

Analisa Ketelitian *Geometrik* Citra *Pleiades* 1A dan *Worldview-2* untuk Pembuatan Peta Dasar Rencana Detail Tata Ruang Perkotaan (Studi Kasus: Surabaya Pusat)

Ricko Buana Surya, 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 mulai banyak diterapkan untuk berbagai keperluan, misalnya pembuatan peta Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) dengan skala 1:5000. Saat ini, ada beberapa satelit yang dapat menghasilkan citra resolusi tinggi dengan resolusi spasial kurang dari 1-2 m. Namun data citra yang diperoleh dari satelit-satelit tersebut harus diolah sedemikian rupa untuk meminimalisasi adanya kesalahan, terutama kesalahan *geometrik*. Data citra *Pleiades* 1A tahun 2015 dan citra *Worldview-2* tahun 2012. Kedua citra tersebut dikoreksi secara *geometrik* menggunakan dua metode transformasi yaitu *affine* dan *polynomial orde-2*. Proses koreksi *geometrik* dengan menggunakan 8 titik kontrol tanah (GCP) tersebar merata pada keseluruhan area studi yaitu Surabaya Pusat. Koordinat GCP diukur langsung di lapangan menggunakan GPS geodetik dengan metode statik dan lama pengamatan untuk setiap titik sekitar 40 menit. Kemudian citra terkoreksi dilakukan uji ketelitian koordinat dengan menggunakan ICP sebanyak 12 titik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai RMSE menggunakan metode transformasi *polynomial orde-2* lebih baik dibandingkan dengan metode *affine*. Citra *Worldview-2* menghasilkan nilai RMSE lebih kecil dibandingkan dengan citra *Pleiades* 1A pada kedua metode transformasi yang digunakan. Untuk kelayakan citra sebagai peta dasar, citra *Pleiades* 1A memenuhi syarat peta skala 1:5000 dan citra *Worldview-2* memenuhi syarat peta skala 1:5000.

Kata Kunci—Koreksi *Geometrik*, *Pleiades* 1A, RMSE, *Worldview-2*

I. PENDAHULUAN

KOTA Surabaya merupakan salah satu kota metropolitan terbesar kedua setelah Jakarta. Luas wilayahnya kurang lebih 326,36 km² yang terbagi dalam 31 kecamatan dan 163 desa/kelurahan dengan jumlah penduduk berjumlah 2.909.257 jiwa [3]. Posisi geografis yang berdekatan dengan pantai menjadikan Surabaya berpotensi sebagai tempat persinggahan dan permukiman bagi pendatang (imigran). Kota ini menjadi pusat bisnis, perdagangan, industri, dan pendidikan di Jawa Timur. Kemiringan lereng di Kota Surabaya dikategorikan menjadi dua, yaitu datar (0 - 8%) dan landai (8 - 15%). Secara umum Kota Surabaya didominasi kelas kemiringan lereng datar (0 - 8%) sebesar 79% dan 21% dengan kelas kemiringan lereng landai (8 - 15%) dari total luasan wilayah Surabaya [2].

Pengelolaan wilayah yang tepat sangat dibutuhkan untuk memaksimalkan potensi yang ada. Perlunya pemanfaatan ruang yang efektif dan efisien diwujudkan melalui proses penataan ruang. Dalam UU no. 26 tahun 2007 pasal 11 telah diamanatkan bahwa pemerintah daerah kota mempunyai wewenang dalam pelaksanaan penataan ruang wilayah kota yang meliputi perencanaan tata ruang wilayah kota, pemanfaatan ruang wilayah kota dan pengendalian pemanfaatan ruang wilayah kota. Pada setiap kota maupun kabupaten mempunyai Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) masing-masing yang sesuai dengan aspek dan kondisi yang ada. RTRW kota atau kabupaten masih berupa rencana umum yang kemudian dirinci lebih mendetail menjadi Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) Kota dan Rencana Tata Ruang (RTR) Kawasan Strategis Kota. Kota Surabaya dibagi menjadi dua belas bagian unit pengembangan yang diatur dalam Perda no. 12 tahun 2014 pasal 19 yaitu unit pengembangan I Rungkut, II Kertajaya, III Tambak Wedi, IV Dharmahusada, V Tanjung Perak, VI Tunjungan, VII Wonokromo, VIII Dukuh Pakis, IX Ahmad Yani, X Wiyung, XI Tambak Oso Wilangun, XII Sambikerep.

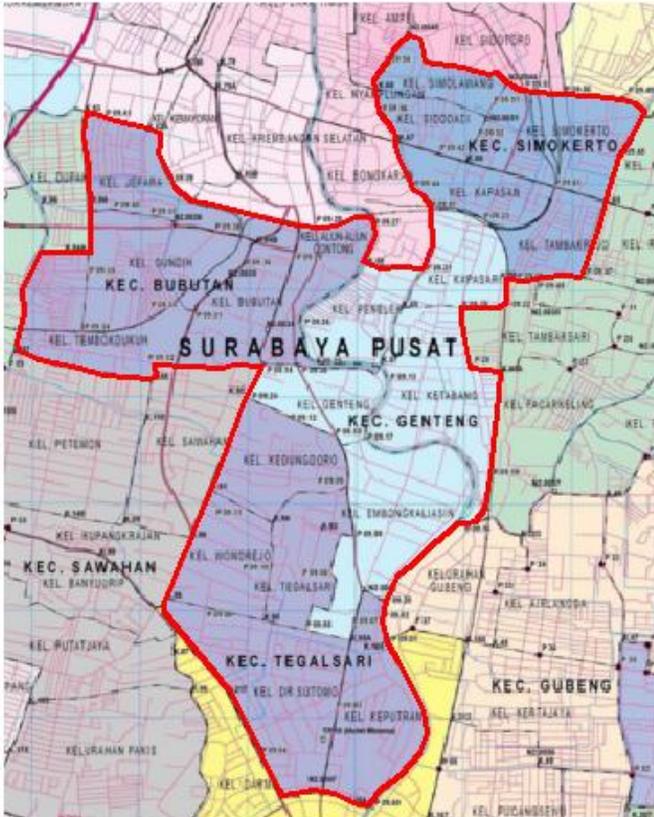
Ketentuan mengenai peta pola ruang RDTR meliputi skala atau tingkat ketelitian minimal 1:5000 dan mengikuti ketentuan mengenai sistem informasi geografis yang dikeluarkan oleh kementerian/lembaga yang berwenang, mencakup ruang darat dan/atau ruang laut dengan batasan empat mil diukur dari garis pantai, dan dapat digambarkan dalam beberapa lembar peta yang tersusun berurutan mengikuti ketentuan yang berlaku [1]. Dengan peta skala 1:5000 atau lebih besar akan terlihat blok-blok dengan jelas, juga unsur lainnya seperti saluran, pagar, dsb.

Perkembangan teknologi penginderaan jauh telah banyak membantu untuk mendapatkan informasi yang ada di permukaan Bumi. Teknologi ini dapat memetakan area yang luas dalam waktu yang relatif singkat. Contohnya, citra *Pleiades* 1A dan *Worldview-2*. Citra *Pleiades* 1A memiliki resolusi spasial 0,5 meter pada sensor pankromatik, 2 meter pada sensor multispektral [5] dan citra *Worldview-2* memiliki resolusi spasial 0,46 meter pada sensor pankromatik, 1,84 meter pada sensor multispektral [4]. Dengan demikian kedua citra berpotensi sebagai sumber data untuk pembuatan peta skala besar. Namun perlu dilakukan analisis ketelitian *geometrik* terlebih dahulu. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis ketelitian *geometrik* citra *Worldview-2* dan *Pleiades* 1A untuk pembuatan peta dasar Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) Perkotaan wilayah Surabaya Pusat.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Surabaya Pusat meliputi empat kecamatan yaitu Kecamatan Simokerto, Kecamatan Bubutan, Kecamatan Genteng dan Kecamatan Tegalsari seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

B. Data dan Peralatan

a. Data

Data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini yaitu:

1. Citra *Pleiades* 1A wilayah Surabaya pada tahun 2015
2. Citra *Worldview-2* wilayah Surabaya pada tahun 2012
3. Titik Kontrol Tanah (GCP) dan Data *Independent Check Point* (ICP)
4. Batas Administrasi

b. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini yaitu:

1. Perangkat Lunak (*Software*) yang digunakan dalam pengerjaan Penelitian ini tugas akhir ini antara lain:
 - i. ArcGIS 10.2.2
 - ii. *Topcon Tools*
2. Peralatan lain yang digunakan untuk survei lapangan:
 - i. GPS Geodetik
 - ii. *Roll Meter*

C. Tahap Pengolahan Data

Adapun tahap pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir di bawah ini:

a. Data

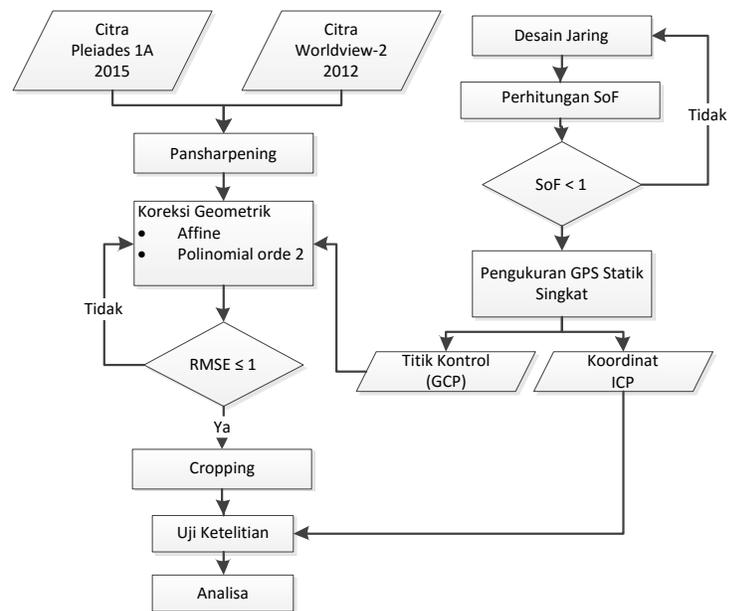
Data-data yang akan diolah meliputi data citra *Pleiades* 1A dan *Worldview-2* pada wilayah Surabaya pada tahun 2015, data koordinat titik kontrol (GCP), koordinat ICP dan batas administrasi Surabaya.

b. Pembuatan desain jaring

Mendesain jaring dilakukan dengan meletakkan titik kontrol menyebar ke seluruh area studi. Kemudian nilai *Strength of Figure* (SoF) dihitung. Apabila hasil SoF kurang dari satu maka masuk ke tahap selanjutnya dan apabila lebih dari proses mendesain jaring diulangi lagi.

c. Pengukuran Titik Kontrol

Koordinat titik kontrol (GCP) diukur dengan GPS menggunakan metode jaring bebas dengan lama pengamatan ±40 menit. GCP yang diukur sebanyak 8 titik. Untuk data koordinat ICP sebanyak 12 titik diukur menggunakan metode radial dengan lama pengamatan ±10 menit.



Gambar 2 Tahap Pengolahan Data

d. Koreksi geometrik

Koreksi *geometrik* pada kedua citra dilakukan menggunakan data koordinat titik kontrol (GCP) yang telah diukur di lapangan. Menggunakan metode *affine* dan *polynomial orde-2*. Apabila hasil nilai $RMSE \leq 1$ maka koreksi yang dilakukan sudah benar dan bisa melanjutkan ke tahap berikutnya, apabila sebaliknya maka proses ini diulangi kembali.

e. Pemotongan citra

Data citra *Pleiades* 1A dan *Worldview-2* yang telah dikoreksi, dipotong sesuai dengan area studi. Proses ini bertujuan untuk meringankan proses yang dilakukan perangkat lunak pada tahap selanjutnya.

f. Uji Ketelitian

Uji ketelitian dilakukan untuk mengetahui perbedaan antara data pengukuran lapangan dengan data pada hasil rektifikasi citra. Uji ketelitian dilakukan menggunakan koordinat ICP yang tingkat ketelitiannya diketahui dari nilai RMSe koordinat.

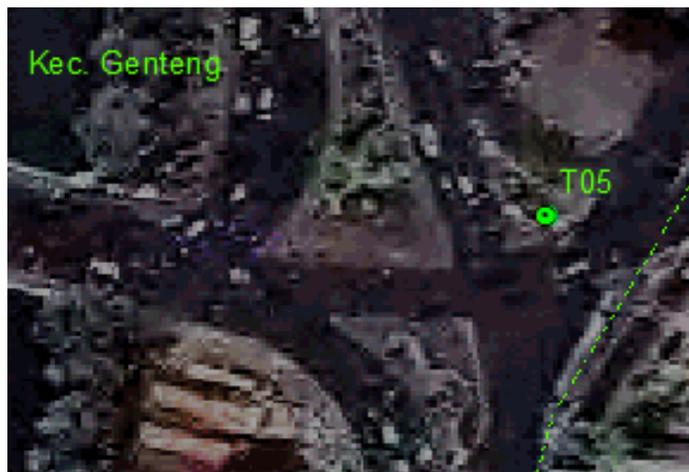
g. Analisa

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

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan Lokasi Titik Kontrol

Lokasi titik kontrol tanah (*Ground Control Point / GCP*) sangat mempengaruhi *Root Mean Square Error* (RMSE) dari proses koreksi geometrik yang akan dilakukan. Oleh karena itu penentuan lokasi GCP diletakkan pada daerah yang mudah untuk diinterpretasi pada citra yang digunakan dan mudah diakses. Sebagai contoh, GCP diletakkan pada ujung jalan atau jembatan. Objek tersebut mudah dikenali pada citra dan kemungkinan perubahan pada objek tersebut relatif lama. Pada Gambar 3, T05 terletak pada taman segitiga di dekat stasiun Gubeng Lama.



Gambar 3 Lokasi Titik Kontrol T05

B. Kekuatan Desain Jaring

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

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

- Jumlah titik (S) = 8
- Jumlah *baseline* (N) = 14
- SoF = 0,165

C. Koordinat Titik Kontrol

Koordinat titik kontrol (X,Y) didapatkan dari pengukuran GPS geodetik di lapangan. Koordinat ini digunakan untuk acuan koreksi geometrik citra *Pleiades* 1A dan *Worldview-2*. Berikut ini merupakan daftar koordinat titik kontrol yang digunakan:

Tabel 1.
Daftar Koordinat GCP

No.	Nama Titik	Titik Kontrol	
		X (m)	Y (m)
1.	T01	691846,058	9198302,417
2.	T02	690153,933	9199234,103
3.	T03	689965,145	9197721,513
4.	T04	691264,435	9195455,960
5.	T05	693364,163	9196444,317
6.	T06	692629,784	9193947,153
7.	T07	693111,339	9199847,221
8.	T08	694070,306	9198407,818

D. Perhitungan Root Mean Square Error (RMSE)

Dari hasil tranformasi koordinat citra ke dalam koordinat titik kontrol yang dijadikan acuan akan didapatkan residu untuk masing-masing titik kontrol. Residu merupakan selisih antara koordinat yang dianggap benar (dalam hal ini yaitu koordinat dari pengukuran GPS) dengan koordinat hasil transformasi dari citra *Pleiades* 1A dan citra *Worldview-2*. Dari hasil tersebut dapat dihitung besar nilai RMSE sebagai berikut:

Tabel 2.
Perhitungan RMSE GCP Citra *Pleiades* 1A

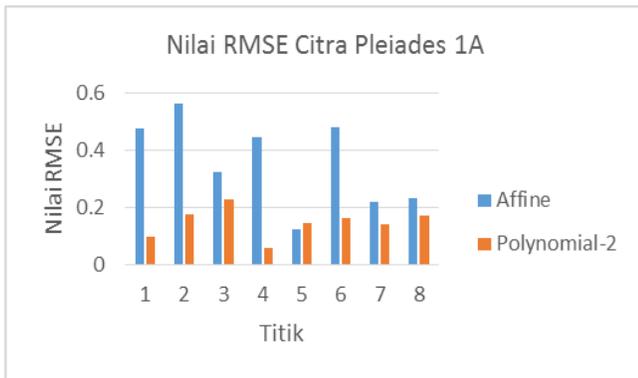
No.	Nama Titik	RMSE	
		Affine	Polynomial-2
1.	T01	0,476	0,096
2.	T02	0,561	0,177
3.	T03	0,324	0,227
4.	T04	0,445	0,058
5.	T05	0,125	0,146
6.	T06	0,479	0,162
7.	T07	0,220	0,143
8.	T08	0,233	0,172
Total RMSE		0,386	0,155

Tabel 3.
Perhitungan RMSE GCP Citra *Worldview-2*

No.	Nama Titik	RMSE	
		Affine	Polynomial-2
1.	T01	0,363	0,206
2.	T02	0,311	0,067
3.	T03	0,267	0,065
4.	T04	0,194	0,106
5.	T05	0,310	0,095
6.	T06	0,068	0,200
7.	T07	0,326	0,136
8.	T08	0,351	0,121
Total RMSE		0,289	0,134

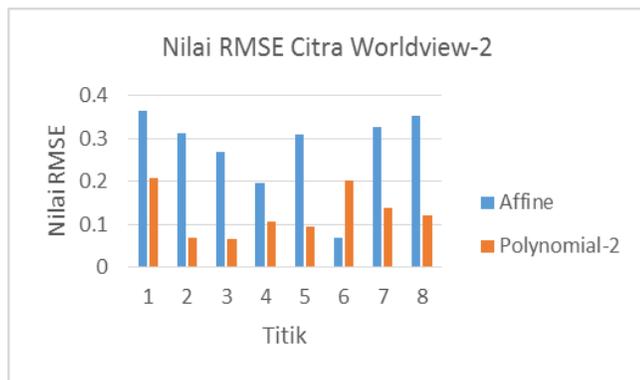
Berdasarkan hasil pada Tabel 2 dan Tabel 3, citra *Worldview-2* memiliki nilai RMSE lebih kecil dibandingkan dengan citra *Pleiades*. Hal ini sesuai oleh perbedaan resolusi spasial pada kedua citra, dimana *Worldview-2* memiliki nilai resolusi spasial yang lebih baik sehingga lebih mudah untuk melakukan identifikasi letak titik kontrol pada citra.

Untuk mengetahui perbedaan besar nilai RMSE setiap metode pada kedua citra dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Histogram Nilai RMSE Pleiades 1A

Berdasarkan hasil *histogram* pada Gambar 4 dan Gambar 5. Didapatkan hasil nilai RMSE menggunakan metode *Polynomial Orde-2* memiliki nilai lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan metode *Affine*. Hal ini dikarenakan metode *Polynomial Orde-2* dengan 12 parameter merupakan pengembangan dari metode *Affine* dengan 6 parameter [6].



Gambar 5 Histogram Nilai RMSE Worldview-2

E. Uji Ketelitian Horisontal

Analisa ketelitian diperoleh dengan mencari residu dari data pengukuran ICP dan titik koordinat dari citra satelit setelah proses rektifikasi. Hasil residu tersebut digunakan untuk menghitung nilai RMSE koordinat citra. Koordinat hasil pengukuran ICP ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4.
Daftar Koordinat ICP

Titik	Koordinat	
	X (m)	Y (m)
T 1	694108,879	9198612,655
T 2	693640,407	9199102,751
T 3	692877,559	9199909,09
T 4	693283,812	9197556,329
T 5	692449,896	9195600,341
T 6	692778,524	9194507,983
T 7	691800,692	9193915,303
T 8	691611,653	9195294,417
T 9	691544,76	9195898,458
T 10	691202,939	9197823,059
T 11	690463,726	9199083,534
T 12	689930,056	9197895,756

Dari data residu koordinat lapangan dengan koordinat citra hasil rektifikasi diperoleh nilai RMSE koordinat citra yang

ditunjukkan pada Tabel 5 untuk citra *Pleiades 1A* dan pada Tabel 6 untuk citra *Worldview-2*.

Tabel 5.
Hasil RMSe ICP Citra *Pleiades 1A*

Titik	RMSE Titik	
	<i>affine</i>	<i>polynomial-2</i>
T 1	0,060	0,549
T 2	0,523	0,469
T 3	0,149	0,603
T 4	0,466	0,557
T 5	0,202	0,245
T 6	0,233	0,406
T 7	0,072	0,385
T 8	0,186	0,703
T 9	0,189	0,567
T 10	0,620	0,435
T 11	0,819	0,588
T 12	0,491	0,397
RMSE	0,624	0,532

Tabel 6.
Hasil RMSe ICP Citra *Worldview-2*

Titik	RMSE Titik	
	<i>affine</i>	<i>polynomial-2</i>
T 1	0,451	0,451
T 2	0,325	0,325
T 3	0,419	0,392
T 4	0,241	0,241
T 5	0,751	0,351
T 6	0,235	0,335
T 7	0,271	0,271
T 8	0,498	0,498
T 9	0,208	0,208
T 10	0,777	0,329
T 11	0,311	0,311
T 12	0,223	0,223
RMSE	0,436	0,406

Dari tabel diatas terlihat RMSE ICP citra *Pleiades 1A* dan *Worldview-2* dari hasil rektifikasi menggunakan metode *affine* masing-masing sebesar 0,624 m dan 0,463 m. Nilai RMSE ICP citra *Pleiades 1A* dan *Worldview-2* dari hasil rektifikasi menggunakan metode *polynomial orde-2* masing-masing sebesar 0,532 m dan 0,406 m. Sehingga citra *Worldview-2* memiliki ketelitian lebih tinggi dibandingkan dengan citra *Pleiades 1A*, sedangkan metode yang lebih baik adalah *polynomial orde-2*.

F. Analisa Kelayakan Citra

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

Tabel 7.
Ketelitian Geometri Peta

No.	Skala Peta	Ketelitian (m)
		1,5175 x RMSE
1.	1:5000	1
2.	1:2500	0,5
3.	1:1000	0,2

Berdasarkan perhitungan perkalian nilai RMSE berdasarkan hasil metode *polynomial orde-2* dengan koefisien ketelitian diperoleh ketelitian pada citra *Pleiades 1A* sebesar 0,807 m dan

citra *Worldview-2* sebesar 0,616 m. Sehingga citra *Pleiades 1A* memenuhi syarat peta skala 1:5000 dan citra *Worldview-2* memenuhi syarat peta skala 1:5000.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Dari hasil perhitungan transformasi koordinat didapatkan nilai RMSE menggunakan metode *affine* sebesar 0,386 pada citra *Pleiades 1A* dan 0,289 pada citra *Worldview-2*. Sedangkan, nilai RMSE menggunakan metode *polynomial orde-2* sebesar 0,155 pada citra *Pleiades 1A* dan 0,134 pada citra *Worldview-2*.
- b. Dari perhitungan RMSE GCP, pada metode *affine* nilai RMSE per titik terkecil sebesar 0,125 pada citra *Pleiades 1A* dan 0,068 pada citra *Worldview-2*. Sedangkan nilai RMSE per titik terbesar sebesar 0,561 pada citra *Pleiades 1A* dan 0,363 pada citra *Worldview-2*. Pada metode *polynomial orde-2* nilai RMSE per titik terkecil sebesar 0,058 pada citra *Pleiades 1A* dan 0,065 pada citra *Worldview-2*. Sedangkan nilai RMSE per titik terbesar sebesar 0,227 pada citra *Pleiades 1A* dan 0,206 pada citra *Worldview-2*.
- c. Dari hasil uji ketelitian koordinat menggunakan ICP didapatkan nilai RMSE dari hasil rektifikasi metode *affine* pada citra *Pleiades 1A* sebesar 0,624 m dan pada citra *Worldview* sebesar 0,436 m. Untuk nilai RMSE dari hasil rektifikasi metode *polynomial orde-2* pada citra *Pleiades 1A* sebesar 0,532 m dan pada citra *Worldview* sebesar 0,406 m.
- d. Untuk kelayakan citra sebagai peta dasar, citra *Pleiades 1A* memenuhi syarat peta skala 1:5000 dan citra *Worldview-2* memenuhi syarat peta skala 1:5000.

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut. Jumlah titik kontrol menyesuaikan dengan luasan area studi, misalkan untuk luas area <250 km² maka jumlah titik kontrol minimal sebanyak 10 titik dengan persebaran titik diletakkan pada objek yang mudah dikenali seperti pojok bangunan.

V. PENUTUP

Penulis menyadari bahwa jurnal ini masih banyak kekurangan baik dalam penulisan maupun isi dari jurnal ini, karena itu kami sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun guna perbaikan kelak. Akhir kata, penulis menyampaikan banyak terima kasih.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Baihaqi, Isfandiari, 2013. Aspek Perpetaan untuk Penyusunan Rencana Detail Tata Ruang (RTDR). Jakarta: Badan Informasi Geospasial.
- [2] BLH, 2011. Profil Keanekaragaman Hayati. Surabaya: Badan Lingkungan Hidup.
- [3] BPS, 2015. Surabaya dalam Angka 2015. Surabaya: Badan Pusat Statistik.
- [4] LAPAN, 2015. *Spesifikasi Citra Satelit Worldview-2*. <http://pusfatekgan.lapan.go.id/wp-content/uploads/2015/02/Informasi-Satelit-WV2.pdf>. (diakses Januari 24, 2016).
- [5] LAPAN, 2015. *Spesifikasi Citra Satelit Pleiades*. <http://pusfatekgan.lapan.go.id/wp-content/uploads/2015/02/Informasi-Satelit-PL.pdf>. (diakses Januari 24, 2016).
- [6] 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.