan luas kota 52,087 Ha, luas daratan 33,048 Ha sedangkan selebihnya yaitu 19,039 Ha merupakan wilayah laut dimana memiliki panjang garis pantai 37,5 km terbentang dari sisi timur dari titik perbatasan Kabupaten Sidoarjo (di sisi selatan) hingga kearah utara dari titik perbatasan kabupaten Gresik [1].

Diantara aplikasi Penginderaan jauh yaitu dalam identifikasi objek-objek di permukaan bumi dengan tema analisa tertentu, seperti pada kasus yang diangkat pada kesempatan kali ini yaitu kajian mengenai geometrik citra serta analisisnya sebagai peta dasar tata ruang pesisir di kota Surabaya khususnya kecamatan Bulak. Ketentuan mengenai peta pola ruang RDTR meliputi skala atau tingkat ketelitian minimal 1:5000 dan mengikuti ketentuan mengenai system informasi geografis yang dikeluarkan oleh kementerian/lembaga yang berwenang, mencakup ruang darat dan/atau ruang laut dengan batasan empat mil diukur dari garis pantai, dan dapat digambarkan dalam beberapa lembar peta yang tersusun berurutan mengikuti ketentuan yang berlaku [2]. Maka berdasarkan hal-hal di atas, sebagai tindakan pengawasan dan pengendalian dapat dilakukan pemetaan zona pesisir melalui data citra resolusi tinggi dengan harapan menyajikan informasi yang lebih banyak dan teliti mengenai wilayah pesisir sebagaimana telah direncanakan tersebut.

Data citra satelit sebagai data penunjang penelitian yang dilakukan merupakan data citra satelit Pleiades 1A dan Geoeye, kedua satelit tersebut merupakan satelit resolusi tinggi dengan resolusi spasial pankromatik dan multispektral yang dimiliki oleh citra satelit Pleiades 1A masing masing sebesar 0,5m dan 2m [3], sedangkan untuk citra satelit Geoeye masing-masing yaitu 0,46m dan 1,84m [4]. Kedua data tersebut nantinya akan

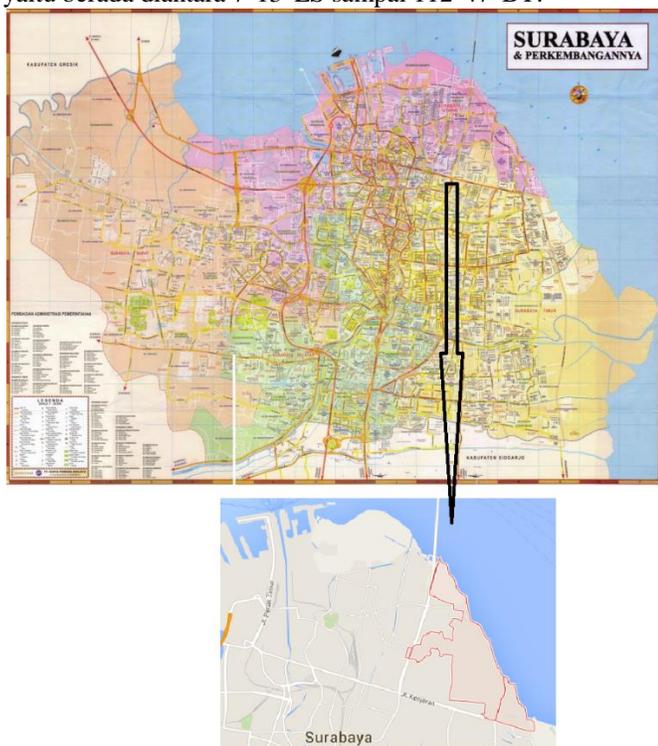
dilakukan analisa geometrik untuk mengetahui ketelitian dalam penggunaannya sebagai komponen peta dasar penyusunan RDTR Pesisir Surabaya.

Analisa geometrik yang dilakukan pada penelitian ini mengacu pada ketelitian yang didapat melalui proses koreksi geometrik. Secara teknis terdapat metode-metode yang digunakan dalam proses koreksi geometrik yang mana pada penelitian ini akan disesuaikan dengan Jumlah titik kontrol dan citra yang digunakan. Dengan mendapatkan ketelitian geometrik yang tinggi pada citra satelit yang akan digunakan maka diharapkan akan memberikan ketelitian yang tinggi pula pada pembuatan peta dasar tata ruang pesisir yang akan dihasilkan nantinya.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang digunakan pada kesempatan kali ini yaitu wilayah pesisir kota Surabaya tepatnya di Kecamatan Bulak, terletak di tepi pantai utara provinsi Jawa Timur. Wilayahnya berbatasan dengan Selat Madura di sebelah timur, Kecamatan Kenjeran di sebelah selatan dan Kecamatan Tambaksari di sebelah barat, serta Kecamatan Mulyorejo di sebelah selatan [5], dengan keterangan letak secara geografis yaitu berada diantara  $7^{\circ}13' LS$  sampai  $112^{\circ}47' BT$ :



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Sumber : Badan Perencanaan Pembangunan Kota Surabaya 2004)

### B. Data dan Peralatan

#### 1) Data

Data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini yaitu meliputi berikut:

- Jumlah Data Citra Satelit Resolusi Tinggi Pleiades 1B kawasan Kota Surabaya tahun pengambilan data 2015.

- Data Citra Satelit Resolusi Tinggi Geoeye kawasan Kota Surabaya tahun pengambilan data 2013.
- Data Hasil Pengukuran *Ground Control Point (GCP)* di daerah penelitian Kecamatan Bulak, Kota Surabaya.
- Data Hasil Pengukuran *Independent Check Point (ICP)* di daerah penelitian Kecamatan Bulak, Kota Surabaya.
- Data Hasil Pengukuran Planimetris di daerah penelitian Kecamatan Bulak, Kota Surabaya.

#### 2) Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini yaitu:

- Perangkat Lunak (Software) yang digunakan dalam pengerjaan Penelitian ini tugas akhir ini antara lain:
  - Windows 7
  - Microsoft Office 2016
  - ArcGIS 10
  - Topcon Tools 8
  - Preogram Pengolah Citra Satelit.

Peralatan lain yang digunakan untuk Survey lapangan:

- Receiver GNSS Geodetic Topcon Hiper-Pro
- Roll Meter
- Kamera
- Alat Tulis

### C. Tahap Pengolahan Data

Pertama-tama, data yang digunakan merupakan data citra resolusi tinggi yaitu data citra satelit Pleiade 1B dan atau Geoeye, *Pansharpening* dilakukan untuk memaksimalkan data spectral yang ada dengan melakukan koreksi yang disebut koreksi radiometric, sedangkan *Pansharpening* digunakan untuk mendapatkan resolusi spasial yang tinggi dengan mengabungkan band multispectral dengan *Panchromatic*. Titik *GCP* didapatkan melalui pengukuran langsung dilapangan. Penyusunan jaring dilakukan berdasarkan titik-titik yang telah didapatkan yaitu dengan menghubungkan titik menjadi jarring yang selanjutnya dihitung kekutan jarring atau yang disebut dengan *Strength of Figure (SOF)*, analisa *SOF* dilakukan untuk menentukan apakah jaring telah memenuhi syarat atau harus dikoreksi kembali pembuatan jaringnya.

Koreksi geometrik yang dilakukan adalah dengan melakukan rektifikasi menggunakan titik *GCP* yang sebelumnya telah dilakukan pengukuran di lapangan. Adapun dalam melakukan Rektifikasi digunakan 2 metode transformasi yaitu:

- Transformasi *Affine*
- Transformasi *Polynomial Orde 2*

Hasil koreksi geometrik yang didapatkan adalah berupa citra yang telah dikoreksi geometriknya, maka dengan tersebut koordinat yang ada dalam citra telah ditransformasikan ke dalam system koordinat tertentu yaitu sistem koordinat UTM sesuai dengan koordinat *GCP* yang digunakan dalam rektifikasi.

Keberanan koreksi geometrik akan diuji dalam perhitungan *RMS Error* dan uji ketelitian geometrik untuk mendapatkan dan membuktikan kebenaran atau akurasi hasil yaitu citra yang telah terkoreksi. Selanjutnya dilakukan analisa mengenai ketelitian geometrik dari masing masing citra yang digunakan.

Ketelitian geometric yang dimaksudkan adalah mengacu pada ketentuan Peraturan Kepala BIG Tentang Ketelitian Peta dasar beserta Modul Validasi Peta Rencana Tata Ruang

*Root Mean Square Error (RMSE)* yang dihasilkan akan memiliki nilai berbeda, baik dari masing-masing titik maupun dari kedua metode yang digunakan dalam proses rektifikasi yang dilakukan, analisis yang dilakukan yaitu pada ketelitian geometrik citra yang dihasilkan berdasarkan nilai *RMSE* dan Konstanta yang mengacu pada ketetapan standar US NMAS (*United States National Map Accuracy Standards*), yaitu ketelitian horizontal atau  $CE90 = 1,5175 \times RMSE$  [6].

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Pansharpening Citra

Proses *pansharpening* merupakan proses penggabungan dan penajaman citra band pankromatik digabungkan dengan citra band multispektral, pan-sharpening dilakukan untuk memudahkan proses interpretasi citra, penentuan titik kontrol dan tampilan citra yang memiliki visual yang baik serta memiliki resolusi yang tinggi. Pada penelitian kali ini data citra yang dilakukan *Pansharpening* citra satelit Pleiades 1B dengan contoh hasil seperti gambar dibawah ini:



Gambar 2. Penampakkan citra setelah proses pansharpening (Kiri) dan sebelum (Kanan)

#### B. Sebaran Titik Kontrol

Dalam koreksi Geometrik yang dilakukan pada penelitian ini, lokasi titik kontrol tanah (*GCP*) sangat mempengaruhi *Root Mean Square Error (RMSE)* yang akan dihasilkan pada proses koreksi geometrik tersebut, oleh karena itu penentuan lokasi *GCP* perlu diperhatikan letaknya, untuk mempermudah pengukuran di lapangan serta untuk memastikan lokasi di citra belum berubah di kondisi lapangan saat ini. *GCP* diletakkan pada daerah yang mudah untuk diinterpretasi pada citra yang digunakan.

Adapun sebaran titik kontrol yang juga telah dilakukan pengukuran yaitu:



Gambar 3. Sebaran Titik Kontrol (*GCP*)

Sedangkan untuk sebaran titik *ICP* dan titik ukur planimetris yang digunakan untuk uji ketelitian geometrik yaitu:



Gambar 4. Sebaran titik *ICP* (kiri) dan Titik Ukur Planimetris

#### C. Kekuatan Jaring

Penentuan posisi dari titik kontrol tanah (*GCP*) untuk keperluan koreksi geometrik diperlukan adanya perencanaan dan perhitungan kekuatan jaring/*Strength of Figure (SoF)*. Semakin kecil bilangan faktor kekuatan jaring, maka akan semakin baik konfigurasi jaring yang bersangkutan, dan sebaliknya [7].

Untuk melihat kekuatan dari jaringan yang dibentuk, maka dilakukan penghitungan kekuatan jaring atau *Strength of Figure*. Ada beberapa metode yang dapat digunakan. Semakin kecil nilai dari kekuatan jaring, menunjukkan jaring yang dibentuk semakin kuat. Berikut ini adalah penghitungan *SoF* yang telah dilakukan:

- Jumlah titik (S) = 9
- Jumlah *baseline* (N) = 16
- S' = 9
- N' = 7
- $C = C_a + C_s = (N' - S' + 1) + (N - 2S + 3) = 3$
- $D = 2x(N' - 1) + (N - N')$  = 22

- $\left[ \sum (\delta_A^2 + \delta_A \cdot \delta_B + \delta_B^2) \right] = 0,214$
- $R = \frac{(D-C)}{C} \left[ \sum (\delta_A^2 + \delta_A \cdot \delta_B + \delta_B^2) \right] = 0,184$

#### D. Hasil Koreksi Geometrik dan Uji Ketelitian Geometrik

##### 1) Ketelitian Rektifikasi

Pada proses koreksi geometrik yang telah dilakukan, total *RMS Error* yang didapatkan melalui rektifikasi menggunakan metode transformasi Affine pada masing masing citra adalah 0,253 pada citra satelit Pleiades 1B dan 0,173 pada citra satelit Geoeeye seangkan total *RMS Error* yang didapatkan melalui proses koreksi geometrik yaitu pada rektifikasi menggunakan Metode transformasi *Polynomial Orde 2* pada masing-masing citra yaitu 0,158 untuk citra satelit Pleiades 1B dan 0,089 untuk citra satelit Geoeeye. Adapun secara rinci ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 1.  
Hasil Perhitungan *RMS Error* Rektifikasi

No.	Titik	Geoeeye		Pleiades 1B	
		Affine	Polynomial orde 2	Affine	Polynomial orde 2
1	T_01	0,120	0,053	0,178	0,087
2	T_02	0,133	0,138	0,462	0,330
3	T_03	0,206	0,091	0,174	0,239
4	T_04	0,253	0,148	0,049	0,124
5	T_05	0,165	0,010	0,110	0,024
6	T_06	0,213	0,099	0,165	0,092
7	T_07	0,124	0,060	0,085	0,134
8	T_08	0,184	0,015	0,200	0,062
9	SBY3	0,097	0,078	0,463	0,068
<b>Total</b>		<b>0,173</b>	<b>0,089</b>	<b>0,253</b>	<b>0,158</b>

##### 2) Ketelitian Geometrik Horizontal

- *RMS Error* Uji Ketelitian dengan *ICP*

Tabel 2.  
Hasil Perhitungan *RMS Error* Uji *ICP*

Titik	<i>RMSE</i> Titik		Titik	<i>RMSE</i> Titik	
	Geoeeye	Pleiades 1B		Geoeeye	Pleiades 1B
TA_1	0,240	0,286	TA_13	0,509	0,469
TA_2	0,539	0,451	TA_15	0,381	0,457
TA_3	0,386	0,391	IH_12	0,442	0,477
TA_4	0,459	0,511	IH_6	0,477	0,630
TA_5	0,421	0,448	IH_4	0,499	0,553
TA_6	0,530	0,501	IH_11	0,360	0,566
TA_7	0,486	0,482	TN_2	0,671	0,474
TA_8	0,439	0,454	IH_9	0,519	0,535
TA_9	0,573	0,614	IH_2	0,406	0,421
TA_10	0,370	0,428	IH_1	0,409	0,332
TA_11	0,414	0,511			
TA_12	0,477	0,555	<b>RMS E</b>	<b>0,460</b>	<b>0,482</b>

- Uji ketelitian planimetris pada kedua citra satelit yang masing-masing telah dilakukan koreksi geometrik menunjukkan nilai *RMS Error* sebesar 0,5061 untuk citra satelit Geoeeye dan 0,6480 untuk citra satelit Pleiades 1B.

#### E. Analisis Ketelitian Geometrik

Ketelitian geometrik dari hasil pengolahan masing-masing citra didapatkan berdasarkan *RMSE* yang dihasilkan pada saat proses rektifikasi dilakukan. Nilai ketelitian posisi peta dasar

pada Tabel adalah nilai *CE90* (*Circular Error 90%*) merupakan ketelitian horizontal, yang berarti bahwa kesalahan posisi peta dasar tidak melebihi nilai ketelitian tersebut dengan tingkat kepercayaan 90%, dengan ketentuan *CE90* : 1,5175 x *RMS Error Total*, selanjutnya dapat dikatakan ketelitian tersebut memenuhi skala peta tertentu [6].

Tabel 3.  
Ketelitian Geometri Peta

No.	Skala	Interval Kontur	Ketelitian Horizontal Peta ( <i>CE90</i> )		
			Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
1	1:25000	10	5	7,5	12,5
2	1:10000	4	2	3	5
3	1:5000	2	1	1,5	2,5
4	1:2500	1	0,5	0,75	1,25
5	1:1000	0,4	0,2	0,3	0,5

Berdasarkan hasil perhitungan *RMSE* yang telah didapatkan pada masing-masing citra maka dapat dihitung ketelitian geometrik horizontalnya yaitu:

##### 1) Uji Ketelitian Geometrik Horizontal dengan *ICP*

Pada pengolahan citra satelit Pleiades 1B, nilai *RMS Error ICP* yang didapatkan sebesar 0,482. Sehingga dengan mengacu pada Peraturan Kepala BIG nomor 15 tahun 2014, apabila dihitung ketelitian horizontalnya yaitu *CE90* bernilai 0,731, Maka dapat dikatakan bahwa citra tersebut memenuhi standar ketelitian peta hingga skala 1: 5000 pada Kelas 1.

*RMSE* yang dihasilkan pada pengolahan citra satelit Geoeeye adalah sebesar 0,460, maka didapatkan nilai *CE90* adalah 0,697. Berdasarkan ini maka Citra Geoeeye juga memenuhi standar ketelitian peta sampai dengan skala 1:5000 pada Kelas 1 bahkan dengan nilai *CE90* yang lebih baik dari Pleiades 1B mengacu pada Peraturan Kepala BIG nomor 15 tahun 2014.

##### 2) Uji Ketelitian geometrik horizontal dengan data Planimetris

Uji ketelitian planimetris pada kedua citra satelit yang masing-masing telah dilakukan koreksi geometrik menunjukkan nilai *RMS Error* sebesar 0,506 untuk citra satelit Geoeeye dan 0,648 untuk citra satelit Pleiades 1B. Berdasarkan pada Peraturan Kepala BIG nomor 15 tahun 2014, untuk Ketelitian Geometri Horizontal Peta Dasar pada kelas 1 maka diharuskan untuk memenuhi ketentuan ketelitian : 0,2 mm x bilangan skala yang apabila pada peta dasar yang dimaksudkan adalah skala 1:5000 pada kelas 1 maka nilai ketelitian yang harus dicapai adalah lebih baik dari 1m. Maka dari pernyataan tersebut dapat dikatakan bahwa ketelitian geometrik horizontal kedua citra satelit memenuhi toleransi ketelitian ( $\leq 1$  m).

## IV. PENUTUP

### A. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Pada koreksi geometrik yang dilakukan pada kesempatan penelitian kali ini, dilakuakn beberapa tahapan yaitu proses rektifikasi, proses uji ketelitian dengan *ICP* dan Uji ketelitian planimetris:

- a. Proses rektifikasi menggunakan 9 titik Kontrol Tanah dengan metode Polynomial Orde 2 memiliki nilai RMSE yang lebih baik dibandingkan metode affine yang mana pada citra Geoeye masing-masing bernilai 0,089 dan 0,173 sedangkan untuk Pleiades 1B masing-masing bernilai 0,158 dan 0,253.
  - b. Sedangkan dalam melakukan uji ketelitian geometrik digunakan 23 Koordinat *ICP* dengan *RMSE ICP* dimana untuk citra Geoeye bernilai 0,460 dan Pleiades 1B 0,482.
  - c. Ketelitian Planimetris pada masing-masing citra satelit yang telah dilakukan koreksi geometrik menunjukkan nilai *RMS Error* sebesar 0,506 untuk citra satelit Geoeydan 0,648 untuk citra satelit Pleiades 1B.
- 2) Nilai *CE90* yang dihasilkan dari nilai *RMSE ICP* menunjukkan bahwa masing-masing citra memenuhi ketelitian peta dasar hingga skala 1:5000 pada Kelas 1, Hal tersebut Mengacu pada Peraturan Kepala BIG nomor 15 tahun 2014, dengan nilai *CE90* dari Geoeye yaitu 0,697 lebih baik dari Pleiades 1B yang memiliki nilai *CE90* sebesar 0,731, Mengacu pula pada Peraturan Kepala BIG nomor 15 tahun 2014, untuk Ketelitian Geometri Horizontal Peta Dasar pada kelas 2 dengan ketentuan ketelitian geometri horizontal : 0,2 mm x bilangan skala yang apabila pada peta dasar yang dimaksudkan adalah skala 1:5000 pada kelas 1 maka nilai ketelitian yang harus dicapai adalah lebih baik dari 1m, dengan rincian nilai *RMS Error* yang didapatkan melalui data Planimetris Citra Geoeye sebesar 0,506 lebih baik dari Citra Pleiades 1B yang memiliki nilai 0,648.

### B. Saran

Adapun saran yang didapati dalam penelitian ini yaitu:

- 1) Pada saat melakukan koreksi geometrik yaitu tepatnya pada saat proses rektifikasi sebaiknya harus dipastikan dan diperhatikan posisi titik *GCP* yang telah diukur dilapangan dengan titik pada citra satelit, karena semakin jauh perbedaan pada saat peletakkan titik *GCP* di citra satelit akan menghasilkan *RMSE* yang buruk. *RMS Error* harus kurang dari 1 dan mendekati 0, Titik-titik yang digunakan sebagai *GCP* hendaknya menyebar meliputi seluruh area studi kasus untuk memenuhkan kekuatan jaring yang mana akan lebih baik apabila mendekati 0.
- 2) Dalam penelitian selanjutnya, untuk mendapatkan uji ketelitian yang lebih baik dapat digunakan metode transformasi yang lain yang lebih kompleks, dengan titik *GCP* yang lebih banyak dan titik *ICP* pula yang lebih banyak dimana dalam ketentuan untuk daerah luasan  $\leq 250$  km<sup>2</sup> dibutuhkan minimal 12 titik *ICP*.
- 3) Dalam penyusunan peta dasar perencanaan tat ruang wilayah akan lebih baik apabila digunakan citra resolusi tinggi dengan resolusi spasial kurang dari 0,65m untuk memenuhi standar skala peta minimal 1:5000,

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. L. Hidup, "Laporan Pengendalian Pencemaran Kawasan Pesisir dan Laut," Badan Lingkungan Hidup, Surabaya, 2012.
- [2] I. Baihaqi, "Aspek Perpetaan untuk Penyusunan Rencana Detail Tata Ruang (RTDR)," Badan Informasi Geospasial, Jakarta, 2013.
- [3] LAPAN, "Spesifikasi Citra Satelit Pleiades," 2015. [Online]. Available: <http://pusfatekgan.lapan.go.id/wp-content/uploads/2015/02/Informasi-Satelit-PL.pdf>. [Accessed 18 Januari 2016].
- [4] LAPAN, "Spesifikasi Citra Satelit Geoeye," 2015. [Online]. Available: <http://pusfatekgan.lapan.go.id/wp-content/uploads/2015/02/Informasi-Satelit-Geoeye.pdf>. [Accessed 16 Januari 2016].
- [5] BPS, "Kecamatan Bulak dalam Angka," Badan Pusat Statistika, Surabaya, 2014.
- [6] B. I. Geospasial, "Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar," Badan Informasi Geospasial, Jakarta, 2014.
- [7] H. Z. Abidin, Survei dengan GPS, Jakarta: Pradnya Paramita, 2002.