

**ANALISIS KETELITIAN HORIZONTAL ORTHOREKTIFIKASI CITRA PLEIADES UNTUK PEMBUATAN PETA
DASAR RDTR PESISIR
(Studi Kasus : Kecamatan Semampir, Kota Surabaya)**

Bangun Muljo Sukojo¹, Husnul Hidayat¹, Romario Santoso¹

¹Jurusan Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Email: bangunms@gmail.com

Abstract

The quality of accuracy and precision was the main problem in survey and mapping. One of the problems these there were in remote sensing, namely in the geometric correction is orthorectification on the satellite image. Products from orthorectification is needed in the manufacture of large-scale maps of 1: 5000 as for the purpose of detailed spatial plan map. The data used for the orthorectification process is a high resolution image of the Pleiades, a Ground Control Point and DEM Alos PALSAR. DEM used as elevation data to correct or eliminate the influence of relief displacement of image data due to variations in the earth's surface terrain. In this study, using seven of ground control points spread evenly on the location of the research, which is in District Semampir, Surabaya. The ground control points obtained through direct measurements in the field with GPS Geodetic using static methods. Orthorectification method using Rigorous. The results of this study indicate CE90 and LE90 values using the Rigorous methods, geometric precision can be seen from the CE90 and LE90 where the smaller the value, the result of more thorough and accurate image. For eligibility image, obtained by multiplying the value of the coefficient RMSE and thoroughness in which the image of the Pleiades 1 qualifies a map scale of 1: 5000.

Keywords: CE90, DEM, LE90, Orthorectification, Rigorous.

Abstrak

Kualitas akurasi dan presisi merupakan masalah utama dalam survei dan pemetaan. Salah satu permasalahan tersebut ada pada penginderaan jauh, yaitu dalam koreksi geometrik secara orthorektifikasi pada citra satelit. Produk dari orthorektifikasi sangat dibutuhkan dalam pembuatan peta skala besar 1:5000 seperti untuk keperluan peta rencana detail tata ruang. Data yang digunakan untuk proses orthorektifikasi adalah Citra resolusi tinggi Pleiades 1A, Titik Kontrol Tanah dan DEM Alos Palsar. DEM digunakan sebagai data elevasi untuk memperbaiki atau mengeliminir pengaruh relief displacement data citra akibat variasi terrain permukaan bumi. Pada penelitian ini menggunakan 7 ground control point yang tersebar merata pada lokasi penelitian, yaitu di Kecamatan Semampir, Kota Surabaya. Ground control point didapat melalui pengukuran langsung di lapangan dengan GPS Geodetik menggunakan metode statik. Proses orthorektifikasi menggunakan metode rigorous. Hasil dari penelitian ini menunjukkan nilai CE90 dan LE90 menggunakan metode Rigorous, ketelitian geometrik dapat dilihat dari nilai CE90 dan LE90 dimana semakin kecil nilainya maka hasil citra lebih teliti dan akurat. Untuk kelayakan citra, didapat dari perkalian nilai RMSE dan koefisien ketelitian dimana citra Pleiades 1 memenuhi syarat peta skala 1:5000.

Kata Kunci : CE90, DEM, LE90, Orthorektifikasi, Rigorous.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perkembangan Teknik Geomatika sudah mencapai kemajuan signifikan pada bidang penginderaan jauh. Hal ini ditandai dengan

munculnya berbagai jenis satelit baik yang bersifat militer, sumber daya alam maupun yang bersifat lingkungan dan cuaca. Satelit memiliki berbagai resolusi spasial, dari satelit resolusi tinggi hingga resolusi rendah.

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).

Dalam pembuatan rencana detail tata ruang (RDTR) membutuhkan peta dasar dengan skala dasar minimal 1:5000 dari foto udara ataupun citra tegak resolusi tinggi (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 20 Tahun 2011). Citra resolusi tinggi didapat dari pemanfaatan teknologi penginderaan Jauh, dimana citra resolusi tinggi adalah citra satelit dengan resolusi spasial 0.6m – 1m. Data yang diperoleh dari satelit adalah berupa data digital. Data ini masih berupa data mentah (raw data), yang masih banyak mengandung kesalahan, baik kesalahan acak maupun sistematis. Kesalahan tersebut dapat disebabkan oleh pergerakan satelit (rotasi dan translasi), perekaman citra (skala, rotasi dan translasi), kesalahan atmosferik sehingga dapat menyebabkan terjadinya kesalahan geometrik dan kesalahan radiometric.

Salah satu satelit resolusi tinggi adalah Pleiades. Satelit Pleiades menghasilkan data citra satelit dalam dua moda, yaitu moda pankromatik dengan resolusi spasial 0.5 meter dan moda multispectral dengan resolusi spasial 2 meter dengan jumlah band yaitu 4 band (VNIR – Visible Near Infra Red) (Airbus Defense & Space, 2015)

Untuk menghasilkan citra tegak resolusi tinggi terlebih dahulu dilakukan Orthorektifikasi, yaitu proses koreksi geometrik citra satelit atau foto udara untuk memperbaiki kesalahan geometrik citra yang bersumber dari pengaruh topografi, geometri sensor dan kesalahan lainnya. Kesalahan geometrik citra dapat berasal dari sumber internal satelit dan sensor (sensor miring/off nadir) ataupun sumber eksternal, yang dalam hal ini adalah topografi permukaan bumi. Hasil dari orthorektifikasi adalah citra tegak (planar) yang mempunyai skala seragam di seluruh bagian citra.

Orthorektifikasi ini dapat dilakukan dengan metode Digital Mono Plotting (DMP), Ratio Polynomial Coefficients (RPCs), Rigorous Satellite Sensor Model, Parallel Projective, orthophoto, direct linear, Rational Polynomial Camera/3D Reconstruction (Forward RPCs, Error Propagation, Inverse RPCs, Straight Line Algorithm).

Metode-metode ini menggunakan konsep pergeseran bayangan, Kolinear (rigorous satellite image orthorectification), perpotongan ke belakang, hitung perataan, resampling, proyeksi peta, sistem dan transformasi koordinat (LAPAN, 2010)

Proses Orthorektifikasi harus dapat mengeliminasi kesalahan akibat perbedaan terrain dan kesalahan sensor. Untuk itu dalam proses orthorektifikasi dibutuhkan penggabungan antara rektifikasi dengan mengikutsertakan data terrain dalam bentuk Digital Elevation Model (DEM) dan parameter kalibrasi kamera (sensor) kedalam persamaan hitungannya. Selain itu juga diperlukan Ground Control Point (GCP) untuk meningkatkan akurasi geometrik citra terhadap keadaan posisi sebenarnya.

Dalam penelitian ini, dilakukan analisis ketelitian orthorektifikasi citra resolusi tinggi untuk Rencana detail tata ruang pesisir di Surabaya dengan menggunakan citra Pleiades 1A serta DEM ALOS PALSAR. Metode orthorektifikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah RPCs dan *Rigorous*. Adapun hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah analisis ketelitian orthorektifikasi citra Pleiades 1A untuk mengkaji kelayakan sebagai peta dasar rencana detail tata ruang.

METODOLOGI PENELITIAN

Data Dan Peralatan

- Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua jenis data, yaitu :

a. Data Primer :

- 1) Data Titik Kontrol Tanah (GCP).
- 2) Data Titik Uji Lapangan (ICP).
- 3) Data Ukuran Jarak.

b. Data Sekunder :

- 1) Citra resolusi tinggi Pleiades tahun 2015.
- 2) DEM ALOS PALSAR tahun 2015.
- 3) Peta Batas Administrasi Surabaya tahun 2014 skala 1:5000.

- Peralatan

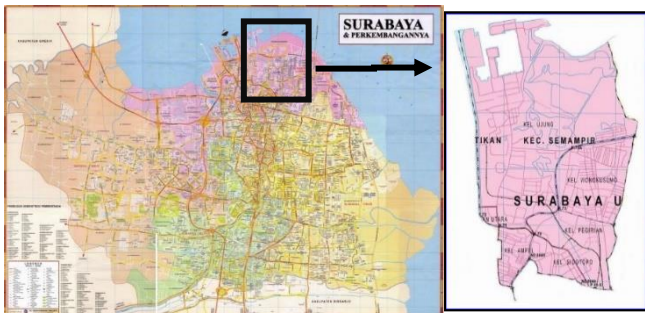
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Perangkat keras (*Hardware*)

- 1) Laptop yang digunakan untuk seluruh proses pengolahan data hingga pelaporan penelitian.
 - 2) GPS *Geodetic*.
 - 3) Roll Meter.
- b. Perangkat lunak (*Software*)
- 1) Perangkat lunak pengolah citra
 - 2) Microsoft Office 2015 (Ms.Word, Ms.Excel, Ms.Power Point, Microsoft Visio), yang digunakan untuk pembuatan laporan, diagram alir, serta pengolahan data.
 - 3) Topcon Tools
 - 4) ArcGIS 10.3 digunakan untuk pembuatan peta dan menampilkan hasil akhir.

Metode Penelitian

Lokasi penelitian tugas akhir ini terletak di Kota Surabaya, tepatnya di Kecamatan Semampir. Kota Surabaya terletak pada $7^{\circ} 15' 00''$ LS, $112^{\circ} 45' 00''$ BT.



Gambar 1. Lokasi Penelitian
(sumber: insurabaya.blogspot.com)

Pada citra satelit resolusi tinggi Pleiades pertama-tama dilakukan proses *pan sharpening*. *Pan sharpening* merupakan metode yang digunakan untuk menggabungkan antara data citra satelit *monochrome/panchromatic* (hitam - putih) dengan data citra satelit *multispectral* (berwarna) secara otomatis sehingga menjadi citra satelit multispektral dengan resolusi spasial yang lebih tinggi. Tujuan dari *pan sharpening* adalah untuk memudahkan dalam interpretasi objek pada citra.

Selanjutnya adalah mendesain jaring pengukuran titik kontrol tanah serta titik uji lapangan pada citra hasil *pan sharpening*. Pembuatan jaring dilakukan untuk menentukan titik GCP yang akan diukur ataupun yang akan digunakan untuk mengetahui nilai SOF dari jaring yang akan dibuat. Apabila

didapat nilai SOF kurang dari atau sama dengan 1 maka selanjutnya adalah melakukan pengukuran titik kontrol tanah dan titik uji lapangan.

Pengukuran titik kontrol tanah dilakukan dengan metode pengukuran rapid statik. Pengukuran titik kontrol tanah diikatkan pada SRGI2013. Pengukuran dengan metode jaring dengan lama pengukuran tiap baseline adalah ± 45 menit. Sedangkan pengukuran titik uji lapangan dengan metode radial yang diikatkan pada CORS ITS dengan lama pengukuran tiap baseline ± 20 menit. Selain mengukur titik kontrol dan titik uji, dilakukan pengukuran panjang jalan atau bangunan untuk mengetahui ketelitian planimetris.

Dari hasil pengukuran didapatkan koordinat titik kontrol tanah yang selanjutnya digunakan untuk melakukan proses orthorektifikasi. Orthorektifikasi merupakan sistem koreksi geometrik untuk mengeliminasi kesalahan akibat perbedaan tinggi permukaan bumi serta proyeksi akusisi citra yang umumnya tidak orthogonal. Dalam melakukan orthorektifikasi diperlukan data GCP dan DEM. Orthorektifikasi pada penelitian kali ini menggunakan metode Rigorous.

Setelah dilakukan proses orthorektifikasi adalah mengecek apakah $RMSE \leq 1.5$ piksel, apabila belum sebaiknya dilakukan orthorektifikasi ulang. Apabila sudah memenuhi maka didapat citra orthogonal.

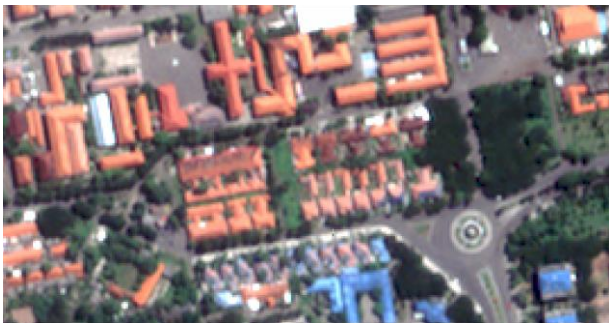
Kemudian dilakukan analisis ketelitian horizontal. Analisis ketelitian horizontal didapatkan dari koordinat serta ketelitian planimetris. Nilai akurasi didapat dari perkalian bilangan 1,5175 dengan RMSE. Nilai RMSE didapat dari residu antara pengukuran di lapangan dibanding dengan nilai digitasi pada citra. Hasil dari penelitian ini adalah nilai ketelitian horizontal dari *Independent check point* (ICP) dan ketelitian planimetris.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil *Pan sharpening*

Pan Sharpening merupakan salah satu pengolahan citra satelit yang bersifat penajaman secara spasial, dengan kata lain *Pan Sharpening* yaitu Fusion atau penggabungan 2 data yang memiliki resolusi spasial berbeda. Dengan Citra yang telah di *Pan-Sharp* anda akan

mendapatkan citra berwarna yang cocok untuk berbagai Aplikasi, seperti Pemetaan data Spasial, Pemetaan Vegetasi, atau sebagai Peta dasar latar belakang Vektor. Dengan resolusi spasial tinggi memungkinkan anda untuk melihat objek lebih detail.



Gambar 2. Citra Pleiades sebelum dilakukan proses pan sharpening



Gambar 3. Citra Pleiades sesudah dilakukan proses pan sharpening

2. Penentuan Lokasi Titik Kontrol

Penentuan lokasi titik kontrol tanah/ground control point sangat mempengaruhi Root Mean Square dari hasil Orthorektifikasi. Maka dari itu dalam menentukan titik kontrol tanah harus memperhatikan beberapa hal. Titik kontrol tanah harus objek yang mudah diinterpretasi pada citra, contoh adalah persimpangan jalan, atap rumah, ujung jembatan dan sebagainya. Selain itu titik kontrol tanah harus diletakkan pada lokasi yang aman dari berbagai factor yang bisa menghambat proses pengambilan data seperti harus pada terletak di ruang terbuka. Penentuan Titik kontrol tanah yang matang akan memudahkan dalam tahap orthorektifikasi citra.

Melakukan rektifikasi pada citra berdasar pada titik kontrol tanah hasil pengukuran di lapangan untuk x dan y, untuk z di input dengan cara mengekstrak ketinggian dari DEM Alos Palsar. Dalam melakukan langkah ini, penulis

menggunakan model matematika atau metode rigorous. RMSE yang didapat nantinya adalah RMSE piksel.

Selanjutnya adalah penentuan titik uji lapangan atau *independent check point*. Dari titik uji lapangan nantinya didapatkan nilai ketelitian atau akurasi horizontal dan vertikal dengan membandingkan data hasil pengukuran di lapangan dengan hasil interpretasi pada citra.



Gambar 4. Sebaran titik kontrol tanah dan titik uji lapangan

3. Desain Jaring Kontrol

Desain jaring dibuat sebelum melakukan pengukuran GCP di lapangan menggunakan GPS Geodetik, 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 [3].

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

- Jumlah titik (S) = 7
- Jumlah baseline (N) = 11
- S' = 4
- N' = 4
- $C = C_a + C_s = (N' - S' + 1) + (N - 2S + 3) = 1$
- $D = 2x(N' - 1) + (N - N') = 12$
- $\left[\sum (\delta_A^2 + \delta_A \cdot \delta_B + \delta_B^2) \right] = 0,271$

$$R = \frac{(D-C)}{C} \left[\sum (\delta_A^2 + \delta_A \cdot \delta_B + \delta_B^2) \right] = 0,250$$

4. *Koordinat Titik Kontrol Tanah dan Titik Uji Lapangan dan Hasil Ukuran Jarak*

Koordinat titik kontrol (X,Y) didapatkan dari pengukuran GPS Geodetik di lapangan dan untuk (Z) didapat dari ekstraksi DEM Alos Palsar dimana koordinat ini digunakan untuk acuan koreksi geometrik citra Pleiades. Berikut ini merupakan daftar koordinat titik kontrol yang digunakan :

Tabel 1. Koordinat Titik Kontrol Tanah

| NO | NAMA TITIK | KOORDINAT TITIK | | |
|----|------------|-----------------|-------------|--------|
| | | X(m) | Y(m) | Z(m) |
| 1 | T01 | 693411,383 | 9202187,464 | 34,070 |
| 2 | T02 | 694868,451 | 9201868,998 | 33,270 |
| 3 | T03 | 691679,181 | 9201212,985 | 35,000 |
| 4 | T04 | 693706,177 | 9200622,428 | 33,000 |
| 5 | T05 | 692632,321 | 9199543,469 | 37,020 |
| 6 | T06 | 694251,994 | 9199615,961 | 32,000 |

Tabel 2. Koordinat piksel pada Citra

| NO | NAMA TITIK | KOORDINAT TITIK | |
|----|------------|-----------------|------------|
| | | X (piksel) | Y (piksel) |
| 1 | T01 | 6513,000 | 11108,400 |
| 2 | T02 | 9421,000 | 11722,700 |
| 3 | T03 | 3064,500 | 13098,900 |
| 4 | T04 | 7112,000 | 14251,000 |
| 5 | T05 | 4978,000 | 16441,100 |
| 6 | T06 | 8207,300 | 16265,600 |

Tabel 3. Koordinat Titik Uji Lapangan

| No | Nama Titik | Koordinat | | |
|----|------------|------------|-------------|--------|
| | | X (m) | Y (m) | Z (m) |
| 1 | G1 | 690990,660 | 9202043,284 | 35,087 |
| 2 | G2 | 691173,513 | 9201986,165 | 35,876 |
| 3 | G3 | 692208,574 | 9201299,005 | 36,944 |
| 4 | G4 | 692662,821 | 9201114,743 | 33,777 |
| 5 | G5 | 692891,139 | 9200838,061 | 35,890 |
| 6 | G6 | 692217,549 | 9200606,571 | 36,684 |
| 7 | G7 | 692152,234 | 9200114,259 | 37,253 |
| 8 | G8 | 692896,689 | 9199987,837 | 35,172 |
| 9 | G9 | 693110,931 | 9199847,872 | 35,426 |
| 10 | G11 | 693476,997 | 9200122,622 | 35,994 |
| 11 | G12 | 694061,314 | 9200068,869 | 33,884 |
| 12 | G13 | 693668,032 | 9201117,593 | 33,231 |

| | | | | |
|----|-----|------------|-------------|--------|
| 13 | G14 | 693446,494 | 9201293,021 | 32,486 |
| 14 | G15 | 694401,181 | 9201557,883 | 29,453 |

| NO | NAMA TITIK | KOORDINAT TITIK | | |
|----|------------|-----------------|-------------|--------|
| | | X(m) | Y(m) | Z(m) |
| 15 | G16 | 693955,323 | 9201979,202 | 31,582 |

5. *Nilai Root Mean Square Error (RMSE)*

Hasil tranformasi dari 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 . Dari hasil tersebut dapat dihitung besar nilai RMSE. Berikut adalah nilai RMSE Pixel yang didapat dari metode Rigorous.

Tabel 4. Nilai Residu dan RMS error

| No | Nama Titik | Residu X | Residu Y | Residu | Residu^2 |
|-----|------------|----------|----------|--------|----------|
| 1 | T1 | 0,670 | 0,070 | 0,670 | 0,448 |
| 2 | T2 | -0,290 | 0,140 | 0,320 | 0,102 |
| 3 | T3 | -0,470 | 0,080 | 0,480 | 0,230 |
| 4 | T4 | -0,230 | -0,090 | 0,250 | 0,062 |
| 5 | T5 | 0,210 | -0,130 | 0,250 | 0,062 |
| 6 | T6 | 0,130 | -0,070 | 0,140 | 0,019 |
| RMS | | 0,380 | 0,100 | RMSE | 0,392 |

6. Analisis Ketelitian

Analisis ketelitian pada penelitian ini berupa analisis ketelitian horizontal. Analisis ketelitian horizontal dibagi menjadi dua, yaitu analisis ketelitian koordinat dan planimetris. Analisis didapat dengan menghitung akurasi horizontal (*Circular Error 90*) dari koordinat titik uji lapangan. Hasil perhitungan nilai akurasi horizontal dapat dilihat pada tabel 5 dan tabel 6.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Ketelitian Koordinat

| No | Nama Titik | Residu | | Residu^2 | | residu x^2 + residu y^2 |
|----|------------|--------|--------|----------|-------|-------------------------|
| | | X(m) | Y(m) | X(m) | Y(m) | |
| 1 | G1 | 0,474 | -0,178 | 0,225 | 0,032 | 0,256 |
| 2 | G2 | -0,146 | 0,104 | 0,021 | 0,011 | 0,032 |
| 3 | G3 | 0,188 | 0,232 | 0,035 | 0,054 | 0,089 |
| 4 | G4 | -0,200 | 0,398 | 0,040 | 0,158 | 0,198 |
| 5 | G5 | -0,013 | 0,186 | 0,000 | 0,035 | 0,035 |
| 6 | G6 | 0,312 | 0,152 | 0,097 | 0,023 | 0,120 |
| 7 | G7 | -0,250 | -0,635 | 0,063 | 0,403 | 0,466 |

| 8 | G8 | 0,124 | 0,172 | 0,015 | 0,030 | 0,045 |
|-----------|------------|--------|--------|---------------------|-------|---|
| 9 | G9 | 0,519 | -0,250 | 0,269 | 0,063 | 0,332 |
| 10 | G11 | -0,233 | -0,216 | 0,054 | 0,047 | 0,101 |
| No | Nama Titik | Residu | | Residu ² | | residu x ² + residu y ² |
| | | X(m) | Y(m) | X(m) | Y(m) | |
| 11 | G12 | -0,167 | 0,235 | 0,028 | 0,055 | 0,083 |
| 12 | G13 | 0,278 | 0,436 | 0,077 | 0,190 | 0,267 |
| 13 | G14 | -0,269 | 0,274 | 0,072 | 0,075 | 0,147 |
| 14 | G15 | 0,283 | -0,207 | 0,080 | 0,043 | 0,123 |
| 15 | G16 | 0,242 | 0,142 | 0,059 | 0,020 | 0,079 |
| Jumlah | | | | | | 2,374 |
| Rata-rata | | | | | | 0,158 |
| RMSE | | | | | | 0,397 |
| CE90 | | | | | | 0,603 |

Tabel 6. Hasil perhitungan ketelitian planimetris

| No | Nama | Jarak pada peta (m) | Jarak sebenarnya (m) | Residu(m) | Residu ² |
|-----------|------|---------------------|----------------------|-----------|---------------------|
| 1 | D1 | 9,261 | 9,448 | 0,187 | 0,034 |
| 2 | D2 | 6,371 | 6,626 | 0,255 | 0,065 |
| 3 | D3 | 4,507 | 4,296 | -0,211 | 0,044 |
| 4 | D4 | 16,500 | 16,697 | 0,197 | 0,039 |
| 5 | D5 | 17,792 | 18,114 | 0,322 | 0,104 |
| 6 | D6 | 10,512 | 10,452 | -0,060 | 0,004 |
| 7 | D7 | 5,735 | 6,317 | 0,582 | 0,339 |
| 8 | D8 | 11,940 | 11,886 | -0,054 | 0,003 |
| 9 | D9 | 17,899 | 18,112 | 0,213 | 0,045 |
| 10 | D10 | 6,129 | 6,045 | -0,084 | 0,007 |
| 11 | D11 | 19,769 | 19,593 | -0,176 | 0,031 |
| 12 | D12 | 13,803 | 14,533 | 0,730 | 0,532 |
| Jumlah | | | | | 1,248 |
| Rata-rata | | | | | 0,104 |
| RMSE | | | | | 0,322 |
| CE90 | | | | | 0,489 |

Dari perhitungan ketelitian koordinat pada tabel 5 didapat rata-rata kesalahan per titik adalah sebesar 0,158 dengan RMS error 0,397, Akurasi Horizontal (CE90) didapat nilai 0,603.

Dari perhitungan ketelitian planimetris pada tabel 6 didapat rata-rata kesalahan per titik adalah sebesar 0,104 dengan RMS error 0,322, Akurasi yang didapat adalah sebesar 0,489.

PENUTUP

Berdasarkan hasil dan pembahasan tersebut dapat ditarik kesimpulan yaitu:

- Citra Pleiades setelah dilakukan proses orthorektifikasi didapat akurasi horizontal sebesar 0,604 meter, akurasi vertikal sebesar 2,633 meter, dan ketelitian planimetris sebesar 0,489 meter.
- Dari proses orthorektifikasi diketahui bahwa Citra Pleiades memiliki nilai CE90 sebesar 0,604 meter sehingga masuk dalam kelas 1 dengan skala peta mencapai 1:5000, namun pada penelitian ini ketelitian peta yang didapat mencapai kelas 2 pada peta skala 1:2500 karena daerah penelitian yang relatif sempit dan topografi yang relatif datar. Dari hasil akurasi horizontal tersebut dapat disimpulkan bahwa citra Pleiades layak untuk dijadikan peta dasar Rencana Detail Tata Ruang, karena syarat peta dasar RDTR ketelitian minimal 1:5000. Akan tetapi dari sisi akurasi vertikal citra Pleiades tidak layak dijadikan peta dasar karena akurasi vertikal sebesar 2,633 meter, sehingga hanya layak untuk dijadikan peta dasar pada peta skala 1:10000.

Adapun saran-saran dari berbagai kendala yang dialami penulis adalah DEM yang digunakan untuk orthorektifikasi citra resolusi tinggi sebaiknya dengan resolusi spasial minimal 2,5 meter agar hasil lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H. Z. (2006). *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. Bandung: Pradnya Paramita.
- Airbus Defense & Space. (2015). *Informasi Satelit Pleiades*. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional.
- Badan Informasi Geospasial. (2016). *Modul Validasi Peta Rencana Tata Ruang*. Cibinong: Sekretariat BIG.
- BIG. (2016). *Modul Validasi Peta Rencana Tata Ruang*. Bogor: Sekretariat BIG.
- Dahuri et. al. (2001). *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir Secara Teratur*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Frianzah, A. (2009). *Pembuatan Orthoimage dari Citra ALOS Prism*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika FT UGM.
- Hutabarat, B. (2006). *Kajian Citra Multisensor Untuk Penentuan Batas Wilayah*. Bandung:

- Departemen Geodesi dan Geomatika Institut Teknologi Bandung.
- [8] Jensen, J. (1986). *Introductory Digital Image Processing : A Remote sensing Perspective*. New Jersey: Prentice Hall.
- [9] Julzarika, A. (2007). *Perbandingan Teknik Orthorektifikasi Citra Satelit SPOT5 Wilayah Semarang dengan Metode Digital Mono Plotting (DMP) dan Metode Ratio Polynomial Coefficients (RPCs)*. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional.
- [10] Julzarika, A., & Kartasasmita, M. (2010, juli). Teknik Orthorektifikasi Multi Oblique Image Satelit dengan Metode Digital Mono Plotting (DMP), Ratio Polynomial Coefficients (RPCs), dan Rigorous Satelit Sensor Model. *Informasi Spasial Sebaran dan Potensi Perkebunan Kelapa Sawit dari Data Penginderaan Jauh di Provinsi Sumatera Selatan*, pp. 13-19.
- [11] LAPAN. (2010, Juli). Berita INDERAJA. *Informasi Spasial Sebaran dan Potensi PERkebunan Kelapa Sawit dari Data Penginderaan Jauh di Provinsi Sumatera Selatan*, pp. 13-19.
- [12] Mather, P. (1987). *Computer processing of remotely-sensed images*. Chicester: Jhon Wiley.
- [13] Mogal, J. (1993). *VR Technologies: Full immersion*. Iris Universe.
- [14] Purwadhi. (2008). *Pengantar Interpretasi Citra Penginderaan Jauh*. Semarang: UNES - LAPAN.
- [15] Soeta'at. (1996). *Hitung Kuadrat Terkecil Lanjut*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.
- [16] Sukojo, B. (2006). *Modul Ajar Hitung Kerangka Geodesi*. Surabaya: Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [17] Susanto, C. (2015, Maret 25). *Pesisir*. Retrieved from Sistem Informasi Lingkungan Hidup: <http://kotasurabaya.silh.menlh.go.id/>
- [18] Tempfli, K. (1991). *DTM and differential modeling*. Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- [19] Wibowo, & Eko, P. (2010). *Identifikasi Perubahan Tutupan Lahan Pulau Pagang, Pulau Pramuka, Dan Pulau Karya Antara Tahun 2004 dan Tahun 2008*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- [20] Wolf, P. (1983). *Elements Of Photogrammetry With Air Photo Interpretation And Remote Sensin*. Japan: McGraw-Hill Book Company Japan.