



TUGAS AKHIR -RG 141536

**PEMBUATAN SISTEM INFORMASI KESELAMATAN DAN
KEAMANAN PELAYARAN BERBASIS WEB MENGGUNAKAN
DATA SATELIT ALTIMETRI
(STUDI KASUS : LAUT JAWA)**

Dean Rudityo Aji
NRP 3511 100 045

Dosen Pembimbing
Mokhamad Nur Cahyadi ST, MSc, Phd

JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



TUGAS AKHIR -RG 141536

**BUILDING SHIPPING SAFETY AND SECURITY INFORMATION
SYSTEMS WEB BASE USING ALTIMETRY SATELLITE DATA
(CASE : JAVA SEA)**

Dean Rudityo Aji
NRP 3511 100 045

Supervisor
Mokhamad Nur Cahyadi ST, MSc, Phd

GEOMATIC ENGINEERING DEPARTEMENT
Faculty of Civil Engineering and Planning
Sepuluh Nopember Insitute of Technology
Surabaya 2015

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**PEMBUATAN SISTEM INFORMASI KESELAMATAN
DAN KEAMANAN PELAYARAN BERBASIS WEB
MENGUNAKAN DATA SATELIT ALTIMETRI
(STUDI KASUS : Laut Jawa)**

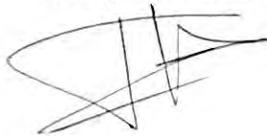
TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Dean Rudityo Aji
NRP. 3511 100 045

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :



1. Mokhamad Nur Cahyadi ST, MSc, Phd..... (Pembimbing)
NIP. 1981 1223 200501 1 002

SURABAYA, JULI 2015

ix



**PEMBUATAN SISTEM INFORMASI KESELAMATAN
DAN KEAMANAN PELAYARAN BERBASIS WEB
MENGUNAKAN DATA SATELIT ALTIMETRI
(STUDI KASUS : Laut Jawa)**

Nama Mahasiswa : Dean Rudityo Aji
NRP : 3511 100 045
Jurusan : Teknik Geomatika FTSP – ITS
Dosen Pembimbing : Mokhammad Nur Cahyadi ST, Msc, Phd.

ABSTRAK

Pemerintah melihat potensi perairan Indonesia yang sangat besar di masa depan, dan mulai melirik laut sebagai sarana alternative transportasi di Indonesia. Tercetusnya tol laut sebagai salah satu program unggul presiden Joko Widodo merupakan titik balik dunia kemaritiman di Indonesia. Melihat tantangan dunia kemaritiman di masa depan memerlukan pengetahuan geospasial yang dapat membantu perencanaan serta membantu pembuatan peraturan agar nantinya semua kebijakan bisa membawa kebermanfaatannya. Perkembangan teknologi pengindraan jauh seperti Satelit Altimetri mempermudah pengamatan kondisi fisik lautan yang menjadi faktor penting dalam pelayaran. Pengembangan Sistem informasi keselamatan dan keamanan pelayaran berbasis web menggunakan data satelit altimeter menjadi kebutuhan yang diperlukan untuk mengembangkan potensi kemaritiman Indonesia. Maka, penelitian ini memiliki tujuan akhir berupa analisa karakteristik kecepatan angin dan tinggi gelombang di Laut Jawa dan sistem informasi keamanan dan keselamatan pelayaran Laut Jawa. Penelitian ini memanfaatkan data satelit altimetri dalam melakukan analisa kondisi perairan. Faktor faktor penting dalam

pelayaran seperti kecepatan angin dan tinggi gelombang dapat diperoleh dari satelit altimetri. Setelah diproses menggunakan software BRAT data data tersebut lalu akan dilakukan analisa spasial menggunakan software ArcGIS sehingga dapat di ketahui zona aman, rawan, dan bahaya dalam pelayaran. Hasil penelitian akan diunggah ke web sehingga dapat bermanfaat untuk masyarakat luas. Karya penelitian ini diharapkan menjadi referensi bagi pemerintah khususnya dalam melakukan tata jalur laut kawasan penelitian.

Kata kunci : Jason-2, Kecepatan Angin, Tinggi Gelombang, Sistem Informasi Keamanan dan Keselamatan Pelayaran

**BUILDING SHIPPING SAFETY AND SECURITY
INFORMATION SYSTEMS WEB BASED USING
ALTIMETRY SATELLITE DATA
(CASE : JAVA SEA)**

Name : Dean Rudityo Aji
NRP : 3511 100 045
Departement : Teknik Geomatika FTSP – ITS
Supervisor : Mokhamad Nur Cahyadi ST, Msc, Phd

ABSTRACT

The government sees extremely vast potential of Indonesian waters in the future, and begin to consider the sea as an alternative means of transportation in Indonesia. When sea toll came up as one of the winning presidential program of Joko Widodo, it was a turning point in Indonesian maritime world. The maritime world challenges in the future require geospatial knowledge to support planning which assists rulemaking so that eventually all policies can bring usefulness. The development of remote sensing technologies such as satellite altimetry observations simplify the physical condition of the ocean as important factor in sailing. Development of information system of safety and security in sailing using a web-based satellite data altimeter is a necessary requirement to develop the potential of Indonesia maritime. Thus, this study has the ultimate goal of such characteristics analysis of wind speed and wave height in the Java Sea and the safety and security of information systems sailing in Java Sea. This study utilizes altimetry satellite data to analyze the condition of the waters. Important factors in sailing such as wind speed and wave height can be obtained from satellite altimetry. Once the data is processed using BRAT software, spatial analysis will be done using

ArcGIS software so the safe zone, prone, and danger in shipping can be shown. Results of the research will be uploaded to the web so as to be useful to society at large. This research work is expected to be a reference for the government, especially in conducting sea route planning study area..

***Keyword : Jason-2, Wind Speed, Wave Height, Shipping Safety
And Security Information Systems***

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat, hidayah dan nikmatNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Pembuatan Sistem Informasi Keselamatan Dan Keamanan Pelayaran Berbasis Web Menggunakan Data Satelit Altimetri (Studi Kasus : Laut Jawa)**” dengan baik.

Laporan Tugas Akhir ini disusun dalam rangka menyelesaikan studi S1 Program Studi Teknik Geomatika ITS.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu atas terselesaikannya Tugas Akhir ini. Pihak-pihak tersebut di antaranya :

1. Ayah , Ibu dan keluarga besar yang selalu memberikan kasih sayang, dukungan, motivasi selama ini,
2. Bapak Dr. Ir. M. Taufik selaku Kepala Jurusan Teknik Geomatika,
3. Bapak Ir Yuwono MS selaku dosen wali yang sudah membimbing selama perkuliahan.
4. Bapak Mokhammad Nur Cahyadi ST, Msc, Phd, selaku dosen pembimbing dari Teknik Geomatika ITS yang telah banyak membantu dan membimbing selama melakukan kegiatan tugas akhir.
5. Teman teman kos kosan kejawan gebang Toni, Brian, Bayu, Lino, Ridho, Udin, Kevin, dan Arizal yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Teman-teman Teknik Geomatika yang telah memberikan dukungan selama ini.

Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun senantiasa diharapkan.

Surabaya, Juli 2015

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
<i>ABSTRAK</i>	v
<i>ABSTRACT</i>	vii
LEMBAR PENGESAHAN.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xxi
DAFTAR LAMPIRAN	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Tugas Akhir	3
1.5 Manfaat Tugas Akhir	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Sistem Informasi Pelayaran	5
2.2 Satelit Altimetri.....	5
2.2.1 Pengertian Satelit Altimetri	5
2.2.2 Prinsip Pengukuran Satelit Altimetri	7
2.2.3 Pengukuran Altimetri Diatas Lautan	8
2.2.4 Satelit Jason-2.....	9
2.3 Sistem Informasi Geografis (SIG)	10
2.3.1 Konsep SIG.....	10
2.3.2 Komponen SIG	11
2.3.3 Kemampuan dan manfaat SIG.....	13

2.4 Kondisi Fisik Muka Air Laut	14
2.4. 1 Kecepatan Angin.....	14
2.4.2 Tinggi Gelombang	14
2.4.3 Skala Beaufort.....	16
2.5 General Bathymetric Chart of the Oceans.....	17
2.6 Kapal	18
2.7 Basic Radar Altimetry Toolbox (BRAT).....	19
2.8 ArcGIS Desktop	20
2.8.1 Reclassify (Spatial Analyst).....	22
2.8.2 Plus (Spatial Analyst)	22
2.9 Penelitian Sebelumnya	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Lokasi Penelitian.....	25
3.2 Data dan Peralatan.....	25
3.2.1 Data.....	25
3.2.2 Peralatan.....	25
3.3 Metode Penelitian.....	26
3.3.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah	26
3.3.2 Studi Literatur	26
3.3.3 Pengumpulan Data.....	26
3.3.4 Pengolahan Data dan Analisa	27
3.3.5 Penyusunan laporan	35
BAB IV HASIL DAN ANALISA	37
4.1 Import Data	37
4.2 Kontrol kualitas data	37

4.3 Perhitungan Kecepatan Angin dan Tinggi Gelombang	37
4.3.1 Perhitungan Kecepatan Angin	37
4.3.2 Perhitungan Tinggi Gelombang.....	42
4.4 Klasifikasi	49
4.4.1 Klasifikasi Kedalaman Berdasarkan Draft Kapal ..	49
4.4.2 Klasifikasi Kecepatan Angin Menurut Skala Beaufort	52
4.4.3 Klasifikasi Tinggi Gelombang Menurut Skala Beaufort	58
4.5 Analisa Spasial.....	63
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	71
5.1 Kesimpulan	71
5.2 Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
BIODATA PENULIIS	

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Skala Beauford	17
Tabel 3. 1 Kontrol kualitas data Altimetri.....	30
Tabel 3. 2 Klasifikasi kapal.....	34
Tabel 3. 3 Klasifikasi Keamanan dan keselamatan pelayaran....	35
Tabel 4. 1 Hasil pengolahan BRAT	48
Tabel 4. 2 Tabel klasifikasi kedalaman GEBCO.....	49
Tabel 4. 3 Hasil klasifikasi kecepatan angin	57
Tabel 4. 4 Tabel hasil klasifikasi tinggi gelombang.....	62
Tabel 5. 1 Hasil perhitungan kecepatan angin dan tinggi gelombang	71
Tabel 5. 2 Hasil nilai skala Beaufort	71

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sejarah Satelit Altimetri	6
Gambar 2. 2 Prinsip dasar pengukuran Altimetri	7
Gambar 2. 3 Pengukuran tinggi gelombang menggunakan satelit altimetri.....	8
Gambar 2. 4 Satelit Jason-2.....	10
Gambar 2. 5 ilustrasi dimensi kapal	18
Gambar 2. 6 BRAT	20
Gambar 2. 7 ArcGIS.....	21
Gambar 2. 8 Ilustrasi penjumlahan raster.....	22
Gambar 3. 1 Lokasi penelitian	25
Gambar 3. 2 Diagram alir metodologi penelitian.....	26
Gambar 3. 3 Diagram alir pengolahan data dan analisa.....	28
Gambar 3. 4 Perhitungan data satelit altimetri menggunakan BRAT	31
Gambar 4. 1 Hasil Perhitungan <i>software</i> BRAT untuk kecepatan Angin 2009	38
Gambar 4. 2 Hasil Perhitungan Software BRAT untuk Kecepatan Angin 2010	39
Gambar 4. 3 Hasil Perhitungan <i>software</i> BRAT untuk kecepatan Angin 2011	40
Gambar 4. 4 Hasil perhitungan <i>software</i> BRAT untuk kecepatan angin 2012	41
Gambar 4. 5 Hasil perhitungan <i>software</i> BRAT untuk kecepatan angin 2009 - 2012	42
Gambar 4. 6 Hasil perhitungan <i>software</i> BRAT untuk tinggi gelombang 2009.....	43

Gambar 4. 7 Hasil Perhitungan <i>software</i> BRAT untuk tinggi gelombang 2010.....	44
Gambar 4. 8 Hasil Perhitungan <i>software</i> BRAT untuk tinggi gelombang 2011.....	45
Gambar 4. 9 Hasil Perhitungan <i>software</i> BRAT untuk tinggi gelombang 2012.....	46
Gambar 4. 10 Hasil Perhitungan <i>software</i> BRAT untuk tinggi gelombang 2012.....	47
Gambar 4. 11 Hasil klasifikasi data GEBCO untuk kapal dengan draft 2 meter.....	50
Gambar 4. 12 Hasil klasifikasi data GEBCO untuk kapal dengan draft 5 meter.....	51
Gambar 4. 13 Hasil klasifikasi data GEBCO untuk kapal dengan draft 6 meter.....	52
Gambar 4.14 Hasil klasifikasi data kecepatan angin 2009.....	53
Gambar 4.15 Hasil klasifikasi data kecepatan angin 2010.....	54
Gambar 4. 16 Hasil Klasifikasi Data Kecepatan Angin 2011.....	55
Gambar 4. 17 Hasil klasifikasi data kecepatan angin 2012.....	56
Gambar 4. 18 Hasil klasifikasi data kecepatan angin 2009 - 2012.....	57
Gambar 4. 19 Hasil klasifikasi data tinggi gelombang 2009.....	58
Gambar 4. 20 Hasil klasifikasi data tinggi gelombang 2010.....	59
Gambar 4. 21 Hasil klasifikasi data tinggi gelombang 2011.....	60
Gambar 4. 22 Hasil klasifikasi data tinggi gelombang 2012.....	61
gambar 4. 23 Hasil klasifikasi data tinggi gelombang 2009 – 2012.....	62
Gambar 4. 24 Nilai skala Beaufort 2009.....	63
Gambar 4. 25 Nilai skala Beaufort 2010.....	64
Gambar 4. 26 Nilai skala Beaufort 2011.....	65
Gambar 4. 27 Nilai skala Beaufort 2012.....	66
Gambar 4. 28 Nilai skala Beaufort 2009 - 2012.....	67

Gambar 4. 29 Nilai keamanan dan keselamatan pelayaran untuk kapal dengan draft 2 meter.....	68
Gambar 4. 30 Nilai keamanan dan keselamatan pelayaran untuk kapal dengan draft 5 meter.....	69
Gambar 4. 31 Nilai keamanan dan keselamatan pelayaran untuk kapal dengan draft 6 meter.....	70

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai negara kelautan Indonesia memiliki luas laut yang lebih besar dibanding dengan daratannya. Daratan di Indonesia terdiri dari pulau pulau yang dipisahkan oleh selat dan lautan. Dalam perkembangannya Indonesia membutuhkan sarana transportasi untuk menghubungkan satu pulau dengan pulau yang lain. Wacana tol laut Joko Widodo -Jusuf Kala sebagai solusi masalah negara maritim seperti Indonesia. Pelabuhan besar di Indonesia masih berpusat di daerah Jawa. Tanjung Perak dan Tanjung Priok menjadi pusat kegiatan ekspor dan impor kebutuhan barang di Indonesia. Kepadatan ini perlu manajemen yang baik.

Melihat potensi perairan kita yang sangat besar pemerintah mengoptimalkan potensi laut sebagai sarana alternatif transportasi di Indonesia. Wacana tol laut sebagai salah satu program utama presiden terpilih Joko Widodo merupakan awal pembangunan dunia kelautan di Indonesia. Pengembangan transportasi laut yang dicanangkan haruslah diiringi dengan perhatian lebih terutama faktor keselamatan. Sistem Informasi Keselamatan dan Keamanan Pelayaran minimal memuat informasi mengenai kondisi angin, arus, gelombang dan pasang surut (Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan, 2008). Sehingga diperlukan peta permodelan yang dapat disajikan secara aktual dan dapat diperbarui secara rutin.

Laut Jawa merupakan lautan yang terletak di tengah tengah gugusan kepulauan Indonesia. Letaknya yang strategis membuat banyak kapal yang melalui laut ini, sehingga sering sekali terjadi kecelakaan akibat kurangnya informasi yang membantu navigasi kapal. Kebutuhan sistem informasi keselamatan menjadi sangat penting untuk menunjang program tol laut tersebut.

Satelit Altimetri merupakan satelit yang didesain oleh *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) dan *Centre National d'Etudes Spatiales* (CNES) khusus untuk

mempelajari dinamika lautan. Satelit Altimetri Jason-2 diluncurkan pada tahun 2008, merupakan penerus dari satelit Jason-1 yang diluncurkan pada tahun 2001. Misi dari satelit ini adalah penelitian untuk mengamati karakteristik muka laut, salah satu adalah pergerakan angin pada permukaan laut yang menjadi faktor terciptanya arus laut permukaan.

Kurangnya fasilitas yang diberikan oleh pemerintah terutama tentang SIG pelayaran yang tidak memuat faktor faktor utama dalam keselamatan dan keamanan pelayaran. Dalam penentuan jalur dalam berlayar kapten kapal memerlukan informasi mengenai kondisi laut yang akan dilalui. Memanfaatkan satelit Altimetri didapatkan informasi kondisi laut sehingga dapat di gunakan untuk menentukan jalur yang aman, efektif dan efisien. Sehingga dapat menghemat bahan bakar kapal dan mengurangi angka kecelakaan.

Melihat tantangan dunia kelautan di masa depan diperlukan pengetahuan geospasial yang dapat membantu perencanaan serta pembuatan peraturan agar nantinya semua kebijakan bisa membawa kebermanfaatn. Sehingga penelitian yang berjudul “Pembuatan Sistem Informasi Keselamatan dan Keamanan Pelayaran Menggunakan Data Satelit Altimetri“ menjadi kebutuhan yang harus dilakukan untuk mengembangkan potensi kelautan Indonesia.

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana menganalisa karakteristik kecepatan angin dan tinggi gelombang dengan menggunakan satelit Jason-2?
- b. Bagaimana membuat dan mengembangkan sistem informasi keselamatan dan keamanan pelayaran menggunakan data satelit Jason-2?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penulisan tugas akhir ini adalah:

- a. Pola kondisi fisik yang dimodelkan adalah kecepatan angin dan tinggi gelombang Laut Jawa dengan menggunakan data satelit Jason-2 periode 2009 - 2012
- b. Sistem informasi keselamatan dan keamanan pelayaran yang dibuat meliputi zonasi keselamatan dan keamanan Laut Jawa

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

- a. Untuk menganalisa karakteristik kecepatan angin, dan tinggi gelombang dengan menggunakan satelit Jason-2.
- b. Membuat Sistem Informasi Keselamatan dan Keamanan Pelayaran Laut Jawa

1.5 Manfaat Tugas Akhir

Adapun manfaat yang diharapkan dari program penelitian ini adalah untuk membuat Sistem Informasi Keselamatan dan Keamanan Pelayaran Laut Jawa Sehingga dapat menjadi bahan rujukan dalam merancang kebijakan pengembangan dan peningkatan transportasi nasional.

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Informasi Pelayaran

Menurut undang undang republik Indonesia no 7 tahun 2008. Sistem informasi pelayaran mencakup pengumpulan, pengolahan, analisis, penyimpanan, penyajian, serta penyebaran data dan informasi pelayaran untuk:

- a. Mendukung operasional pelayaran;
- b. Meningkatkan pelayanan kepada masyarakat atau publik; dan
- c. Mendukung perumusan kebijakan di bidang pelayaran.

Sistem informasi keselamatan dan keamanan pelayaran paling sedikit memuat:

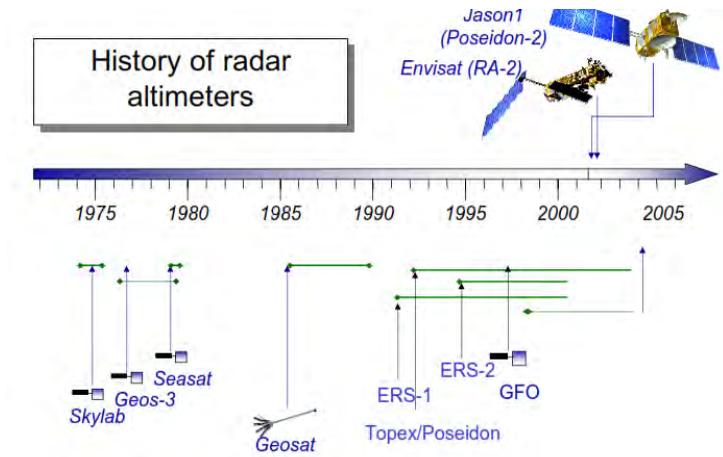
- a. Kondisi angin, arus, gelombang, dan pasang surut;
- b. Kapasitas Sarana Bantu Navigasi - Pelayaran, Telekomunikasi - Pelayaran, serta alur dan perlintasan;
- c. Kapal negara di bidang keselamatan dan keamanan pelayaran;
- d. Sumber daya manusia bidang kepelautan;
- e. Daftar kapal berbendera Indonesia;
- f. Kerangka kapal di perairan Indonesia;

2.2 Satelit Altimetri

2.2.1 Pengertian Satelit Altimetri

Peluncuran satelit Geos-3 tahun 1975 adalah awal perkembangan Satelit Altimetri. Secara umum Satelit Altimetri mempunyai tiga obyek ilmiah jangka panjang, yaitu (Abidin, 2001):

- a. Mengamati perubahan muka laut rata-rata MSL (*Mean Sea Level*) secara global
- b. Memantau volume dari lempengan es kutub
- c. Mengamati sirkulasi lautan global.



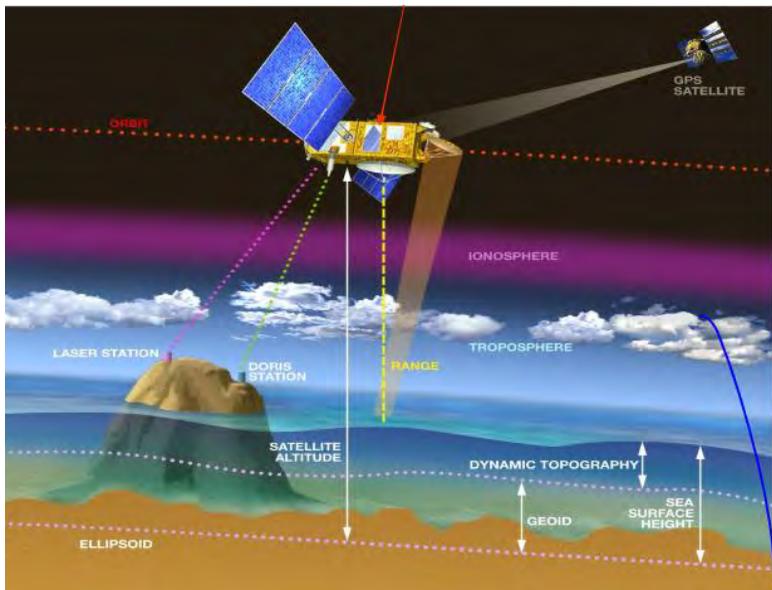
Gambar 2. 1 Sejarah Satelit Altimetri
Sumber : Traon, 2007

Ketiga obyek di atas dimaksudkan untuk memahami secara lebih mendalam sistem iklim global serta peran yang dimainkan oleh lautan di dalamnya. Dalam konteks geodesi, obyektif terakhir dari misi Satelit Altimetri adalah yang paling menjadi perhatian. Dengan kemampuannya untuk mengamati topografi dan dinamika dari permukaan laut secara kontinu, maka Satelit Altimetri tidak hanya bermanfaat untuk pemantauan perubahan MSL global, tetapi juga akan bermanfaat untuk beberapa aplikasi geodetik dan oseanografi lainnya, seperti (Seeber, 2003) :

- a. Penentuan karakteristik arus
- b. Penentuan topografi permukaan laut (SST)
- c. Penentuan geoid di wilayah lautan
- d. Penentuan tinggi dan panjang gelombang
- e. Studi pasang surut di lepas pantai
- f. Penentuan kecepatan angin di atas permukaan
- g. Studi fenomena La Nina dan El Nino
- h. Unifikasi datum tinggi antar pulau

2.2.2 Prinsip Pengukuran Satelit Altimetri

Konsep dasar dari Satelit Altimetri, yaitu mengukur jarak dari satelit ke permukaan laut. Satelit Altimetri mengirim sinyal gelombang pendek yang kuat ke permukaan laut. Sinyal tersebut mengenai permukaan laut yang kemudian dipantulkan kembali ke penerima sinyal pada satelit Altimetri. Satelit Altimetri juga dilengkapi dengan pencatat waktu yang sangat teliti, seperti yang diilustrasikan pada gambar 2.2 berikut ini :



Gambar 2. 2 Prinsip dasar pengukuran Altimetri
(Traon, 2007)

Jarak R dari satelit ke permukaan laut diperkirakan dari perjalanan sinyal dan waktu tempuh dapat ditunjukkan dengan persamaan berikut :

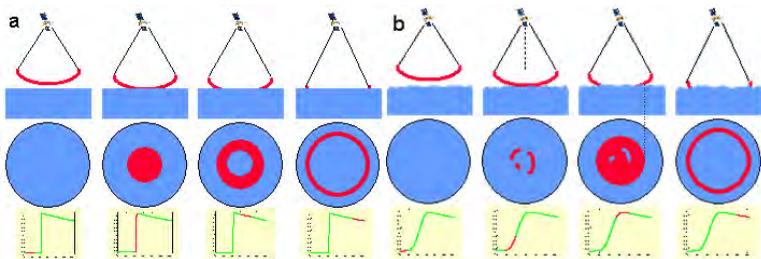
$$R = \dot{R} \sum_J \Delta R_J \quad (1)$$

Dimana $R =$ kecepatan gelombang dikali waktu tempuh gelombang dibagi 2. Jarak yang dihitung dengan mengabaikan refraksi pada kecepatan cahaya $\Delta R_j, j = 1, \dots$ adalah koreksi yang terdiri dari beberapa komponen refraksi atmosfer dan bias permukaan laut.

2.2.3 Pengukuran Altimetri Diatas Lautan

Di atas permukaan laut, gema dari bentuk gelombang memiliki bentuk karakteristik yang dapat digambarkan secara analitis (model Brown). Dari bentuk ini, enam parameter dapat disimpulkan, dengan membandingkan bentuk gelombang asli (rata-rata) dengan kurva teoritis:

- Tinggi satelit pada pertengahan tinggi memiliki nilai Jeddah yang dihasilkan dari perbedaan waktu kembalinya sinyal radar dari perkiraan algoritma *tracker* dan hasil pengukuran.
- Amplitudo sinyal yang digunakan. Amplitudo berkaitan dengan emisi yang diterima dari koefisien *backscatter*.
- Gangguan termal
- *Leading edge slope*
- *Skewness*
- *Trailing edge slope*



Gambar 2. 3 Pengukuran tinggi gelombang menggunakan satelit altimetri

(Collecte Localisation Satellites, 2015)

Radar Altimetri menerima gelombang yang dipantulkan (atau *echo*), yang bervariasi dalam intensitas dari waktu ke waktu. Di mana ketika mengenai permukaan laut datar (gambar a), terjadi peningkatan yang tajam terhadap nilai amplitudo dari pantulan sinyal radar. Namun, dalam laut bergelombang (gambar b), terjadi perbedaan puncak gelombang sehingga nilai amplitudo berubah secara bertahap. Kita dapat memperoleh tinggi gelombang laut dari informasi pantulan sinyal radar karena kemiringan kurva mewakili amplitudo dari waktu ke waktu sebanding dengan ketinggian gelombang. (CLS 2015)

Gelombang laut dari satelit altimeter dinyatakan dalam *Significant Wave height* (SWH) adalah jarak antara puncak dan lembah gelombang. SWH merupakan data pengukuran tidak langsung dari Satelit Altimetri. Tinggi gelombang ini memungkinkan untuk diketahui, yaitu dengan menganalisa bentuk dan intensitas pantulan gelombang radar oleh permukaan lautan. Tinggi gelombang ini memiliki keakuratan sekitar 0,5 m.

2.2.4 Satelit Jason-2

OSTM/Jason-2 merupakan misi lanjutan dari Satelit Jason-1. Misi satelit ini adalah melanjutkan misi dari satelit pendahulunya, yaitu Topex/Poseidon (selanjutnya disebut T/P) atau Jason-1. Jika satelit T/P dan Jason-1 dibawah kendali dari kerja sama antara CNES (Centre National d'Etudes Spatiales) dan NASA, maka untuk Satelit Jason-2 selain dibawah kendali dari dua badan tersebut terdapat dua tambahan badan baru untuk mendukung dan memfasilitasi untuk mencapai tujuan beroperasi sepenuhnya misi Altimetri, serta mampu memenuhi unsur ketepatan waktu dari data dan persyaratan keandalan operasional satelit.



Gambar 2. 4 Satelit Jason-2
Sumber : AVISO, 2011

Dua badan baru tersebut adalah EUMETSAT (*European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites*) dan NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) (AVISO, 2011). Tujuan utama diluncurkannya satelit ini adalah untuk menghitung topografi muka air laut (*Sea Surface Topography (SST)*) yang kurang lebih datanya memiliki level yang sama dengan data satelit T/P. Data yang dihasilkan oleh satelit Jason-2 berupa data *Geophysical Data Record (GDR)*, *Interim Geophysical Data Record (IGDR)*, dan *Operational Sensor Data Record (OSDR)*.

2.3 Sistem Informasi Geografis (SIG)

2.3.1 Konsep SIG

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah seperangkat kerja baik manual maupun didukung oleh perangkat komputer yang melakukan koleksi, menyimpan, mengelola, serta menyajikan data dan informasi yang bergeoreferensi untuk tujuan tertentu (Aronoff, 1989).

Menurut Prahasta (2001), SIG adalah sistem komputer yang digunakan untuk memasukkan (*capturing*), menyimpan, memeriksa, mengintegrasikan, memanipulasi, menganalisa, dan menampilkan data-data yang berhubungan dengan posisi-posisi di permukaan bumi. SIG adalah kumpulan yang terorganisir dari perangkat keras komputer, perangkat lunak, data geografi, dan personil yang dirancang secara efisien untuk memperoleh, menyimpan, memperbarui, memanipulasi, menganalisis dan menampilkan semua bentuk informasi yang bereferensi geografi.

Informasi spasial memakai lokasi dalam sistem koordinat tertentu, sebagai dasar referensinya. Karenanya SIG mempunyai kemampuan untuk menghubungkan berbagai data pada titik tertentu di bumi, menggabungkannya, menganalisa, memanipulasi dan memetakan hasilnya. Aplikasi SIG menjawab beberapa pertanyaan seperti: lokasi, kondisi, pola, dan permodelan. Kemampuan inilah yang membedakan SIG dari sistem informasi lainnya.

2.3.2 Komponen SIG

SIG memiliki 5 komponen yang saling berhubungan, antara lain :

a. Perangkat keras (*hardware*)

Perangkat keras yang digunakan dalam mengolah data – data SIG, berupa komputer beserta instrumennya (perangkat pendukungnya). Perangkat keras dalam SIG dapat dikelompokkan menjadi 3 yaitu *input* sebagai alat untuk memasukkan data ke dalam jaringan komputer. (misal: *scanner*, *digitizer*, CD/DVD-ROM), alat pemrosesan yang merupakan sistem dalam komputer yang berfungsi mengolah, menganalisis dan menyimpan data yang masuk sesuai kebutuhan, dan *ouput* yang berfungsi menampilkan informasi geografi sebagai data dalam proses pengolahan SIG

b. Perangkat lunak (*software*)

Perangkat lunak adalah program komputer yang dibuat secara khusus yang memiliki kemampuan pengelolaan, penyimpanan, pemrosesan, penyimpanan data, analisis, menampilkan informasi geografis dan data spasial. Sehingga dalam perangkat lunak untuk membangun SIG harus terdapat *tools* untuk melakukan *input* dan transformasi data geografis, Sistem Manajemen Basis Data *Geographical User Interface* (GUI) untuk memudahkan akses pada *tools* geografi.

c. Manusia

Manusia berperan penting dalam pembuatan sebuah Sistem Informasi Geografis. Manusia memegang peran menjalankan sistem meliputi mengoperasikan, mengembangkan bahkan memperoleh manfaat dari sistem yang dihasilkan tersebut.

d. Data

SIG dapat mengumpulkan dan menyimpan data dan informasi yang diperlukan baik secara tidak langsung dengan cara meng-*import*-nya dari perangkat - perangkat lunak SIG yang lain, maupun secara langsung dengan cara mengedit data spasialnya dari peta dan memasukkan data atributnya dari tabel-tabel dan laporan. Data yang digunakan dalam SIG dapat berupa data spasial dan data atribut. Data grafis atau spasial ini adalah data yang merupakan representasi fenomena permukaan bumi yang memiliki referensi (koordinat) lazim berupa peta, foto udara, citra satelit dan sebagainya atau hasil dari interpretasi data – data tersebut. Sedangkan data atribut misalnya data sensus penduduk, catatan survei dan data statistik lainnya.

e. Metode

Proses pembuatan sebuah SIG akan berjalan dengan baik jika dibuat dengan metode atau manajemen yang benar dan dikerjakan oleh orang-orang yang ahli dibidangnya. Karena SIG yang baik memiliki keserasian antara rencana desain yang baik dan aturan dunia nyata, dimana metode, model dan implementasi akan berbeda untuk setiap permasalahan.

2.3.3 Kemampuan dan manfaat SIG

Dari definisi Sistem Informasi Geografis dapat diketahui bahwa SIG memiliki kemampuan sebagai berikut :

- a. Memasukkan, mengumpulkan, dan mengintegrasikan data-data geografi.
- b. Memeriksa, meng-*update* atau meng-*edit* data-data geografi.
- c. Menyimpan dan memanggil kembali data-data geografi yang telah ada.
- d. Merepresentasikan atau menampilkan data-data geografi.
- e. Mengelola dan menganalisa data geografi.
- f. Menghasilkan keluaran atau *output* data geografi dalam bentuk peta tematik, tabel, grafik, laporan dan lainnya baik dalam

Selain itu SIG memiliki banyak manfaat di berbagai bidang antara lain:

- a. Mengetahui potensi dan persebaran penduduk.
- b. Mengetahui luas dan persebaran lahan pertanian serta kemungkinan pola drainasenya.
- c. Untuk pendataan dan pengembangan jaringan transportasi.
- d. Untuk pendataan dan pengembangan pusat-pusat pertumbuhan dan pembangunan.
- e. Untuk pendataan dan pengembangan permukiman penduduk, kawasan industri, sekolah, rumah sakit, sarana hiburan dan rekreasi, serta perkantoran.

- f. Untuk mengetahui persebaran berbagai sumber daya alam, seperti minyak Bumi, batu bara, emas, besi, dan barang tambang lainnya.
- g. Memantau luas wilayah bencana alam
- h. Menyusun rencana-rencana pembangunan kembali daerah bencana.
- i. Untuk mengetahui persebaran kawasan lahan.
- j. Di bidang pertahanan SIG dapat berguna bagi pemerintah untuk mengidentifikasi batas-batas perairan dan daratan.
- k. Dari segi komunikasi, SIG bisa berguna untuk mengidentifikasi dan menentukan persebaran *coverage* menara *transmitter* atau BTS.
- l. Untuk analisis dampak lingkungan, daerah serapan air, kondisi tata ruang kota, dan masih banyak lagi.

2.4 Kondisi Fisik Muka Air Laut

2.4.1 Kecepatan Angin

Angin bergerak dari tempat bertekanan udara tinggi ke bertekanan udara rendah. Angin merupakan udara yang bergerak yang diakibatkan oleh rotasi bumi dan juga karena adanya perbedaan tekanan udara di sekitarnya. (Gross, 1990)

Apabila udara dipanaskan, maka udara tersebut akan memuai. Udara yang telah mengalami pemuaian menjadi lebih ringan sehingga naik. Apabila hal ini terjadi, tekanan udara turun karena udaranya berkurang. Sehingga udara dingin di sekitarnya mengalir ke tempat yang bertekanan udara rendah.

2.4.2 Tinggi Gelombang

Udara yang bergerak yaitu angin, melewati permukaan yang halus, akan mengganggu permukaan, dan menjadikan permukaan tersebut bergelombang, jika angin bertiup terus, maka menjadi elemen gelombang. Dengan kata lain, jika dua lapisan fluida yang mempunyai perbedaan kecepatan bertemu, maka akan ada tegangan friksi di antara keduanya, maka akan ada transfer energi. Di permukaan laut,

kebanyakan energi yang ditransfer merupakan hasil dari gelombang, namun dengan proporsi yang kecil merupakan hasil dari arus yang dibangkitkan oleh angin. Untuk membangkitkan gelombang kecepatan angin harus melebihi 1 m/s.

Secara empiris, dapat ditunjukkan bahwa efek naungan akan maksimum jika kecepatan angin diperkirakan tiga kali lebih besar dari kecepatan gelombang. Di laut yang terbuka, gelombang yang dibangkitkan oleh angin mempunyai kecuraman (H/L) sekitar 0,03 – 0,06. Secara umum, semakin besar perbedaan kecepatan dan gelombang, semakin curam gelombangnya. Perhatikan urutan kejadian jika, setelah cuaca tenang. Angin mulai bertiup, sampai bertiup kencang untuk beberapa waktu. Pertumbuhan gelombang signifikan terjadi jika kecepatan angin melebihi 1 m/s. kemudian gelombang curam yang kecil akan terbentuk dengan meningkatnya kecepatan angin. Bahkan sampai angin mencapai kecepatan yang konstan, gelombang terus tumbuh dengan kenaikan yang cepat sampai mencapai ukuran dan panjang gelombang (dan kemudian kecepatan) yang sebanding dengan 1/3 kecepatan angin.

Dibawah posisi ini, gelombang terus meningkat ukurannya, panjang gelombang dan kecepatannya, tetapi dengan laju yang berkurang. Selanjutnya mungkin diharapkan gelombang tumbuh terus sampai kecepatan yang sama dengan kecepatan angin, namun dalam prakteknya pertumbuhan gelombang berhenti pada saat kecepatan gelombang masih dibawah kecepatan angin, hal ini karena :

- Beberapa energi angin ditransferkan ke permukaan laut melalui gaya tangensial, yang kemudian menghasilkan arus permukaan
- Beberapa energi angin didisipasikan/dikurangi oleh gesekan.
- Energi hilang dari gelombang lebih besar sebagai hasil dari *While Chapping* yaitu pecahnya puncak gelombang karena

dibawa kedepan oleh angin yang lebih cepat dari perjalanan gelombang itu sendiri.

2.4.3 Skala Beaufort

Skala Beaufort adalah ukuran empiris yang berkaitan dengan kecepatan angin untuk pengamatan kondisi di darat atau di laut. Skala ini ditemukan oleh Francis Beaufort pada tahun 1805. Beaufort mengukur kecepatan angin dengan menggambarkan pengaruhnya pada kecepatan kapal dan gelombang air laut. Skala Beaufort menggunakan angka dan simbol.

Semakin besar angka skala Beaufort, maka semakin kencang angin berhembus dan bahkan bisa semakin merusak. Skala Beaufort dimulai dari angka 1 untuk embusan angin yang paling tenang sampai angka 12 untuk embusan angin yang dapat menyebabkan kehancuran. Skala Beaufort tetap berguna dan dipakai sampai sekarang.

Tabel 2. 1 Skala Beauford

Skala Beauford	Deskripsi	Kecepatan Angin (M/S)	Tinggi Gelombang (M)
1	Tenang	0 -0,3	0
2	Sedikit Tenang	0,3 -1,5	0 – 0,2
3	Sedikit Hembusan Angin	1,5 -3,3	0,2 -0,5
4	Hembusan Angin Pelan	3,3 -5,5	0,5 -1
5	Hembusan Angin Sedang	5,5 -8	1 -2
6	Hembusan Angin Sejuk	8 -10,8	2 -3
7	Hembusan Angin Kuat	10,8 -13,9	3 -4
8	Mendekati Kencang	13,9 -17,2	4 -5,5
9	Kencang	17,2 -20,7	5,5 -7,5
10	Kencang Sekali	20,7 -24,5	7,5 -10
11	Badai	24,5 -28,4	10 -12,5
12	Badai Dasyat	28,4 -32,6	12,5 -16
13	Badai Topan	32,6 <	16 <

2.5 General Bathymetric Chart of the Oceans

Tujuan *General Bathymetric Chart of the Oceans* (GEBCO) adalah untuk menyediakan bathimetri publik yang tersedia yang paling otoritatif dari lautan di dunia. Ini beroperasi di bawah naungan gabungan Komisi Oseanografi Antar Pemerintah (IOC) (UNESCO) dan Organisasi Hidrografi Internasional (IHO).

GEBCO adalah pembuatan organisasi non-profit yang bergantung sebagian besar pada kontribusi sukarela dari sebuah tim internasional antusias geoscientists dan hidrografer. Karya GEBCO ini diarahkan oleh Komite Guiding dan didukung oleh sub-komite pada pemetaan laut, nama fitur bawah laut dan ad hoc kelompok kerja (GEBCO 2015).

GEBCO merupakan hasil *grid* dari beberapa data bathimetri. GEBCO menggunakan data data dari instansi yang

memberikan data kepada publik dan data dari instansi pribadi yang bersedia data hasil pengukuran baik *singlebeam* maupun *multibeam*. GEBCO tidak menggunakan data yang tidak memiliki izin untuk di manfaatkan oleh publik.

2.6 Kapal

Kapal adalah sarana transportasi air yang digunakan untuk mengangkut barang, hewan, manusia dari tempat yang satu ke tempat yang lain. Selain itu kapal juga dapat digunakan sebagai alat pertahanan, rekreasi, laboratorium maupun kapal kerja. Jenis kapal bergantung pada fungsi dan dimensi kapal. Sesuai dengan fungsi kapal dapat di golongkan menjadi kapal penumpang, dan kapal barang. Kapal barang sendiri dibagi menjadi beberapa jenis menurut fungsi yaitu kapal tanker, kapal peti kemas, kapal khusus, dan kapal ikan.

Untuk mengenali ukuran dan ragam bentuk bentuk yang ada di kapal maka kita perlu mengetahui Istilah-istilah dan definisinya. Ukuran kapal kita dapat bedakan menjadi :

- a. Ukuran secara memanjang kapal

Contoh : LOA, LBP

- b. Ukuran secara melintang/melebar kapal

Contoh : *Moulded Breadth*, *extreme breadth*

- c. Ukuran secara vertical kapal

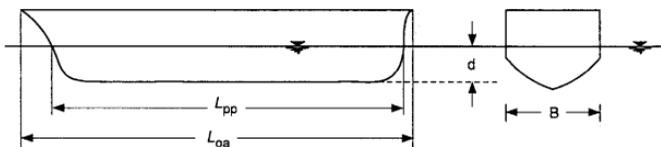
Contoh : *Draft*, *freeboard*, *depth*, *air draft*

- d. Ukuran berat kapal

Contoh : *lightship*, *Displacement*, *load displacement*, *Deadweight*

- e. Ukuran isi kapal

Contoh : *GRT (Gross Tonnage)*, *NRT*



Gambar 2. 5 ilustrasi dimensi kapal
(Triatmojo, 2009)

Untuk itu sangat penting sekali memahami istilah-istilah baku yang lazim digunakan diatas kapal seperti :

a. LOA (*Length Over All*)

Adalah panjang keseluruhan kapal secara membujur diukur dari titik paling depan pada linggi haluan (*stern*) sampai titik paling belakang pada buritan kappa(*stern*) sejajar lunas kapal.

b. Draught/Draft

Adalah jarak tegak yang diukur dari titik paling bawah pada lunas kapal (*keel*) sampai garis air (*water line*).*Draft* kapal pada bagian depan disebut dengan *forward draft*, *draft* kapal pada bagian belakang disebut dengan *aft draft* dan *draft* kapal pada bagian *midship* disebut dengan *middle/midship draft*. *Draft* kapal pada saat kapalnya kosong disebut dengan *light draft*. *Draft* kapal pada saat kapal memuat maksimal yang diijinkan disebut dengan *load draft*

c. *Deadweight Tonnage*, DWT (Bobot Mati)

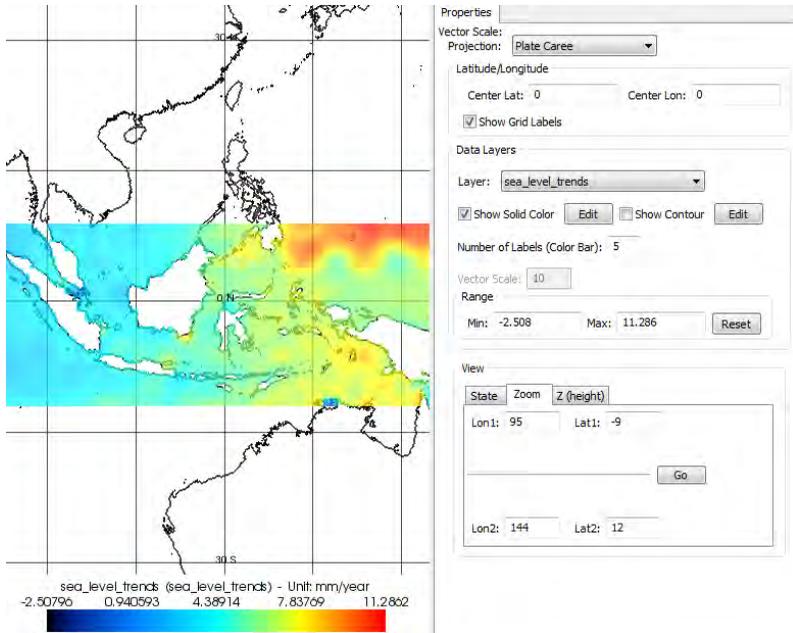
adalah yaitu berat total muatan di mana kapal dapat mengangkat dalam keadaan pelayaran optimal (*draft* maksimum). Jadi DWT adalah selisih antara *Displacement Tonnage Loaded* dan *Displacement Tonnage Light*.

d. *Freeboard*

Adalah jarak tegak yang diukur dari garis air (*water line*) sampai dengan garis dek (*deck line*).

2.7 Basic Radar Altimetry Toolbox (BRAT)

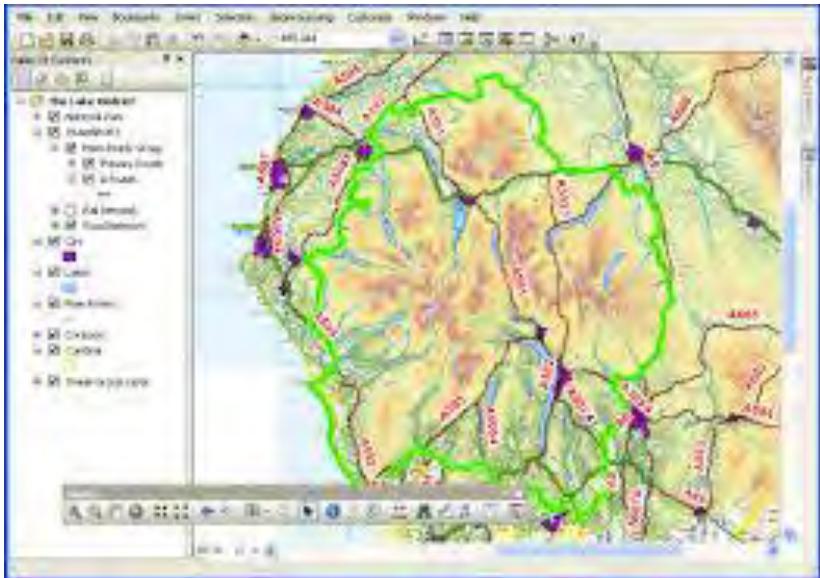
Basic Radar Altimetry Toolbox alat yang dirancang untuk menggunakan data radar Altimetry. Parameter yang akan dianalisa ialah besar dan arus laut. Nilai besar dan arah sangat mempengaruhi penentuan pembangunan pembangkit listrik tenaga arus laut. Data lain yang dapat diperoleh dari BRAT adalah nilai pasang surut yang bisa menjadi salah satu referensi untuk penentuan nilai rata rata air laut yang sangat berkaitan dengan pelayaran. BRAT merupakan *software* untuk memproses data Satelit Altimetri yang dikembangkan oleh ESA.



Gambar 2. 6 BRAT

2.8 ArcGIS Desktop

ArcGIS adalah paket perangkat lunak yang terdiri dari produk perangkat lunak sistem informasi geografis (SIG) yang diproduksi oleh ESRI (Environmental Systems Research Institute).



Gambar 2. 7 ArcGIS

ArcGIS meliputi perangkat lunak berbasis Windows sebagai berikut: ArcReader, yang memungkinkan pengguna menampilkan peta yang dibuat menggunakan produk ArcGIS lainnya; ArcGIS Desktop, memiliki tiga tingkat lisensi:

- A. ArcView, yang memungkinkan pengguna menampilkan data spasial, membuat peta berlapis, serta melakukan analisis spasial dasar;
- B. ArcEditor, memiliki kemampuan sebagaimana ArcView dengan tambahan peralatan untuk memanipulasi berkas shapefile dan geodatabase;
- C. ArcInfo, memiliki kemampuan sebagaimana ArcEditor dengan tambahan fungsi manipulasi data, penyuntingan, dan analisis.

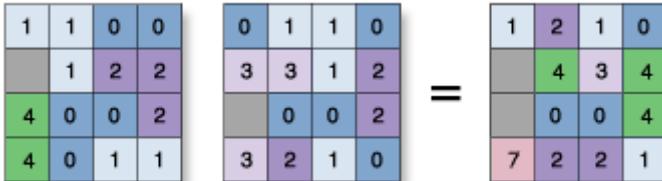
Terdapat pula produk ArcGIS berbasis server, serta produk ArcGIS untuk PDA. Ekstensi dapat dibeli secara terpisah untuk meningkatkan fungsionalitas ArcGIS

2.8.1 Reclassify (Spatial Analyst)

Reclassify adalah salah satu tool disediakan arcGIS untuk mengubah nilai suatu data raster. Input yang dibutuhkan ialah data raster yang memiliki nilai statistik yang valid. *Reclassify* bertujuan untuk menyederhanakan nilai dari range tertentu sehingga menjadi nilai yang sederhana.

2.8.2 Plus (Spatial Analyst)

Plus adalah tool yang disediakan ArcGIS yang berguna untuk menjumlah nilai dari 2 raster pixel ke pixel. *Output* bergantung pada tipe data yang dipakai jika ini *input integer* maka *output* juga *integer*.



Gambar 2. 8 Ilustrasi penjumlahan raster
(ESRI, 2012)

2.9 Penelitian Sebelumnya

Penerapan Satelit Altimetri dalam sebuah penelitian sudah pernah dilaksanakan. Seperti pada penelitian Maulana (2014) yang berjudul “Pemodelan Arus Laut Permukaan Perairan Indonesia Dengan Menggunakan Data Satelit Altimetri Jason-2 2009-2012 (Studi Kasus : Perairan Indonesia)” didapat data permodelan arus dari tahun 2009 -2012 dimana disajikan data per

cycle satelit Jason-2. Namun data yang diperoleh tidak lengkap karena terkadang ada data yang b terambil. Melihat pola arus tersebut bisa dimodelkan menjadi model bulanan yang bisa dijadikan salah satu parameter dalam pembuatan Sistem Informasi Keselamatan dan Keamanan Pelayaran. Nilai arus berbanding lurus dengan gelombang nilai angin dan gelombang dikarenakan arus dibangkitkan oleh angin.

Keberadaan Satelit Altimetri sangat disayangkan apabila tidak dimanfaatkan dengan optimal. Pembuatan Sistem Informasi Keselamatan dan Keamanan Pelayaran sangat cocok untuk pemanfaatan data data hasil pengamatan Satelit Altimetri. Dengan masa *cycle* 10 hari Jason-2 memberikan *update* data relatif dalam waktu yang singkat sehingga *updating* terhadap sistem informasi bisa dilaksanakan dengan baik.

Pembuatan sistem informasi berbasis webGIS sudah pernah dilakukan oleh Laksono (2012) dalam tugas akhir yang berjudul “Pembuatan Sistem Informasi Kelautan Berbasis Web (Studi Kasus Wilayah Pesisir dan Pantai Madura).

Penelitian ini di latar belakang oleh besarnya potensi maritim indonesia yang harusnya bisa dioptimalkan, Selat Madura menjadi lokasi penelitian karena kondisi maritimnya yang dinamis. SIG difungsikan sebagai penghubung multi-displin yang terjadi di kawasan Selat Madura baik yang spasial maupun yang non-spasial.

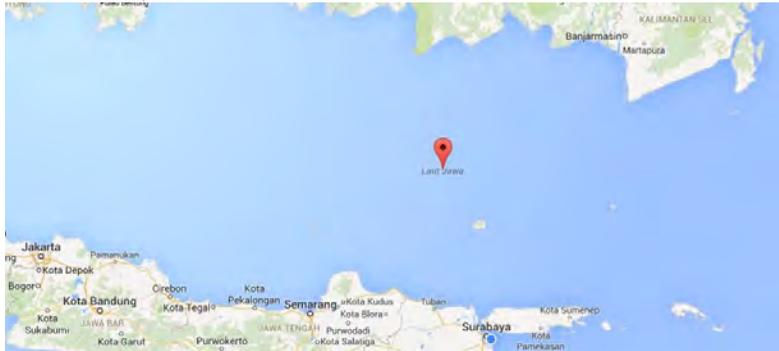
“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di Laut Jawa. Batasan wilayah penelitian adalah $6^{\circ}56'1.48''\text{LS}; 104^{\circ}33'24.04''\text{BT}$; $3^{\circ}31'10.37''\text{LS}; 117^{\circ}54'20.66''\text{BT}$.



Gambar 3. 1 Lokasi penelitian
(Google, 2015)

3.2 Data dan Peralatan

3.2.1 Data

Data yang diperlukan sebagai berikut :

- a. Data hasil ukuran Satelit Altimetri Jason-2 dalam format Net DCF GDR (*Geophysical Data Recorded*) yang diproduksi oleh PODAAC dan AVISO dengan lama pengamatan empat tahun yaitu tahun 2009-2012. Pada satu *cycle* (satu putaran bumi) terdapat 8 *pass* (jalur orbit), yaitu *pass* 51,64,127,140,203,216,227,242
- b. Peta GEBCO.

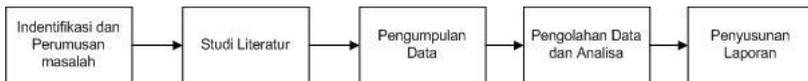
3.2.2 Peralatan

Peralatan yang dipakai adalah sebagai berikut :

- a. Perangkat Keras (*Hardware*)
 - Notebook Intel(R)Pentium(R) CPU B980 @ 2.40 GHz(2 CPUs) ~2.4GHz, 2 GB of RAM, Memori DDR2 2040 MB, HardDisk 320 GB, VGA 1024 MB.
 - Printer.
- b. Perangkat Lunak (*Software*)
 - Sistem Operasi Windows 7.
 - Microsoft Office 2013.
 - ArcGIS Desktop
 - BRAT

3.3 Metode Penelitian

Tahapan dalam penelitian tugas akhir ini digambarkan dalam diagram alir di bawah ini.



Gambar 3. 2 Diagram alir metodologi penelitian

Penjelasan diagram alir :

3.3.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Pada tahap ini dilakukan penentuan permasalahan yang ada dan akan dilakukan penyelesaian, penentuan batas permasalahan, penentuan tujuan dan manfaat yang dapat kita peroleh dari penelitian ini.

3.3.2 Studi Literatur

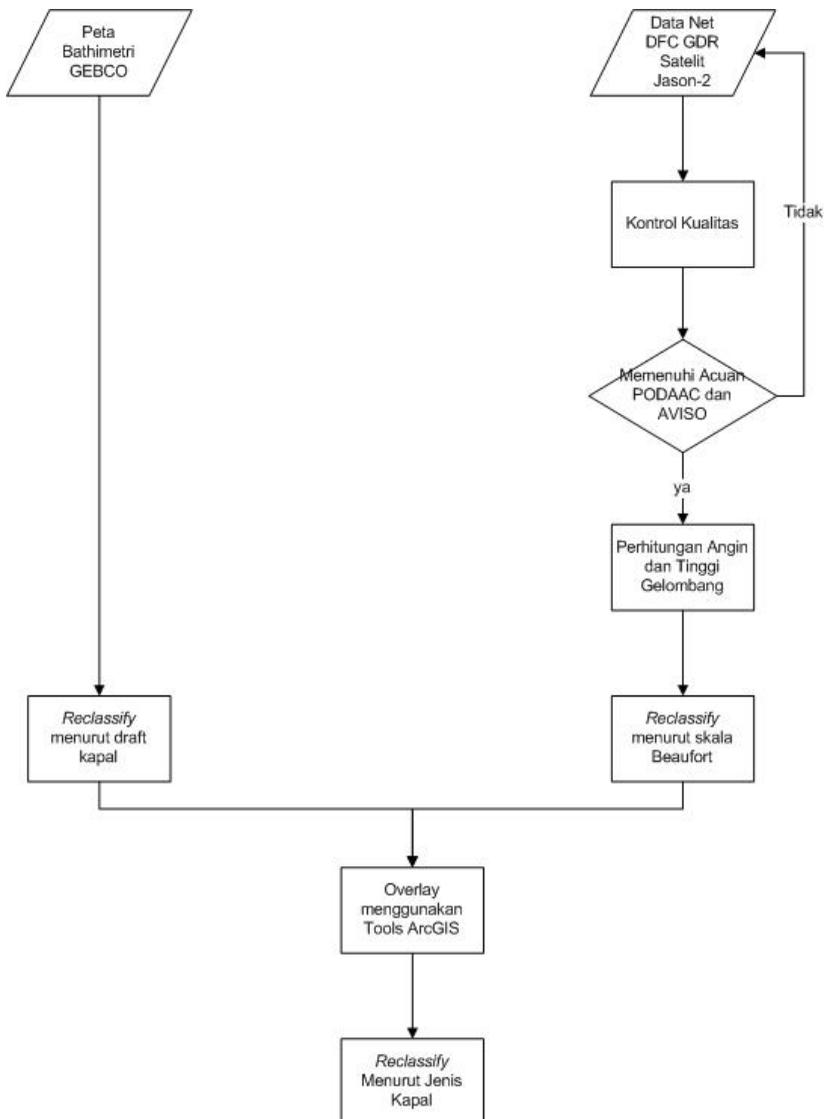
Dilakukan dengan tujuan mempelajari materi – materi yang berhubungan dengan penelitian ini untuk mempermudah penelitian

3.3.3 Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini berupa Gebco dan dan Data satelit Jason-2

3.3.4 Pengolahan Data dan Analisa

Dilakukan pengolahan terhadap data-data yang diperoleh sehingga menghasilkan Sistem Informasi Keselamatan dan Keamanan Pelayaran. Tahapan dalam Pengolahan data dan analisa digambarkan dalam diagram alir di bawah ini.



Gambar 3. 3 Diagram alir pengolahan data dan analisa

Proses pengolahan data pada penelitian ini dibagi menjadi 2 tahap, tahap pengolahan data *GDR (Geophysical Data Records)* dan *data GEBCO*. Pada tahap pengolahan data (*GDR*) yakni :

A. Data Net DFC *GDR* Satelite Jason 2 yang sudah dipilih sesuai dengan lokasi penelitian dan waktu penelitian yakni *pass* . 51,64,127,140,203,216,227,242 Waktu pengamatan tahun 2009 -2012.

B. Kontrol Kualitas

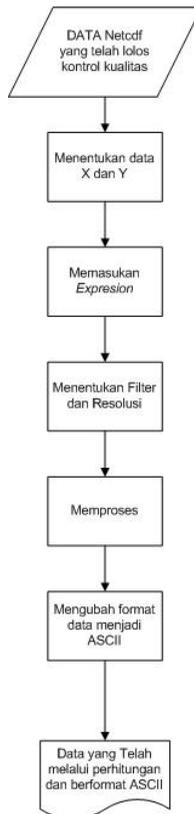
Kontrol kualitas data, digunakan untuk mendapatkan kualitas data terbaik. Dalam penelitian ini menggunakan acuan data dari AVISO dan PODAAC. Adapun kriteria-kriteria yang digunakan untuk mendapatkan data dengan kualitas yang baik dapat dijelaskan seperti gambar di bawah :

Tabel 3. 1 Kontrol kualitas data Altimetri
(PODAAC dan AVISO, 2008)

No	Macam Data	Kriteria Data
1	Jumlah pengamatan valid dalam <i>band</i> Ku	$\text{range_numval_ku} \geq 10$
2	RMS jarak altimeter dalam <i>band</i> Ku	$0 \text{ mm} \leq \text{range_rms_ku} \leq 200 \text{ mm}$
3	Altitude – Range_ku	$-130.000 \text{ mm} \leq \text{altitude} - \text{range_ku} \leq 100.000 \text{ mm}$ $-2.500 \text{ mm} \leq$
4	Koreksi troposfer kering	$\text{model_dry_tropo_corr} \leq -1.900 \text{ mm}$ $-500 \text{ mm} \leq$
5	Koreksi troposfer basah	$\text{rad_wet_tropo_corr} \leq -1 \text{ mm}$
6	Koreksi ionosfer	$-400 \text{ mm} \leq \text{iono_corr_alt_ku} \leq 40 \text{ mm}$
7	Bias Elektromagnetik (EMB)	$-500 \text{ mm} \leq \text{sea_state_bias_ku} \leq 0 \text{ mm}$
8	Koreksi pasang surut laut	$-5.000 \text{ mm} \leq \text{ocean_tide_soll} \leq 5.000 \text{ mm}$
9	Koreksi pasang surut pembebanan	$-1.000 \text{ mm} \leq \text{solid_earth_tide} \leq 1.000 \text{ mm}$
10	Koreksi pasang surut kutub	$-150 \text{ mm} \leq \text{pole_tide} \leq 150 \text{ mm}$
11	<i>Significant Wave Height</i>	$0 \text{ mm} \leq \text{swh_ku} \leq 11.000 \text{ mm}$
12	<i>Sigma Naught</i>	$7 \text{ dB} \leq \text{sig0_ku} \leq 30 \text{ dB}$
13	Kecepatan angin	$0 \text{ m/s} \leq \text{wind_speed_alt} \leq 30 \text{ m/s}$
14	<i>Square of off nadir angle from waveforms</i>	$-0.2 \text{ deg}^2 \leq \text{off_nadir_angle_ku_wvf} \leq 0.16 \text{ deg}^2$

C. Perhitungan Angin dan Tinggi Gelombang

Setelah kriteria data terpenuhi maka dapat dilakukan perhitungan untuk mengetahui kondisi perairan pada lokasi penelitian. Proses perhitungan menggunakan software BRAT dengan langkah langkah sebagai berikut :



Gambar 3. 4 Perhitungan data satelit altimetri menggunakan BRAT

Data yang telah melalui kontrol kualitas melalui software BRAT dilakukan perhitungan kecepatan angin dan tinggi gelombang. Sebelum melakukan perhitungan software BRAT akan meminta deklarasi nilai X dan nilai Y. Dalam paket data Satellite Jason 2 terdapat data lon dan lat yang merupakan paket data yang berisi koordinat data yang diakuisisi. Data lon berisi data titik bujur dan data lat berisi data titik lintang.

Setelah itu untuk melakukan perhitungan nilai kecepatan angin masukan ekspresi `wind_speed_rad` dimana `wind_speed_rad` berisi nilai kecepatan angin yang tercatat oleh satelit Jason 2. Tinggi gelombang diperoleh dengan cara yang sama dengan kecepatan angin namun menggunakan ekspresi yang berbeda yakni ekspresi `swh_ku` dimana `swh_ku` ialah nilai tinggi gelombang yang dicatat oleh satelit Jason 2.

Perhitungan data memakai opsi MAX agar didapat nilai maksimum dari kecepatan angin dan tinggi gelombang tiap tahunnya. Unit yang digunakan untuk tinggi gelombang adalah meter (m) sedangkan kecepatan angin adalah meter per detik (m/s).

Setelah itu dilakukan penentuan batas-batas dari wilayah penelitian serta mengatur besarnya piksel warna agar didapat titik kecepatan angin dan tinggi gelombang yang lebih banyak. Pengaturan ini dilakukan pada menu *Set Resolution / Filter*.

Beberapa pengaturan yang terdapat pada menu adalah

:

- *Filter to Apply*

Terdapat 3 jenis filter dalam BRAT yaitu *Smooth*, *Extrapolate*, dan *loess*. Dalam penelitian ini filter yang digunakan adalah *Loess*, karena kelebihan dari *Loess* ini adalah dapat memperhalus tampilan dan mengisi nilai yang kosong yang tidak dilewati oleh Satelit Altimetri.

- *X Resolution*

Pengaturan batas minimal dan maksimal dari nilai bujur pada daerah penelitian, dalam penelitian ini yang digunakan adalah nilai minimal : 102, dan nilai maksimal : 119, pengaturan lainnya adalah *step* yang merupakan besarnya piksel yang dipakai, semakin besar nilai piksel maka keakuratan pemodelan semakin baik. Untuk itu dalam penelitian ini yang digunakan adalah 1/12 Selain itu pengaturan lainnya adalah *Loes-cut-off* yang merupakan besar kecil area yang akan diberikan warna, nilainya harus <1 . Dalam penelitian ini nilai *Loes-cut-off* 60.

- *Y Resolution*

Merupakan pengaturan batas minimal dan maksimal lintang pada daerah penelitian, dalam penelitian ini yang digunakan adalah nilai minimal : -8 dan maksimal: -1, pengaturan lainnya adalah *step* yang merupakan besarnya piksel yang dipakai, semakin besar nilai piksel maka keakuratan pemodelan semakin baik. Untuk itu dalam penelitian ini yang digunakan adalah 1/12 Selain itu pengaturan lainnya adalah *Loes-cut-off* yang merupakan besar kecil area yang akan diberikan warna, nilainya harus <1 . Dalam penelitian ini nilai *Loes-cut-off* 60.

Bagian terakhir adalah mengimport data menjadi ASCII agar bisa dibuka pada software ArcGIS. Data ASCII hasil import software BRAT berisi informasi posisi (X, Y) dan expresion dimana dalam penelitian expresion berisikan nilai kecepatan angin dan tinggi gelombang.

D. Reklasifikasi

Data Net CDF GDR satelit Jason-2 yang sudah melalui proses perhitungan diklasifikasi dan diberi nilai sesuai dengan Skala Beaufort pada tabel 2.1.

Pada Tahap pengolahan data bathimetri GEBCO yakni :

- Data bathimetri GEBCO yang digunakan ialah data GEBCO .nc tahun 2010 wilayah 6°56'1.48"S; 104°33'24.04"E; 3°31'10.37"; 117°54'20.66"E.
- Data GEBCO lalu diklasifikasikan sesuai dengan *draft* kapal yang akan melalui perairan tersebut. Pada penelitian ini *draft* kapal dibagi menjadi 3 kategori sesuai dengan panjang kapal.

Tabel 3. 2 Klasifikasi kapal

Tipe	Panjang Kapal (m)	Draft Kapal (m)	Freeboard (m)
Kecil	Kurang dari 20	0,5 sampai 2	Kurang dari 0,2
Sedang	20 sampai 100	2 sampai 5	Kurang dari 1,5
Besar	Lebih dari 100	Lebih dari 6	Lebih dari 1,5

Tabel klasifikasi diatas dibagi menjadi 3 kelas kapal yaitu: kecil, sedang, dan besar. Kapal kecil memiliki panjang dibawah 20 meter dimana batas ukuran terpendek untuk kapal tipe A. Kapal sedang memiliki panjang antara 20 sampai 100 meter dimana nilai 100 meter yang merupakan batas bawah tipe B. Kapal besar memiliki panjang lebih dari 100 meter.

E. *Overlay*

Setelah kedua data telah diklasifikasi lalu dilakukan *Overlay* dimana nilai dari masing masing data akan dijumlahkan sehingga didapat besar skor dari kondisi perairan. *Overlay* menggunakan tools yang disediakan oleh ArcGIS yaitu plus (Spastian Analyst) untuk menjumlahkan nilai dari masing masing layer yang sudah di reclassify. Hasil *overlay* akan di

klasifikasikan menurut kondisi fisik muka air laut dan kedalaman sesuai dengan kriteria tipe kapal.

Tabel 3. 3 Klasifikasi Keamanan dan keselamatan pelayaran

Kondisi	Kapal kecil	Kapal sedang	Kapal besar
Kondisi fisik muka air laut (skala Beaufort)			
Aman	0 sampai 1	0 sampai 3	0 sampai 4
Rawan	1 sampai 2	3 sampai 5	4 sampai 7
Bahaya	Lebih dari 2	Lebih dari 5	Lebih dari 7
Kondisi kedalaman (m)			
Aman	Kurang dari 2	Kurang dari 5	Kurang dari 6
Bahaya	Lebih dari 2	Lebih dari 5	Lebih dari 6

Kondisi keamanan dan keselamatan pelayaran akan menunjukkan bahaya jika kedalaman tidak memenuhi draft kapal. Sedangkan kondisi fisik muka air laut mempengaruhi penilaian kondisi jika kedalaman memenuhi draft kapal. Kondisi aman rawan dan bahaya bergantung pada nilai skala Beaufort yang sesuai dengan kecepatan angin dan tinggi gelombang. Nilai keamanan dan keselamatan dilihat dari perbandingan tinggi gelombang dengan freeboard kapal.

3.3.5 Penyusunan laporan

Tahap akhir dari penelitian ini adalah penyusunan laporan yang merupakan penjelasan tertulis dari kegiatan penelitian Tugas Akhir ini.

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

HASIL DAN ANALISA

4.1 Import Data

Data yang dihasilkan dari satelit altimetri Jason-2 merupakan data berformat *Netcdf*. Pada pengolahan data ini, menggunakan software *Basic Radar altimetri Toolbox (BRAT)* data satelit altimetri dapat langsung diolah dengan *BRAT* karena, telah mendukung format *Netcdf*. Data bathimetri dari GEBCO berformat *.nc* dibuka langsung menggunakan ArcGIS.

4.2 Kontrol kualitas data

Dalam proses validasi data , menggunakan *software BRAT*. Dengan cara memasukan nilai kriteria data dari PODAAC dan AVISO (Tabel 3.1) ke dalam *software BRAT*. Apabila data satelit altimetri Jason-2 tidak memenuhi kontrol kualitas maka data tersebut tidak bisa di *run* dan digunakan pada proses selanjutnya.

Data yang digunakan merupakan data satelit altimetri yang berformat *Netcdf*. Berarti data sudah melalui proses koreksi sebelum di publikasikan oleh PODAAC. Sehingga hasil kontrol kualitas menunjukkan kualitas data yang digunakan telah sesuai dengan kriteria yang diinginkan.

4.3 Perhitungan Kecepatan Angin dan Tinggi Gelombang

4.3.1 Perhitungan Kecepatan Angin

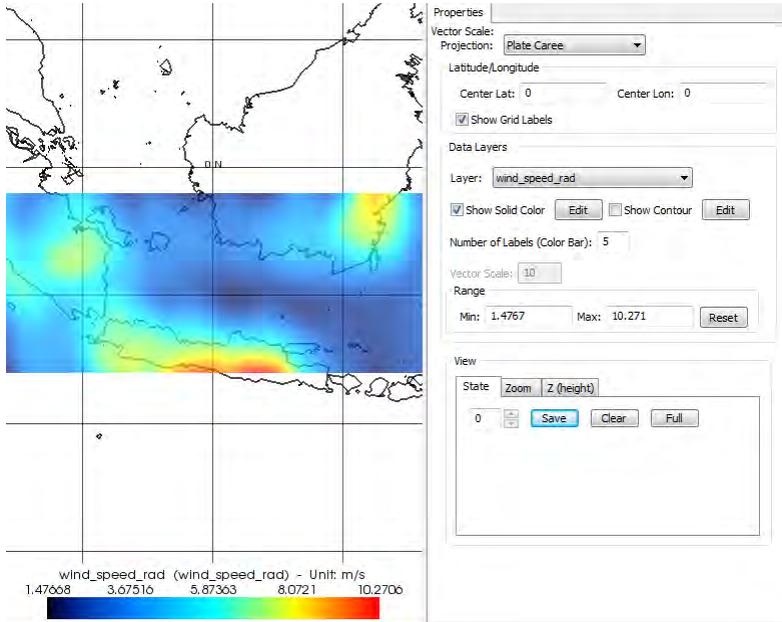
Perhitungan kecepatan angin menggunakan software BRAT. Data satelit jason -2 yang telah melalui kontrol kualitas dibuka di BRAT. Perhitungan dilakukan pada menu operations, dimana dibutuhkan parameter yang harus dideklarasikan sebagai berikut :

X : nilai X, dalam hal ini yaitu posisi bujur (lon).

Y : nilai Y, dalam hal ini yaitu posisi lintang (lat).

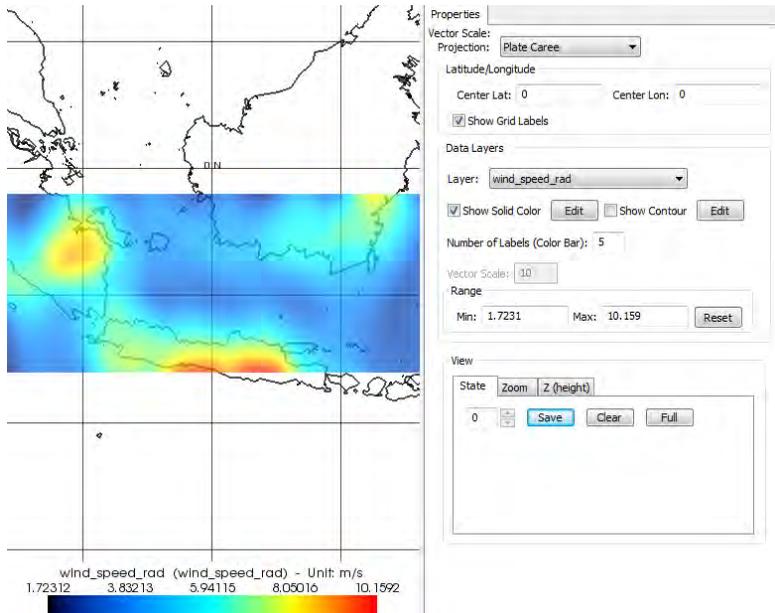
Expressions : merupakan nilai yang akan dihitung, dalam hal ini yaitu nilai kecepatan angin (*wind_speed_rad*).

Setelah itu dilakukan penentuan batas-batas dari wilayah penelitian serta mengatur besarnya piksel warna agar didapat tampilan kecepatan angin yang menarik. Pengaturan ini dilakukan pada menu Set Resolution / Filter. Setelah dilakukan proses perhitungan pada menu *view* dapat ditampilkan hasil perhitungan kecepatan angin sebagai berikut :



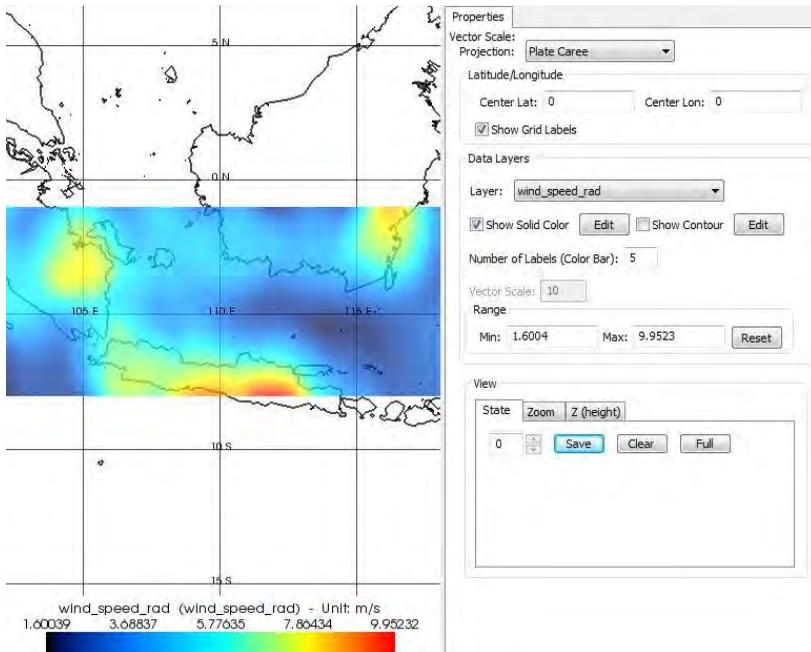
Gambar 4. 1 Hasil Perhitungan *software* BRAT untuk kecepatan Angin 2009

Dari gambar diatas dapat dilihat hasil perhitungan kecepatan angin di laut Jawa. Pada tahun 2009 berkisar pada nilai 1,47668 meter per detik sampai dengan 10,2706 meter per detik. Nilai tersebut disimbolkan dengan gradasi warna dari warna biru tua hingga jingga kemerah-merahan.



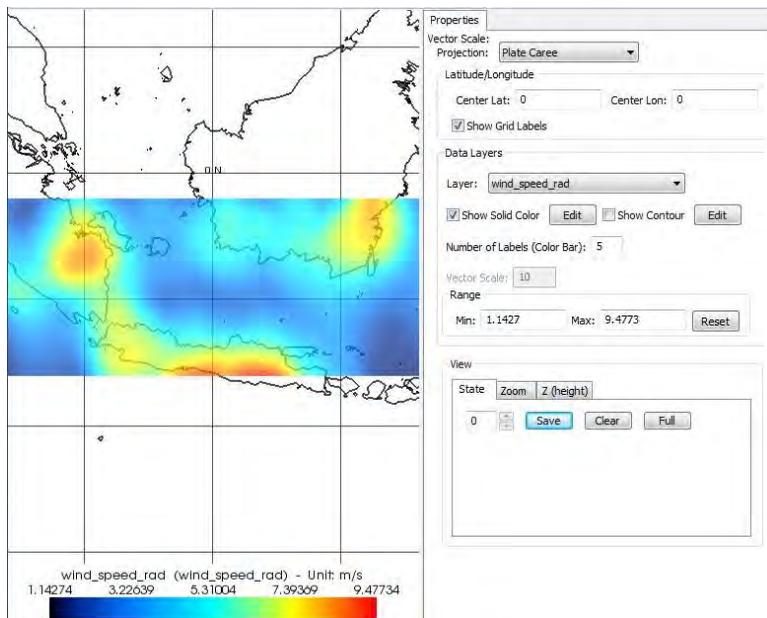
Gambar 4. 2 Hasil Perhitungan Software BRAT untuk Kecepatan Angin 2010

Dari gambar diatas dapat dilihat hasil perhitungan kecepatan angin di laut Jawa. Pada tahun 2010 berkisar pada nilai 1,72312 meter per detik sampai dengan 10,1592 meter per detik. Nilai tersebut disimbolkan dengan gradasi warna dari warna biru tua hingga jingga kemerah-merahan



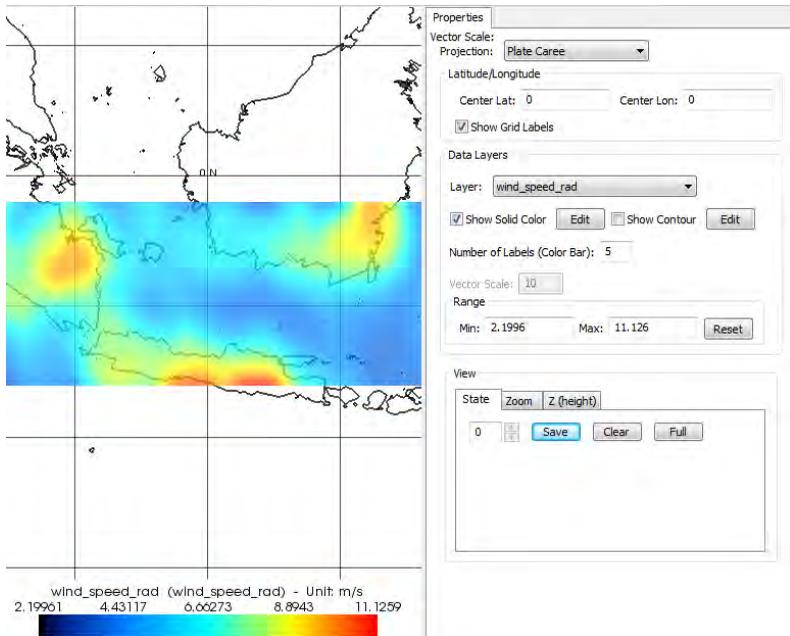
Gambar 4. 3 Hasil Perhitungan *software* BRAT untuk kecepatan Angin 2011

Dari gambar diatas dapat dilihat hasil perhitungan kecepatan angin di laut Jawa. Pada tahun 2011 berkisar pada nilai 1,60039 meter per detik sampai dengan 9,95232 meter per detik. Nilai tersebut disimbolkan dengan gradasi warna dari warna biru tua hingga Jingga kemerah-merahan.



Gambar 4. 4 Hasil perhitungan *software* BRAT untuk kecepatan angin 2012

Dari gambar diatas dapat dilihat hasil perhitungan kecepatan angin di laut Jawa. Pada tahun 2012 berkisar pada nilai 1,14274 meter per detik sampai dengan 9,47734 meter per detik. Nilai tersebut disimbolkan dengan gradasi warna dari warna biru tua hingga jingga kemerah-merahan.



Gambar 4. 5 Hasil perhitungan *software* BRAT untuk kecepatan angin 2009 - 2012

Gambar diatas merupakan hasil perhitungan maksimum kecepatan angin dalam 4 tahun. Dapat dilihat gradasi warna dari biru tua menuju jingga kemerah – merahan, terjadi peningkatan nilai kecepatan angin dari warna biru hingga warna jingga. Kecepatan Angin tahun 2009 sampai 2012 berkisar antara 2,19961 sampai 11,1259 meter per detik.

4.3.2 Perhitungan Tinggi Gelombang

Perhitungan tinggi gelombang menggunakan *software* BRAT. Data satelit jason -2 yang telah melalui kontrol kualitas dibuka di BRAT. Perhitungan dilakukan pada menu

operations, dimana dibutuhkan parameter yang harus dideklarasikan sebagai berikut :

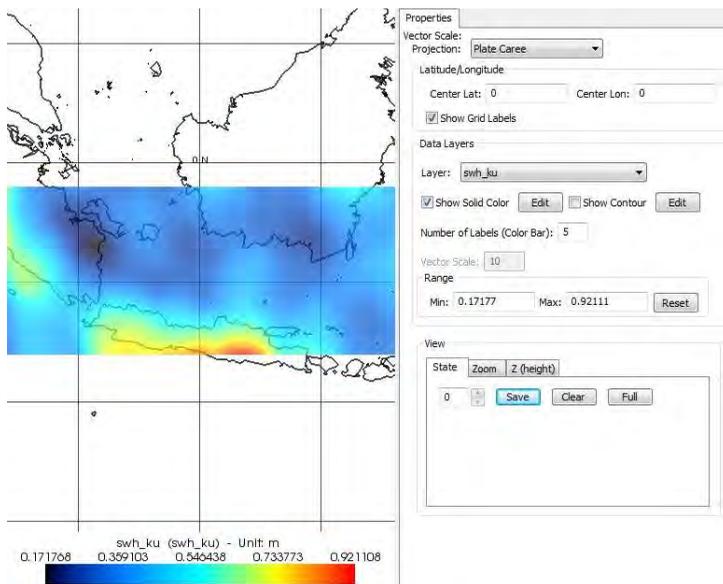
X : nilai X, dalam hal ini yaitu posisi bujur (lon).

Y : nilai Y, dalam hal ini yaitu posisi lintang (lat).

Expresions : merupakan nilai yang akan dihitung, dalam hal ini yaitu nilai tinggi gelombang (swh_ku).

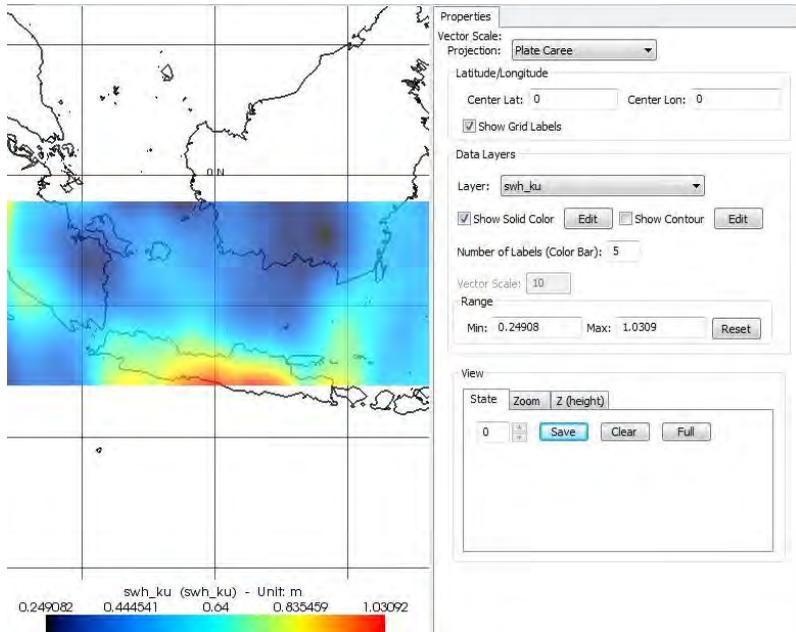
Setelah itu dilakukan penentuan batas-batas dari wilayah penelitian serta mengatur besarnya piksel warna agar didapat tampilan tinggi gelombang yang menarik. Pengaturan ini dilakukan pada menu Set Resolution / Filter.

Setelah dilakukan proses perhitungan pada menu *view* dapat ditampilkan hasil perhitungan kecepatan angin sebagai berikut :



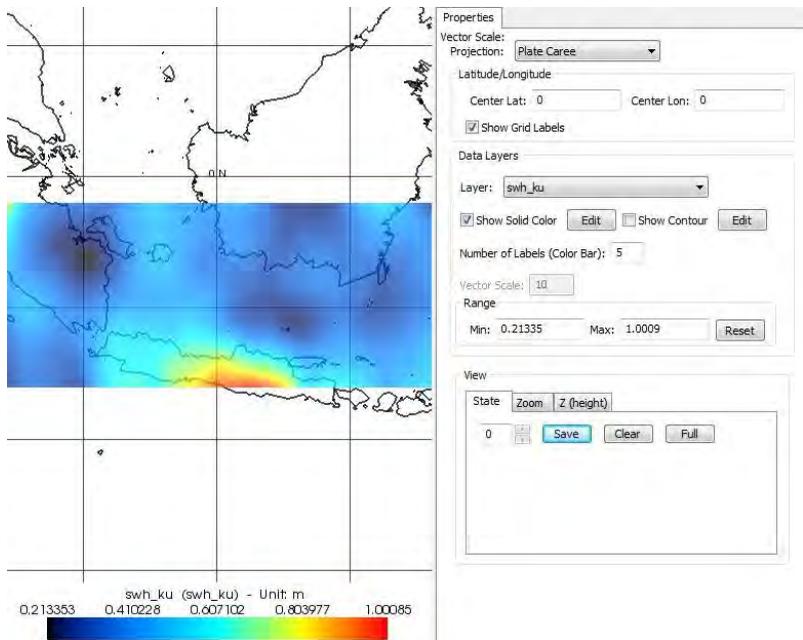
Gambar 4. 6 Hasil perhitungan *software* BRAT untuk tinggi gelombang 2009

Dari gambar 4.6 dapat dilihat hasil perhitungan tinggi gelombang di laut Jawa. Pada tahun 2009 berkisar pada nilai 0,171768 meter sampai dengan 0,921108 meter. Nilai tersebut disimbolkan dengan gradasi warna dari warna biru tua hingga Jingga kemerah-merahan.



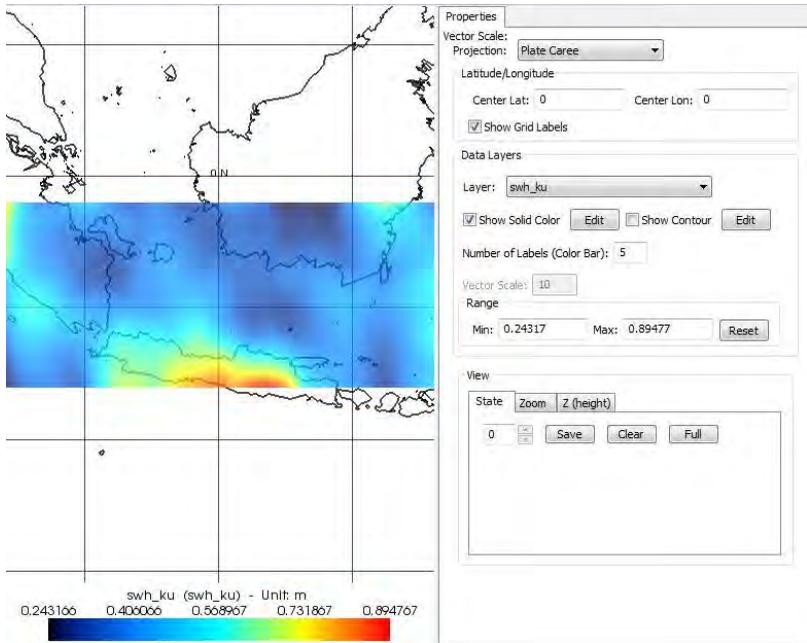
Gambar 4. 7 Hasil Perhitungan *software* BRAT untuk tinggi gelombang 2010

Dari gambar diatas dapat dilihat hasil perhitungan tinggi gelombang di laut Jawa. Pada tahun 2010 berkisar pada nilai 0,249082 meter sampai dengan 1,03092 meter. Nilai tersebut disimbolkan dengan gradasi warna dari warna biru tua hingga Jingga kemerah-merahan.



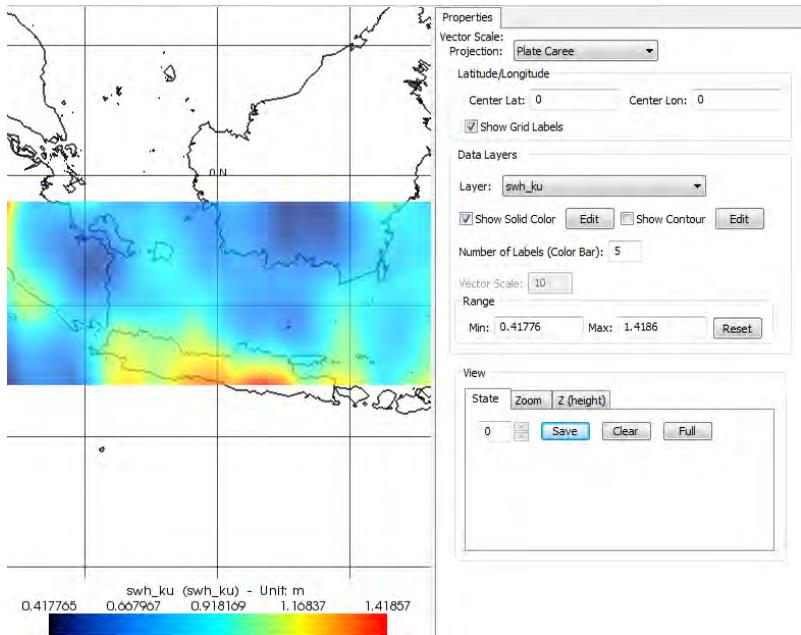
Gambar 4. 8 Hasil Perhitungan *software* BRAT untuk tinggi gelombang 2011

Dari gambar diatas dapat dilihat hasil perhitungan tinggi gelombang di laut Jawa. Pada tahun 2011 berkisar pada nilai 0,2413353 meter sampai dengan 1,00085 meter. Nilai tersebut disimbolkan dengan gradasi warna dari warna biru tua hingga Jingga kemerah-merahan.



Gambar 4. 9 Hasil Perhitungan *software* BRAT untuk tinggi gelombang 2012

Dari gambar diatas dapat dilihat hasil perhitungan tinggi gelombang di laut Jawa. Pada tahun 2012 berkisar pada nilai 0,243166 meter sampai dengan 0,894767 meter Nilai tersebut disimbolkan dengan gradasi warna dari warna biru tua hingga Jingga kemerah-merahan.



Gambar 4. 10 Hasil Perhitungan *software* BRAT untuk tinggi gelombang 2012

Gambar diatas merupakan hasil perhitungan maksimum tinggi gelombang dalam 4 tahun. Dapat dilihat gradasi warna dari biru tua menuju jingga kemerah – merahan, terjadi peningkatan nilai kecepatan angin dari warna biru hingga warna jingga. Tinggi gelombang tahun 2009 sampai 2012 berkisar antara 0,417765 sampai 1,41857 meter.

Dari perhitungan melalui *software* BRAT didapat kecepatan angin dan tinggi gelombang pada tahun 2009 –2012 dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4. 1 Hasil pengolahan BRAT

Tahun	Kecepatan Angin Maksimum (m/s)	Tinggi Gelombang maksimum (m)
2009	10,2706	0,921108
2010	10,1592	1,03092
2011	9,95232	1,00085
2012	9,57734	0,894767
2009 sampai 2012	11,1259	1,41857

Dari tabel 4.1 dapat dilihat pada tahun 2010 terjadi penurunan kecepatan angin sebesar 0,1114 m dan peningkatan tinggi gelombang sebesar 0,109812 m/s dari tahun 2009. Pada tahun 2011 terjadi penurunan kecepatan angin sebesar 0,03007 m dan penurunan tinggi gelombang sebesar 0,20688 m/s dari tahun 2010. Pada tahun 2012 terjadi penurunan kecepatan angin sebesar 0,106083 m dan penurunan tinggi gelombang sebesar 0,37498 m/s dari tahun 2011. Dalam 4 tahun kecepatan angin maksimum sebesar 11,1259 m/s dan tinggi gelombang maksimum 1,41857 m.

Besarnya nilai tinggi gelombang dipengaruhi oleh kecepatan angin. Dengan catatan nilai minimum kecepatan angin untuk membangkitkan tinggi gelombang adalah 1 m/s. Semakin cepat angin yang bergerak seharusnya membangkitkan gelombang yang semakin tinggi. Namun pada hasil perhitungan dapat dilihat tinggi gelombang yang tercatat pada satelit Altimetri terdapat anomali pada tahun 2010, dimana pada tahun 2010 kecepatan angin maksimum mengalami penurunan namun tinggi gelombang pada tahun 2010 mengalami kenaikan.

Hasil dari perhitungan pada *software* BRAT di *export* menjadi ASCII agar dapat dibuka di ArcGIS untuk proses selanjutnya.

4.4 Klasifikasi

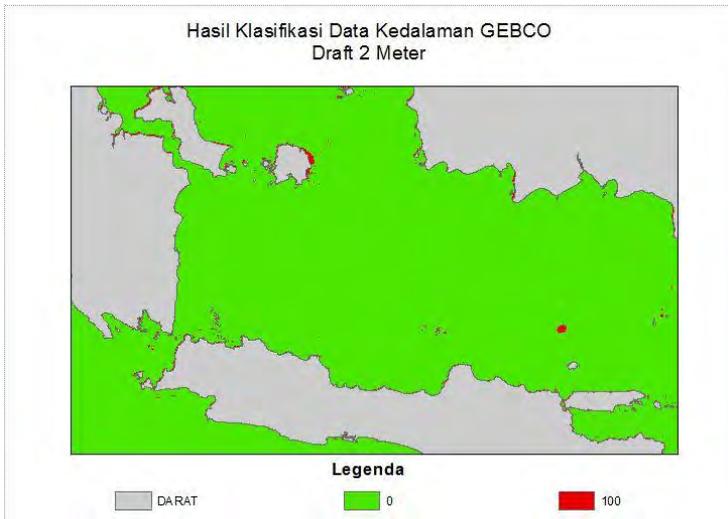
4.4.1 Klasifikasi Kedalaman Berdasarkan Draft Kapal

Data GEBCO melalui ArcGIS di klasifikasi dengan *tool reclassify* sehingga dapat ditentukan lautan mana saja yang bisa dilalui kapal. Data GEBCO di klasifikasikan seperti pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Tabel klasifikasi kedalaman GEBCO

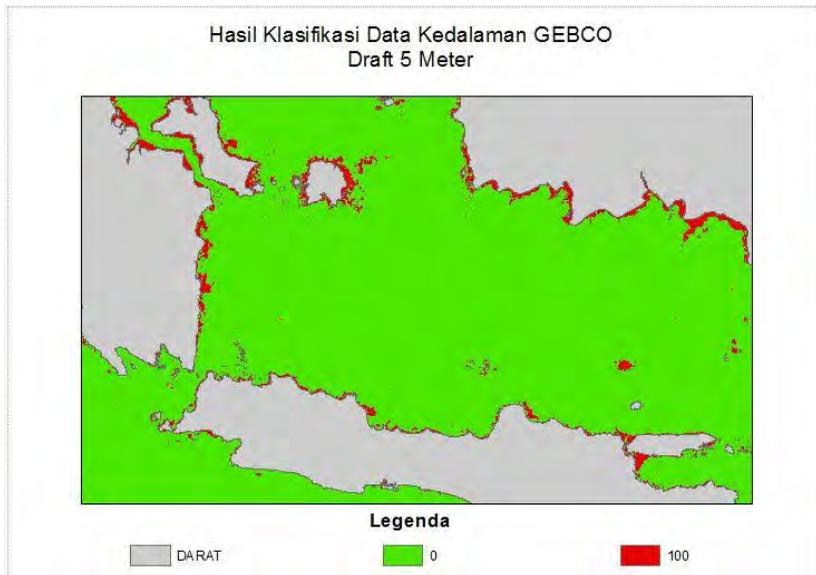
Kedalaman(m)	Nilai
Kapal kecil	
Kurang dari 2	0
Lebih dari 2	100
Kapal sedang	
Kurang dari 5	0
Lebih dari 5	100
Kapal besar	
Kurang dari 6	0
Lebih dari 6	100

Nilai 0 menunjukkan daerah yang dapat dilalui oleh kapal sesuai dengan draft kapal. Nilai 100 menunjukkan daerah yang tidak dapat dilalui oleh kapal. Pemberian nilai ini untuk mempermudah proses analisa keamanan dan keselamatan pelayaran.



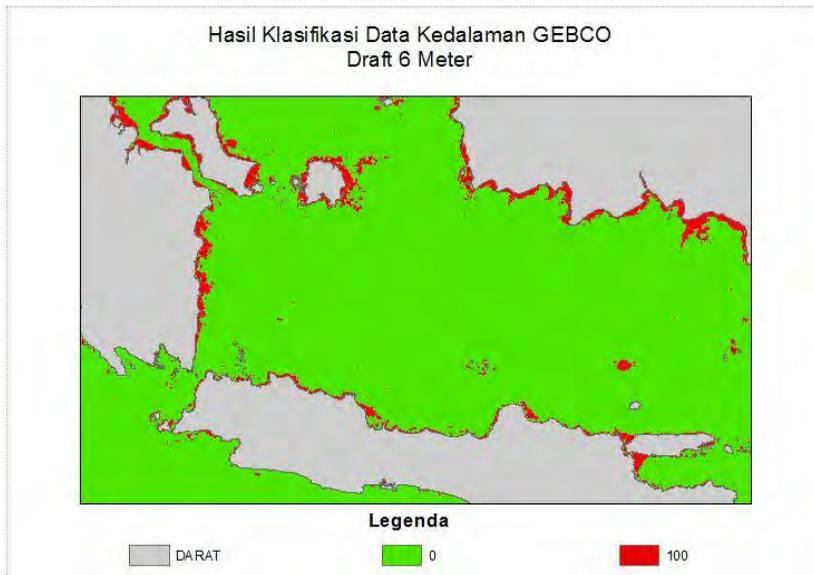
Gambar 4. 11 Hasil klasifikasi data GEBCO untuk kapal dengan draft 2 meter

Dari gambar 4.9 dapat dilihat bahwa warna hijau menunjukkan daerah yang dapat dilalui kapal dengan nilai klasifikasi 0. Warna merah menunjukkan daerah yang berbahaya untuk dilalui kapal dengan nilai klasifikasi 100. Klasifikasi ini berdasarkan pada kedalaman peta GEBCO terhadap draft kapal 2 meter, dimana warna merah berarti kedalaman kurang dari 2 meter sehingga berbahaya untuk dilalui.



Gambar 4. 12 Hasil klasifikasi data GEBCO untuk kapal dengan draft 5 meter

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa warna hijau menunjukan daerah yang dapat dilalui kapal dengan nilai klasifikasi 0. Warna merah menunjukan daerah yang berbahaya untuk dilalui kapal dengan nilai klasifikasi 100. Klasifikasi ini berdasarkan pada kedalaman peta GEBCO terhadap draft kapal 5 meter, dimana warna merah berarti kedalaman kurang dari 5 meter sehingga berbahaya untuk dilalui.

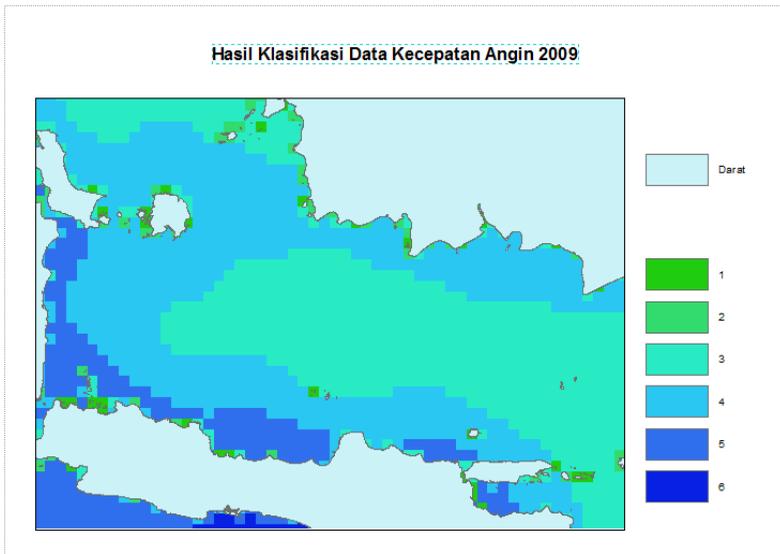


Gambar 4. 13 Hasil klasifikasi data GEBCO untuk kapal dengan draft 6 meter

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa warna hijau menunjukan daerah yang dapat dilalui kapal dengan nilai klasifikasi 0. Warna merah menunjukan daerah yang berbahaya untuk dilalui kapal dengan nilai klasifikasi 100. Klasifikasi ini berdasarkan pada kedalaman peta GEBCO terhadap draft kapal 6 meter, dimana warna merah berarti kedalaman kurang dari 6 meter sehingga berbahaya untuk dilalui.

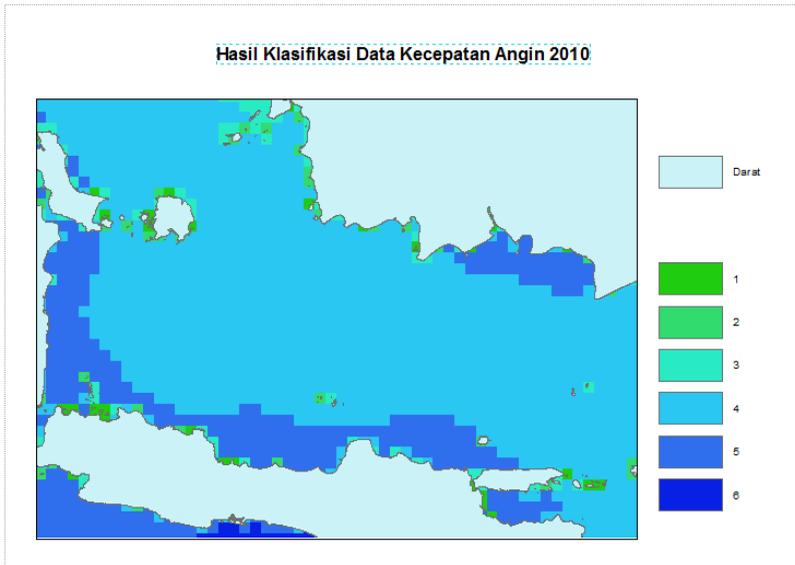
4.4.2 Klasifikasi Kecepatan Angin Menurut Skala Beaufort

Data Kecepatan Angin diklasifikasi menurut skala Beaufort menggunakan tabel 2.1. Sehingga didapat hasil sebagai berikut :



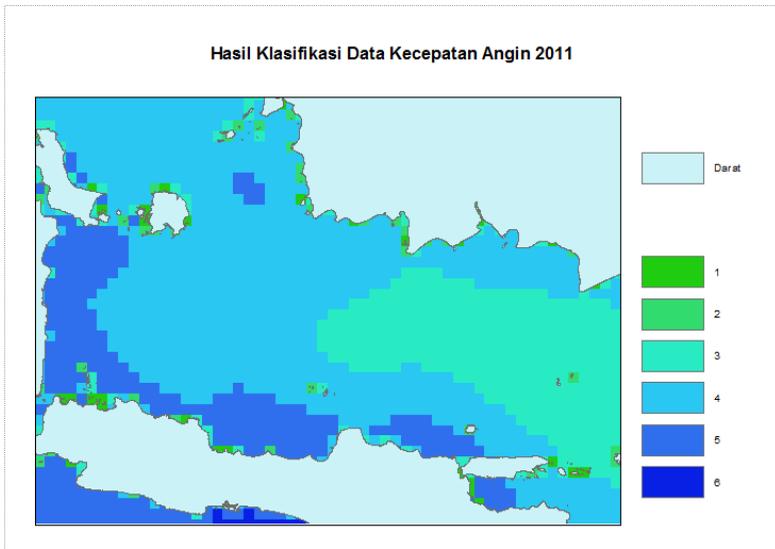
Gambar 4.14 Hasil klasifikasi data kecepatan angin 2009

Dari gambar diatas dapat dilihat adanya gradasi warna dari hijau tua menuju biru tua. Gradasi warna tersebut menunjukkan nilai skala Beaufort, warna hijau tua mewakili nilai 1 pada skala Beaufort hingga warna biru tua mewakili angka 6 skala Beaufort. Pada tahun 2009 kondisi kecepatan angin laut Jawa berkisar pada 1 sampai 6 skala Beaufort.



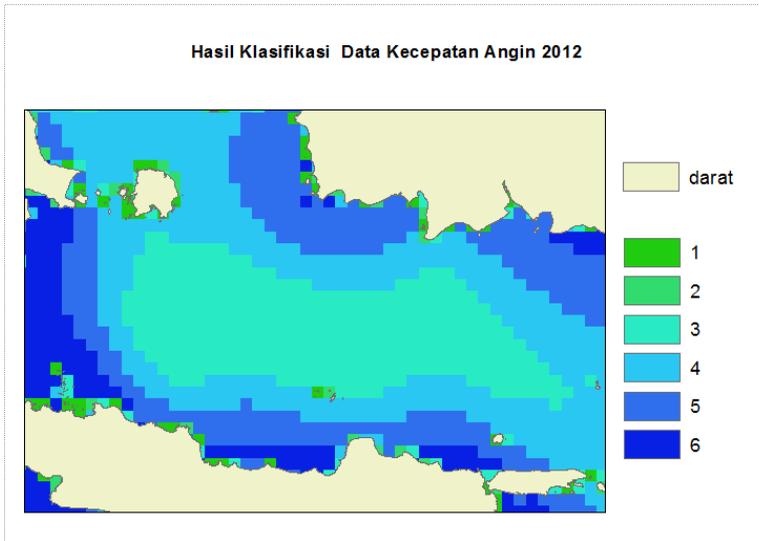
Gambar 4.15 Hasil klasifikasi data kecepatan angin 2010

Dari gambar diatas dapat dilihat adanya gradasi warna dari hijau tua menuju biru tua. Gradasi warna tersebut menunjukkan nilai skala Beaufort, warna hijau tua mewakili nilai 1 pada skala Beaufort hingga warna biru tua mewakili angka 6 skala Beaufort. Pada tahun 2010 kondisi kecepatan angin laut Jawa berkisar pada 1 sampai 6 skala Beaufort.



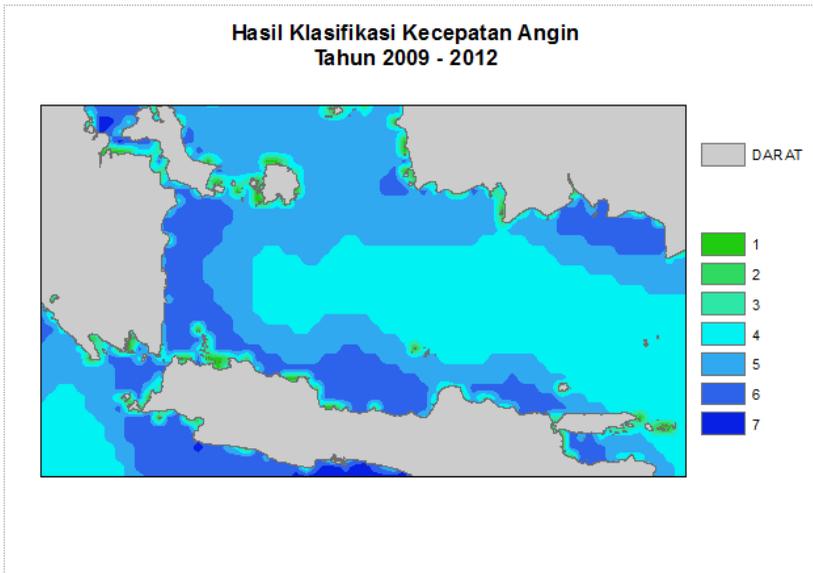
Gambar 4. 16 Hasil Klasifikasi Data Kecepatan Angin 2011

Dari gambar diatas dapat dilihat adanya gradasi warna dari hijau tua menuju biru tua. Gradasi warna tersebut menunjukkan nilai skala Beaufort, warna hijau tua mewakili nilai 1 pada skala Beaufort hingga warna biru tua mewakili angka 6 skala Beaufort. Pada tahun 2011 kondisi kecepatan angin laut Jawa berkisar pada 1 sampai 6 skala Beaufort.



Gambar 4. 17 Hasil klasifikasi data kecepatan angin 2012

Dari gambar diatas dapat dilihat adanya gradasi warna dari hijau tua menuju biru tua. Gradasi warna tersebut menunjukkan nilai skala Beaufort, warna hijau tua mewakili nilai 1 pada skala Beaufort hingga warna biru tua mewakili angka 6 skala Beaufort. Pada tahun 2012 kondisi kecepatan angin laut Jawa berkisar pada 1 sampai 6 skala Beaufort.



Gambar 4. 18 Hasil klasifikasi data kecepatan angin 2009 - 2012

Dari gambar diatas dapat dilihat adanya gradasi warna dari hijau tua menuju biru tua. Gradasi warna tersebut menunjukkan nilai skala Beaufort, warna hijau tua mewakili nilai 1 pada skala Beaufort hingga warna biru tua mewakili angka 7 skala Beaufort. Pada tahun 2009 sampai 2012 kondisi kecepatan angin laut Jawa berkisar pada 1 sampai 7 skala Beaufort.

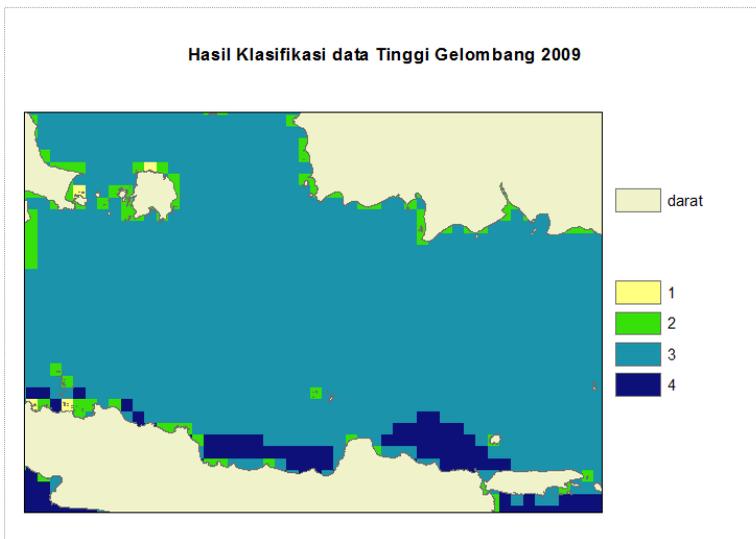
Tabel 4. 3 Hasil klasifikasi kecepatan angin

Tahun	Kecepatan Angin Maksimum (m/s)	Nilai Skala Beaufort
2009	10,2706	6
2010	10,1592	6
2011	9,95232	6
2012	9,57734	6
2009 sampai 2012	11,1259	7

Hasil klasifikasi kecepatan angin menurut skala Beaufort memperlihatkan nilai yang konstan pada kisaran 1 sampai 6 skala Beaufort. Sedangkan nilai gabungan perhitungan kecepatan angin memperlihatkan nilai 1 sampai 7 skala Beaufort.

4.4.3 Klasifikasi Tinggi Gelombang Menurut Skala Beaufort

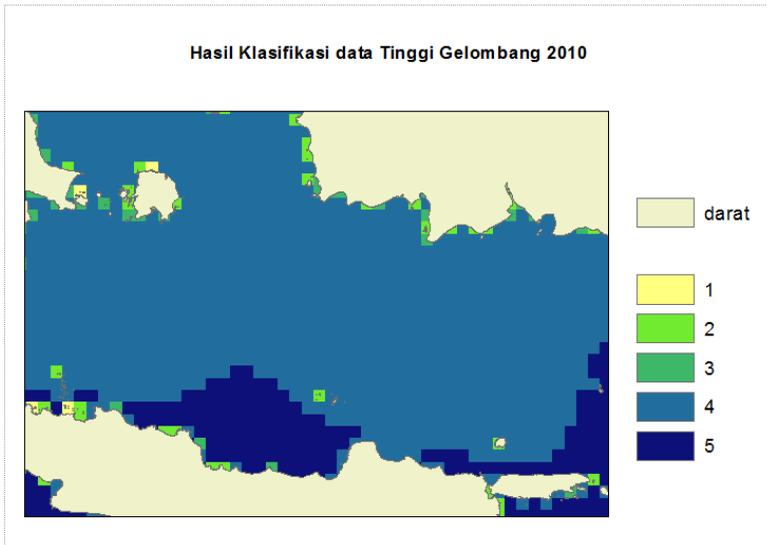
Data tinggi gelombang diklasifikasi menurut skala Beaufort menggunakan tabel 2.1. Sehingga didapat hasil sebagai berikut :



Gambar 4. 19 Hasil klasifikasi data tinggi gelombang 2009

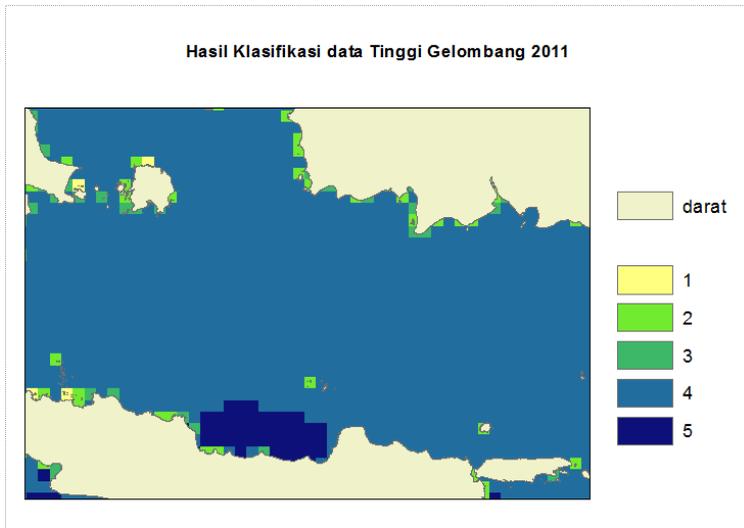
Dari gambar diatas dapat dilihat adanya perubahan warna dari kuning, hijau, biru hingga biru tua. Perubahan warna tersebut mewakili nilai skala Beaufort, warna kuning mewakili nilai 1 pada skala Beaufort hingga warna biru tua mewakili angka 4 skala

Beaufort. Pada tahun 2009 kondisi tinggi gelombang laut Jawa berkisar pada 1 sampai 4 skala Beaufort.



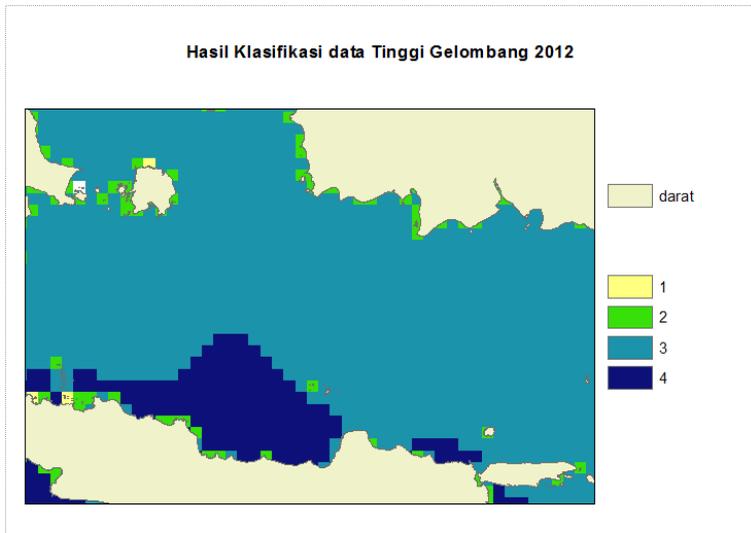
Gambar 4. 20 Hasil klasifikasi data tinggi gelombang 2010

Dari gambar diatas dapat dilihat adanya perubahan warna dari kuning, hijau, hijau toska, biru, hingga biru tua. Perubahan warna tersebut mewakili nilai skala Beaufort, warna kuning mewakili nilai 1 pada skala Beaufort hingga warna biru tua mewakili angka 5 skala Beaufort. Pada tahun 2010 kondisi tinggi gelombang laut Jawa berkisar pada 1 sampai 5 skala Beaufort.



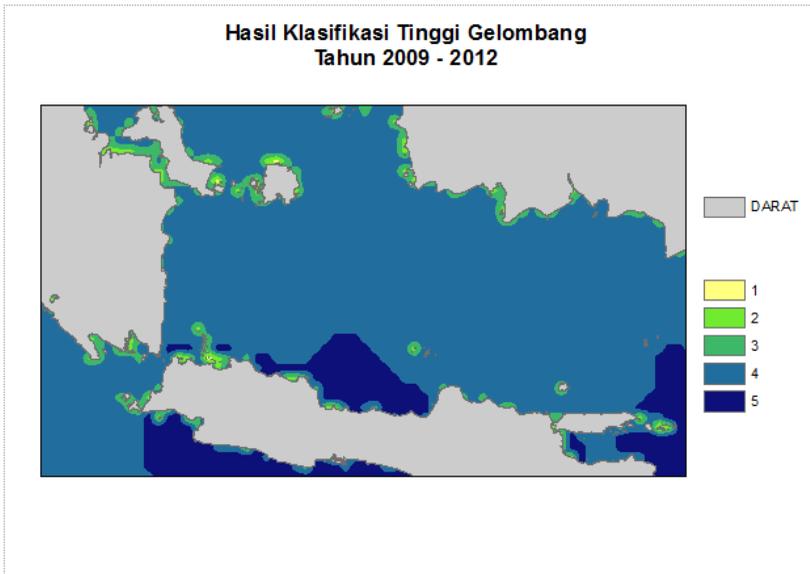
Gambar 4. 21 Hasil klasifikasi data tinggi gelombang 2011

Dari gambar diatas dapat dilihat adanya perubahan warna dari kuning, hijau, hijau toska, biru, hingga biru tua. Perubahan warna tersebut mewakili nilai skala Beaufort, warna kuning mewakili nilai 1 pada skala Beaufort hingga warna biru tua mewakili angka 5 skala Beaufort. Pada tahun 2011 kondisi tinggi gelombang laut Jawa berkisar pada 1 sampai 5 skala Beaufort.



Gambar 4. 22 Hasil klasifikasi data tinggi gelombang 2012

Dari gambar diatas dapat dilihat adanya perubahan warna dari kuning, hijau, biru hingga biru tua. Perubahan warna tersebut mewakili nilai skala Beaufort, warna kuning mewakili nilai 1 pada skala Beaufort hingga warna biru tua mewakili angka 4 skala Beaufort. Pada tahun 2012 kondisi tinggi gelombang laut Jawa berkisar pada 1 sampai 4 skala Beaufort.



gambar 4. 23 Hasil klasifikasi data tinggi gelombang 2009 – 2012

Dari gambar diatas dapat dilihat adanya perubahan warna dari kuning, hijau, hijau toska, biru, hingga biru tua. Perubahan warna tersebut mewakili nilai skala Beaufort, warna kuning mewakili nilai 1 pada skala Beaufort hingga warna biru tua mewakili angka 5 skala Beaufort. Pada tahun 2009 - 2012 kondisi tinggi gelombang laut Jawa berkisar pada 1 sampai 5 skala Beaufort.

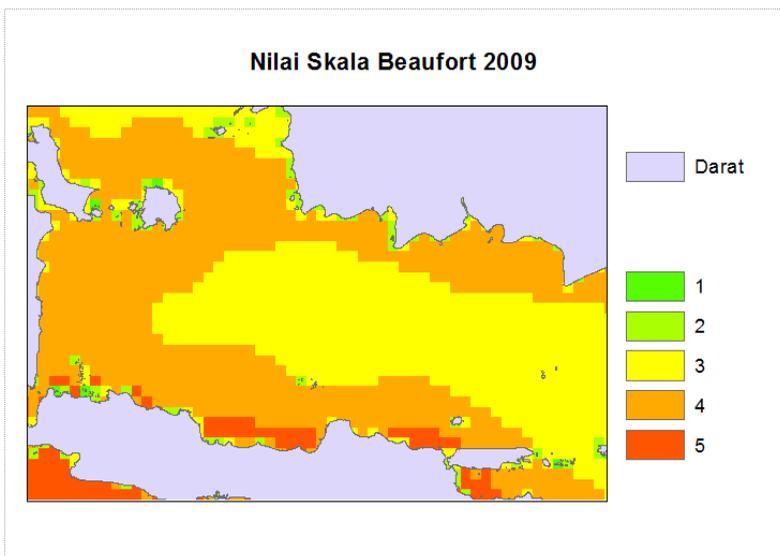
Tabel 4. 4 Tabel hasil klasifikasi tinggi gelombang

Tahun	Tinggi Gelombang Maksimum (m)	Nilai Skala Beaufort
2009	0,921108	4
2010	1,03092	5
2011	1,00085	5
2012	0,894767	4
2009 sampai 2012	1,41857	5

Hasil klasifikasi tinggi gelombang menurut skala Beaufort memperlihatkan nilai kenaikan dari nilai 4 ke nilai 5 pada tahun 2009 ke 2010, nilai konstan pada tahun 2010 ke 2011, dan penurunan pada tahun 2012 dari nilai 5 ke nilai 4 skala Beaufort. Sedangkan nilai gabungan perhitungan tinggi gelombang memperlihatkan nilai 1 sampai 5 skala Beaufort.

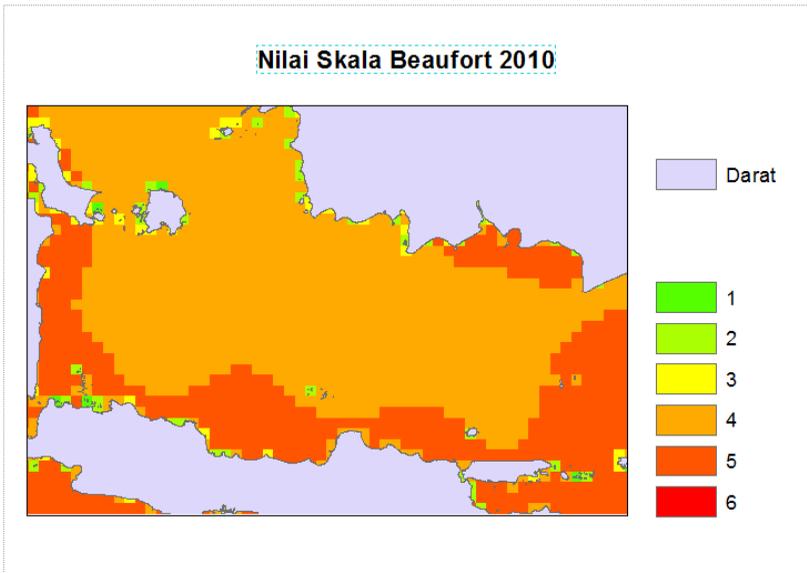
4.5 Analisa Spasial

Analisa spasial menggunakan *tool plus* dari ArcGIS bertujuan untuk mendapat hasil jumlah dari dari masing masing data yang sudah di klasifikasikan. Data yang telah dijumlah akan diklasifikasikan lagi sesuai tabel 3.3. Data Angin dan Gelombang di jumlah terlebih dahulu hasilnya dibagi 2 agar mendapat nilai skala Beaufort rata rata.



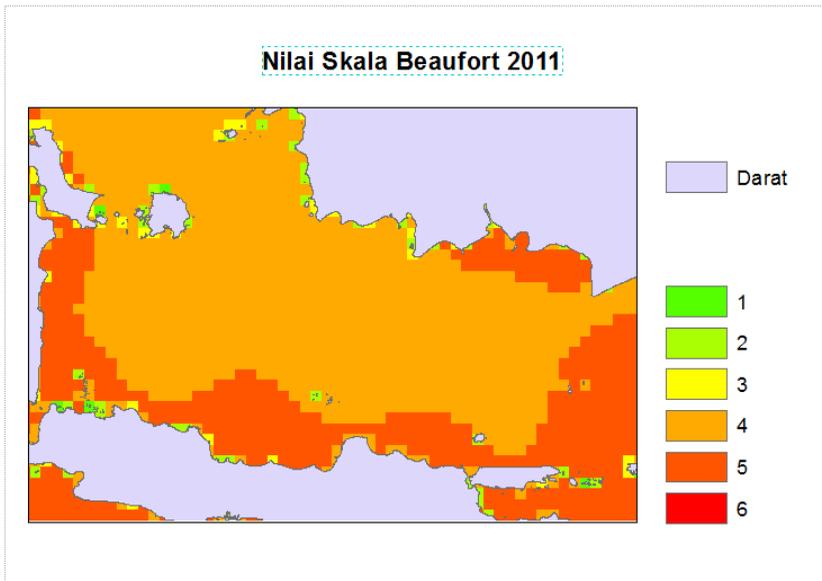
Gambar 4. 24 Nilai skala Beaufort 2009

Gambar 4. 24 memperlihatkan nilai skala Beaufort dari kondisi fisik muka air laut. Perubahan warna dari hijau menuju jingga sesuai dengan peningkatan nilai skala Beaufort. Warna hijau memiliki nilai 1 skala Beaufort sedangkan jingga memiliki nilai 5 skala Beaufort. Pada tahun 2009 laut Jawa memiliki nilai skala Beaufort berkisar pada skala 1 sampai dengan 5 skala Beaufort.



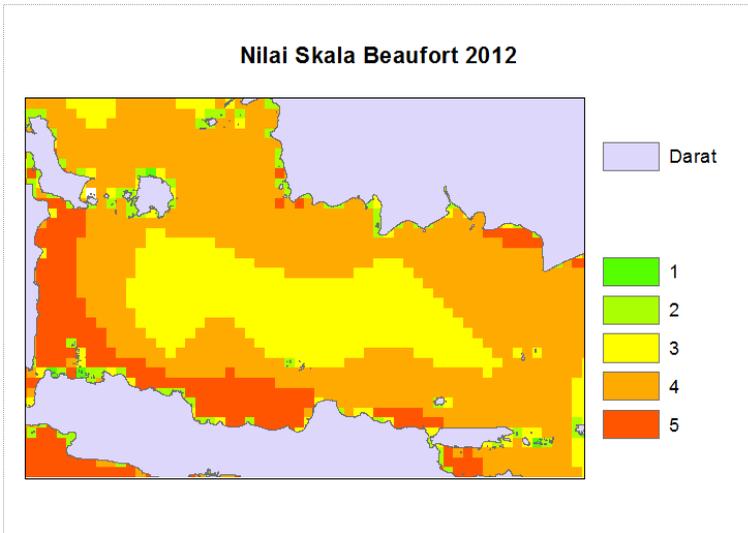
Gambar 4. 25 Nilai skala Beaufort 2010

Gambar diatas memperlihatkan nilai skala Beaufort dari kondisi fisik muka air laut. Perubahan warna dari hijau menuju *jingga* sesuai dengan peningkatan nilai skala Beaufort. Warna hijau memiliki nilai 1 skala Beaufort sedangkan *jingga* memiliki nilai 6 skala Beaufort. Pada tahun 2010 laut Jawa memiliki nilai skala Beaufort berkisar pada skala 1 sampai dengan 6 skala Beaufort.



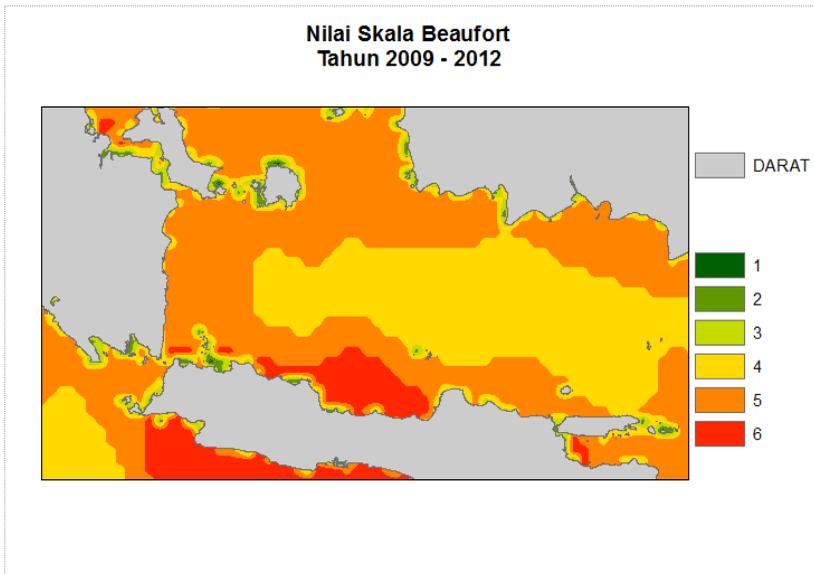
Gambar 4. 26 Nilai skala Beaufort 2011

Gambar diatas memperlihatkan nilai skala Beaufort dari kondisi fisik muka air laut. Perubahan warna dari hijau menuju jingga sesuai dengan peningkatan nilai skala Beaufort. Warna hijau memiliki nilai 1 skala Beaufort sedangkan jingga memiliki nilai 6 skala Beaufort. Pada tahun 2011 laut Jawa memiliki nilai skala Beaufort berkisar pada skala 1 sampai dengan 6 skala Beaufort.



Gambar 4. 27 Nilai skala Beaufort 2012

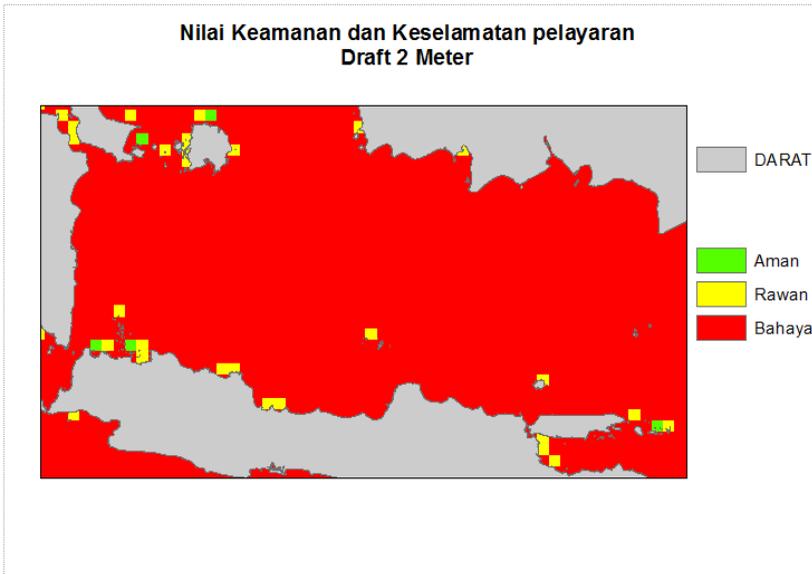
Gambar diatas memperlihatkan nilai skala Beaufort dari kondisi fisik muka air laut. Perubahan warna dari hijau menuju jingga sesuai dengan peningkatan nilai skala Beaufort. Warna hijau memiliki nilai 1 skala Beaufort sedangkan jingga memiliki nilai 5 skala Beaufort. Pada tahun 2012 laut Jawa memiliki nilai skala Beaufort berkisar pada skala 1 sampai dengan 5 skala Beaufort.



Gambar 4. 28 Nilai skala Beaufort 2009 - 2012

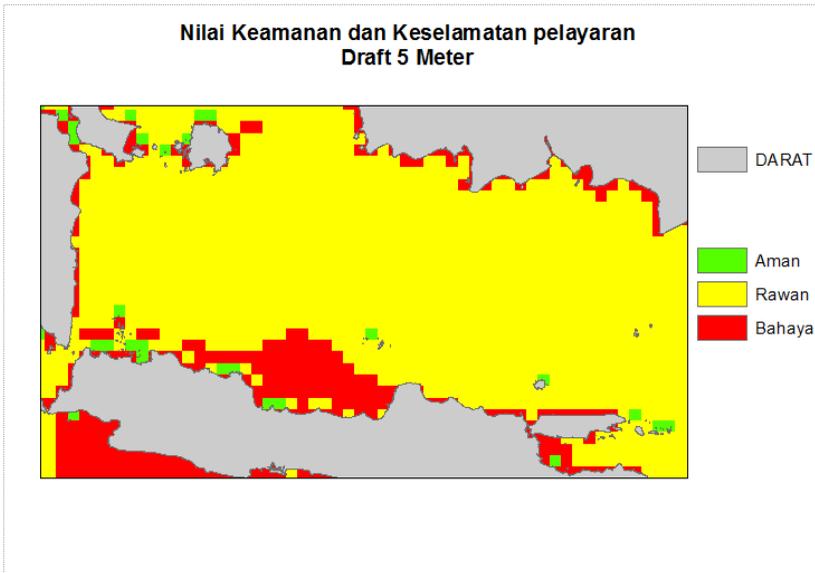
Gambar diatas memperlihatkan nilai skala Beaufort dari kondisi fisik muka air laut. Perubahan warna dari hijau menuju jingga sesuai dengan peningkatan nilai skala Beaufort. Warna hijau memiliki nilai 1 skala Beaufort sedangkan jingga memiliki nilai 6 skala Beaufort. Nilai maksimal skala Beaufort tahun 2009 sampai 2012 di laut Jawa memiliki nilai skala Beaufort berkisar pada skala 1 sampai dengan 6 skala Beaufort.

Dari hasil diatas dapat dilihat bahwa nilai skala Beaufort tahun 2009 dan 2012 berkisar antara 1 sampai 5. Untuk tahun 2010 nilai skala Beaufort berkisar 1 sampai 6. Hasil skala Beaufort kemudian di gabung nilai GEBCO yang telah diklasifikasi untuk mendapat nilai keamanan dan keselamatan. Nilai keamanan dan keselamatan didapat dari kriteria pada tabel 3.3 yaitu berdasarkan pada panjang kapal.



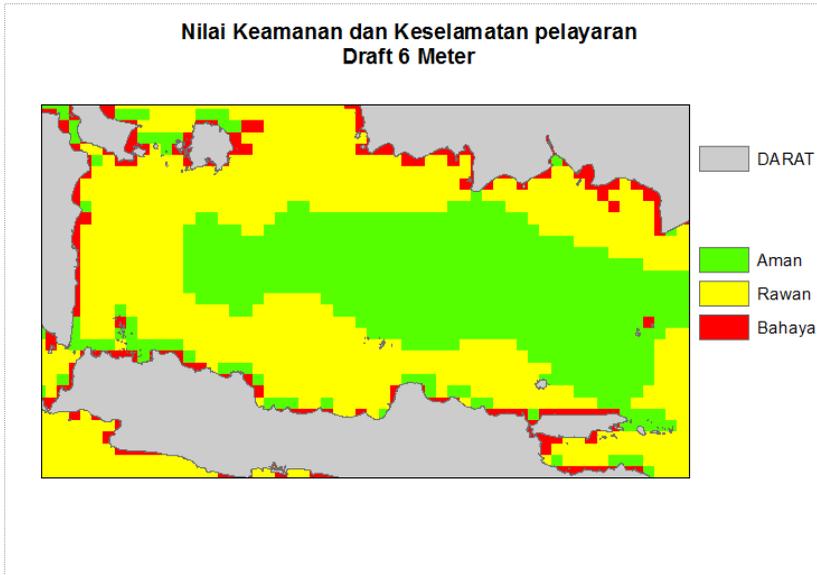
Gambar 4. 29 Nilai keamanan dan keselamatan pelayaran untuk kapal dengan draft 2 meter

Dari gambar diatas warna hijau mewakili daerah yang aman dilalui kapal dengan draft 2 meter. Warna kuning mewakili daerah yang rawan jika dilalui kapal dengan draft 2 meter. Warna merah mewakili daerah yang berbahaya jika dilalui kapal dengan draft 2 meter. Dapat disimpulkan sebagian besar daerah laut Jawa berbahaya untuk dilalui, hal ini diakibatkan kondisi fisik muka air laut tidak mendukung untuk pelayaran kapal kecil. Tinggi gelombang yang melebihi tinggi *freeboard* dapat menyebabkan kapal tergenang air laut.



Gambar 4. 30 Nilai keamanan dan keselamatan pelayaran untuk kapal dengan draft 5 meter

Dari gambar diatas warna hijau mewakili daerah yang aman dilalui kapal dengan draft 5 meter. Warna kuning mewakili daerah yang rawan jika dilalui kapal dengan draft 5 meter. Warna merah mewakili daerah yang berbahaya jika dilalui kapal dengan draft 5 meter. Dapat disimpulkan sebagian besar daerah laut Jawa rawan untuk dilalui, hal ini diakibatkan kondisi fisik muka air laut tidak mendukung untuk pelayaran kapal sedang. Tinggi gelombang yang melebihi tinggi *freeboard* dapat menyebabkan kapal tergenang air laut. Sedangkan untuk daerah pesisir kebanyakan daerah memiliki kedalaman yang kurang dari 5 meter sehingga dapat menyebabkan kapal karam jika dilalui.



Gambar 4. 31 Nilai keamanan dan keselamatan pelayaran untuk kapal dengan draft 6 meter

Dari gambar diatas warna hijau mewakili daerah yang aman dilalui kapal dengan draft 6 meter. Warna kuning mewakili daerah yang rawan jika dilalui kapal dengan draft 6 meter. Warna merah mewakili daerah yang berbahaya jika dilalui kapal dengan draft 6 meter. Dapat disimpulkan sebagian besar daerah laut Jawa relatif aman untuk dilalui, kecuali untuk daerah pesisir yang memiliki kedalaman kurang dari 6 meter. Daerah pesisir berbahaya untuk dilalui kapal besar karena kedalaman yang kurang dapat menyebabkan kapal karam. Sementara untuk kondisi fisik air laut relatif aman untuk kapal besar.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari pembuatan sistem informasi keselamatan dan keamanan pelayaran adalah :

A. Menurut data satelit Jason-2 didapat :

Tabel 5. 1 Hasil perhitungan kecepatan angin dan tinggi gelombang

Tahun	Kecepatan Angin (m/s)	Tinggi Gelombang (m)
2009	1,47668 - 10,2706	0,171768 - 0,921108
2010	1,72312 - 10,1592	0,249082 - 1,03092
2011	1,60039 - 9,95232	0,213353 - 1,00085
2012	1,14274 - 9,57734	0,243166 - 0,894767

Dari tabel 5.1 dapat dilihat pada tahun 2010 terjadi penurunan kecepatan angin sebesar 0,1114 m dan peningkatan tinggi gelombang sebesar 0,109812 m/s dari tahun 2009. Pada tahun 2011 terjadi penurunan kecepatan angin sebesar 0,03007 m dan penurunan tinggi gelombang sebesar 0,20688 m/s dari tahun 2010. Pada tahun 2012 terjadi penurunan kecepatan angin sebesar 0,106083 m dan penurunan tinggi gelombang sebesar 0,37498 m/s dari tahun 2011.

B. Nilai skala Beaufort didapat :

Tabel 5. 2 Hasil nilai skala Beaufort

Tahun	Kecepatan Angin Maksimum (m/s)	Nilai Skala Beaufort	Tinggi Gelombang Maksimum (m)	Nilai Skala Beaufort
2009	10,2706	6	0,921108	4
2010	10,1592	6	1,03092	5
2011	9,95232	6	1,00085	5
2012	9,57734	6	0,894767	4

Hasil klasifikasi kecepatan angin menurut skala Beaufort memperlihatkan nilai yang konstan pada kisaran 1 sampai 6 skala Beaufort.

Hasil klasifikasi tinggi gelombang menurut skala Beaufort memperlihatkan nilai kenaikan dari nilai 4 ke nilai 5 pada tahun 2009 ke 2010, nilai konstan pada tahun 2010 ke 2011, dan penurunan pada tahun 2012 dari nilai 5 ke nilai 4 skala Beaufort.

C. Laut Jawa memiliki kondisi fisik muka air laut skala 1 sampai 6 skala Beaufort. Sehingga untuk kapal kecil dengan draft dibawah 2 m laut Jawa relatif berbahaya untuk pelayaran. Untuk kapal sedang dengan draft 2 sampai 5 meter kondisi fisik muka air laut hanya sedikit mempengaruhi keamanan pelayaran. Sementara untuk kapal besar dengan draft diatas 6 meter laut Jawa relatif aman untuk pelayaran, kecuali daerah pesisir yang dangkal (lihat di lampiran).

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk pengembangan tugas akhir ini antara lain adalah sebagai berikut :

1. Perlu diadakannya data pendukung lain seperti hasil pengamatan langsung kecepatan angin dan tinggi gelombang pada daerah penelitian.
2. Belum adanya acuan khusus tentang keamanan dan keselamatan pelayaran yang berkaitan dengan kondisi fisik muka air laut oleh pemerintah Indonesia.
3. Data satelit Altimetri yang memiliki *cycle* 10 hari kurang mewakili keadaan laut Indonesia yang dinamis perlu diadakan kajian perbandingan dengan data satelit windwave 5 yang sering diugnakan oleh BMKG.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H. Z. 2001. *Geodesi Satelit*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. 2014. *Peta Prakiraan Gelombang Maximum*. 18 desember. Diakses desember 2014, 2014. http://maritim.bmkg.go.id/index.php/main/peta_prakiraan/peta_gel_max.
- Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan. 2008. *Undang Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2008*. www.bpkp.go.id.
- CLS. 2015. 3.1.2.3. *Altimetric measurements over the ocean*. Diakses Mei 14, 2015. http://www.altimetry.info/html/alti/principle/waveform/ocean_en.html.
- Danoedoro, Projo. 1996. *Pengolahan Citra Digital Teori dan Aplikasinya dalam Bidang Penginderaan Jauh*. Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- ESRI. 2012. *Arcgis Help*. 8 Agustus. Diakses Mei 14, 2015. <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#/009z00000096000000>.
- GEBCO. 2015. *GEBCO OVERVIEW*. 15 MEI. http://www.gebco.net/about_us/overview/.
- Google. 2015. *Google maps*. Diakses mei 20, 2015. <https://www.google.co.id/maps/place/Laut+Jawa/@-5.1823426,111.9756963,7z/data=!3m1!4b1!4m2!3m1!1s0x2e751fc11165d059:0xcc8292d557cc9f77?hl=id>.
- Gross, M. G. 1990. *Oceanography : A View Of The Earth* . new jersey: Inc. Englewood Cliff.

- Handoko, Eko Yuli. 2004. "Satelit Altimetri dan Aplikasinya dalam Bidang Kelautan." *Pertemuan Ilmiah Tahunan I*. Surabaya: Teknik Geodesi-ITS. 137-144.
- Laksono, Catur Paminto. 2012. *Pembuatan Sistem Informasi Kelautan Berbasis Web (Studi Kasus Wilayah Pesisir dan Pantai di Selat Madura*. Surabaya: ITS Press.
- Maulana, Dito Jelang. 2014. *Pemodelan Arus Laut Permukaan Perairan Indonesia Dengan Menggunakan Data Satelit Altimetri Jason-2 2009-2012 (Studi Kasus : Perairan Indonesia)*. Surabaya: ITS press.
- Prahasta, Eddy. 2001. *Konsep-Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis*. Bandung: CV. Informatika.
- Satellite Applications and Research. 2012. *Radar Altimeter Database System*. mei 12. Diakses Desember 18, 2014. http://www.star.nesdis.noaa.gov/sod/lsa/SeaLevelRise/LSA_SLR_rads.php.
- Seeber, Gunter. 2003. *Satellite Geodesy*. Berlin: Walter de Gruyter.
- Stewart, Robert H. 2008. *Introduction To Physical Oceanography*. Texas: Department of Oceanography Texas A & M University.
- Traon, Pierre-Yves Le. 2007. *Satelite Altimetry*. Dimainkan oleh Pierre-Yves Le Traon. 2nd Advance Training Course in Ocean Remote Sensing, hangzou. 15-20 oktober.
- Triatmojo, Bambang. 2009. *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- WDCS. 2015. "WDCS Beaufort Sea State." *WDCS*. 16 mei. http://www.wdcs.org/submissions_bin/WDCS_Shorewatch_Seastate.pdf.
- Wikipedia. 2015. *Beaufort Scale*. Diakses Mei 15, 2015. http://en.wikipedia.org/wiki/Beaufort_scale.

Wulan, Maya Nawang, dan Linda Triatna. 2014. *Bisnis Tempo.co*.
24 Mei. Diakses November 6, 2014.
<http://www.tempo.co/read/news/2014/05/24/090580065/>
Konsep-Tol-Laut-Jokowi-Picu-Kontroversi.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 PERHITUNGAN KECEPATAN ANGIN DAN
TINGGI GELOMBANG MENGGUNAKAN BRAT (BASIC
RADAR ALTIMETRY TOOLBOX)

LAMPIRAN 2 PETA ZONASI KEAMANAN DAN
KESELAMATAN PELAYARAN LAUT JAWA

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Dean Rudityo Aji, dilahirkan di Kota Probolinggo, 3 September 1992. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN SUKABUMI 2 PROBOLINGGO, SMPN 1 PROBOLINGGO, SMAN 3 MALANG dan memilih untuk melanjutkan kuliah S-1 dengan mengikuti SNMPTN dan diterima di Jurusan Teknik

Geomatika – FTSP ITS Surabaya dengan NRP 3511-100-045. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di berbagai kegiatan organisasi di Kampus ITS. Jabatan yang pernah diamanatkan antara lain : Staff Kementerian PSDM BEM ITS 2012-2013 dan Asisten Dirjen Pelatihan Kementerian PSDM BEM ITS. Dalam menyelesaikan kuliah S-1, penulis memilih bidang keahlian Geodinamika dan Lingkungan dengan mengambil judul “Pembuatan Sistem Informasi Keselamatan dan Keamanan Pelayaran Berbasis Web Menggunakan Data Satelit Altimetri (Studi Kasus : Laut Jawa)” Dengan penelitian ini penulis semoga dapat berguna untuk pembaca dalam penelitian dengan menggunakan Satelit Altimetry dan segala penelitian terkait kelautan, serta dapat menjadi rekomendasi pemerintah dalam membuat kebijakan terkait sektor kelautan. Penulis berharap selalu bisa berkarya dan memberikan manfaat bagi orang disekitar, lingkungan sekitar, maupun untuk negeri ini.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”