

ANALISIS KELETITIAN HASIL UJI AKURASI ORTHOREKTIFIKASI CITRA SATELIT PLEIADES DENGAN MENGGUNAKAN DEM TERRASAR-X, DEM ALOS PALSAR DAN DEM NASIONAL

(Studi Kasus: Kec. Purwantoro, Kab. Wonogiri, Prov. Jawa Tengah)

Anugerah Yuliadi¹, Agus Darpono², Alifah Noraini³.

Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang
anugrahhyuliadi@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan teknologi dan pengetahuan dalam bidang penginderaan jauh (inderaja) semakin pesat. Data yang dihasilkan pun semakin efisien dan akurat dari waktu ke waktu. Saat ini citra satelit satelit resolusi tinggi sudah digunakan untuk suatu perencanaan tata ruang. Idealnya untuk pemetaan ataupun perencanaan, citra satelit harus benar-benar tegak serta memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi. Tetapi hampir selalu terdapat kemiringan. Oleh karena itu diperlukan proses orthorektifikasi koreksi geometris untuk menegakkan citra tersebut agar sesuai dengan kondisi sebenarnya. Salah satu faktor peneliti melakukan kajian terhadap 3 DEM ini untuk melihat besar pengaruh ketelitian resolusi DEM terhadap hasil uji akurasi *orthoimage*.

Pada penelitian ini akan mengkaji pengaruh dari DEM TerraSAR-X, DEM ALOS PALSAR dan DEM Nasional terhadap *orthorektifikasi* citra satelit Pleiades yang terdiri dari 2 *scene* dengan menggunakan perangkat lunak *PCI Geomatica*. Selain data DEM, digunakan juga titik GCP dalam proses *orthorektifikasi* dan titik ICP digunakan untuk uji akurasi ketelitian koreksi geometrik *orthoimage*.

Hasil dari penelitian ini adalah *orthoimage*, dari hasil *orthorektifikasi* dengan menggunakan DEM TerraSAR-X, DEM ALOS PALSAR dan DEM Nasional. Hasil uji akurasi horisontal yang dilakukan dari citra yang telah ter-*orthorektifikasi* masuk ke dalam kelas 3 berdasarkan PERKA BIG. Nilai ketelitian citra ter-*orthorektifikasi* menggunakan DEM TerraSAR-X dan DEM Nasional dihasilkan nilai ketelitian 1,689 m dan menggunakan DEM ALOS PALSAR memiliki nilai ketelitian 1,945 m.

Kata kunci citra satelit pleiades, DEM ALOS PALSAR, DEM Nasional, DEM TerraSAR-X, orthorektifikasi

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin maju, bidang ilmu Geodesi dan Geomatika pun ikut terkena imbasnya. Salah satu dari hal tersebut ialah teknologi penginderaan Jauh (inderaja) yang semakin berkembang melalui kehadiran berbagai sistem satelit dengan berbagai misi dan teknologi sensor. Penginderaan jauh merupakan suatu ilmu atau teknologi untuk memperoleh informasi atau fenomena alam melalui analisis suatu data yang diperoleh dari hasil rekaman obyek, daerah atau fenomena yang dikaji. Perekaman atau pengumpulan data penginderaan jauh (inderaja) dilakukan dengan menggunakan alat pengindera (sensor) yang dipasang pada pesawat terbang atau satelit (Lillesand dan Keifer, 1994).

Satelit yang tersedia saat ini memiliki resolusi spasial mulai dari 0,5 meter sampai puluhan meter. Pada proses perekaman citra satelit ini terdiri dari 2 sensor, yaitu sensor aktif dan sensor pasif. Sensor aktif atau yang lebih dikenal dengan radar memiliki kelebihan bebas dari efek awan. Misal, satelit ALOS

(PALSAR), TerraSAR, ENVISAT. Sedangkan untuk sensor pasif memiliki kelebihan dalam multispektral, akan tetapi tidak bebas dari efek awan. Misal, Ikonos, Worldview-1, QuickBird, SPOT, Pleiades, CartoSat, LAPAN Tubsat, Landsat, dan lain-lain.

Pada penelitian ini akan mengkaji pengaruh dari DEM TerraSAR-X, DEM ALOS PALSAR dan DEM Nasional terhadap *orthorektifikasi* citra satelit Pleiades yang terdiri dari 2 *scene*. Hasil dari *orthorektifikasi* ini bisa digunakan untuk perencanaan tata ruang yang sudah menggunakan hasil *orthoimage* untuk melakukan perencanaan. Tentu saja dalam suatu perencanaan dibutuhkan tingkat akurasi yang cukup tinggi, agar dalam proses perencanaan dapat teratata lebih baik sesuai posisi yang akurat. Salah satu faktor peneliti melakukan kajian terhadap 3 DEM ini untuk melihat besar pengaruh ketelitian resolusi DEM terhadap hasil uji akurasi *orthoimage*.

1.2. Rumusan Masalah

Pertanyaan penelitian ini adalah (1) Berapa besar nilai RMSE hasil *orthorektifikasi* citra dengan menggunakan DEM TerraSAR-X, DEM ALOS PALSAR dan DEM Nasional? (2) Bagaimana

pengaruh hasil mozaicking citra dari hasil orthorektifikasi menggunakan DEM TerraSAR-X, DEM ALOS PALSAR dan DEM Nasional?
 (3) Bagaimana pengaruh ketelitian posisi citra tegak/orthoimage jika menggunakan DEM TerraSAR-X, DEM ALOS PALSAR dan DEM Nasional?

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh ketelitian uji akurasi posisi citra tegak/Orthoimage dengan menggunakan DEM TerraSAR-X, DEM ALOS PALSAR dan DEM Nasional.

Manfaat dari penelitian ini adalah (1) Memahami proses orthorektifikasi citra satelit dengan menggunakan DEM TerraSAR-X, DEM ALOS PALSAR dan DEM Nasional (2) Menganalisis hasil penggabungan / mozaicking 2 scene citra dari hasil orthorektifikasi menggunakan DEM TerraSAR-X, DEM ALOS PALSAR dan DEM Nasional (3) Menganalisis pengaruh ketelitian uji akurasi posisi citra tegak/orthoimage dengan menggunakan DEM TerraSAR-X, DEM ALOS PALSAR dan DEM Nasional.

1.4. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Purwanto. Purwanto adalah sebuah kecamatan di Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah. Merupakan salah satu batas wilayah antara Provinsi Jawa Tengah dengan Jawa Timur.

2. DASAR TEORI

2.1. Orthorektifikasi

Orthorektifikasi adalah proses transformasi ke sistem koordinat peta dengan menggunakan data model permukaan digital (DTM) untuk mengoreksi pergeseran relief (Baltsavias, 2000). Orthorektifikasi pada dasarnya merupakan proses manipulasi citra untuk mengurangi/menghilangkan berbagai distorsi yang disebabkan oleh kemiringan kamera/sensor dan pergeseran relief (Candra, 2010).

Orthorektifikasi pada dasarnya merupakan proses manipulasi citra untuk mengurangi/menghilangkan berbagai distorsi yang disebabkan oleh kemiringan, tetapi masih mengandung pergeseran. Secara teoritik foto terekrtifikasi merupakan foto yang benar-benar tegak dan oleh karenanya bebas dari pergeseran karena relief topografi (relief displacement). Pada foto udara pergeseran relief ini dihilangkan dengan rektifikasi differensial (Frianzah, 2009). Gambar di bawah ini menyajikan pemanfaatan DTM untuk



Gambar 1 Penggunaan DTM pada proses orthorektifikasi (PCI, 2005)

Data raster umumnya ditampilkan dalam bentuk “raw” data dan memiliki kesalahan geometrik. Untuk mendapatkan data yang akurat, data tersebut harus dikoreksi secara geometrik kedalam sistem koordinat bumi. Selain data DEM yang mempengaruhi, hasil ortorektifikasi sangat dipengaruhi juga oleh GCP (Ground Control Point) lapangan. Intinya data koordinat di lapangan akan diterapkan ke dalam data raster citra satelit (Terra Image, 2013).

Tingkat ketelitian hasil orthorektifikasi diukur dengan besar kesalahan menengah rata-rata atau Root Mean Square Error (RMSE). RMSE adalah suatu nilai yang digunakan untuk menunjukkan ketelitian dengan melibatkan semua faktor kesalahan yang terjadi selama proses pengukuran atau produksi data. Semakin kecil nilai RMSE maka semakin teliti hasil orthorektifikasi. Persamaan (2.1) untuk menghitung nilai RMSE adalah sebagai berikut: (Lu, 2014)

$$RMSE = \sqrt{(x' - x)^2 + (y' - y)^2} \dots\dots\dots (2)$$

Dalam hal ini,

x', y' : koordinat titik yang dianggap benar

x, y : koordinat titik hasil ukuran lapangan

2.2. Standar Ketelitian Perka BIG No. 15 Tahun 2014

Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial merupakan peraturan yang mengatur pedoman teknis mengenai syarat dan ketentuan dalam standar ketelitian peta dasar, diantaranya meliputi ketentuan untuk ketelitian geometri. Peraturan ini disusun dan dimutakhirkan dengan memperhatikan perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, kemampuan nasional yang ada, dan standar atau spesifikasi teknis yang berlaku secara nasional atau internasional. Ketelitian geometri adalah nilai yang menggambarkan ketidakpastian koordinat posisi suatu objek pada peta dibandingkan dengan koordinat posisi objek yang dianggap posisi sebenarnya. Komponen ketelitian geometri terdiri atas ketelitian horisontal dan ketelitian vertikal (BIG, 2014).

Toleransi ketelitian horisontal dibagi menjadi 3 (tiga) kelas. Kelas 1 toleransinya 0.2 mm x bilangan skala, Kelas 2 toleransinya adalah 0.3 mm x bilangan skala, dan Kelas 3 toleransinya adalah 0.5 mm x bilangan skala. Adapun hubungan antara toleransi ketelitian horisontal terhadap skala ditunjukkan dalam tabel berikut (BIG, 2014).

Tabel 1. Hubungan Skala Horisontal dengan Toleransi Ketelitian Horisontal (BIG, 2014)

Skala	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
	CE90% (m)	CE90% (m)	CE90% (m)
1 : 500	0,1	0,15	0,25
1 : 1000	0,2	0,3	0,5
1 : 1500	0,3	0,45	0,75
1 : 2000	0,4	0,6	1
1 : 2500	0,5	0,75	1,25
1 : 5000	1	1,5	2,5

Nilai ketelitian horisontal menurut ketentuan BIG dapat di hitung dari nilai RMSE_{xy} dengan selang kepercayaan 90%. Jika kesalahan horisontal terdistribusi secara normal pada setiap komponen dan kesalahan x dan y untuk komponen x sama dengan independen dari kesalahan untuk komponen y, maka faktor pengali yang digunakan untuk menghitung ketelitian horisontal pada level kepercayaan 90% adalah 2.146 (Greenwalt dan Schultz, 1968 dalam FGDC, 2013). Ketelitian horisontal dengan selang kepercayaan 90% atau CE90 (Circular Error 90%) dapat dihitung dengan persamaan (2) (BIG, 2014).

$$CE = 1,5175 \times RMSE_{xy} \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana, CE : Nilai ketelitian horisontal dengan tingkat kepercayaan 90%

3. METODOLOGI

3.1 Alat dan Bahan

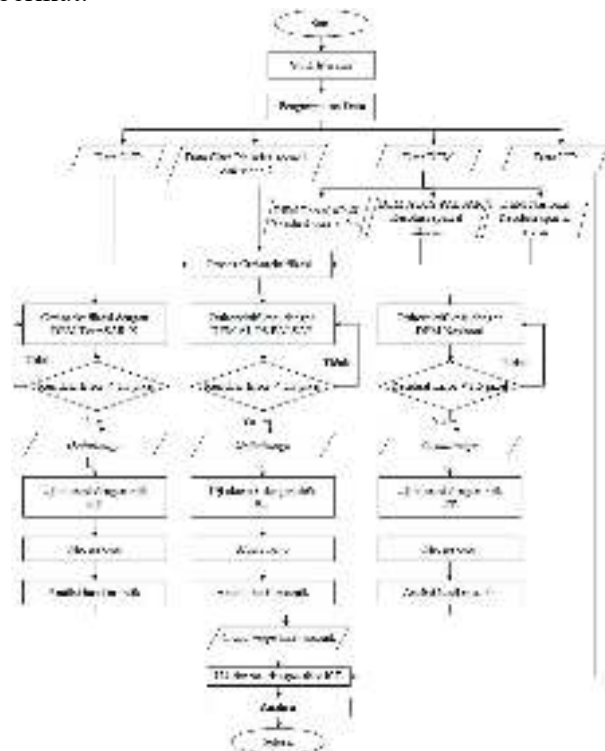
Pada penelitian ini data yang diperlukan adalah sebagai berikut data titik GCP dan ICP, citra Satelit Pleiades pada BWP Kecamatan Purwantoro dan DEM Terassar-X, DEM ALOS PALSAR dan DEM Nasional.

Perangkat yang digunakan untuk melakukan proses orthorektifikasi menggunakan *software PCI Geomatica*, sedangkan untuk melakukan uji akurasi menggunakan *software ArcGIS* dan perhitungan nilai uji akurasi dengan menggunakan *Microsoft excel*.

3.2. Diagram Alir

Pelaksanaan pada penelitian ini secara umum ditunjukkan pada diagram alir. Adapun tahapan-

tahap penting dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Alir.

3.3. Tahapan Pelaksanaan

Secara garis besar dari proses tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tahapan Persiapan
 - a. Melakukan pengumpulan materi-materi, dan referensi buku panduan yang dapat mendukung penelitian ini.
 - b. Mengumpulkan data-data yang diperlukan.
 - c. Mengatur jadwal penelitian.
 - d. Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian
2. Tahapan Pengolahan
 - a. Proses pengolahan Orthorektifikasi

Proses orthorektifikasi merupakan proses transformasi ke sistem koordinat peta dengan menggunakan data DEM untuk mengkoreksi pergeseran relief untuk membuat citra menjadi citra tegak. Pada tahapan ini memproses citra yang belum terorthorektifikasi dengan menggunakan titik GCP untuk koreksi horizontal (x,y) dan menggunakan data DEM untuk koreksi vertikal (z). Pada proses ini kedua scene citra dilakukan orthorektifikasi dengan menggunakan DEM Terassar-X, DEM Nasional dan DEM Alos Palsar.
 - b. Residual Error

Pada proses orthorektifikasi dengan menggunakan perangkat lunak PCI Geomatica, nilai residual error yang didapatkan harus kurang dari atau sama dengan 1.5 pixel.

Apabila nilai residual belum memenuhi harus dilakukan proses orthorektifikasi lagi dan bila telah memenuhi dapat dilakukan proses yang selanjutnya.

- c. Proses uji akurasi dengan titik ICP
Proses uji akurasi dilakukan dengan menguji *RMSE* horizontal, yang beracuan pada PERKA BIG NO.15 tahun 2014 dengan selang kepercayaan 90%.
- d. Proses *Mozaicking*
Proses penggabungan 2 *scene* citra yang telah dilakukan proses orthorektifikasi dan telah memenuhi hasil uji akurasi.

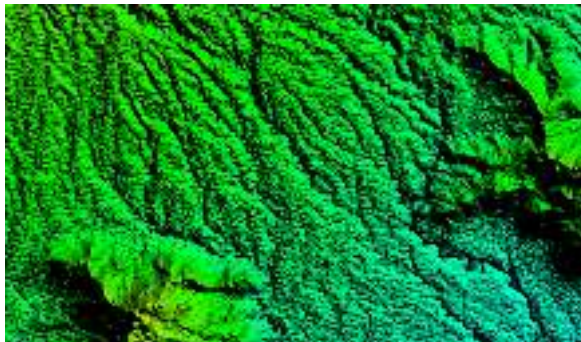
3. Analisa dan Pembahasan

- a. *Orthoimage* merupakan citra/foto yang menyajikan gambaran objek pada posisi ortografik yang benar yang merupakan hasil dari proses *orthorektifikasi*.
- b. Menganalisis hasil uji akurasi *Orthoimage*.
Pada tahapan ini menganalisis hasil dari uji akurasi horizontal dan vertikal. Pada analisis ini kita dapat melihat berapa nilai ketelitian dari akurasi vertikal dan horizontal *orthoimage*. Dari hasil tersebut, nilai ketelitian dapat dikelaskan berdasarkan dengan spesifikasi yang tertera dalam PERKA BIG NO.15 tahun 2014.
- c. Analisis hasil mosaik.
Pada tahapan ini menganalisis hasil penggabungan dari kedua *scene* citra yang telah dilakukan *orthorektifikasi/orthoimage*.

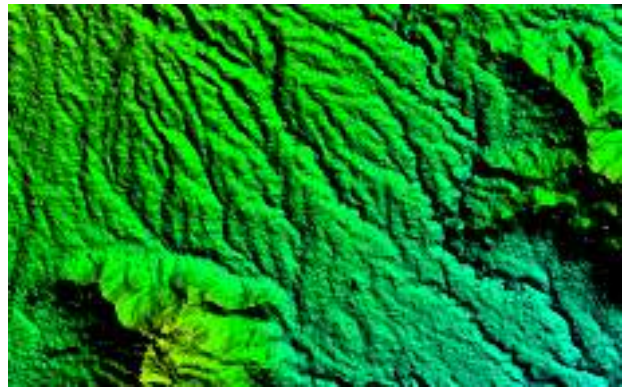
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Perbandingan DEM TerraSAR-X, DEM ALOS PALSAR dan DEM Nasional

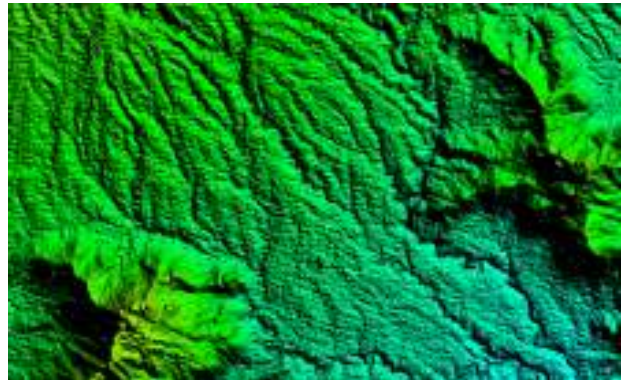
Pada penelitian ini menggunakan 3 DEM, yaitu DEM TerraSAR-X, DEM ALOS PALSAR dan DEM Nasional. DEM Nasional memiliki ketelitian 8.3m, sedangkan DEM TerraSAR-X memiliki ketelitian 9m dan DEM ALOS PALSAR memiliki ketelitian 12,5m. Berikut merupakan kenampakan dari kedua DEM:



Gambar 3. Visualisasi DEM TerraSAR-X



Gambar 4. Visualisasi DEM ALOS PALSAR



Gambar 5. Visualisasi DEM Nasional BIG

Berdasarkan dari kenampakan DEM di atas, dapat terlihat jika DEM tersebut memiliki kenampakan topografi yang hampir sama. Namun, apabila diamati lebih detail akan terlihat jika DEM TerraSAR-X dan DEM Nasional memiliki ketajaman gambar yang lebih baik daripada DEM ALOS PALSAR. Secara kenampakan topografi seperti sungai maupun bukit, pada DEM TerraSAR-X dan DEM Nasional terlihat lebih detail bentuknya daripada DEM ALOS PALSAR. Hal tersebut dapat dipengaruhi dari nilai ketajaman dari pixel yang lebih baik daripada DEM ALOS PALSAR, dimana DEM TerraSAR-X dan DEM Nasional memiliki resolusi spasial yang lebih baik yakni 9 m dan 8.3m sedangkan resolusi spasial ALOS PALSAR berkisar antara 12,5m.

4.2. Data Titik GCP dan ICP

Koordinat titik GCP dan ICP (X,Y,Z) didapatkan dari pengukuran langsung di lapangan menggunakan *GPS GEODETIC JAVAD TRIUMPH-1* dengan metode statik berdurasi 60-90 menit dan terikat pada *CORS MAGETAN* milik BIG. Data hasil pengukuran *GPS* diolah dengan metode *post-processing* menggunakan *software GeoGenius*. Berikut ini merupakan daftar koordinat titik GCP dan ICP yang digunakan:

Tabel 2 Daftar koordinat titik GCP

No	Nama Titik	Koordinat		
		X(m)	Y(m)	Z(m)
1	GCP 1	524.285,484	9.137.301,088	602,742
2	GCP 2	526.870,494	9.135.322,538	424,163
3	GCP 3	529.094,689	9.134.595,511	366,405
4	GCP 4	528.445,041	9.130.034,029	271,673
5	GCP 5	531.603,721	9.129.286,817	243,396
6	GCP 6	536.092,387	9.132.191,276	350,915
7	GCP 7	525.477,628	9.131.102,787	688,699
8	GCP 8	526.692,192	9.131.569,415	514,473
9	GCP 9	530.320,283	9.130.262,625	257,015
10	GCP10	530.217,536	9.133.365,593	313,943
11	GCP 11	534.379,216	9.133.637,394	431,048
12	GCP 12	532.266,085	9.132.932,003	261,885
13	GCP 13	523.090,725	9.134.339,804	474,445
14	GCP 14	534.417,036	9.130.145,030	180,279

Tabel 3 Daftar koordinat titik ICP

No	Nama Titik	Koordinat		
		X(m)	Y(m)	Z(m)
1	ICP 1	525.238,115	9.135.557,342	500,329
2	ICP 2	524.758,636	9.133.469,417	417,071
3	ICP 3	525.999,405	9.133.941,174	390,778
4	ICP 4	530.770,058	9.131.896,237	272,239
5	ICP 5	531.925,220	9.131.272,458	227,118
6	ICP 6	533.536,701	9.131.975,580	222,547
7	ICP 7	528.852,027	9.132.310,367	323,399
8	ICP 8	523.067,443	9.135.900,402	540,913
9	ICP 9	533.335,390	9.129.913,904	204,919
10	ICP 10	527.583,772	9.133.417,564	363,668

4.2. Nilai Residual

Dari keseluruhan nilai residual, didapatkan perbandingan nilai residual Citra scene 1 dan scene 2 pada proses orthorektifikasi menggunakan metode Toutin's Model dalam satuan pixel dan ground sebagai berikut:

Nilai diatas menunjukkan pada scene 1 nilai dari residual menggunakan DEM TerraSAR-X sebesar 0,3 m dalam satuan ground, 0,55 dalam satuan pixel dan dengan menggunakan DEM ALOS PALSAR 0,29 m dalam satuan ground, 0,54 dalam satuan pixel. Sedangkan dengan menggunakan DEM Nasional didapatkan nilai residual sebesar 0,34 dalam satuan ground, 0,62 dalam satuan pixel.

Berbeda dengan scene 1, pada scene 2 nilai residual dengan menggunakan DEM TerraSAR-X nilai residual sebesar 0,55 m dalam satuan ground dan 1,08 dalam satuan pixel, dengan menggunakan DEM ALOS PALSAR sebesar 0,72 m dalam satuan ground dan 1,41 dalam satuan pixel. Sedangkan dengan menggunakan DEM Nasional nilai residual yang didapat sebesar 0,46m dalam satuan ground dan 0,91 dalam satuan pixel. Namun nilai residual tersebut belum dapat menunjukkan tingkat akurasi dari citra hasil orthorektifikasi. Selanjutnya untuk mendapatkan akurasi ketelitian terlebih dahulu harus melalui proses uji akurasi dan nilai residual harus memenuhi $\leq 1,5$ pixel.

4.3 Uji Akurasi

Pada tahapan ini dilakukan analisa hasil dari uji akurasi horizontal. Untuk menentukan nilai ketelitian dari akurasi horizontal orthoimage. Dari hasil tersebut, nilai ketelitian dapat dikelaskan berdasarkan dengan spesifikasi yang tertera dalam PERKA BIG NO.15 tahun 2014.

Pada proses uji akurasi, hasil proses orthorektifikasi menggunakan perangkat lunak PCI Geomatica diperoleh selisih antara data hasil pengukuran koordinat (X,Y) langsung dilapangan dengan hasil koordinat pada citra satelit Pleiades. Dari hasil data tersebut, digunakan untuk memperoleh nilai nilai Root Mean Square Error (RMSE). Berikut ini adalah hasil perhitungan mencari RMSE.

$$RMSE = \sqrt{\frac{(X_{GCP} - Y_{GCP})^2 + (X_{ICP} - Y_{ICP})^2}{n}}$$

Tabel 4 Nilai Residual scene 1 dan scene 2

Jenis Citra	scene 1						scene 2					
	TerraSAR-X		ALOS PALSAR		Nasional		TerraSAR-X		ALOS PALSAR		Nasional	
	Ground	Pixel	Ground	Pixel	Ground	Pixel	Ground	Pixel	Ground	Pixel	Ground	Pixel
	m	pxl	m	pxl	m	pxl	m	pxl	m	pxl	m	pxl
Scene 1	0,3	0,55	0,29	0,54	0,34	0,62	0,3	0,55	0,29	0,54	0,34	0,62
Scene 2	0,55	1,08	0,72	1,41	0,46	0,91	0,55	1,08	0,72	1,41	0,46	0,91

Tabel 5 Hasil uji akurasi *scene 1*

No.	DEM	Akurasi horisontal (4 CP)
1	DEM TerraSAR-X	1,196338476
2	DEM Alos Palsar	1,41804
3	DEM Nasional	1,342439759

Tabel 6 Hasil uji akurasi *scene 2*

No.	DEM	Akurasi horisontal (9 CP)
1	DEM TerraSAR-X	1,77982
2	DEM Alos Palsar	2,03978
3	DEM Nasional	1,787004074

Tabel 7 Hasil uji akurasi mosaik *orthoimage* DEM TerraSAR-X

NO	TITIK ICP	$(XGPS - XCP)^2 + (YGPS - YCP)^2$
1	ICP1	0,03559
2	ICP2	5,56458
3	ICP3	0,44992
4	ICP4	0,95653
5	ICP5	0,90216
6	ICP6	0,93108
7	ICP7	0,28913
8	ICP8	0,01297
9	ICP9	2,35517
10	ICP10	0,89626
Jumlah (10 CP)		12,39340
Rata-rata (10 CP)		1,23934
RMSEr (10 CP)		1,11326
Akurasi horisontal (10 CP)		1,68937

Tabel 8 Hasil uji akurasi mosaik *orthoimage* DEM ALOS PALSAR

NO	TITIK ICP	$(XGPS - XCP)^2 + (YGPS - YCP)^2$
1	ICP1	0,72196
2	ICP2	5,45444
3	ICP3	1,38730
4	ICP4	0,95653
5	ICP5	0,90216
6	ICP6	1,48480
7	ICP7	1,07242
8	ICP8	0,16485
9	ICP9	3,74750
10	ICP10	0,53408
Jumlah (10 CP)		16,42605
Rata-rata (10 CP)		1,64261
RMSEr (10 CP)		1,28164
Akurasi horisontal (10 CP)		1,94489

Tabel 9 Hasil uji akurasi mosaik *orthoimage* DEM Nasional

NO	TITIK ICP	$(XGPS - XCP)^2 + (YGPS - YCP)^2$
1	ICP1	0,036
2	ICP2	5,565
3	ICP3	0,450
4	ICP4	0,957
5	ICP5	0,902
6	ICP6	0,931
7	ICP7	0,289
8	ICP8	0,013
9	ICP9	2,355
10	ICP10	0,896
Jumlah (10 CP)		12,393169
Rata-rata (10 CP)		1,2393169
RMSEr (10 CP)		1,113246109
Akurasi horisontal (10 CP)		1,689350971

Dari hasil uji akurasi di atas, pada *scene 1* nilai akurasi ketelitian citra berdasarkan pada PERKA BIG NO.15 tahun 2014 dengan selang kepercayaan 90%, citra *scene 1* yang dilakukan proses *orthorektifikasi* dengan DEM TerraSAR-X, DEM Alos Palsar, dan DEM Nasional masuk ke dalam kelas 2 pada skala 1:5000.

Pada *scene 2* citra dan hasil mosaik *orthoimage* yang dilakukan proses *orthorektifikasi*, menunjukkan bahwa nilai akurasi ketelitian horizontal dengan menggunakan DEM TerraSAR-X dan DEM Nasional memiliki ketelitian yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan DEM Alos Palsar. Meskipun demikian, seluruh nilai akurasi ketelitian horizontal termasuk dalam kelas 3 pada skala 1:5000 (sesuai dengan PERKA BIG NO.15 tahun 2014).

Dari hasil uji akurasi horizontal secara keseluruhan dapat disimpulkan, bahwa *orthoimage* hasil proses *orthorektifikasi* dengan menggunakan DEM TerraSAR-X dan DEM Nasional dapat memberikan nilai ketelitian yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan DEM ALOS PALSAR. Hal tersebut dipengaruhi oleh nilai resolusi DEM TerraSAR-X yang lebih baik, yaitu sebesar 9m daripada DEM Alos palsar yang memiliki resolusi lebih rendah, yaitu 12,5 m.

4.4 Hasil Mosaic *Orthoimage*

Dari hasil mosaik yang telah dilakukan, terlihat dari gambar sebelum mosaik dan setelah mosaik citra bergabung menjadi satu bagian citra. Pada hasil yang dilakukan *orthoimage* yang di *orthorektifikasi* dengan DEM TerraSAR dan DEM Nasional, diambil 5 sampel hasil mosaik. Dari 5 sampel tersebut, hasil

mosaik tampak hampir tidak terlihat hasil pertampalannya. Dimana hal ini menunjukkan tingkat akurasi pertampalan yang cukup baik. Sedangkan dari hasil mosaik orthoimage yang diorthorektifikasi dengan DEM ALOS PALSAR, dari 5 sampel yang diambil terdapat 1 sampel yang menunjukkan gap dari hasil mosaik. Hal tersebut ditunjukkan pada sampel nomor 4, pada hasil setelah mosaik terlihat jalan yang tidak menyambung dengan sempurna. Tampak gap antara jalan dari citra scene 1 dan scene 2.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil *orthorektifikasi* dengan menggunakan DEM TerraSAR-X pada *scene* 1 memiliki ketelitian 1,196 m, pada *scene* 2 memiliki ketelitian 1,779 m dan hasil *orthoimage* memiliki ketelitian 1,689 m. Pada hasil *orthorektifikasi* dengan menggunakan DEM Alos Palsar pada *scene* 1 memiliki nilai ketelitian 1,418 m, pada *scene* 2 memiliki ketelitian 2,039 m dan hasil *orthoimage* memiliki ketelitian 1,945 m. Sedangkan dengan menggunakan DEM nasional hasil pada *scene* 1 memiliki nilai ketelitian 1,342, pada *scene* 2 memiliki ketelitian 1,787 dan hasil *orthoimage* memiliki ketelitian 1,689 m.
2. Hasil mosaik/penggabungan citra menunjukkan dengan menggunakan DEM TerraSAR-X dan DEM Nasional lebih baik dibandingkan dengan menggunakan DEM Alos Palsar. Karena hasil mosaik citra dengan menggunakan DEM Alos Palsar terdapat wilayah yang menunjukkan hasil pertampalan yang tidak bertampal dengan baik ataupun terdapat gap dari hasil pertampalannya.
3. Hasil *orthorektifikasi* dengan menggunakan 3 DEM berbeda menghasilkan *orthoimage* yang memiliki tingkat ketelitian geometrik yang beragam. Hal ini dipengaruhi oleh ketelitian DEM yang berbeda, dimana DEM TerraSAR-X dengan ketelitian 9 m, DEM nasional dengan ketelitian 8,3 m dan DEM Alos Palsar dengan ketelitian 12,5m. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan, bahwa nilai resolusi spasial dari DEM dapat mempengaruhi ketelitian dari *orthoimage* dari hasil *orthorektifikasi*.
4. Dari hasil tersebut, sesuai dengan ketentuan dari PERKA BIG no 15 tahun 2014 terkait ketelitian horisontal, hasil uji akurasi hasil *orthorektifikasi* dengan menggunakan DEM TerraSAR-X, DEM Nasional dan dengan menggunakan DEM Alos

Palsar masuk ke dalam kelas 3, tetapi nilai ketelitian dengan menggunakan DEM TerraSAR-X dan DEM Nasional lebih baik dengan nilai 1,689 m dan dengan menggunakan DEM Alos Palsar dengan nilai ketelitian 1,945 m.

5.2. Saran

1. Pada proses *orthorektifikasi* lebih dianjurkan untuk menggunakan data DEM yang memiliki resolusi yang lebih baik, agar dapat menghasilkan nilai akurasi ketelitian yang lebih baik pula.
2. Untuk citra yang terdiri lebih dari 1 *scene* data GCP/ICP pada daerah yang pertampalan sebaiknya diperbanyak agar hasil mosaik/penggabungan citra dapat menghasilkan kualitas yang lebih baik.
3. Apabila dalam proses *orthorektifikasi* belum mendapatkan nilai *residual* kurang dari 1,5 *pixel* maka ulangi proses koreksi geometrik tersebut sampai memenuhi syarat kurang dari 1,5 *pixel*.

DAFTAR PUSTAKA

- Baltsavias, E.P.,2000. Geometric Transformation and Registration of Image, Orthoimage Generation and Mosaicing <http://www.e-collection.ethbib.ethz.ch>. Diakses pada 20 September 2017.
- BIG, 2014. Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial nomor 15 tahun 2014.
- Candra, D..., 2010. Pengembangan Teknik normalisasi dan denormalisasi pada Metode RPC untk Orthorektifikasi Citra Satelit Penginderaan Jauh. Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh - LAPAN.
- Frianzah, A., 2009. Pembuatan Orthoimage dari Citra ALOS Prism, Skripsi, Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika FT UGM, Yogyakarta.
- PCI Geomatics, 2013. Home. <http://www.pcigeomatics.com>. Diakses pada tanggal 1 November 2017.
- Terra Image, 2013. Ortorektifikasi (Geometric Correction). <http://terra-image.com/koreksi-geometrik/>. Diakses pada tanggal