

KAJIAN PENENTUAN GARIS PANTAI MENGGUNAKAN METODE UAV DI PANTAI TELENG RIA KABUPATEN PACITAN

Nur Fajar Nafiah, Arief Laila Nugraha, Fauzi Janu Amarrohman^{*)}

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

ABSTRAK

Garis pantai merupakan salah satu aspek teknis dalam penetapan dan penegasan batas pengelolaan wilayah pesisir dan laut. Perkembangan teknologi dalam bidang geospasial dan penginderaan jarak jauh dapat memudahkan dalam pekerjaan geospasial seperti halnya dalam pembentukan garis pantai dengan menggunakan UAV proses pengukuran dan pengolahan garis pantai dapat dilakukan dengan cepat dan dengan hasil yang akurat. Dalam penetapan garis pantai dibutuhkan bidang referensi ketinggian muka air laut. Secara periodik permukaan air laut selalu berubah, karena itu perlu dipilih suatu tinggi muka air tertentu untuk menjelaskan posisi garis pantai dalam penelitian tugas akhir ini jenis garis pantai yang digunakan adalah garis pantai *Mean Sea Level* atau garis pantai muka air laut rata-rata. Mengacu pada UU. No 4 tahun 2011, pasal 13 *point* 2 dan 3.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui hasil dan analisis penentuan garis pantai menggunakan metode UAV di Pantai Teleng Ria Kabupaten Pacitan. Metode pengolahan UAV menggunakan *software* Agisoft PhotoScan untuk mendapatkan *Orthophoto* dan *Digital Terrain Model*. Sedangkan untuk pengolahan pasang surut dilakukan menggunakan *software* SLP64 yang menggunakan bahasa pemrograman untuk mendapatkan konstanta harmonik dan prediksi pasang surut selama 18,6 tahun dan menggunakan data kedalaman Peta LPI untuk daerah topografi kedalaman laut.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan langkah-langkah dalam pembentukan peta topografi menggunakan *software* Agisoft PhotoScan untuk menghasilkan *Orthophoto* dan *Digital Terrain Model* yang telah dilakukan uji akurasi sesuai dengan PERKA BIG No 15 Tahun 2014 dengan hasil untuk ketelitian horizontal sebesar 0,022 meter dan ketelitian vertikal sebesar 1,064 meter. Serta hasil pengolahan prediksi pasang surut selama 18,6 tahun yang didapatkan nilai tinggi yang didapat adalah sebesar 2,680 meter untuk HAT, 0,160 meter untuk LAT dan 1,210 meter untuk nilai MSL. Sedangkan untuk nilai yang telah ditransformasikan terhadap MSL untuk nilai LAT, HAT dan MSL masing-masing sebesar -1,050 meter, 1,470 meter dan 0 meter.

Kata Kunci: Garis Pantai, UAV, *Orthophoto*, *Digital Terrain Model*, MSL.

ABSTRACT

Coastline is one technical aspect in the determination and demarcation of marine and coastal zone management. Technological developments in the field of geospatial and remote sensing can facilitate the work of geospatial. While in its application in the formation of the shoreline using UAVs process measurement and processing of the coastline can be done quickly and with accurate results. In determining the required shoreline reference plane height of sea level. Periodically the sea level is always changing, because it needs to have a certain water level to explain the position of the shoreline in this research have used type of shoreline is Mean Sea Level coastline or shoreline sea level on average. Referring to the UU. No. 4 of 2011, section 13 point 2 and 3.

This research is performed to invent the result and analysis of coastline determination by the use of UAV method at Teleng Ria Beach, Pacitan Regency. UAV method utilizes Agisoft PhotoScan software to obtain Orthophoto and Digital Terrain Model. Meanwhile, the processing of riptide utilizes SLP64 software to obtain harmonic Constanta including the prediction of riptide for 18,6 years. As for depth data for the area topographic map LPI depths of the ocean.

The results of this study show the steps in the formation of topographic maps using the software Agisoft PhotoScan to produce orthophoto and Digital Terrain Models that have been tested accuracy in accordance with Perka BIG No. 15 of 2014 with the results for accuracy horizontal of 0,022 meters, the accuracy of the vertical of 1,064 meters. The results of the processing of the tidal prediction for 18,6 years obtained high value obtained is equal to 2,680 meters for HAT, 0,160 meters for the LAT and 1,210 meters to the value of MSL. As for the value that has been transformed to MSL for the value LAT, HAT and MSL respectively -1.050 meters, 1,470 meters and 0 meters.

Keywords: *Coastline, UAV, Orthophoto, Digital Terrain Model, MSL.*

^{*)}Penulis, Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

I.1. Latar Belakang

Garis pantai merupakan salah satu aspek teknis dalam penetapan batas pengelolaan wilayah pesisir dan laut (Basith, 2014). Selain itu garis pantai juga merupakan unsur utama, selain data batymetri (kedalaman laut) khususnya dalam pembuatan Peta Lingkungan Pantai Indonesia (LPI) dan Peta Lingkungan Laut Nasional (LLN) yang menjadi fungsi utamanya.

Dalam penetapan garis pantai dibutuhkan bidang referensi ketinggian muka air laut. Secara periodik permukaan air laut selalu berubah, karena itu perlu dipilih suatu tinggi muka air tertentu untuk menjelaskan posisi garis pantai (Gabriela, 2011) dalam penelitian tugas akhir ini jenis garis pantai yang digunakan adalah garis pantai *Mean Sea Level* atau garis pantai muka air laut rata-rata. Mengacu pada UU. No 4 tahun 2011, pasal 13 *point* 2 dan 3 penentuan tiga garis pantai yaitu garis pantai surut terendah, garis pantai pasang tertinggi dan garis pantai tinggi muka air laut rata-rata. Dalam pembuatan tiga garis pantai tersebut tinggi dari tiga garis pantai ditransformasikan kedalam tinggi *Mean Sea Level* (MSL).

Pantai yang sering dijajah oleh manusia dan memiliki nilai fungsi yang tinggi seperti dermaga maka garis pantai pada pantai tersebut harus lebih sering di *update* dibandingkan dengan garis pantai dengan pantai yang tidak berpenghuni. Pantai yang memiliki nilai fungsi yang tinggi yang memiliki dermaga dan pelabuhan antara lain adalah Pantai Teleng Ria yang terletak di Kelurahan Sidoharjo Kabupaten Pacitan, Pantai Teleng Ria mempunyai garis pantai sepanjang 2,5 km.

Perkembangan teknologi dalam bidang geospasial dan penginderaan jarak jauh dapat memudahkan dalam pekerjaan geospasial seperti halnya dalam pembentukan garis pantai dengan menggunakan UAV proses pengukuran dan pengolahan garis pantai dapat dilakukan dengan cepat dan dengan hasil yang akurat. Pengukuran menggunakan UAV juga dapat mempermudah dalam pengukuran bidang hidrografi untuk mengukur daerah tebing dan terjal yang tidak bisa dijangkau menggunakan metode terestris bisa digunakan menggunakan pesawat UAV.

Dengan menggunakan metode UAV penentuan garis pantai di pantai Teleng Ria dapat ditentukan garis pantai secara cepat dan akurat dibandingkan dengan proses pengukuran langsung atau terestris. Adapun garis pantai yang sudah diperoleh dari pemodelan garis pantai yaitu garis pantai surut terendah, garis pantai pasang tertinggi dan garis pantai muka air laut rata-rata ditransformasikan kedalam tinggi MSL sesuai dengan UU. No 4 tahun 2011, pasal 13 *point* 2 dan 3.

I.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana membentuk Peta Topografi kawasan pesisir pantai Teleng Ria menggunakan metode UAV?
2. Bagaimana Uji Ketelitian *Orthophoto* dan DTM kawasan pesisir pantai Teleng Ria menurut PERKA BIG NO 15 Tahun 2014?
3. Bagaimana memodelkan tiga garis pantai menggunakan data pasang surut yang ditransformasikan terhadap MSL sesuai dengan UU. No 4 Tahun 2011 pasal 13 *point* 2 dan 3 diatas Peta Topografi menggunakan DTM dari UAV?

I.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui langkah-langkah dalam membentuk Peta Topografi pesisir pantai Teleng Ria menggunakan metode UAV.
2. Untuk mengetahui ketelitian *Orthophoto* kawasan pesisir pantai Teleng Ria menurut PERKA BIG NO 15 Tahun 2014.
3. Untuk mengetahui hasil pemodelan tiga garis pantai terhadap MSL sesuai dengan UU. No 4 Tahun 2011 pasal 13 *point* 2 dan 3 yang menggunakan data pasang surut di atas peta topografi menggunakan DTM dari UAV.

I.4. Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

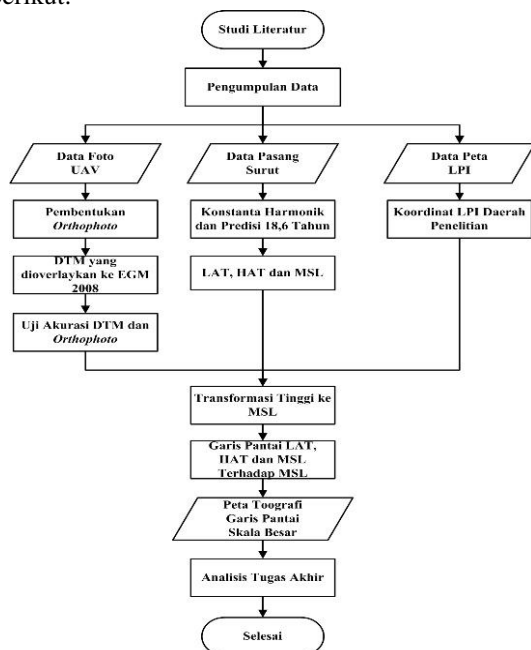
1. Penelitian dilakukan di sekitar wilayah Perairan Teleng Ria Pacitan Jawa Timur.
2. Data BM (Titik Kontrol Geodesi) yang digunakan adalah data dari hasil pengukuran horisontal BM yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial.
3. Data Pasang Surut Perairan Pacitan yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial.
4. Konstanta Harmonik dan prediksi Pasang Surut selama 18,6 tahun yang didapat dari hasil pengolahan digunakan untuk menghitung LAT, HAT, MSL dihasilkan melalui hasil pengamatan pasang surut.
5. Raw data foto udara di dapat dari hasil pengukuran UAV dengan kamera model ILCE-6000 (16mm) dengan resolusi kamera 6000 x 4000 cm untuk pemotretan garis pantai di daerah Pacitan Jawa Timur yang di peroleh dari Badan Informasi Geospasial digunakan untuk menentukan DTM dan *Orthophoto* garis pantai Teleng Ria di perairan yang berada di Pacitan Jawa Timur.
6. Peta LPI Pacitan Jawa Timur tahun 2009 yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial yang digunakan untuk menggambarkan profil kedalaman di perairan

Teleng Ria yang berada di Pacitan Jawa Timur.

7. Metode yang digunakan dalam pengolahan data penelitian ini adalah transformasi data pasut, kedalaman profil laut yang didapat dari Peta Lingkungan Pantai Indonesia, UAV dalam sistem proyeksi tinggi yang sama yaitu *Mean Sea Level* (MSL).
8. Proyeksi tinggi yang mengacu terhadap *Mean Sea Level* (MSL) di dapat dari asumsi hasil *overlay Digital Terrain Model* terhadap EGM 2008 yang diasumsikan sudah mengacu terhadap MSL.
9. Peta Topografi tiga garis pantai Teleng Ria Pacitan Jawa Timur sesuai dengan UU. No 4 Tahun 2011 yang mengacu pada MSL.

I.5. Metodologi Penelitian

Penelitian ini berbentuk kajian penentuan garis pantai sesuai dengan referensi ketinggian muka air laut yang menggunakan data UAV, data pasang surut dan data peta LPI 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

Pantai adalah jalur yang merupakan batas antara darat dan laut, diukur pada saat pasang tertinggi dan surut terendah, dipengaruhi oleh fisik laut dan sosial ekonomi bahari, sedangkan ke arah darat dibatasi oleh proses alami dan kegiatan manusia di lingkungan darat (Triatmodjo, 1999).

II.2. Garis Pantai

Garis pantai merupakan salah satu aspek teknis dalam penetapan dan penegasan batas

pengelolaan wilayah pesisir dan laut. Garis pantai merupakan garis imajiner pada wilayah pesisir yang mendadakan pertemuan antara darat dan air yang mempunyai sifat berbeda tapi saling mempengaruhi (Basith, 2014).

Menurut Gabriela (2011) ada beberapa definisi yang ditetapkan mengenai garis pantai sendiri, namun secara umum garis pantai didefinisikan sebagai garis pertemuan antara daratan dan lautan. Beberapa garis pantai yang telah dibuat antara lain:

1. Definisi lain mengenai garis pantai yang berasal dari *Wikipedia* menyatakan bahwa garis pantai merupakan batas pertemuan antara laut dan darat pada saat terjadi pasang tertinggi air laut.
2. Definisi garis pantai menurut IHO sendiri garis pantai merupakan perpotongan antara daratan dengan muka air. Pada daerah yang dipengaruhi oleh pasang surut, garis pantai didekati sebagai garis rata-rata muka air tinggi atau *Mean High Water Line* (MHWL). Sedang pada daerah yang tidak dipengaruhi oleh fluktuasi pasang surut garis pantai yang digunakan adalah *Mean Water Level Line* (MWL) atau *Mean Sea Level* (MSL).

II.3. Unmanned Aerial Vehicle (UAV)

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) atau disebut wahana udara tak berawak merupakan sebuah wahana terbang yang mempunyai kemampuan dapat beroperasi tanpa adanya pilot di dalam wahana tersebut. UAV merupakan wahana udara tak berawak yang salah satu pengoperasiannya dengan cara dikendalikan dari jarak jauh. UAV dapat berupa, pesawat atau helikopter yang menggunakan sistem navigasi mandiri. Pada dasarnya pesawat, atau helikopter dapat dipertimbangkan untuk menjadi kendaraan udara yang dapat melakukan misi yang berguna dan dapat dikendalikan dari jauh atau memiliki kemampuan terbang secara otomatis (Togtrop, 2016).

UAV merupakan sistem tanpa awak, yaitu sistem berbasis elektro mekanik yang dapat melakukan misi-misi terprogram, dengan karakteristik.

1. Tanpa awak pesawat
2. Beroperasi pada mode mandiri baik secara penuh ataupun sebagian
3. Sistem ini dirancang untuk dapat dipergunakan secara berulang (Department of Defence, 2007 dalam Togtrop, 2016)

II.4. 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 terekstifikasi 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.5. Digital Elevasi Model (DEM)

DEM merupakan suatu sistem, model, metode, dan alat dalam mengumpulkan, processing dan penyajian informasi lapangan. Susunan nilai-nilai digital yang mewakili distribusi spasial dari karakteristik lapangan, distribusi spasial diwakili oleh nilai sistem koordinat horisontal X, Y dan karakteristik lapangan diwakili oleh ketinggian lapangan dalam sistem koordinat Z (Frederic, 1991 dalam Agung, 2013).

II.6. Peta Lingkungan Pantai Indonesia

Peta LPI merupakan gabungan antara peta rupabumi (topografi) dan peta laut di wilayah pantai dalam satu sistem proyeksi, digunakan sebagai peta dasar dalam pembuatan peta-peta tematik lainnya di wilayah perairan pantai. Sampai saat ini, peta LPI dibuat dalam 2 skala:

1. Skala 1:50.000
2. Skala 1:250.000

Fungsi peta LPI

1. Menyediakan peta dasar di wilayah pesisir/pantai, yang dapat digunakan sebagai dasar pembuatan peta turunan (tematik), misalnya:
 - a. Peta Sumberdaya Alam
 - b. Peta Potensi Daerah, dll
2. Sebagai sumber informasi darat dan laut, khususnya wilayah pantai, secara simultan dalam satu lembar peta dengan skala dan sistem proyeksi yang sama, sehingga akan memudahkan perencanaan pembangunan nasional di wilayah pantai, pada khususnya.

II.7. 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 sebagai berikut:

Tabel II.1 Ketelitian Geometri Peta RBI (PERKA BIG, 2015).

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	1,25	1,25	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

Nilai ketelitian di setiap kelas mengikuti Tabel II.2 sebagai berikut:

Tabel II.2 Ketentuan ketelitian Geometri Berdasarkan Kelas (PERKA BIG, 2015)

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

II.8. Interpolasi Natural Neighbour

Interpolasi sering disebut dengan *resampling*, dimana interpolasi merupakan suatu metode pencitraan untuk menambah atau mengurangi jumlah piksel dalam citra digital. Proses interpolasi ini digunakan untuk menghasilkan citra yang lebih detail. Algoritma yang digunakan pada interpolasi *Natural Neighbor* ini bekerja dengan mencari titik-titik yang berdekatan dengan titik sampel dan mengaplikasikan bobot (*weight*) pada titik-titik tersebut (Sibson, 1981 dalam Pasaribu, 2012). Metode ini dikenal juga sebagai interpolasi Sibson atau *Area-Stealing*. Sifat dasar metode interpolasi ini adalah lokal, dimana hanya menggunakan sampel yang berada di sekitar titik yang ingin diinterpolasi, dan hasil yang diperoleh akan mirip dengan ketinggian titik sampel yang digunakan sebagai nilai masukan proses interpolasi.

II.9. Pasang Surut

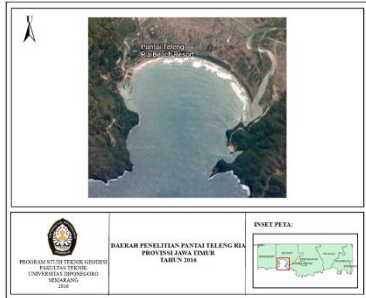
Pasang surut laut merupakan suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda-benda astronomi terutama oleh matahari, bumi dan bulan. Pengaruh benda angkasa lainnya dapat diabaikan karena jaraknya lebih jauh atau ukurannya lebih kecil. Bumi mengitari matahari dan tetap berada di orbitnya oleh adanya tarikan gravitasi antara keduanya. Hal itu juga berlaku pada bulan yang tetap pada orbitnya karena tarikan gravitasi antara bumi-bulan. Masing-masing sistem mengakibatkan tonjolan akumulasi air di sisi dekat dan di sisi jauhnya. Pasang surut merupakan gabungan dua tonjolan akumulasi air tersebut, yang memutar sepanjang bumi. Saat bulan dan matahari berada satu baris, tonjolan keduanya terbentuk setiap dua minggu. Dan saat bulan dan

matahari membentuk sudut, maka akan membentuk tonjolan karena matahari yang mengisi air rendah dari sistem bumi-bulan, hal itu menghasilkan surut yang lebih tinggi, namun pasang yang lebih rendah (Anthoni, 2000 dalam Dharmawan, 2014).

III. Metodologi Penelitian

III.1. Lokasi Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan pengolahan untuk mendapatkan garis pantai di Pantai yang terletak di Kelurahan Sidoharjo, Kabupaten Pacitan yaitu di Pantai Teleng Ria. Lokasi penelitian ditunjukkan oleh Gambar III.1 sebagai berikut:



Gambar III.1 Lokasi Penelitian

III.2. Persiapan Data

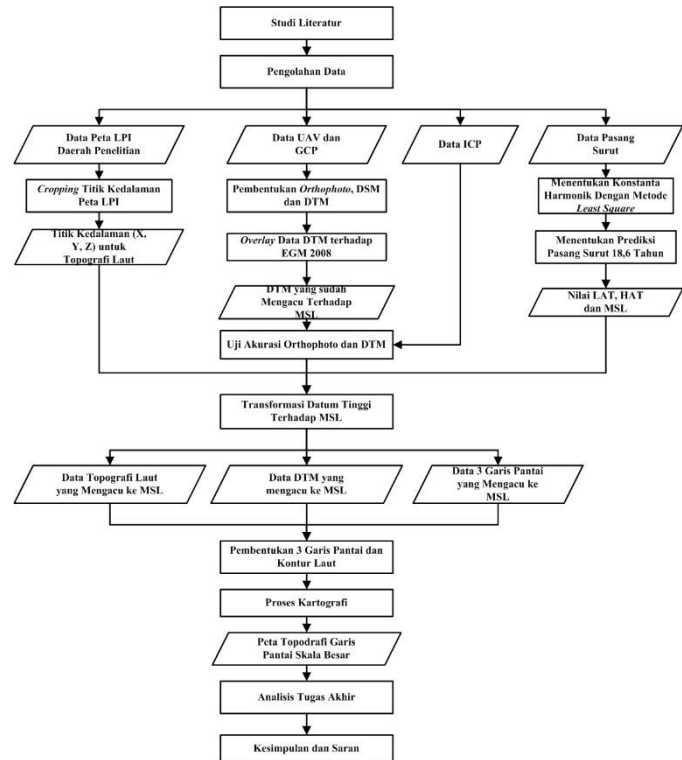
Data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah data *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) daerah pantai Teleng Ria, data Pasang Surut Air Laut daerah Pacitan selama 1 bulan di bulan april 2016 dan data Peta Lingkungan Pantai Indonesia daerah Pacitan yang semuanya di dapat dari Badan Informasi Geospasial (BIG).

III.3. Tahapan Penelitian

Pada tahapan penelitian akan dijelaskan secara umum pengolahan UAV dan pemodelan tiga garis pantai. Adapun gambaran secara umum dapat dilihat pada Gambar III.2.

III.4. Tahapan Pengolahan

Dalam pembuatan peta topografi garis pantai dari data UAV dan pasang surut ada beberapa tahap dalam pengolahannya antara lain adalah dengan memperoleh hasil *Orthophoto* dan *Digital Terrain Model* dengan menggunakan *software* Agisoft PhotoScan adapun tahapannya adalah dengan melakukan proses *Alignment*, *Build Dense Cloud*, *Build Mesh*, *Build Texture*, *Build DEM* dan *Build Orthophoto*. Sedangkan dalam pengolahan pasang surut menggunakan *software* SLP64 yang dijalankan menggunakan bahasa pemrograman yang nantinya akan dihasilkan konstanta harmonik dan prediksi pasang surut selama 18,6 tahun untuk memperoleh nilai LAT, HAT dan MSL. Untuk topografi kedalaman laut menggunakan data Peta LPI yang nanti akan diambil nilai koordinat X, Y serta nilai kedalaman Z. Semua data pasang surut, titik kedalaman dari Peta LPI ditransformasikan kedalam datum MSL untuk pembentukan garis pantainya dan kedalaman topografi laut.



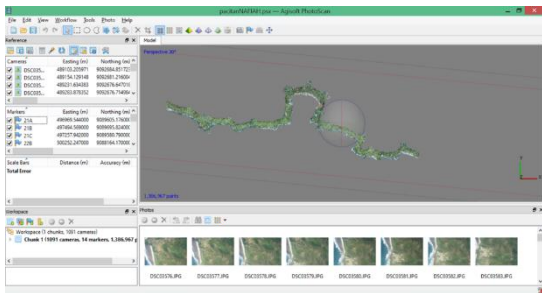
Gambar III.2 Diagram Alir Pengolahan Penelitian

IV. Hasil dan Analisis

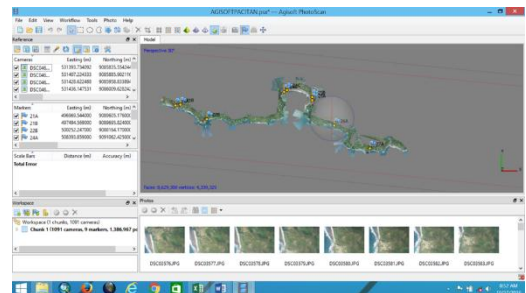
IV.1. Hasil dan Analisis Pembentukan Peta Topografi

Setelah tahap-tahap pembuatan peta topografi selesai, maka langkah selanjutnya adalah menganalisis hasil dan proses dari peta topografi. Adapun hasil dan analisis peta topografi adalah sebagai berikut:

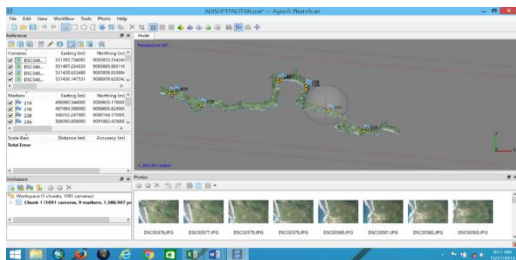
Automatic Tie Point untuk pembentukan *Tie Point* adalah proses akuisisi titik ikat pada foto udara yang dilakukan secara otomatis pada perangkat lunak Agisoft PhotoScan. *Tie Point* digunakan sebagai titik ikat foto agar dua foto yang bertampalan dapat membentuk sebuah model. Setelah jumlah *Tie Point* yang diperlukan berhasil didapatkan maka proses selanjutnya adalah proses *Automatic Image Alignment*. Perangkat lunak Agisoft PhotoScan dapat melakukan pendefinisian sistem koordinat berdasarkan *Ground Control Point* atau koordinat kamera. Dalam pengolahan data fotogrametri, biasanya pendefinisian sistem koordinat dengan menggunakan *Ground Control Point*.



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

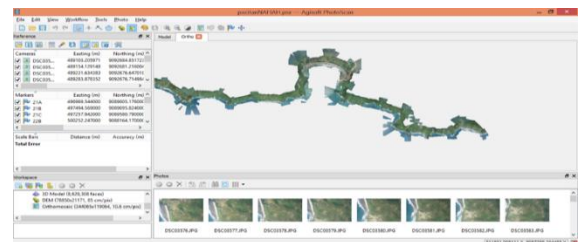


Gambar IV.4 Proses *Build Texture* pada Agisoft PhotoScan



Gambar IV.2 Hasil Persebaran GCP

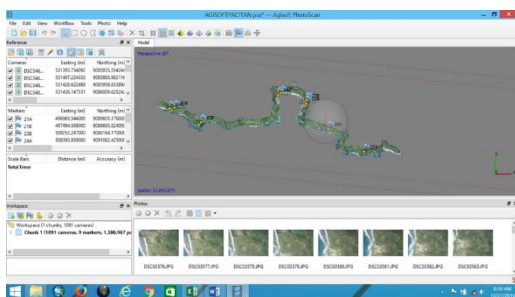
Proses *Build Dense Cloud* adalah proses rekonstruksi model 3 Dimensi dari foto udara yang saling bertampalan. Pada proses ini untuk menjadikan foto yang bertampalan memerlukan waktu yang relative cukup lama, tergantung pada banyaknya resolusi foto udara yang digunakan dalam pengolahan. Untuk memberikan *texture* pada model 3 Dimensi, dapat dilakukan dengan menggunakan *Build Texture* seperti terlihat pada Gambar IV.4. Penggunaan mode *texture* yang tepat akan membantu menghasilkan *texture* yang memiliki kualitas 3 Dimensi yang baik pada model 3 Dimensi final.



Gambar IV.5 Hasil Pembentukan *Orthophoto*

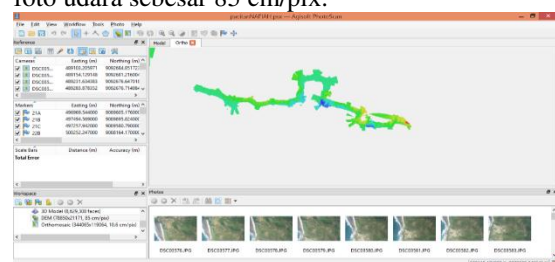
Hasil akuisisi foto udara menggunakan data UAV berupa foto udara dengan ukuran (*Image footprint*) 6000 x 4000 cm dan memiliki ukuran piksel 11cm. Data foto udara dari UAV digunakan untuk membangun model permukaan digital yang memiliki informasi nilai ketinggian.

Setelah hasil dihasilkan DTM maka langkah selanjutnya adalah *mengoverlaykan* data terhadap EGM2008 yang diasumsikan nilainya mendekati MSL. Setelah data DTM dioverlaykan otomatis data tersebut akan berkurang dengan nilai undulasi di setiap titiknya. Dalam hasil report data pengolahan UAV *ground* resolusi DTM yang dihasilkan adalah 85 cm/pix, dapat diartikan bahwa ukuran obyek di lapangan yang dapat direkam pada foto udara sebesar 85 cm/pix.



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

Hasil *Orthophoto* yang dihasilkan setelah *texture* terbentuk dari hasil foto udara menggunakan UAV memiliki *ground* resolusi yang tinggi. Dalam hasil *report* data pengolahan UAV *ground* resolusi yang dihasilkan adalah 11 cm/pix, dapat diartikan bahwa ukuran obyek di lapangan yang dapat direkam pada foto udara sebesar 11 cm/pix. Resolusi spasial yang sangat tinggi (<25 cm) melebihi resolusi spasial citra satelit resolusi tinggi komersial yang dihasilkan dari UAV memiliki keuntungan dalam ekstrasi yang lebih detail baik melalui interpretasi visual maupun analisis digital (Ramadhani, 2015).



Gambar IV.6 Hasil Pembentukan DTM

Ground control point (GCP) sejumlah 9 titik yang diambil menggunakan GPS geodetik adapun hasil koreksi geometrik *mozaik Orthophoto* dengan RMSE horizontal 0,038 meter dan RMSE vertikal 0,043 meter didapat dari hasil *report* pegolahan Agisoft PhotoScan seperti pada Tabel IV.3. Adapun untuk koreksi geometrik total sebesar 0,0578 meter.

Tabel IV.1 Ketelitian Geometrik Report Agisoft

Label	XY error (m)	Z error (m)	Error (m)	Error (pix)
21 A	0,055	-0,057	0,079	0,396
21 B	0,039	0,029	0,049	0,820
22 B	0,011	0,001	0,011	0,294
24 A	0,028	-0,013	0,031	0,229
24 C	0,033	0,045	0,056	0,338
25 A	0,046	0,061	0,077	0,311
25 B	0,040	-0,048	0,062	0,410
26 A	0,031	0,066	0,073	0,291
27 A	0,043	-0,002	0,043	0,448
Total	0,038	0,043	0,058	0,437

IV.2. Uji Ketelitian Mosaik Foto Udara dan DTM

Evaluasi geometrik dilakukan dengan cara membandingkan koordinat *mosaic Orthophoto* udara dengan koordinat hasil pengukuran GPS tipe geodetik yang diikatkan dengan TTG.0PCT dan N1.0250 milik Badan Informasi Geospasial (BIG). Berikut ini adalah cara mendapatkan *Root Mean Square Error* (RMSE) untuk mendapatkan nilai koreksi geometrik foto dan nilai skala foto.

Tabel IV.2 Nilai RMSE

RMSE	
Horizontal (m)	Vertikal (m)
0,014	0,645

Tabel IV.3 Akurasi Horizontal

Akurasi Horizontal CE90	$1.5175 \times RMSE_r$ 0,022 m
-------------------------	-----------------------------------

Tabel IV.4 Akurasi Vertikal

Akurasi Vertikal LE90	$1.6499 \times RMSE_z$ 1,064 m
-----------------------	-----------------------------------

Tabel IV.5 Ketelitian Geometri Berdasarkan Kelas

Ketelitian	Hasil Uji CE dan LE 90 (m)	Ketelitian Peta 1: 1.000		
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
Horizontal	0,022	0,2	0,3	0,5
Vertikal	1,064	0,2	0,3	0,5

Tabel IV.6 Ketelitian Geometri Berdasarkan Kelas

Ketelitian	Hasil Uji CE dan LE 90 (m)	Ketelitian Peta 1: 2.500		
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
Horizontal	0,022	0,5	0,75	1,25
Vertikal	1,064	0,5	0,75	1,25

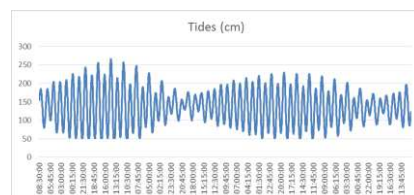
Apabila dilihat dari toleransi RMSE berdasarkan skala menurut Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial (BIG) No 15 Tahun 2014, maka hasil pembentukan *mozaik Orthophoto* dan DTM UAV dapat digunakan untuk skala besar. Berdasarkan perhitungan akurasi menurut Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial (BIG) No 15 Tahun 2014 didapatkan akurasi horisontal sebesar 0,022 meter dan akurasi vertikal sebesar 1,064 meter. Sehingga jika dilihat dari RMSE berdasarkan Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial (BIG) No 15 Tahun 2014 maka *mozaik Orthophoto* dan

DTM penelitian dapat digunakan untuk pemetaan skala 1:1.000 yaitu dengan ketentuan total RMSE untuk ketelitian horisontal CE90 sesuai Tabel IV.3 maka akurasi horisontal peta masuk dalam kelas 1 untuk skala 1:1.000 dengan ketentuan $CE90 \leq 0,2$ meter sedangkan untuk akurasi vertikal LE90 sesuai Tabel IV.4 maka akurasi vertikal peta masuk dalam kelas 3 untuk skala peta 1:2.500 dengan ketentuan nilai $LE90 \leq 1,25$ meter. Menurut Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial (BIG) No 15 Tahun 2014 untuk ketelitian Wilayah Darat Peta LPI ketelitian posisi (Horisontal dan Vertikal) Peta LPI untuk wilayah daratnya menyesuaikan dengan ketelitian pada peta RBI.

IV.3. Hasil dan Analisis Model Garis Pantai

Salah satu aspek dalam pembentukan garis pantai adalah nilai pasang surut air laut yang nantinya akan dihitung dari nilai *Lowest Astronomic Tide* (LAT), *Mean Sea Level* (MSL) dan *Hight Astronomic Tide* (HAT). Dalam pembuatan garis pantai sesuai dengan ketentuan LPI bahwa pengukuran pasang surut minimal 29 hari atau piantan. Datum untuk kontrol vertikal di laut adalah sistem kedalaman mengacu pada peta laut didasarkan pada rata-rata air rendah terendah hasil perhitungan dari data stasiun permanen atau stasiun pasang surut temporal berdasarkan pengukuran 29 piantan. Pada pengukuran pasang surut di daerah pacitan dihasilkan nilai konstanta harmonik yang nantinya digunakan untuk menentukan *Mean Sea Level* dan *Chart Datum*. Sedangkan untuk menentukan LAT dan HAT adalah digunakan data prediksi pasang surut selama 18,6 tahun. Adapun pengolahan pasang surut pada penelitian ini menggunakan metode *least square* yang didapat nilai konstanta harmonik.

Adapun dalam penentuan tipe pasang surut di pantai Teleng Ria dapat dilihat dengan menggunakan bilangan *Formzal*, komponen utama pasang surut seperti M2, S2, K1 dan O1 menentukan tipe pasang surut di suatu tempat. Dengan menggunakan bilangan *formzal* dapat diketahui bahwa nilai bilangan *formzal* pada perairan pacitan adalah sebesar 0,335 sehingga dapat dikategorikan bahwa perairan di pacitan mempunyai tipe pasang surut pasang campuran berganda.



Gambar IV.7 Tipe Pasang surut Dilihat Dari Hasil Pengukuran Pasang

Untuk mendapatkan nilai LAT dan HAT adalah dengan menggunakan prediksi data pasang surut selama 18,6 tahun semenjak data pasang surut tersebut diukur. Dalam hal ini prediksi yang

dilakukan adalah prediksi dari tahun 2016 sampai dengan tahun 2035.

Tabel IV.7 Hasil Prediksi Pasang surut Terendah

Tahun	Stasiun	Date		Jam	Tinggi (cm)
2016	923	15	1216	2110	23
2017	923	25	617	851	21
2018	923	15	618	904	21
2019	923	4	719	902	22
2020	923	15	1220	2050	22
2021	923	5	1221	2104	18
2022	923	16	622	918	16 *
2023	923	4	723	839	19
2024	923	12	124	2052	22
2025	923	6	1225	2112	18
2026	923	16	626	852	17
2027	923	6	627	904	19
2028	923	24	628	858	25
2030	923	19	530	915	20
2031	923	7	631	909	21
2032	923	25	632	904	24
2033	923	8	1133	2113	26
2034	923	27	1134	2111	22
2035	923	16	1235	2109	21

*: Nilai ketinggian Pasang surut Terendah hasil akumulasi dari perhitungan prediksi pasang surut selama 18,6 tahun.

Sedangkan untuk nilai *Chart Datum* (Z0) sudah diketahui dalam hasil pemrosesan konstanta harmonik yaitu sebesar 1,370 m. Untuk penentuan garis pantai sendiri nilai LAT dan HAT ditransformasikan dalam sistem tinggi terhadap MSL.

Tabel IV.8 Hasil Prediksi Pasang surut Tertinggi

Tahun	Stasiun	Date		Jam	Tinggi (cm)
2016	923	16	1116	1441	263
2017	923	28	517	257	263
2018	923	16	618	254	260
2019	923	30	1019	1459	257
2020	923	17	1120	1454	264
2021	923	28	521	233	265
2022	923	19	522	319	264
2023	923	30	1023	1433	258
2024	923	20	1024	1519	265
2025	923	30	425	258	268 *
2026	923	19	526	251	267
2027	923	7	627	248	260
2028	923	20	1028	1452	264
2029	923	30	429	232	265
2030	923	19	530	228	264
2031	923	10	531	317	259
2032	923	20	1032	1433	258
2033	923	8	1133	1429	261
2034	923	20	534	246	263
2035	923	8	635	244	262

*: Nilai ketinggian Pasang surut Tertinggi hasil akumulasi dari perhitungan prediksi pasang surut selama 18,6 tahun.

Tabel IV.9 Nilai Hasil Prediksi Pasang surut

HAT		2,680
LAT		0,160
MSL	Z0 - LAT	1,210
Z0	MSL + LAT	1,370

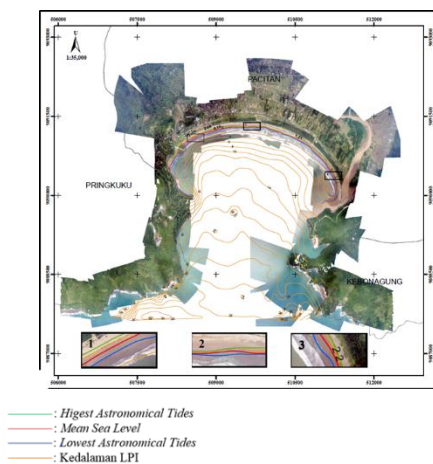
Tabel IV.10 Nilai Transformasi Tinggi Terhadap MSL

TERHADAP MSL	
HAT	1,470
LAT	-1,050
MSL	0

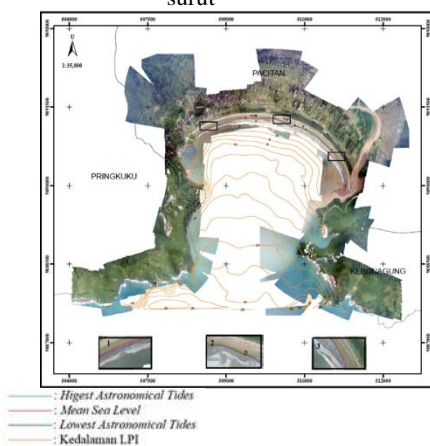
Untuk menentukan kedalaman daerah penelitian diperlukan data pendukung yaitu peta Lembar Pantai Indonesia yang dikeluarkan oleh Badan Informasi Geospasial. Data dari Lingkungan Pantai Indonesia memiliki referensi datum vertikal terhadap tinggi *Lowest Astronomically Tide* (LAT). Adapun dalam penelitian ini sistem proyeksi tingginya terhadap MSL maka dari itu untuk merubah nilai LPI yang datum vertikalnya terhadap LAT maka di sistem transformasi datum terhadap MSL. *Chart datum* peta LPI sudah diketahui sebesar 1,370 meter sedangkan untuk mentransformasikan datum kedalam MSL maka nilai kedalaman dari Peta LPI ditambahkan terhadap nilai *chart datum* yang sudah diketahui.

Setelah didapat pengolahan data, maka langkah selanjutnya adalah penentuan tiga garis pantai yaitu garis pantai surut terendah, garis pantai pasang tertinggi dan garis pantai tinggi muka air laut rata-rata. Setelah didapat data DTM pesisir pantai yang telah diolah menggunakan *software* Agisoft

PhotoScan, hitungan LAT, HAT dan MSL dari perhitungan pasang surut selama 18,6 tahun dan nilai kedalaman yang telah disurutkan terhadap MSL. Antara nilai tersebut semuanya sudah ditransformasikan kedalam sistem datum tinggi yang sama dengan disumsikan untuk ketinggian DTM sudah ditransformasikan kedalam MSL dengan mengoverlaykan data tersebut kedalam EGM2008. Setelah didapat satu sistem yang sama lalu dilakukan interpolasi terhadap nilai kedalaman LPI dan garis pantai yang nantinya digunakan untuk memunculkan kontur. Pembentukan garis pantai tersebut menggunakan DTM yang sudah diolah dan dimunculkan nilai ketinggian garis pantai hasil perhitungan Pasang Surut yaitu LAT, HAT dan MSL.



Gambar IV.9 Garis Pantai dari Hitungan Pasang surut



Gambar IV.10 Garis Pantai Setelah di Transformasikan ke MSL

V. Kesimpulan dan Saran

V.1. Kesimpulan

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

1. Pembentukan Peta Topografi menggunakan software Agisoft melalui beberapa tahap adapun tahap-tahapnya adalah sebagai berikut: Proses *Alignment*, Proses *Build Dense Cloud*, Proses *Build Mesh*, *Build Dense Cloud*, Proses *Build*

Texture, Proses pembentukan DEM, Proses *Orthophoto*.

2. Hasil uji peta yaitu ketelitian horisontal dan ketelitian vertikal menurut Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial (BIG) No 15 Tahun 2014 Peta Topografi yang didapat dari Peta *Orthophoto* Pantai Teleng Ria memiliki akurasi horisontal CE90 sebesar 0,022 meter dan akurasi vertikal LE90 sebesar 1,064 meter. Peta Topografi Pantai Teleng Ria memenuhi produksi peta kelas 1 peta *planimetris* skala 1:1.000 dengan interval kontur sebesar 0,400 meter untuk wilayah darat dan memenuhi produksi peta kelas 3 untuk ketelitian vertikal skala 1:2.500.
3. Pemodelan hasil tiga garis pantai menggunakan data pasang surut yang ditransformasikan terhadap MSL sesuai dengan UU. No 4 Tahun 2011 pasal 13 *point* 2 dan 3 hasil nilai LAT, HAT dan MSL hasil pengolahan pasang surut yang digunakan untuk prediksi pasang surut selama 18,6 tahun didapat nilai LAT, HAT dan MSL. Adapun nilai yang didapat adalah sebesar 2,680 meter untuk HAT, 0,160 meter untuk LAT dan 1,210 untuk nilai MSL. Sedangkan untuk nilai yang telah ditransformasikan terhadap MSL untuk nilai LAT, HAT dan MSL masing-masing sebesar -1,050 meter, 1,470 meter dan 0.

V.2. Saran

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

1. Pada pengolahan foto udara menggunakan software Agisoft sebaiknya menggunakan PC atau laptop yang mempunyai spesifikasi yang tinggi dikarenakan pada proses *Build Dense Cloud* dan pada proses *export* DEM dan *Orthophoto* maka memori tidak cukup untuk melanjutkan pengolahan.
2. Sebaiknya perbanyak GCP dan ICP dalam pembentukan *Orthophoto* karena berperan penting dalam pembentukan DTM yang dilakukan pada proses *orthoretrifikasi* sehingga DTM yang terbentuk memiliki akurasi posisi X, Y, Z yang bagus.

Daftar Pustaka

- Agung, M. 2013. *Jurnal: Visualisasi 3D Rupa Bumi Berbasis Data GDEM ASTER 30 Meter*. Malang: Jurusan Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Badan Standardisasi Nasional. 2002. SNI 19-6726-2002 *Peta Dasar Lingkungan Pantai Indonesia Skala 1:50.000*.
- Basith, Abdul. 2014. *Jurnal: Tantangan dalam Akuisisi Data Hidrografi di Zona Interdial*

- untuk Pemetaan Lingkungan Pantai Indonesia Skala 1:10.000. Yogyakarta: Teknik Geodesi Universitas Gajah Mada.
- Dharmawan, Aidil. *Skripsi: Pemetaan Salinitas Air Laut Akibat Pasang Surut di Muara Saluran Jongaya*. Makassar: Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanudin Makassar.
- Gabriela, L. S. 2011. *Skripsi: Penetapan Garis Pantai dengan Acuan Chart Datum Berdasarkan Peta Rupa Bumi Indonesia*. Bandung: Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan Institut Teknologi Bandung.
- 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.
- Pasaribu, J. 2012. *Jurnal: Perbandingan Teknik Interpolasi DEM SRTM dengan Metode Inverse Distance Weighted (IDW), Natural Neighbour dan Spline*. Cibubur: LAPAN.
- Ramadhani, Y. H. 2015. *Jurnal: Pemetaan Pulau Kecil Dengan Pendekatan Berbasis Objek Menggunakan Data Unmanned Aerial Vachile (UAV)*. Depok: Kampus UI Depok.
- Togatrop, H. P. B. 2016. *Skripsi: Pembuatan Peta Ortofoto Pelabuhan Perikanan Pantai Sadeng dengan Menggunakan Wahana Udara Tanpa Awak*. Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.
- Triatmodjo, Bambang. 1999. *Teknik Pantai*. Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada.
- Pustaka Online**
- BIG. (2016). BIG Kembali Melakukan Pemotretan Garis Pantai menggunakan LSU (LAPAN Surveillance UAV). <http://www.big.go.id/berita-surta/show/big-kembali-melakukan-pemotretan-garis-pantai-menggunakan-lsu-lapan-surveillance-uav->, diakses pada tanggal 3 Juli 2016.
- Google Earth. (2016). Peta Pantai Teleng Ria Kabupaten Pacitan. www.googleearth.com, diakses pada tanggal 15 Juni 2016.
- LAPAN. (2016). LSU LAPAN Potret Garis Pantai di Wilayah Trenggalek. <http://www.lapan.go.id/index.php/subblog/read/2016/2729/LSU-LAPAN-Potret-Garis-Pantai-di-Wilayah-Trenggalek/berita>, diakses pada tanggal 3 Juli 2016.
- NGA. (2013). EGM 2008 GIS Data. http://earth-info.nga.mil/GandG/wgs84/gravitymod/egm2008/egm08_gis.html, diakses pada tanggal 30 Juli 2016.
- NOAA. (2013). Tidal Datums. https://tidesandcurrents.noaa.gov/datum_options.html, diakses pada tanggal 20 Agustus 2016.