

EFEKTIVITAS PENENTUAN GARIS PANTAI MENGGUNAKAN CITRA RESOLUSI TINGGI DAN RESOLUSI MENENGAH (Studi Kasus : Kabupaten Pacitan)

Putri Auliya, Bandi Sasmito, Arief Laila Nugraha^{*)}

Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang, Telp.(024)76480785, 76480788
email: auliyaputri28@gmail.com

ABSTRAK

Garis pantai merupakan garis imajiner tempat air dan daratan bertemu. Garis pantai pada suatu negara bukan lagi menjadi perkara yang dapat diabaikan. Semakin berkembangnya teknologi penginderaan jauh dan berbagai kelebihan yang dimilikinya, mendorong berpaling ke teknik ini untuk berbagai studi, termasuk salah satunya untuk mendeteksi garis pantai. Metodologi inderaja dapat dilakukan dengan cepat dan dapat menjangkau daerah yang tidak dapat terjangkau oleh pengukuran secara terestris untuk mendeteksi garis pantai. Pada penelitian ini dilakukan penentuan garis pantai pada data citra satelit Landsat dan UAV kemudian dibandingkan efektivitas dari keduanya dilihat dari ketelitian horisontal dalam penyajian skala di peta.

Penentuan garis pantai menggunakan data UAV dengan menggunakan *software* Agisoft PhotoScan sampai mendapatkan hasil *orthophoto* sedangkan untuk data citra satelit Landsat dilakukan dengan mengaplikasikan rumus BILKO untuk membedakan daratan dan lautan. Penentuan garis pantai pada dua data yang sudah diolah tersebut dilakukan dengan cara mendigitasi pada batas daratan dengan lautan saat perekaman atau pemotretan data dilakukan. Garis pantai yang didapatkan dari hasil digitasi tersebut merupakan garis pantai muka laut sesaat.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan langkah – langkah dalam penentuan garis pantai pada UAV menggunakan *software* Agisoft PhotoScan sampai mendapatkan hasil *orthophoto* dan langkah – langkah dalam penentuan garis pantai pada citra Landsat dengan mengaplikasikan rumus BILKO. Hasil garis pantai yang sudah didapat dilakukan uji akurasi sesuai dengan PERKA BIG No 15 Tahun 2014 dengan hasil ketelitian horisontal pada UAV sebesar 0,032 meter yang memenuhi skala 1 : 1.000 kelas satu dan untuk hasil ketelitian horisontal pada citra satelit Landsat sebesar 9,300 meter yang memenuhi skala 1 : 50.000 kelas satu untuk penyajian pada peta

Kata Kunci: Algoritma BILKO, Citra Landsat, Garis Pantai, dan UAV.

ABSTRACT

Coastline is an imaginary line where the sea water and the land meet. Country's coastline now is not a problem that could be ignored. Nowadays, remote sensing technology have been developing and got many benefits. One of them is determine the coastline. Remote sensing could be used quickly and easily to reach areas that not be able to be reached by terrestrial measure. In this research, coastline is determined by the Landsat imagery and UAV then compare both effectivity from horizontal accuracy of scale presentation on map.

Coastline determining with UAV uses Agisoft PhotoScan Software to get the orthophoto. Whereas, coastline determining with Landsat imagery use the BILKO formula to show the difference of the land and the sea. The coastline determining using these data is done by digitizing the boundary between the land and the sea while during the recorder and photography of the data. The result is temporary coastline.

The goal of this research is showing the steps to determine the coastline by using UAV with Agisoft PhotoScan to get orthophoto and using Landsat imagery with BILKO formula. After it, this research do the accuracy test based on PERKA BIG No 15 Tahun 2014 and it generate the horizontal accuracy 0.032 meters with first class map scale 1:1,000 for UAV and horizontal accuracy 9.300 meters with first class map scale 1:50,000 for Landsat imagery presentation on the map.

Key Word : Bilko Algorithm, Coastline, Landsat Imagery, and UAV.

^{*)} Penulis Utama, Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

I.1. Latar Belakang

Garis pantai adalah garis batas pertemuan antaran daratan dan air laut, di mana posisinya tidak tetap dan dapat berpindah sesuai dengan pasang surut air laut dan erosi pantai yang terjadi (Triatmodjo, 1999). Garis pantai pada suatu negara bukan lagi menjadi perkara yang dapat diabaikan. Negara yang mempunyai garis pantai panjang memiliki kekayaan laut berjumlah besar. Indonesia merupakan negara kedua yang mempunyai garis pantai terpanjang setelah Kanada. Menurut Kepala BIG Priyadi Kardono (2016) mengatakan bahwa Indonesia yang merupakan negara maritim, dengan luas wilayah perairan 6.315.222 km² dengan panjang garis pantai 99.093 km serta jumlah pulau 13.466 pulau yang bernama dan berkoordinat.

Garis pantai terdiri atas 3 (tiga) jenis yaitu garis pantai surut terendah (LAT), garis pantai tinggi muka air laut rata-rata (MSL), dan garis pantai pasang tertinggi (HAT). Adapun penggunaan berbagai tipe garis pantai tersebut diatur bahwa pada Peta Rupabumi Indonesia, garis pantai ditetapkan berdasarkan garis kedudukan muka air laut rata-rata. Sedangkan pada Peta Lingkungan Pantai Indonesia dan Peta Lingkungan Laut Nasional, garis pantai ditetapkan berdasarkan kedudukan muka air laut surut terendah (UU No. 4 Tahun 2011). Perairan Kabupaten Pacitan berbatasan langsung dengan samudera Indonesia memiliki dasar perairan yang berkarang dengan ombak yang besar. Namun perairan ini memiliki potensi perikanan yang sangat besar dan melimpah. Panjang pantai 70,709 km dan luas wilayah kewenangan perairan laut sebesar 523,82 km².

Semakin berkembangnya teknologi penginderaan jauh dan berbagai kelebihannya, mendorong untuk berpaling ke teknik ini untuk berbagai studi, termasuk salah satunya untuk mendeteksi garis pantai pada suatu daerah. Penginderaan jauh didefinisikan sebagai suatu seni dalam mengolah dan menafsirkan citra untuk mendapatkan suatu informasi (Ardiansyah, 2015). Metodologi inderaja dapat menggunakan data citra satelit maupun UAV. Menggunakan data dari citra satelit Landsat dan data UAV dapat dilakukan dengan cepat dan dapat menjangkau daerah yang tidak dapat terjangkau oleh pengukuran secara terestris.

Dengan menggunakan metode UAV dan deteksi garis tepi pada citra Landsat untuk menentukan garis pantai yang ada di Kabupaten Pacitan dapat diperoleh informasi garis pantai yang dilakukan lebih cepat dalam menjangkau daerah yang curam dan yang tidak bisa dijangkau oleh metode terestris. Dengan menggunakan dua metode tersebut terdapat perbedaan dalam hasil garis pantai yang diperoleh. Perbedaan antara kedua metode tersebut dapat dilihat dari ketelitian horisontal masing – masing metode yang digunakan untuk skala penyajian pada peta.

I.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana membentuk garis pantai dari citra resolusi tinggi menggunakan *software* Agisoft Photoscan dan resolusi menengah menggunakan *software* ENVI dengan mengaplikasikan rumus BILKO?
2. Bagaimana efektivitas hasil garis pantai dari citra resolusi tinggi dan resolusi menengah?

I.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui garis pantai yang dihasilkan dari citra resolusi tinggi dan menengah.
2. Mengetahui efektivitas garis pantai dari citra resolusi tinggi dan menengah.

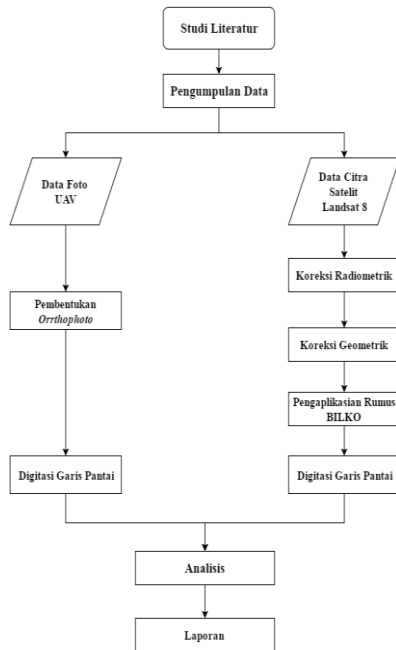
I.4. Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Daerah penelitian dilakukan di wilayah perairan Pacitan Jawa Timur tepatnya .
2. Data BM (Titik Kontrol Geodesi) yang digunakan adalah data dari hasil pengukuran horisontal BM yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial.
3. Raw data foto udara di dapat dari hasil pengukuran UAV garis pantai di daerah Pacitan Jawa Timur dengan kamera model ILCE-6000 (16mm) dengan resolusi kamera 6000 x 4000 cm, yang di peroleh dari Badan Informasi Geospasial digunakan untuk mendapatkan *orthophoto* yang nantinya akan digunakan untuk proses garis pantai pada citra resolusi tinggi.
4. Citra Landsat 8 sepanjang perairan kabupaten Pacitan yang digunakan untuk membuat garis pantai pada citra resolusi menengah.
5. Peta LPI Pacitan Jawa Timur tahun 2009 yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial.
6. Pengolahan proses citra resolusi tinggi menggunakan *software* Agisoft Photoscan versi 1.2.1.
7. Pengolahan proses citra resolusi menengah menggunakan *software* ENVI 4.8.
8. Pengolahan data garis pantai menggunakan *software* ArcMap 10.0.
9. Efektivitas dilihat dari ketelitian horisontal dan skala peta yang disajikan.

I.5. Metodologi Penelitian

Penelitian ini berbentuk penentuan garis pantai dengan cara mendigitasi batas daratan dan lautan saat data perekaman atau pemotretan dilakukan pada data citra satelit Landsat dan UAV. Kemudian data tersebut dibandingkan efektivitasnya dengan melihat ketelitian horisontalnya. Adapun metodologi penelitian dapat dilihat pada Gambar I.1 sebagai berikut:



Gambar I.1 Diagram Alir Penelitian Secara Umum

II. Tinjauan Pustaka

II.1. Pantai

Triatmodjo (1999) menyatakan pantai adalah daerah di tepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang tertinggi dan air surut terendah.

II.2. Garis Pantai

Triatmodjo (1999) menyatakan bahwa garis pantai adalah garis batas pertemuan antaran daratan dan air laut, di mana posisinya tidak tetap dan dapat berpindah sesuai dengan pasang surut air laut dan erosi pantai yang terjadi. Menurut Undang – Undang Nomor 4 Tentang Informasi Geospasial Garis pantai merupakan garis pertemuan antara daratan dan lautan yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Garis pantai yang dimaksud terdiri atas :

1. Garis pantai surut terendah;
2. Garis pantai surut tertinggi; dan
3. Garis pantai tinggi muka air laut rata – rata.

II.3. Penginderaan jauh

Penginderaan jauh adalah ilmu dalam mendapatkan dan mengumpulkan informasi mengenai suatu obyek tanpa menyentuh atau berkontak fisik langsung dengan obyek tersebut. Selain itu, penginderaan jauh juga didefinisikan sebagai suatu seni dalam mengolah dan menafsirkan citra untuk mendapatkan suatu informasi. Informasi yang dimaksud dalam hal ini adalah informasi obyek, area atau gejala (fenomena) yang terdapat di muka bumi. Prinsip dasar pengambilan data dalam *remote sensing* adalah sensor yang dibawa oleh wahana (satelit, pesawat, pesawat tanpa awak) merekam interaksi antara gelombang elektromagnetik dengan obyek di muka bumi (Ardiansyah, 2015).

II.4. Landsat 8

Landsat-8 adalah satelit Landsat seri terbaru yang diluncurkan pada tanggal 11 Februari 2013. Satelit ini merupakan satelit kedelapan dalam program Landsat (ketujuh untuk berhasil mencapai

orbit). Pada awalnya disebut *Landsat Data Continuity Mission* (LDCM), adalah sebuah kolaborasi antara NASA dan *Geological Survey Amerika Serikat* (USGS). NASA menyediakan pengembangan rekayasa sistem misi dan akuisisi kendaraan peluncuran, sementara USGS disediakan untuk pengembangan sistem darat dan melakukan operasi misi terus-menerus. Landsat-8 direncanakan mempunyai durasi misi selama 5-10 tahun, dilengkapi dua sensor yang merupakan hasil pengembangan dari sensor yang terdapat pada satelit-satelit pada program Landsat sebelumnya. Kedua sensor tersebut yaitu *Sensor Operational Land Manager* (OLI) yang terdiri dari 9 Band serta *Sensor InfraRed Sensor* (TIRS) yang terdiri dari 2 band.

II.5. UAV (Unmanned Aerial Vehicle)

UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) dapat diartikan sebagai wahana udara bermotor tanpa awak yang dapat digunakan berulang kali (Eisenbei, 2009 dalam Satyagama, 2013). UAV dapat mejadi sarana untuk melakukan pemetaan secara fotogrametri. Fotogrametri UAV digunakan sebagai alat pengukuran baru untuk fotogrametri. Fotogrametri UAV dapat dijabarkan sebagai *platform* pengukuran fotogrametri yang yang dikendalikan dari jarak jauh, secara otomatis atau semi – otomatis, tanpa ada pilot duduk didalam wahana udara tersebut kali (Eisenbei, 2009 dalam Kentjana, 2013).

II.6. Orthophoto.

Orthophoto adalah foto yang menyajikan gambaran objek pada posisi ortografik yang benar (Wolf dalam Julzarika, 2009). Beda utama antara *Orthophoto* dan peta adalah bahwa *Orthophoto* terbentuk oleh objek sebenarnya, sedangkan peta menggunakan garis dan simbol yang digambarkan sesuai dengan skala untuk mencerminkan kenampakan. *Orthophoto* dapat digunakan sebagai peta untuk melakukan pengukuran langsung atas jarak, sudut, posisi, dan daerah tanpa melakukan koreksi bagi pergeseran letak gambar.

Ortorektifikasi pada dasarnya merupakan proses manipulasi citra untuk mengurangi/menghilangkan berbagai distorsi yang disebabkan oleh kemiringan kamera/sensor dan pergeseran relief. Secara teoritik foto terektifikasi merupakan foto yang benar-benar tegak dan oleh karenanya bebas dari pergeseran letak oleh kemiringan, tetapi masih mengandung pergeseran karena relief topografi (*relief displacement*). Pada foto udara pergeseran relief ini dihilangkan dengan rektifikasi differensial (Frianzah, 2009 dalam Mustafa, 2015).

II.7. BILKO

Metode BILKO (yaitu sebuah program khusus yang dikembangkan oleh UNESCO untuk menentukan batas darat-laut berdasarkan band infra merah). Metode pendekatan penajaman citra tersebut berguna dalam membuat batas yang jelas darat-laut sehingga memudahkan dalam digitasi (Hanifa *et al.*

2007 dalam Kasim).Rumus umum yang digunakan adalah (Hanifa et.al, 2004 dalam Aprilianto, 2014) :

$$((INPUT1/(N*2)+1)*(1))+1).....(2.1)$$

$$N = \text{nilai minimum } BV \text{ daratan citra Landsat}$$

$$INPUT1 = \text{Band 4 atau 5 Rumus}$$

II.8. Cohen's Kappa

Cohen (1960) mengembangkan koefisien untuk mengukur kesepakatan antar rater yang kemudian dikenal dengan koefisien kappa. Penggunaan koefisien kappa tepat digunakan ketika (a) rater yang dipakai tidak banyak. Biasanya satu subjek dinilai oleh dua rater. (b) Skor hasil penilaiannya bersifat kategori. Biasanya juga hanya dua kategori yang dikode 0 atau 1 (Widhiarso, W., 2006).

II.9. Uji Ketelitian Peta

Dalam pengujian peta *orthophoto* dapat diuji menggunakan pengujian ketelitian peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) yang dikeluarkan melalui Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial (BIG) No 15 Tahun 2014. Menurut Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial (BIG) No 15 Tahun 2014, ketelitian peta RBI diperoleh berdasarkan ketentuan seperti Tabel II-1.

Tabel II.1 Ketelitian Geometri Peta RBI

Ketelitian Peta RBI								
No.	Skala	Interval Kontur (m)	Kelas 1		Kelas 2		Kelas 3	
			Horizontal	Vertikal	Horizontal	Vertikal	Horizontal	Vertikal
			(CE90 dalam m)	(LE90 dalam m)	(CE90 dalam m)	(LE90 dalam m)	(CE90 dalam m)	(LE90 dalam m)
1.	1:1.000.000	400	200	200	300	300	500	500
2.	1:500.000	200	100	100	150	150	250	250
3.	1:250.000	100	50	50	75	75	125	125
4.	1:100.000	40	20	20	30	30	50	50
5.	1:50.000	20	10	10	15	15	25	25
6.	1:25.000	10	5	5	7,5	7,5	12,5	12,5
7.	1:10.000	4	2	2	3	3	5	5
8.	1:5.000	2	1	1	1,5	1,5	2,5	2,5
9.	1:2.500	1	0,5	0,5	0,75	0,75	1,25	1,25
10.	1:1.000	0,4	0,2	0,2	0,3	0,3	0,5	0,5

Tabel II.2 Ketentuan ketelitian Geometri Berdasarkan Kelas

Ketelitian	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
Horizontal	0,2 mm x bilangan skala	0,3 mm x bilangan skala	0,5 mm x bilangan skala
Vertikal	0,5 x interval kontur	1,5 x ketelitian kelas 1	2,5 x ketelitian kelas 1

III. Metodologi Penelitian

III.1. Lokasi Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan pengolahan untuk mendapatkan garis pantai di perairan Kabupaten Pacitan. Lokasi penelitian ditunjukkan oleh Gambar III.1 sebagai berikut:



Gambar III.1 Lokasi Penelitian

III.2. Persiapan Data

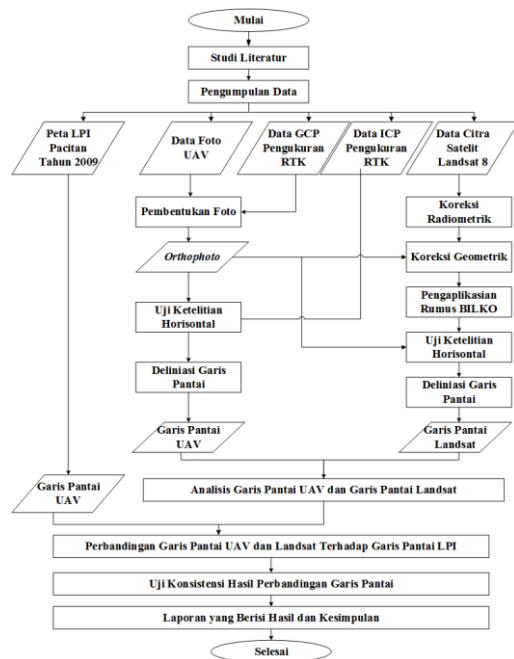
Data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah data citra satelit Landsat 8 dan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) di perairan Kabupaten Pacitan. Semua data di dapat dari Badan Informasi Geospasial (BIG).

III.3. Tahapan Penelitian

Pada tahapan penelitian akan dijelaskan secara umum pengolahan citra satelit Landsat 8 dan UAV. Adapun gambaran secara umum dapat dilihat pada Gambar III.2 sebagai berikut:

III.4. Tahapan Pengolahan

Dalam proses penentuan garis pantai pada penelitian ini yang nantinya akan dibandingkan efektivitas dari hasil yang didapat. Penentuan garis pantai pada citra satelit Landsat dengan mengaplikasikan rumus BILKO untuk membedakan batas daratan dengan lautan sedangkan untuk data UAV diolah menggunakan *software* Agisoft Potoscan sampai memperoleh hasil *orthophoto*. Cara menentukan garis pantai pada kedua data tersebut yaitu dengan cara mendigitasi batas antara daratan dengan lautan, garis batas antara daratan dengan lautan itu yang disebut dengan garis pantai. Garis pantai yang didapatkan dari hasil digitasi tersebut merupakan garis pantai muka laut sesaat. Kemudian setelah mendapatkan garis pantai dari kedua data tersebut, dilihat efektivitas masing – masing garis pantai tersebut dengan uji akurasi horisontal.



Gambar III.2 Diagram Alir Pengolahan Data Penelitian

IV. Hasil dan Analisis

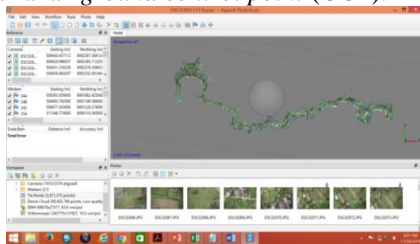
IV.1. Hasil dan Analisis Pembentukan Garis Pantai

IV.1.1 Hasil dan Analisis Pembentukan Garis Pantai Citra Resolusi Tinggi

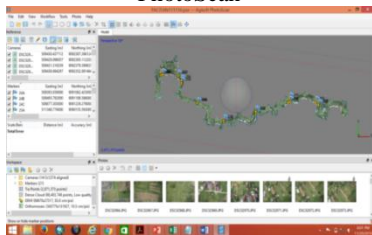
Setelah tahap-tahap pembentukan garis pantai pada UAV, maka langkah selanjutnya adalah menganalisis hasil dan proses dari pembentukan garis

pantai UAV. Adapun hasil dan analisis garis pantai UAV adalah sebagai berikut:

Pembentukan *Tie Point* dengan menggunakan *Automatic Tie Point* adalah proses akuisisi titik ikat pada foto udara yang berlangsung secara otomatis pada perangkat lunak Agisoft PhotoScan. Fungsi dari *tie point* yaitu sebagai titik ikat pada foto agar dua foto atau lebih yang bertampalan dapat membentuk sebuah model. Setelah *tie point* didapatkan sesuai jumlah yang diperlukan maka proses selanjutnya adalah *Automatic Image Alignment*. Software Agisoft PhotoScan dapat melakukan pendefinisian sistem koordinat yang didasarkan pada *ground control point* (GCP) atau koordinat kamera. Biasanya dalam pengolahan data fotogrametri pendefinisian koordinat menggunakan *ground control point* (GCP).

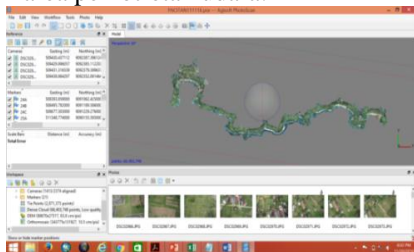


Gambar IV.1 Hasil Proses *Alignmen* pada Agisoft PhotoScan



Gambar IV.2 Hasil Persebaran GCP

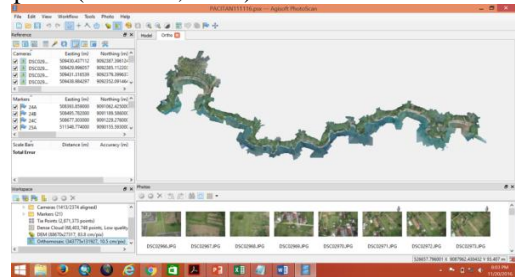
Proses *Build Dense Cloud* adalah proses rekonstruksi model 3 Dimensi dari foto udara yang saling bertampalan. Membutuhkan waktu yang cukup lama pada proses ini untuk menjadikan foto yang saling bertampalan. Lama waktu yang dibutuhkan dalam pemrosesan ini tergantung pada banyaknya resolusi foto udara yang digunakan dalam pengolahan. Proses *Build Geometry* menghasilkan model 3D area pemotretan udara.



Gambar IV.3 Hasil Proses *Build Dense Cloud* pada Agisoft PhotoScan

Hasil *orthophoto* yang dihasilkan setelah DEM yang terbentuk dari hasil foto udara menggunakan UAV mempunyai *ground* resolusi yang tinggi. *Ground* resolusi yang dihasilkan dari pengolahan data UAV dalam hasil *report* data sebesar 10,5 cm/pix. Resolusi spasial yang sangat tinggi (<25 cm) melebihi resolusi spasial citra satelit. Data UAV memiliki manfaat yang sangat tinggi

dalam proses perencanaan wilayah dan data UAV memiliki keunggulan dalam resolusi spasial dan temporal (Maulana, 2016).



Gambar IV.4 Hasil Pembentukan *Orthophoto*

Ground control point (GCP) sejumlah 10 titik yang diambil menggunakan GPS *geodetik* adapun hasil koreksi geometrik *mozaik orthophoto* dengan RMSE horisontal 0,0173834 meter didapat dari hasil *report* pengolahan Agisoft PhotoScan seperti pada Tabel IV.1

Tabel IV.1 Ketelitian Geometrik *Report* Agisoft

Label	XY error (m)
24 A	0,015781
24 C	0,014753
25 B	0,027479
26 A	0,026606
27 A	0,002898
28 A	0,022697
29 A	0,011137
29 B	0,006460
30 A	0,019191
30 B	0,005897
Total	0,017383

Garis pantai pada UAV merupakan garis pantai yang didapatkan secara manual dengan cara didigitasi dari *orthophoto* hasil olahan menggunakan software Agisoft PhotoScan. Sehingga garis pantai yang didapatkan tersebut merupakan garis pantai muka laut sesaat.



Gambar IV.5 Hasil Garis Pantai UAV
IV.1.2 Hasil dan Analisis Pembentukan Garis Pantai Citra Resolusi Menengah

Proses koreksi radiometrik yang dilakukan yaitu mengubah nilai *digital number* menjadi nilai *TOA radiance* yang bertujuan akan terjadinya perubahan pada rentang nilai piksel pada setiap band. Hal ini menyebabkan perubahan warna pada citra menjadi lebih tajam karena rentang nilai band-nya dipersempit.



Gambar IV.6 Landsat 8 Sebelum di Lakukan TOA Radiance



Gambar IV.7 Landsat 8 Setelah di Lakukan TOA Radiance

Proses koreksi geometrik yang dilakukan pada citra satelit Landsat 8 yang koreksinya mengacu pada *orthophoto* yang didapat dari hasil pengolahan foto udara. Kemudian nantinya akan menghasilkan nilai *Root Mean Square* (RMSE) pada tabel IV.2.

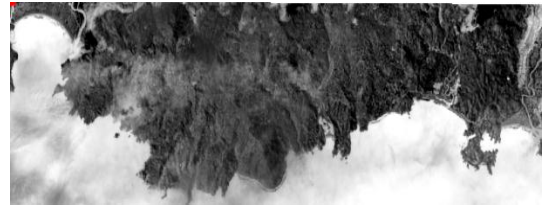
Tabel IV.2 Ketelitian Geometrik Landsat 8

NO	Titik Fto Udara		Titik Citra Landsat		RMSE
	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	
1	51739,240	8300,520	1374,880	204,120	2,313
2	50282,160	8729,500	1353,370	209,670	1,008
3	47867,680	9286,760	1312,490	217,960	1,015
4	45266,450	7645,500	1269,910	190,560	0,922
5	42204,870	7024,680	1218,350	180,200	0,335
6	28402,800	10955,000	989,120	245,450	0,366
7	6760,900	11944,230	627,880	83,550	0,349
8	5524,390	307,030	607,290	68,690	0,150
9	2219,030	1093,550	552,170	81,440	0,221
Average RMS Error					0,982

Pada tabel IV.2 dapat dilihat bahwa hasil koreksi geometrik yang sudah dilakukan pada citra Landsat mendapatkan hasil *RMSE* rata – rata sebesar 0.982 piksel yang artinya pada kenyataan sebenarnya dilapangan terjadi pergeseran 0.982 X 30 m (Resolusi Spasial) = 29.460 m.

Penentuan batas daratan dan lautan pada metode BILKO dilakukan dengan memanfaatkan nilai BV yang terdapat pada daratan dan lautan. Dalam pengaplikasian rumus BILKO ini Band 5 dijadikan sebagai *inputnya*, sehingga batas antara daratan dan lautan akan terlihat jelas. Penampakan visual yang terjadi pada citra adalah daratan tampak berwarna hitam sedangkan lautan dan lahan basah tampak berwarna putih.

Garis pantai yang didapat dari citra satelit Landsat 8 yang sudah dilakukan proses menggunakan algoritma BILKO merupakan garis pantai yang didapatkan secara manual dengan cara didigitasi dari citra satelit Landsat 8 hasil olahan BILKO. Sehingga garis pantai yang didapatkan tersebut merupakan garis pantai muka laut sesaat.



Gambar IV.8 Hasil Pengolahan Citra Landsat8 Metode Algoritma BILKO

IV.2. Hasil dan Analisa Efektivitas Garis Pantai

IV.2.1 Hasil dan Analisis Uji Akurasi UAV

Uji akurasi geometrik untuk hasil olahan foto udara dilakukan dengan cara membandingkan koordinat pada *mosaic orthophoto* udara dengan koordinat hasil pengukuran GPS tipe geodetik yang diikatkan dengan TTG.OPCT dan N1.0250 milik Badan Informasi Geospasial (BIG). Untuk mendapatkan nilai koreksi geometrik foto dan nilai skala foto harus didapatkan nilai *Root Mean Square* (RMS). Tabel IV.3 menunjukkan hasil perhitungan *Root Mean Square* untuk ketelitian horisontal:

Tabel IV.3 Tabel Perbandingan Titik Koordinat X Orthophoto

Nomor Titik	Nama Titik	X Pengukuran GPS (m)	X Pada Orthophoto (m)	(A X) (m)	(A X) ² (m)
A	B	C	D	E	F
1	ICP-1	508495,782	508495,781	0,001	0,000001
2	ICP-2	511348,774	511348,773	0,001	0,000001
3	ICP-3	513647,137	513647,138	-0,001	0,000001
4	ICP-4	517417,320	517417,323	-0,003	0,000009
5	ICP-5	522016,827	522016,826	0,001	0,000001
6	ICP-6	510810,770	510810,730	0,040	0,001600
7	ICP-7	510886,311	510886,310	0,001	0,000001
8	ICP-8	526864,897	526864,888	0,009	0,000081
9	ICP-9	530558,571	530558,574	-0,003	0,000009

Tabel IV.4 Tabel Perbandingan Titik Koordinat Y Orthophoto

Nomor Titik	Nama Titik	Y Pengukuran GPS (m)	Y Pada Orthophoto (m)	(A Y) (m)	(A Y) ² (m)
A	B	C	D	E	F
1	ICP-1	9091189,586	9091189,589	-0,003	0,000009
2	ICP-2	9090155,593	9090155,591	0,002	0,000004
3	ICP-3	9087547,811	9087547,812	-0,001	0,000001
4	ICP-4	9085306,002	9085306,018	-0,016	0,000256
5	ICP-5	9086443,279	9086443,279	0,000	0,000000
6	ICP-6	9090981,654	9090981,694	-0,040	0,001600
7	ICP-7	9091081,401	9091081,422	-0,021	0,000441
8	ICP-8	9088132,506	9088132,516	-0,010	0,000100
9	ICP-9	9087692,929	9087692,931	-0,002	0,000004

Tabel IV.5 Tabel Perbandingan Titik Koordinat Orthophoto

Nomor Titik	Nama Titik	$(AX)^2 + (AY)^2$ (meter)
A	B	K
1	ICP-1	0,000010
2	ICP-2	0,000005
3	ICP-3	0,000002
4	ICP-4	0,000265
5	ICP-5	0,000001
6	ICP-6	0,003200
7	ICP-7	0,000442
8	ICP-8	0,000181
9	ICP-9	0,000013

Tabel IV.6 Nilai RMSE Orthophoto

RMSE
Horizontal
0,022

Tabel IV.7 Akurasi Horizontal Orthophoto

Akurasi Horizontal CE90	$1,5175 \times RMSEr$
	0,032

Tabel IV.8 Ketelitian Geometri Orthophoto Berdasarkan Kelas

Ketelitian	Hasil Uji CE dan LE 90	Ketelitian Peta 1: 1.000		
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
Horizontal	0,032	0,2	0,3	0,5

Nilai RMSE horisontal yang diperoleh orthophoto yang didapat dari hasil olahan foto udara menggunakan software Agisoft PhotoScan berdasarkan skala menurut Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial (BIG) No 15 Tahun 2014, maka dapat digunakan untuk skala besar. Nilai akurasi horisontal yang didapat sebesar 0,032 meter berdasarkan perhitungan akurasi menurut Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial (BIG) No 15 Tahun 2014. Dihat dari RMSE horisontal yang didapat berdasarkan Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial (BIG) No 15 Tahun 2014 maka hasil olahan foto udara yang berupa orthophoto yang diolah dalam penelitian ini dapat digunakan untuk pemetaan dengan skala 1:1.000 yaitu dengan ketentuan total RMSE untuk ketelitian horisontal CE90 sesuai Tabel IV.4 maka akurasi horisontal peta masuk dalam kelas 1 untuk skala 1:1.000 dengan ketentuan CE90 \leq 0,2 meter.

IV.2.2 Hasil dan Analisis Uji Akurasi Landsat

Uji akurasi geometrik untuk citra satelit Landsat 8 dilakukan dengan cara membandingkan koordinat pada citra satelit Landsat 8 dengan koordinat yang terdapat pada orthophoto hasil olahan foto udara menggunakan software Agisoft PhotoScan. Untuk mendapatkan nilai koreksi geometrik foto dan nilai skala foto harus didapatkan nilai Root Mean Square (RMS). Tabel IV.9 menunjukkan hasil perhitungan Root Mean Square untuk ketelitian horisontal.

Tabel IV.9 Tabel Perbandingan Titik Koordinat X Landsat 8

Nomor Titik	Nama Titik	XKoordinat Orthophoto (m)	XKoordinat Citra Landsat 8 (m)	(A X) (m)	(A X) ² (m)
A	B	C	D	E	F
1	ICP-1	532941,170	532939,354	1,816	3,297856
2	ICP-2	532584,339	532588,221	-3,882	15,069924
3	ICP-3	531622,903	531615,316	7,587	57,562569
4	ICP-4	530484,990	530484,289	0,701	0,491401
5	ICP-5	529702,033	529703,595	-1,562	2,439844
6	ICP-6	526337,479	526333,312	4,167	17,363889
7	ICP-7	508203,879	508200,536	3,343	11,175649
8	ICP-8	509107,618	509101,031	6,587	43,388569
9	ICP-9	510918,977	510919,142	-0,165	0,027225

Tabel IV.10 Tabel Perbandingan Titik Koordinat Y Landsat 8

Nomor Titik	Nama Titik	Y Koordinat Peta Dasar (m)	Y Koordinat Data Cek (m)	(A Y) (m)	(A Y) ² (meter)
A	B	G	H	I	J
1	ICP-1	9087462,813	9087460,162	2,651	7,027801
2	ICP-2	9087637,981	9087644,784	-6,803	46,280809
3	ICP-3	9087026,462	9087020,660	5,802	33,663204
4	ICP-4	9087859,239	9087858,457	0,782	0,611524
5	ICP-5	9088444,062	9088441,007	3,055	9,333025
6	ICP-6	9087830,948	9087826,364	4,584	21,013056
7	ICP-7	9090826,134	9090827,248	-1,114	1,240996
8	ICP-8	9091553,480	9091550,979	2,501	6,255500
9	ICP-9	9091134,640	9091126,779	7,861	61,795321

Tabel IV.11 Tabel Perbandingan Titik Koordinat Landsat 8

Nomor Titik	Nama Titik	$(AX)^2 + (AY)^2$ (meter)
A	B	K
1	ICP-1	10,325656
2	ICP-2	61,350732
3	ICP-3	91,225772
4	ICP-4	1,102924
5	ICP-5	11,772869
6	ICP-6	38,376945
7	ICP-7	12,416645
8	ICP-8	49,643570
9	ICP-9	61,822546

Tabel IV.12 Nilai RMSE Landsat 8

RMSE
Horizontal
6,129

Tabel IV.13 Akurasi Horizontal Landsat

Akurasi Horizontal CE90	$1,5175 \times RMSEr$
	9,300

Tabel IV.14 Ketelitian Geometri Landsat 8 Berdasarkan Kelas

Ketelitian	Hasil Uji CE dan LE 90	Ketelitian Peta 1: 50.000		
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
Horizontal	9,300	10	15	20

Nilai RMSE horisontal yang diperoleh citra satelit Landsat 8 berdasarkan skala menurut Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial (BIG)

No 15 Tahun 2014, maka dapat digunakan untuk skala menengah. Nilai akurasi horisontal yang didapat sebesar 9,300 meter berdasarkan perhitungan akurasi menurut Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial (BIG) No 15 Tahun 2014. Dilihat dari RMSE horisontal yang didapat berdasarkan Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial (BIG) No 15 Tahun 2014 maka citra satelit Landsat 8 yang diolah dalam penelitian ini dapat digunakan untuk pemetaan dengan skala 1:50.000 yaitu dengan ketentuan total RMSE untuk ketelitian horisontal CE90 sesuai Tabel IV.6 maka akurasi horisontal peta masuk dalam kelas I untuk skala 1:50.000 dengan ketentuan CE90 <= 10 meter.

IV.2.3 Analisis Garis Pantai Citra Resolusi Menengah dan Tinggi Terhadap Garis Pantai LPI

Garis pantai yang diperoleh dengan cara digitasi pada *orthophoto* dan citra satelit Landsat 8 hasil olahan foto udara memiliki perbedaan dengan garis pantai yang terdapat pada peta LPI tahun 2009. Perbedaan antara garis pantai yang diperoleh dari *orthophoto* dan citra satelit Landsat 8 terhadap LPI berupa perbedaan pada jaraknya. Perbedaan jarak antar garis pantai dibagi dalam beberapa segmen dan dalam satu segmen memiliki lima titik sampel yang diambil sebagai perbandingan. Dalam pengukuran jarak garis pantai Landsat dan UAV terhadap garis pantai LPI dibuat aturan yaitu jika garis pantai berada diatas garis pantai LPI atau lebih mendekati ke daratan maka jarak yang dimaksud bernilai negatif (-), sedangkan untuk garis pantai yang berada dibawah garis pantai LPI atau lebih mendekati ke lautan maka bernilai positif (+). Hasil garis pantai yang didapat dapat dilihat pada tabel IV.15 untuk garis pantai UAV dan tabel IV.16 untuk garis pantai Landsat.

Nilai jarak garis pantai yang didapat antara garis pantai UAV terhadap garis pantai LPI dengan nilai rata - rata dari empat segmen yang setiap segmennya dipilih lima titik sampel yaitu sebesar 49,807 meter. Nilai jarak garis pantai yang didapat antara garis pantai Landsat terhadap garis pantai LPI dengan nilai rata - rata dari empat segmen yang setiap segmennya dipilih lima titik sampel yaitu sebesar 131,063 meter. Adanya jarak garis pantai UAV dan garis pantai Landsat terhadap LPI dikarenakan adanya perbedaan antara penentuan garis pantai Landsat, garis pantai UAV dan garis pantai LPI. Dalam penelitian ini garis pantai pada hasil olahan UAV berupa *orthophoto* merupakan garis pantai yang didigitasi sesuai dengan keadaan batas air pada saat pemotretan yang terjadi yaitu pada tanggal 7 april 2016, garis pantai pada citra Landsat merupakan garis pantai yang didigitasi sesuai dengan keadaan batas air pada saat perekaman yang terjadi yaitu pada tanggal 6 april 2016, sedangkan garis pantai LPI didapat dari hasil digitasi secara langsung dengan melihat pada citra dan garis yang didapat merupakan garis a atau b pada pengukuran terestris dan garis pantai LPI ini pada tahun 2009. Serta adanya perbedaan penyajian

skala pada peta, untuk garis pantai UAV dengan melihat koreksi horisontal yang didapat dapat disajikan untuk peta skala 1:1.000 kelas satu dan penyajian skala pada peta, untuk garis pantai citra Landsat dengan melihat koreksi horisontal yang didapat dapat disajikan untuk peta skala 1:50.000 kelas satu, Sedangkan garis pantai pada peta LPI dari informasi yang didapat, garis pantai LPI ini dapat digunakan untuk peta skala 1:50.000 sampai 1:25.000.

Tabel IV.15 Jarak Garis Pantai UAV Terhadap Garis Pantai LPI

NO	Jarak Garis Pantai UAV Terhadap Garis Pantai LPI				Keterangan
	Segmen 1	Segmen 2	Segmen 3	Segmen 4	
1	97.045	-57.991	-17.103	-15.689	Garis Pantai UAV
2	103.624	-46.153	-21.061	47.355	Garis Pantai UAV
3	75.134	19.47	-16.203	12.747	Garis Pantai UAV
4	23.872	-3.98	4.504	7.56	Garis Pantai UAV
5	-2.362	6.492	-23.156	5.122	Garis Pantai UAV
Rata - rata	297.313	-82.162	-73.019	57.095	49.807

Tabel IV.16 Jarak Garis Pantai Landsat Terhadap Garis Pantai LPI

NO	Jarak Garis Pantai Landsat Terhadap Garis Pantai LPI				Keterangan
	Segmen 1	Segmen 2	Segmen 3	Segmen 4	
1	46.482	16.894	8.592	-7.69	Garis Pantai Landsat
2	114.974	-5.052	7.771	47.15	Garis Pantai Landsat
3	88.633	46.17	-44.695	39.777	Garis Pantai Landsat
4	24.051	23.546	35.617	18.949	Garis Pantai Landsat
5	3.63	3.669	-10.395	66.179	Garis Pantai Landsat
Rata - rata	277.77	85.227	-3.11	164.365	131.063

IV.2.4 Hasil dan Analisis Uji Konsistensi Perbandingan Garis Pantai

Hasil perbandingan jarak garis pantai UAV dan Landsat dilakukan uji konsistensi dengan menggunakan Cohen's Kappa dapat dilihat pada rumus 4.1.

$$K = \frac{Pr(a) - Pr(e)}{1 - Pr(e)} \dots \dots \dots (4.1)$$

Dimana :

Pr(a) = Persentase jumlah pengukuran yang konsisten antar *rater*

Pr(e) = Persentase jumlah perubahan pengukuran antar *rater*

Tabel IV.17 Hasil Matriks Kappa

		UAV		
		-	+	
LANDSAT	-	4	0	4
	+	5	11	16
		9	11	20

Keterangan Tabel IV.17:

(-) = Pengukuran Diatas LPI

(+) = Pengukuran Dibawah LPI

Menghitung nilai kappa diperlukan tabel 2x2 yang menunjukkan jumlah atau proporsi persetujuan antar *rater*. Tabel IV.17 merupakan rangkuman penilaian antar metode dalam penelitian ini. Terlihat bahwa ada 4 data yang sama – sama dinilai sebagai

tipe (-) dan ada 11 data yang dinilai sama – sama sebagai tipe (+). Sebaliknya ketidaksepakatan terjadi pada 5 orang, yang dinilai berbeda oleh kedua metode.

Dimana :

$$Pr(a) = \frac{11+4}{20} = 0,75$$

Hasil Pengukuran (-) :

$$\left(\frac{9}{20}\right) \times \left(\frac{4}{20}\right) = 0,09$$

Hasil Pengukuran (+) oleh :

$$\left(\frac{11}{20}\right) \times \left(\frac{16}{20}\right) = 0,44$$

$$Pr(e) = \text{Pengukuran (-) + Pengukuran (+)} \\ = 0,09 + 0,44 = 0,55$$

Nilai Koefisien Kappa

$$K = \frac{0,75-0,55}{1-0,55} = 0,44$$

Fleiss, 1981(dalam Widihiarso, W, 2005) mengkategorikan tingkat reliabilitas antar rater menjadi 4 kategori yaitu:

Tabel IV.18Kategori Koefisien Kappa

k < 0,40buruk (<i>bad</i>)
k 0,40 – 0,60 cukup (<i>fair</i>)
k 0,60 – 0,75 memuaskan (<i>good</i>)
k > 0,75 istimewa (<i>excellent</i>)

Menurut kategori koefisien kappa yang dilihat pada tabel IV.23 nilai kappa yang didapat sebesar 0,44 masuk dalam kategori cukup (*fair*). Kategori cukup ini berarti adanya kesesuaian yangcukup antar rater. Dapat disimpulkan bahwa dua metode yang digunakan yaitu garis pantai UAV dan garis pantai Landsat sudah cukup dalam penentuan garis pantai yang dilakukan dalam penelitian ini.

V. Kesimpulan dan Saran

V.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan analisis penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pembentukan garis pantai pada UAV menggunakan *software* Agisoft Photoscan melalui beberapa tahapan yaitu sebagai berikut : Proses *Alignment*, Proses *Build Dense Cloud*, Proses pembentukan DEM, dan Proses *Orthphoto*, kemudian hasil *orthphoto* didigitasi. Pembentukan garis pantai pada citra satelit Landsat menggunakan *software* ENVI melalui beberapa tahapan yaitu sebagai berikut : Proses Konversi *Nilai Digital Number* ke *Nilai TOA Radiance*, Proses Koreksi Geometrik, dan proses pengolahan dengan rumus BILKO, kemudian hasil cita Landsat yang sudah diaplikasikan dengan rumus BILKO didigitasi.
2. Efektivitas dari garis pantai pada citra satelit Landsat dan UAV dilihat dari hasil uji peta pada ketelitian horisontal menurut Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial (BIG) No 15 Tahun 2014, untuk garis pantai Landsat memiliki akurasi horisontal CE90

sebesar 9,300 meter dan memenuhi produksi peta kelas 1 peta planimetris skala 1:50.000. Garis pantai UAV memiliki akurasi horisontal CE90 sebesar 0,032 meter dan memenuhi produksi peta kelas 1 peta planimetris skala 1:1.000.

V.2. Saran

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan, adapun saran-saran yang dapat dikemukakan untuk penelitian selanjutnya:

1. Pada pengolahan citra satelit Landsat pada proses koreksi geometrik *image to image* dan pengolahan foto udara menggunakan *software* Agisoft terutama pada proses *Build Dense Cloud* dan *export Orthophoto* sebaiknya menggunakan PC atau laptop yang mempunyai spesifikasi yang tinggi.
2. Sebaiknya penentuan garis pantai juga berdasarkan nilai etinggian dari hitungan pasang surut agar memiliki nilai lebih tinggi dan lebih dapat dilihat perbedaannya. Karena jika mendigitasi sesuai batas air pada waktu perekaman yang berbeda maka psisi garis pantai akan jauh berbeda antara data satu dengan yang lainnya.

Daftar Pustaka

- Ardiansyah. 2015. *Pengolahan Citra Penginderaan Jauh Menggunakan ENVI 5.1 dan ENVI LIDAR*. Jakarta : PT. Labsig Inderaja Islim.
- Aprilianto, D., Sasmito, B., Wijaya, A.P. 2014. *Pengolahan Citra Satelit Landsat Multi Temporal dengan Metode BILKO dan AGSO untuk Mengetahui Dinamika Morfometri Waduk Gajah Mungkur*. Jurnal Geodesi UNDIP (Vol 3 Nomor 3). Fakultas Teknik. UNDIP: Semarang.
- Julzarika, A. 2009. *Jurnal: Perbandingan Teknik Orthoretrifikasi Citra Satelit SPOT5 Wilayah Semarang dengan Metode Digital Mono Plotting (DMP) dan Metode Rational Polynomial Coefficients (RPCs)*. Cibubur: LAPAN.
- Kentjana, A. N. 2013. *Pemetaan Topografi Untuk Rencana Jalur Pipa Migas Dengan Metode Fotogrametri Berbasis Wahana Udara Tanpa Awak (UAV) (Wilayah Studi : Cepu)*. Skripsi. Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan. ITB. Bandung.
- Kasim, F. *Jurnal: Pendekatan Beberapa Metode dalaam Monitoring Perubahan Garis Pantai Menggunakan Dataset Penginderaan Jauh Landsat dan SIG*. Gorontalo: Jambura UNG.
- Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar.
- Satyagama, D. 2013. *Fotogrametri Berbasis Wahana Udara Tanpa Awak (Unmanned Aerial Vehicle) untuk Pembuatan DTM Lanskap Sekitar Sungai Ciliwung Wilayah Ciawi – Jawa Barat*. Skripsi. Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan. ITB. Bandung.

- Triatmodjo, Bambang. 1999. *Teknik Pantai*. Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada.
- Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2011 Tentang Informasi Geospasial.
- Widhiarso, W. (2005). *Mengestimasi Reliabilitas*. Yogyakarta: Fakultas Psikologi UGM.
- Widharso, W. 2012. *Melibatkan Rater dalam Pengembangan Alat Ukur*. Fakultas Psikologi. UGM. Yogyakarta.