

PENGARUH KELERENGAN TOPOGRAFI TERHADAP PROSES ORTHOREKTIFIKASI CITRA SATELIT RESOLUSI TINGGI (CSRT) UNTUK SUMBER PEMBUATAN PETA DASAR SKALA 1:5.000

(Studi Kasus: Kota Palangka Raya Kalimantan Tengah, Kecamatan Trenggalek Kabupaten Trenggalek, Kecamatan Ngajum Kabupaten Malang, dan Kecamatan Tirtoyudo Kabupaten Malang)

Sheryna Oktifiani Milenia¹, Silvester Sari Sai², Adkha Yulianandha Mabrur³

Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional
Jl. Sigura-gura no.2, Sumpersari, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur Telp. (0341) 551431
E-mail: slaborahima@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu kesalahan yang terdapat pada citra satelit dipengaruhi oleh topografi permukaan bumi sedangkan wilayah Indonesia memiliki karakteristik topografi berbeda-beda baik ketinggian maupun kelerengannya. Pada penelitian hasil *orthorektifikasi* citra satelit resolusi tinggi dilakukan uji akurasi pengaruh penggunaan DEM Nasional terhadap 4 wilayah yang memiliki topografi yang tidak seragam. Hasil uji akurasi tersebut akan dilakukan analisis perbandingan sehingga diketahui pengaruh topografi terhadap hasil *orthorektifikasi* sebagai proses untuk pembuatan peta dasar skala 1:5000. *Orthorektifikasi* menggunakan 15 titik GCP tiap wilayah dan 15 titik ICP tiap wilayah yang tersebar dalam AOI. Pada wilayah kota palangka raya menggunakan 2 scene citra terdapat 4 titik GCP di area citra bertampalan mendapatkan hasil RMS masing masing tiap scene 0,42 piksel dan 0,42 piksel, kecamatan Tirtoyudo terdapat 8 titik GCP di area bertampalan mendapatkan hasil RMS 1,07 piksel dan 0,99 piksel, sedangkan kecamatan trenggalek dan kecamatan ngajum hanya memiliki 1 scene citra masing masing mendapat hasil RMS 0,84 piksel dan 1,39 piksel. Perbandingan Uji akurasi hasil *orthorektifikasi* wilayah kecamatan tirtoyudo yang memiliki kelerengannya topografi dominan agak curam, curam, dan sangat curam mendapat nilai CE90% terbesar yaitu 2,1 m masuk pada kelas 2 sebagai syarat uji peta dasar skala 1:5000, nilai uji akurasi terkecil 0,94 m terdapat pada Kota Palangka Raya yang memiliki kelerengannya topografi dominan landai dan datar.

Kata kunci: Kelerengannya, *Orthorektifikasi*, CSRT

ABSTRACT

The topography of the earth's surface affects one of the errors found in satellite imagery. While the topography of the Indonesian region varies in terms of height and slope, the accuracy of the effect of using the National DEM on four areas with non-uniform topography was tested in the study of orthorectification of high-resolution satellite images. The results of the accuracy-test will be subjected to comparative analysis so that it is known the effect of topography on the results of orthorectification as a process for making a base map with a scale of 1:5000. Orthorectification employs 15 GCP and 15 ICP points per region distributed across the AOI. In the Palangkaraya city area, using two image scenes, there are four GCP points in the patched image area receiving RMS results for each scene are 0,42 pix, in Tirtoyudo sub-district, there are eight GCP points in the patched image area receiving RMS results 1,07 pix and 0,99 pix, and in Trenggalek and Ngajum sub-districts, each image received an RMS result 0,84 pix and 1,34 pix. Comparison The accuracy test of the orthorectification results of the Tirtoyudo sub-district, which has a dominant topographical slope of rather a bit steep, steep, and very steep, receives the highest score CE90%, namely 2,1 m class 2 as a test requirement for a base map on a scale of 1:5000. The lowest accuracy test value 0,94 m is located in Palangka Raya City, which has a sloping and flat topography.

Keywords: Slope, *Orthorektifikasi*, CSRT

PENDAHULUAN

Data citra satelit tidak serta merta dapat langsung digunakan sebagai data dasar pemetaan karena masih dipengaruhi distorsi geometrik baik yang diakibatkan oleh sensor maupun distorsi dari kondisi topografi lokal (Farhan dkk, 2021). Citra satelit resolusi tinggi dilakukan *orthorektifikasi*

terlebih dahulu untuk memperbaiki kesalahan geometrik yang berasal dari sumber internal satelit dan sensor (sensor miring/*off nadir*) ataupun sumber eksternal, seperti topografi permukaan bumi sehingga mendapatkan citra tegak resolusi tinggi. Proses *orthorektifikasi* data penunjang seperti data *Digital Elevation Model* (DEM), dan *Ground Control Point* (GCP) untuk meningkatkan akurasi geometrik

citra satelit terhadap posisi sebenarnya. Koordinat titik kontrol (X,Y) didapatkan dari GCP sedangkan koordinat Z didapatkan dari data DEM. *Independent Check Point* (ICP) digunakan untuk uji akurasi citra hasil *orthorektifikasi* (Sukojo dkk, 2017).

Kesalahan yang terdapat pada citra satelit salah satunya bersumber eksternal yang dipengaruhi oleh topografi permukaan bumi sedangkan wilayah Indonesia memiliki karakteristik topografi berbeda-beda baik ketinggian maupun kelerengannya, Pada penelitian hasil *orthorektifikasi* citra satelit resolusi tinggi dilakukan uji akurasi pengaruh penggunaan DEM Nasional terhadap 4 wilayah yang memiliki topografi yang tidak seragam. Hasil uji akurasi tersebut akan dilakukan analisis perbandingan sehingga diketahui pengaruh topografi terhadap hasil *orthorektifikasi* sebagai proses untuk pembuatan peta dasar skala 1:5000.

Peta dasar menjadi awal dari proses penyusunan peta rencana tata ruang, maka setiap jenis peta harus memiliki ketelitian peta yang sesuai dengan karakteristiknya. Penyusunan RDTR membutuhkan peta dasar skala 1:5000 agar hasil yang diperoleh memiliki kualitas yang dapat dipertanggungjawabkan. Pembuatan peta dasar dapat memanfaatkan foto udara maupun citra satelit tegak resolusi tinggi (Badan Informasi Geospasial, 2021).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh nilai ketelitian uji akurasi horizontal agar mengetahui pengaruh kelerengan topografi wilayah terhadap tingkat kesalahan yang terjadi menggunakan DEM NASIONAL.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Citra Satelit

Citra satelit merupakan data atau hasil observasi dalam proses penginderaan jauh atau kenampakan suatu objek yang sedang diamati, sebagai hasil dari rekaman suatu alat pemantau/sensor yang dipasang pada wahana satelit luar angkasa dengan ketinggian lebih dari 400 km dari permukaan bumi (Sutanto, 1986). Citra satelit Resolusi tinggi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Citra Pleiades resolusi 0,5m dan WorldView-2 resolusi 0,5m

2. DEM

Digital Elevation Model adalah data digital yang memberikan bentuk permukaan bumi (topografi) dalam bentuk data raster, vector atau bentuk data lain digunakan untuk keperluan pembuatan peta topografi, koreksi geometrik, pemetaan daerah rawan bencana (banjir, tsunami, longsor, dan gunung api), dan juga keperluan rencana tata ruang wilayah. Informasi dari data DEM berupa ketinggian dan koordinat posisi ketinggian di permukaan bumi disebut juga informasi X,Y, Z dari suatu titik.(Afani dkk., 2019).

Data dem yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu data DEMNAS atau DEM Nasional yang dibangun dari beberapa sumber data yaitu data IFSAR (resolusi 5m), TerraSAR-X (resolusi 5m) dan ALOS-PALSAR (resolusi 11.25m), dengan menambahkan data *masspoint* hasil *stereo-plotting*. Resolusi spasial DEMNAS adalah 0.27-arc second, dengan menggunakan datum vertikal EGM2008 (Badan Informasi Geospasial, 2018).

3. Topografi

Suatu wilayah memiliki topografi berbeda-beda baik kemiringannya maupun ketinggiannya. Kemiringan topografi atau lereng tersebut terbentuk akibat proses erosi, Gerakan tanah, pelapukan dan lain sebagainya, sedangkan karakteristiknya terdapat wilayah datar, landai, agak curam, curam dan sangat curam. Topografi dengan kondisi curam pasti memiliki tebing di sekitar daerah tersebut (Kurniawan dkk., 2019).

Pergeseran topografi atau pergeseran relief dianggap paling penting diantara pergeseran lainnya seperti kemiringan alat (tlit) (Paine, 1993). Kemiringan lereng merupakan suatu permukaan yang mengacu pada elevasi (nilai z) yang dibandingkan dengan jarak yang melewati suatu permukaan, kelerengan dapat dinyatakan dengan pengukuran sudut dalam derajat atau persentase (Aji dkk., 2019). Kelas klasifikasi Kemiringan lereng berdasarkan P.32/MENHUT-11/2009 Tentang RTkRHL-DAS sebagai berikut :

Tabel 1. Klasifikasi kelerengan (Kementrian Kehutanan, 2009)

Kelas	Lereng	Deskripsi
I	<8%	Datar
II	8-15%	Landai
III	15-25%	Agak curam
IV	25-40%	Curam
V	>40%	Sangat Curam

4. *Ground Control Point* (GCP) dan *Independent Check Point* (ICP)

Ground Control Point (GCP) atau disebut juga dengan titik kontrol merupakan titik yang berada wilayah yang dapat digunakan untuk mentransformasikan sistem koordinat udara dengan sistem koordinat tanah suatu objek yang dipetakan. Titik kontrol ini memiliki peran penting untuk mengoreksi data akan memperbaiki keseluruhan citra (Hasyim & Taufik, 2009).

Independent Check Point (ICP) atau disebut juga titik cek merupakan kontrol kualitas dari objek dengan cara membandingkan koordinat model dengan koordinat sebenarnya (Harintaka dkk., 2008).

Persebaran titik GCP dan ICP untuk *orthorektifikasi* citra telah diatur pada V3 Spesifikasi Teknis Data Dasar dan Peta Dasar RDTR (Badan Informasi Geospasial, 2021) :

a. *Ground Control Point* (GCP)

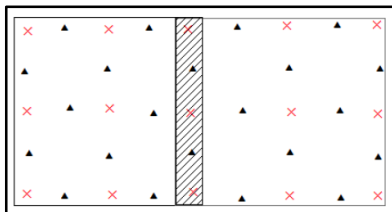
Kriteria sebaran titik kontrol tanah adalah sebagai berikut :

- Tersebar merata pada seluruh scene citra di AOI.
- Pada satu *scene* citra minimal terdapat 9 GCP dan pada area yang bertampalan paling sedikit 1 GCP
- Dalam hal objek tidak dapat tersebar merata karena suatu hal, jumlah dan sebaran GCP menyesuaikan kondisi citra
- Dalam hal tidak ada objek yang dapat diidentifikasi dalam satu scene, boleh tidak diberikan GCP pada scene tersebut dengan syarat scene tersebut bukan single scene dan akan diolah bersamaan dengan scene lainnya.

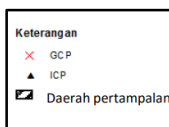
b. *Independent Check Point* (ICP)

Kriteria sebaran ICP sebagai berikut :

- Tersebar merata pada seluruh *scene* citra di AOI
- Jumlah minimal ICP adalah $\frac{1}{4}$ dari jumlah GCP
- Dalam hal jumlah GCP kurang dari 48 titik, maka minimal jumlah ICP adalah 12 titik
- ICP diletakkan di antara titik-titik GCP namun tidak terlalu dekat



Gambar 1. Ilustrasi sebaran titik GCP dan ICP (Badan Informasi Geospasial, 2014)



Gambar 2. Keterangan (Badan Informasi Geospasial, 2014)

Gambar 2.3 memperlihatkan persebaran GCP dan ICP yang merata pada 2 scene citra, dimana ICP harus berada diantara GCP dan area citra yang bertampalan harus terdapat GCP.

5. **Orthorektifikasi**

Sebelum melakukan orthorektifikasi citra satelit resolusi tinggi dilakukan pansharpening. *Pansharpening* Merupakan metode penggabungan 2 data citra. Untuk penajaman citra, menggabungkan data citra multispektral yang memiliki warna dengan resolusi rendah dengan citra pankromatik yang hanya hitam putih tapi memiliki resolusi yang tinggi. *Pansharpening* bertujuan untuk mempertahankan fitur penting dari masing-masing citra. Pada *pansharpening* sendiri mengambil warna dari multispektral dan resolusi spasial pankromatik sehingga citra yang digunakan memiliki resolusi spektral yang baik (warna RGB) dan resolusi spasial yang tinggi (Pradipta dkk., 2019).



Gambar 3. Citra *Pleiades multispectral*



Gambar 4. Citra *Pleiades* pankromatik

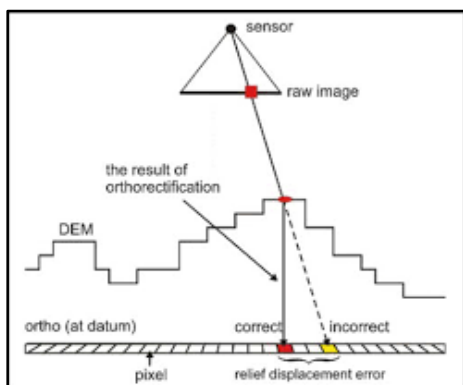


Gambar 5. Kenampakan Citra *Pansharpening*

Pada gambar 2.4 merupakan citra satelit multispektral yang memiliki resolusi spasial 2m dengan resolusi spektran yang baik (warna RGB) sedangkan pada gambar 2.5 merupakan citra satelit pankromatik yang memiliki resolusi spasial 0,5 m dengan warna hitam putih, perlu dilakukan *pansharpening* untuk mengagabugnkn resolusi spasial citra pankromatik dan resolusi spektral citra multispektral terlihat pada gambar 2.6 hasil *pansharpening*.

Hasil pansharpening citra satelit dilakukan *Orthorektifikasi* sebagai proses untuk koreksi geometrik citra, seperti keadaan topografi, geometri sensor dan kesalahan. Pada dasarnya *orthorektifikasi* proses untuk mengurangi/menghilangkan berbagai distorsi yang disebabkan oleh kemiringan dan pergeseran relief. Apabila citra akan digunakan untuk pemetaan, membutuhkan informasi dimensinya seperti lokasi, jarak, Panjang, luasan, volume, *orthorektifikasi* sangat penting dilakukan (Nabilah, 2017).

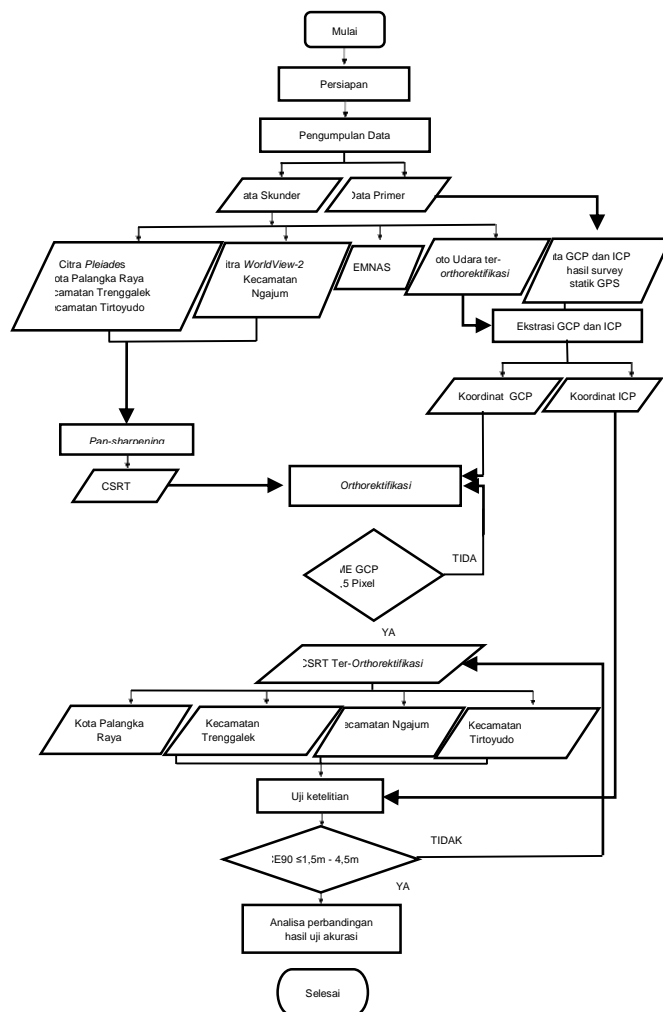
Proses *orthorektifikasi* terjadi penghapusan kesalahan kemiringan dan relief yang bertujuan menghasilkan skala yang tetap pada posisi sebenarnya untuk memperoleh jarak, sudut dan daerah yang akurat (Setiawan dkk., 2019). Pengambilan koordinat GCP dan ICP yang dijadikan sampel dilakukan menyebar pada ketiga wilayah variasi topografi sehingga sampel dapat mewakili populasi dari ketiga wilayah topografi beragam.



Gambar 6. Pengguna DTM pada proses *orthorektifikasi* (Setiaji & Nashiha, 2016)

METODE

Metode pelaksanaan kegiatan penelitian terdiri atas 3 tahapan yaitu tahap persiapan, tahap pengolahan data dan tahap analisis. Pada tahap persiapan dilakukan pengumpulan data yang terdiri atas CSRT dan koordinat GCP dan ICP.



Gambar 5. Diagram Alir penelitian

Pengolahan data dilakukan beberapa tahapan yaitu ekstraksi GCP dan ICP, pansharpening, orthorektifikasi, uji ketelitian, dan analisis perbandingan hasil uji ketelitian. GCP dan ICP didapatkan dari metode image to image dan pengukuran langsung di lapangan, sebelum melakukan orthorektifikasi dilakukan *pansharpening* terlebih dahulu untuk penggabungan citra pankromatik dan multispektral agar mendapatkan citra satelit resolusi tinggi dengan resolusi spektral yang baik atau berwarna RGB, hasil orthorektifikasi dilakukan uji akurasi menggunakan koordinat titik ICP dan berdasarkan rumus yang terdapat pada Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasa (Badan Informasi Geospasial, 2014). Berikut rumus uji ketelitian :

$$RMSE(horizontal) = \sqrt{\frac{\sum ((X(data) - X(check))^2 + (Y(data) - Y(check))^2)}{n}} \dots (1)$$

$$CE90 = 1,5175 \times RMSE(horizontal) \dots (2)$$

Adapun syarat uji akurasi sebagai berikut :

Tabel 2. Syarat uji akurasi

Skala	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
Horizontal	0,3 x bilangan	0,6 x bilangan skala	0,9 x bilangan skala
Vertikal	0,5 x interval kontur	1,5 x ketelitian kelas 1	2 x ketelitian kelas 1

Hasil uji akurasi pada 4 wilayah yang memiliki karakteristik topografi yang berbeda-beda akan dilakukan analisis perbandingan. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra satelit resolusi tinggi *Pleiades* dan *Worldview-2* yang diolah dengan data DEM Nasional menggunakan software *PCI Geomatica 2015*.

Citra satelit resolusi tinggi yang dilakukan *orthorektifikasi* menggunakan 15 titik koordinat GCP pada 4 wilayah yaitu Kota Palangka Raya dengan kelerengan topografi 55% landai dan 41% datar, Kecamatan trenggalek memiliki kerengan 25% agak curam 16,3% curam dan 1,8% sangat curam, Kecamatan Ngajum kelerengan topografinya 26,5% agak curam, 11% curam dan 3,3% sangat curam, Kecamatan Tirtoyudo memiliki kelerengan topografi 31,2% agak curam, 17,7 curam, dan 3,7% sangat curam. Ke 4 wilayah penelitian memiliki topografi yang berbeda-beda dan mendapatkan hasil nilai residual yang berbeda, berikut Tabel 2 s/d Tabel 5 merupakan *Residual Error Report*.

Tabel 3. Nilai Residual wilayah Kota Palangka Raya

Point ID	Re s	Re s X	Re s Y	Typ e	Image ID	Image X	Image Y	Comp X	Comp Y
GCP0 1	0.0	0.0	0.0	GC P	panshar p palangka 2	19934.9	78820.0	19934.9	78820.0
GCP0 2	0.1	0.1	0.1	GC P	panshar p palangka 2	27873.4	74308.2	27873.5	74308.3
GCP0 3	0.5	0.4	0.0	GC P	panshar p palangka 2	26504.4	83922.6	26504.9	83922.5
GCP0 4	0.4	0.3	0.2	GC P	panshar p palangka 2	23090.0	88276.0	23089.6	88276.2
GCP0 5	0.3	0.2	0.2	GC P	panshar p palangka 2	25705.0	101073.0	25704.8	101072.8
GCP0 6	0.3	0.3	0.0	GC P	panshar p palangka 2	32452.7	94398.6	32452.3	94398.6
GCP0 7	0.2	0.0	0.3	GC P	panshar p palangka 2	9063.0	14596.0	9063.0	14595.8
GCP0 8	0.4	0.3	0.3	GC P	panshar p palangka 3	7388.0	23162.0	7387.6	23162.3
GCP0 8	0.3	0.3	0.1	GC P	panshar p palangka 2	38787.1	90815.9	38786.8	90816.0
GCP0 9	0.5	0.5	0.0	GC P	panshar p palangka 2	38126.0	94953.5	38126.6	94953.6
GCP0 9	0.1	0.0	0.1	GC P	panshar p palangka 3	6589.0	27596.0	6589.0	27595.9
GCP1 0	0.5	0.5	0.2	GC P	panshar p palangka 2	33200.0	99946.0	33199.5	99945.8
GCP1 0	0.3	0.3	0.0	GC P	panshar p palangka 3	792.0	33159.0	792.4	33159.0
GCP1 1	0.5	0.5	0.0	GC P	panshar p palangka 2	35725.6	109479.0	35726.1	109479.0
GCP1 1	0.5	0.1	0.4	GC P	panshar p palangka 3	3650.1	43161.0	3649.9	43160.5
GCP1 2	0.4	0.3	0.2	GC P	panshar p palangka 2	16022.8	30362.0	16023.2	30362.2

Point ID	Re s	Re s X	Re s Y	Typ e	Image ID	Image X	Image Y	Comp X	Comp Y
GCP1 3	0.1	0.0	0.1	GC P	panshar p palangka 3	8481.6	44938.5	8481.6	44938.6
GCP1 4	0.6	0.2	0.6	GC P	panshar p palangka 3	18646.0	39066.3	18645.7	39066.9
GCP1 5	0.4	0.0	0.4	GC P	panshar p palangka 3	28751.0	41170.0	28751.0	41169.6

GCPs: 19, X RMS 0.34, Y RMS 0.25

Tabel 4. Nilai Residual wilayah Kecamatan Trenggalek

Point ID	Re s	Re s X	Re s Y	Typ e	Image ID	Image X	Image Y	Comp X	Comp Y
TRK1 2	2.2	2.2	0.4	GC P	phansarperin g	349.9	7706.2	347.7	7705.7
TRK1 0	0.9	0.9	0.0	GC P	phansarperin g	24299.7	14032.0	24300.7	14032.0
TRK0 3	0.9	0.7	0.4	GC P	phansarperin g	23384.6	42269.8	23383.8	42269.3
TRK0 6	0.8	0.8	0.0	GC P	phansarperin g	1093.9	33626.8	1094.7	33626.8
TRK1 1	0.7	0.0	0.7	GC P	phansarperin g	12054.5	11091.8	12054.6	11092.6
TRK0 1	0.6	0.6	0.1	GC P	phansarperin g	861.4	42909.4	862.0	42909.3
TRK0 2	0.6	0.1	0.6	GC P	phansarperin g	13033.9	40637.1	13034.0	40637.7
TRK1 4	0.5	0.5	0.2	GC P	phansarperin g	13213.5	100.5	13214.0	100.7
TRK0 7	0.5	0.5	0.2	GC P	phansarperin g	1040.5	21909.8	1041.0	21909.6
TRK1 5	0.5	0.3	0.3	GC P	phansarperin g	24569.8	479.8	24570.1	479.4
TRK0 4	0.4	0.3	0.3	GC P	phansarperin g	24537.0	34292.0	24536.6	34291.7
TRK0 9	0.4	0.4	0.1	GC P	phansarperin g	23449.0	23203.5	23448.6	23203.7
TRK0 5	0.3	0.3	0.1	GC P	phansarperin g	13131.0	29632.0	13130.6	29632.1
TRK1 3	0.3	0.2	0.2	GC P	phansarperin g	1669.0	146.1	1669.2	145.9
TRK0 8	0.3	0.1	0.2	GC P	phansarperin g	12802.4	20937.5	12802.3	20937.8

GCPs:15, X RMS 0.76, Y RMS 0.36

Tabel 5. Nilai Residual wilayah Kecamatan Ngajum

Point ID	Re s	Re s X	Re s Y	Typ e	Image ID	Image X	Image Y	Comp X	Comp Y
GCP0 1	2.8	2.5	1.3	GC P	ASS NGAJUM R2C2	12803.8	25890.3	12801.3	25888.9
GCP0 3	0.4	0.2	0.4	GC P	ASS NGAJUM R2C2	20668.9	19536.9	20668.6	19537.3
GCP0 4	1.6	1.0	1.2	GC P	ASS NGAJUM R2C2	10591.1	23713.1	10590.0	23711.9
GCP0 6	1.0	0.5	0.9	GC P	ASS NGAJUM R2C2	16331.3	21257.6	16331.9	21256.7
GCP1 4	1.2	0.1	1.2	GC P	ASS NGAJUM R2C2	15981.0	7593.0	15981.2	7594.2
GCP1 5	2.2	0.1	2.2	GC P	ASS NGAJUM R2C2	7546.1	9544.9	7546.0	9547.1
GCP1 7	1.8	0.8	1.7	GC P	ASS NGAJUM R2C2	9001.0	2170.0	9001.8	2171.7
GCP2 1	0.5	0.0	0.5	GC P	ASS NGAJUM R2C2	3351.0	4691.1	3351.1	4691.6
GCP2 3	0.7	0.6	0.4	GC P	ASS NGAJUM R2C2	3373.3	1887.5	3373.9	1887.1
GCP2 7	1.6	1.6	0.1	GC P	ASS NGAJUM R2C2	10410.0	14981.0	10411.6	14980.9
GCP2 9	0.6	0.0	0.6	GC P	ASS NGAJUM R2C2	12003.0	19661.9	12003.1	19661.2
GCP3 0	1.2	0.7	0.9	GC P	ASS NGAJUM R2C2	20834.8	13428.2	20834.1	13427.3
GCP3 2	0.8	0.6	0.4	GC P	ASS NGAJUM R2C2	13697.9	10115.0	13698.5	10115.5
GCP3 3	0.5	0.0	0.5	GC P	ASS NGAJUM R2C2	17621.9	16575.0	17621.8	16574.4
GCP3 4	0.4	0.2	0.3	GC P	ASS NGAJUM R2C2	15543.0	26411.0	15543.2	26410.6

GCPs:15 X RMS 0.92 Y RMS 1.04

Tabel 6. Nilai Residual wilayah Kecamatan Ngajum

Point ID	Res	Res X	Res Y	Type	Image ID	Image X	Image Y	Comp X	Comp Y
GCP0 1	0.59	0.54	0.24	GC P	panshar p p1 r3c4	26967.0	19105.1	26967.5	19104.9
GCP0 2	1.37	-1.37	0.10	GC P	panshar p p1 r3c4	34061.0	9077.9	34059.6	9077.8
GCP0 2	1.20	-0.33	1.16	GC P	panshar p p2 r5c2	3934.0	38934.0	3933.7	38935.2
GCP0 3	0.90	-0.49	0.76	GC P	panshar p p2 r5c2	14461.6	35843.6	14461.2	35844.3
GCP0 4	1.68	1.66	0.26	GC P	panshar p p1 r3c4	39638.9	15136.9	39640.6	15137.2
GCP0 4	0.97	0.90	0.35	GC P	panshar p p2 r5c2	9373.0	43349.0	9373.9	43348.6
GCP0 5	1.17	0.37	1.11	GC P	panshar p p1 r3c4	33434.0	26383.0	33434.4	26384.1
GCP0 5	0.75	0.61	0.45	GC P	panshar p p2 r5c2	3544.0	55095.0	3544.6	55094.6
GCP0 6	0.31	-0.25	0.18	GC P	panshar p p1 r3c4	39018.7	24427.3	39018.4	24427.1
GCP0 6	1.37	0.81	1.10	GC P	panshar p p2 r5c2	9001.0	52118.0	9001.8	52116.9
GCP0 7	1.38	0.25	1.36	GC P	panshar p p2 r5c2	14507.0	52543.0	14507.3	52541.6
GCP0 8	0.83	-0.79	0.23	GC P	panshar p p1 r3c4	38318.0	31966.0	38317.2	31965.8
GCP0 8	0.91	-0.89	0.16	GC P	panshar p p2 r5c2	8260.9	59260.0	8260.0	59259.8
GCP0 9	0.98	-0.74	0.65	GC P	panshar p p2 r5c2	20077.0	59534.1	20076.3	59534.7
GCP1 0	0.31	0.05	0.30	GC P	panshar p p2 r5c2	20653.0	63700.0	20653.0	63699.7
GCP1 1	0.53	-0.53	0.06	GC P	panshar p p1 r3c4	37667.0	41074.0	37666.5	41074.1
GCP1 1	1.42	-0.51	1.32	GC P	panshar p p2 r5c2	7461.0	67849.9	7460.5	67851.2
GCP1 2	0.97	0.91	0.34	GC P	panshar p p1 r3c4	35843.0	35354.0	35843.9	35353.7
GCP1 2	0.39	0.38	0.09	GC P	panshar p p2 r5c2	5785.0	62911.0	5785.4	62911.1
GCP1 3	0.63	-0.53	0.30	GC P	panshar p p1 r3c4	35571.0	20426.0	35570.5	20425.6
GCP1 3	1.22	-0.65	1.03	GC P	panshar p p2 r5c2	5606.0	49128.0	5605.3	49127.0
GCP1 4	1.53	0.16	1.52	GC P	panshar p p2 r5c2	13147.0	56849.0	13147.2	56850.5
GCP1 5	0.86	0.45	0.73	GC P	panshar p p2 r5c2	14166.0	61918.0	14166.4	61917.3
GCPs:23, X RMS 0.72, Y RMS 0.76									

Nilai residual hasil orthorektifikasi menggunakan CSRT dan DEM Nasional dengan 15 titik koordinat GCP wilayah Kota Palangka Raya terdapat 2 scene tiap scene memiliki nilai residual masing-masing 0,42 piksel dan 4 titik koordinat GCP di area citra bertampalan, Kecamatan Trenggalek terdapat 1 scene citra dengan nilai residual 0,84 piksel, Kecamatan Ngajum terdapat 1 scene memiliki nilai residual 1,39 piksel, dan kecamatan tirtoyudo terdapat 2 scene dengan nilai residual scene 1 1,07 piksel, dan scene 2 0,99 piksel 8 titik koordinat GCP pada area citra bertampalan. Nilai residual tiap wilayah penelitian telah memenuhi syarat harus kuran atau sama dengan 1,5 piksel, hasil citra yang telah terorthorektifikasi dapat dilakukan uji akurasi menggunakan rumus persamaan 1 dan 2.

Tabel 7. Uji Akurasi Kota Palangka Raya

No	NAM A TITIK	KOORDINAT				PERGESERAN			
		ICP		Citra Orthorektifikasi		Dx	Dy	Dx²	Dy²
		E	N	E	N				
1	NG02	671309,2	9103640,5	671308,5	9103640,9	0,69	0,40	0,47	0,16
2	NG05	669776,8	9104248,8	669777,2	9104246,5	0,42	2,26	0,18	5,11
3	NG07	672818,9	9107828,9	672819,1	9107827,5	0,15	1,40	0,02	1,97
4	NG08	671284,7	9106278,5	671284,5	9106278,0	0,12	0,50	0,02	0,25
5	NG09	669918,6	9107245,0	669918,3	9107243,7	0,29	1,30	0,08	1,68

6	NG10	667902,4	9111477,0	667902,5	9111476,0	0,10	0,95	0,01	0,90	
7	NG11	669175,0	9111519,9	669174,3	9111519,8	0,63	0,08	0,04	0,01	
8	NG12	668065,6	9112619,0	668065,2	9112618,5	0,40	0,51	0,16	0,26	
9	NG16	666474,5	9112047,4	666473,8	9112046,4	0,70	0,97	0,51	0,93	
10	NG18	666311,4	9113460,5	666310,7	9113460,8	0,63	0,30	0,40	0,09	
11	NG19	670061,7	9109113,6	670060,5	9109113,3	1,20	0,33	1,48	0,11	
12	NG20	666491,5	9109715,0	666490,3	9109715,5	1,12	0,46	1,26	0,21	
13	NG24	665934,3	9114707,8	665933,2	9114707,9	1,10	0,05	1,20	0,00	
14	NG26	671325,4	9108218,7	671324,5	9108218,5	0,89	0,19	0,73	0,03	
15	NG31	667274,4	9109304,2	667272,9	9109303,5	1,40	0,77	2,20	0,59	
JUMLAH									7,11	11,77
									1,25	M
n=15									1,12	M
Ketelitian dengan Circular Error 90%									1,7	m

Tabel 8. Uji Akurasi Kecamatan Trenggalek

No	NAM A TITIK	KOORDINAT				PERGESERAN				
		ICP		Citra Orthorektifikasi		Dx	Dy	Dx²	Dy²	
		E	N	E	N					
1	TRK1 8	581089,0	9118680,5	581087,8	9118680,8	1,20	-0,36	1,50	0,13	
2	TRK2 0	577247,5	9098669,6	577248,9	9098669,1	1,40	0,49	2,00	0,24	
3	TRK2 1	585855,1	9098521,4	585854,6	9098522,1	0,45	-0,68	0,20	0,46	
4	TRK2 2	587631,3	9101236,1	587631,5	9101236,6	0,20	-0,50	0,04	0,25	
5	TRK2 3	579934,0	9102200,8	579935,4	9102200,2	1,40	0,55	2,10	0,31	
6	TRK2 4	583845,2	9104054,2	583845,2	9104054,9	0,00	-0,67	0,00	0,45	
7	TRK2 6	574680,2	9106849,7	574679,5	9106849,5	0,60	0,17	0,40	0,03	
8	TRK2 7	578149,0	9110255,5	578148,4	9110256,1	0,60	-0,72	0,30	0,52	
9	TRK2 8	582346,3	9108731,4	582346,0	9108732,0	0,50	-0,62	0,20	0,39	
10	TRK3 0	586576,0	9110478,5	586576,2	9110478,4	0,10	0,08	0,03	0,01	
11	TRK3 3	581182,9	9112925,6	581183,3	9112925,6	0,40	0,37	0,18	0,14	
12	TRK3 4	576336,8	9113545,2	576336,2	9113545,1	0,50	0,11	0,26	0,01	
13	TRK3 6	576384,5	9119390,9	576384,4	9119391,4	0,20	-0,51	0,04	0,26	
14	TRK3 9	587703,4	9116186,9	587705,4	9116186,4	2,00	0,57	4,30	0,32	
15	TRK4 0	586286,4	9120063,6	586284,5	9120064,4	1,80	-0,85	3,50	0,72	
JUMLAH									15,4	4,2
									1,31	m
n=15									1,13	m
Ketelitian dengan Circular Error 90%									1,74	m

Tabel 9. Uji Akurasi Kecamatan Ngajum

No	NAM A TITIK	KOORDINAT				PERGESERAN			
		ICP		Citra Orthorektifikasi		Dx	Dy	Dx²	Dy²
		E	N	E	N				
1	NG02	671309,2	9103640,5	671308,5	9103640,9	0,70	0,40	0,50	0,20
2	NG05	669776,8	9104248,8	669777,2	9104246,5	0,40	2,23	0,20	5,11
3	NG07	672818,9	9107828,9	672819,1	9107827,5	0,20	1,40	0,00	2,00
4	NG08	671284,7	9106278,5	671284,5	9106278,0	0,10	0,50	0,00	0,20
5	NG09	669918,6	9107245,0	669918,3	9107243,7	0,30	1,30	0,10	1,70

6	NG10	667902,4	9111477,0	667902,5	9111476,0	-0,1	0,9	0,0	0,9
7	NG11	669175,0	9111519,9	669174,3	9111519,8	0,6	0,1	0,4	0,0
8	NG12	668065,6	9112619,0	668065,2	9112618,5	0,4	0,5	0,2	0,3
9	NG16	666474,5	9112047,4	666473,8	9112046,4	0,7	1,0	0,5	0,9
10	NG18	666311,4	9113460,5	666310,7	9113460,8	0,7	0,3	0,5	0,1
11	NG19	670061,7	9109113,6	670060,5	9109113,3	1,2	0,3	1,5	0,1
12	NG20	668491,5	9109715,0	668490,3	9109715,5	1,1	0,5	1,3	0,2
13	NG24	665934,3	9114707,8	665933,2	9114707,9	1,1	0,0	1,3	0,0
14	NG26	671325,4	9108218,7	671324,5	9108218,5	0,9	0,2	0,8	0,0
15	NG31	667274,4	9109304,2	667272,9	9109303,5	1,5	0,8	2,2	0,6
JUMLAH								7,112	11,71
								1,3	M
n=15								1,1	m
Ketelitian dengan Circular Error 90%								1,70	m

Tabel 10. Uji Akurasi Kecamatan Tirtoyudo

No	NAMA TITIK	KOORDINAT				PERGESERAN			
		ICP		Citra Orthorektifikasi		Dx	Dy	Dx ²	Dy ²
		E	N	E	N				
1	ICP0 1	702257,50	9098636,80	702256,50	9098636,50	1,00	0,30	1,00	0,09
2	ICP0 2	699909,96	9097297,60	699909,51	9097296,98	0,45	0,61	0,20	0,38
3	ICP0 3	698457,35	9094412,26	698457,01	9094410,99	0,34	1,28	0,11	1,63
4	ICP0 4	697508,75	9090642,11	697508,02	9090643,00	0,73	0,89	0,53	0,80
5	ICP0 5	700216,98	9093786,96	700218,02	9093784,55	1,04	2,41	1,08	5,82
6	ICP0 6	702321,03	9093783,01	702319,97	9093783,03	1,06	0,02	1,12	0,00
7	ICP0 7	704375,81	9097217,92	704376,50	9097219,46	0,69	1,54	0,48	2,38
8	ICP0 8	702588,51	9089185,51	702588,66	9089184,92	0,15	0,59	0,02	0,35
9	ICP0 9	700122,24	9088535,72	700121,38	9088535,70	0,86	0,03	0,74	0,00
10	ICP1 0	701798,82	9088068,01	701800,00	9088066,98	1,19	1,02	1,42	1,05
11	ICP1 1	702919,37	9085723,94	702919,34	9085724,69	0,03	0,75	0,00	0,58
12	ICP1 2	702605,31	9083323,13	702605,86	9083321,14	0,55	1,98	0,31	3,94
13	ICP1 3	701089,14	9081985,35	701088,50	9081985,49	0,64	0,14	0,41	0,02
14	ICP1 4	705404,96	9083516,71	705404,51	9083516,46	0,44	0,25	0,20	0,06
15	ICP1 5	704253,52	9080397,76	704251,50	9080397,50	2,02	0,26	4,08	0,07
JUMLAH								11,70	17,14
								1,92	m
n=15								1,39	m
Ketelitian dengan Circular Error 90%								2,10	m

Hasil uji akurasi citra satelit resolusi tinggi pada Kota Palangka Raya Tabel 7 Mendapat nilai RSME 0,62 m, Ketelitian dengan Circular Error 90% mendapat nilai 0,94 m. Pada lokasi penelitian Kecamatan Trenggalek terlihat pada Tabel 8 hasil uji akurasi citra satelit resolusi tinggi mendapatkan nilai

RMSE 1,14 m dan Ketelitian dengan Circular Error 90% mendapat nilai 1,74m. Kecamatan Ngajum menjadi lokasi penelitian ke 3 terlihat pada Tabel 9 hasil uji akurasi mendapatkan nilai RMSE 1,12 m dan Circular Error 90% mendapat nilai 1,7m. Kecamatan Tirtoyudo mendapatkan hasil uji akurasi citra satelit resolusi tinggi dengan nilai RMSE 1,39m dan Circular Error 90% mendapat nilai 2,1 m dapat dilihat pada Tabel 10.

Hasil uji akurasi citra satelit resolusi tinggi Kota Palangka raya dengan kondisi ketererangan topografinya dominan datar dan landai masuk kedalam kelas 1, sedangkan Kecamatan Trenggalek, Kecamatan Ngajum dan kecamatan Tirtoyudo yang memiliki variasi ketererangan topografi yang beragam masuk kedalam kelas 2 sesuai dengan syarat uji ketelitian pada Tabel 2.

KESIMPULAN

Dari 4 wilayah penelitian dapat disimpulkan bahwa wilayah dengan ketererangan topografi dominan datar dan landai memiliki nilai uji akurasi CE90% lebih kecil dari hasil uji akurasi CE90% wilayah penelitian yang ketererangan topografinya dominan kelas agak curam, curam, dan sangat curam.

1. Nilai residual pada wilayah penelitian Kota Palangka Raya 2 scene citra masing-masing 0,42 pikse, Kecamatan Trenggalek 0,84 piksel, kecamatan Ngajum 1,39 piksel, dan kecamatan Tirtoyudo 1,07 piksel pada scene 1 0,99 piksel pada scene 2.
2. Nilai RMSEr dengan 15 titik koordinat ICP tiap wilayah penelitian, Kota Palangka Raya 0,62 m, Kecamatan Trenggalek 1,14m, Kecamatan Ngajum 1,12m, dan Kecamatan Tirtoyudo 1,39m.
3. Berdasarkan hasil Ketelitian dengan Circular Error 90% Kota Palangka raya mendapat nilai terkecil yaitu 0,94m dan nilai terbesar Kecamatan Tirtoyudo 2,1 m. Wilayah dengan CE90% terbesar memiliki kondisi ketererangan yang paling ekstrim dibandingkan wilayah lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada PT. Data Terra Survaitama yang telah membantu dalam memenuhi perolehan data penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Afani, I. Y. N., Yuwono, B. D., & Bashit, N. (2019). Optimalisasi Pembuatan Peta Kontur skala Besar menggunakan Kombinasi Data Pengukuran Terestris Dan Foto Udara Format Kecil. *Jurnal Geodesi Undip*. Semarang, 8(1), 180–189.
- Aji, D. S., Sabri, L. M., & Prasetyo, Y. (2019). Analisis Akurasi Dem Dan Foto Tegak Hasil Pemotretan Dengan Pesawat *NIR Awak Dji Phantom 4*. *Jurnal Geodesi Undip*. Semarang, 8(2), 8–18.

- Badan Informasi Geospasial. (2014). Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar. Cibinong.
- Badan Informasi Geospasial. (2018). DEMNAS *Seamless Digital Elevation Model* (DEM) dan Batimetri Nasional. <https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/>
- Badan Informasi Geospasial. (2021). V3 Spesifikasi Teknis Data Dasar dan Peta Dasar RDTR.
- Farhan, M., Atmawidijaja, R. R., & Ramdani, D. (2021). Analisis Ketelitian Uji Akurasi *Orthorektifikasi* Citra Satelit *Pleiades* Dengan Menggunakan Dem Nasional Dan *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM). Universitas Pakuan.
- Harintaka, Subaryono, & Tanjung, M. (2008). Evaluasi Penerapan *Mini Bundle Block Adjustment* pada Foto Udara Format Kecil. Fakultas Teknik UGM. Yogyakarta, 30.
- Hasyim, A. W., & Taufik, M. (2009). Menentukan Titik Kontrol Tanah (GCP) dengan Menggunakan Teknik GPS dan Citra Satelit untuk Perencanaan Perkotaan. <https://awhasyim.wordpress.com/2009/05/10/85/>
- Kementerian Kehutanan. (2009). Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia NOMOR : P.32/MENHUT-II/2009 Tentang Tata Cara Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan Dan Lahan Daerah Aliran Sungai (RTkRHL-DAS).
- Kurniawan, I. N., Yuwono, B. D., & Sabri, L. M. (2019). Analisis Pengaruh Multipath Dari Topografi Terhadap Presisi pengukuran Gns dengan Metode Statik. *Jurnal Geodesi Undip*. Semarang, 8(1), 10–18.
- Nabilah, S. (2017). Analisis Perbandingan Ketelitian *Orthorektifikasi* Citra *Pleiades* Dan *Quickbird* Untuk Pembuatan Peta Dasar Rencana Detail Tata Ruang Terbuka Hijau. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Paine, D. P. (1993). Fotografi udara dan penafsiran citra untuk pengelolaan sumber daya. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Pradipta, I. M. D., Widyantara, I. M. O., & Hartati, R. S. (2019). Penajaman Citra Satelit Landsat 8 Menggunakan Transformasi *Brovey*. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*. Bali, 18(13), 353–360.
- Setiaji, D., & Nashiha, M. (2016). Kajian Tingkat Akurasi Koreksi Geometrik Citra Satelit Tegak Resolusi Tinggi Dengan Metode *Orthorektifikasi* Secara Parsial. *GEOtangkas*. Cibinong, 1(2), 22–29.
- Setiawan, M. A., Wahyono, E. B., & Suyudi, B. (2019). Hasil Pemotretan *Unmanned Aerial Vehicle* Pada Variasi Topografi Untuk Pengukuran Dan Pemetaan. *Jurnal Tunas Agraria*. Yogyakarta, 2(1), 21–44.
- Sukojo, B. M., Hidayat, H., & Santoso, R. (2017). Analisis Ketelitian Horizontal *Orthorektifikasi* Citra *Pleiades* Untuk Pembuatan Peta Dasar RDTR Pesisir. *GEOID*. Surabaya, 12(2), 136–142.
- Sutanto. (1986). *Penginderaan Jauh*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.