

**PREDIKSI DAMPAK KENAIKAN MUKA AIR LAUT AKIBAT PERUBAHAN  
IKLIM TERHADAP HABITAT PENELURAN PENYU DI PANTAI GOA CEMARA  
KABUPATEN BANTUL, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

**SKRIPSI  
PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN  
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

**Oleh:**

**DYAN FARIDHA MUKHTAR**

**155080601111005**



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN  
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2019**

**PREDIKSI DAMPAK KENAIKAN MUKA AIR LAUT AKIBAT PERUBAHAN  
IKLIM TERHADAP HABITAT PENELURAN PENYU DI PANTAI GOA CEMARA  
KABUPATEN BANTUL, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

**SKRIPSI**

**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN**

**JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Kelautan

Di Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan

Universitas Brawijaya

Oleh:

**DYAN FARIDHA MUKHTAR**

**155080601111005**



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN**

**JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2019**

LEMBAR PENGESAHAN

PREDIKSI DAMPAK KENAIKAN MUKA AIR LAUT AKIBAT  
PERUBAHAN IKLIM TERHADAP HABITAT PENELURAN PENYU DI PANTAI  
GOA CEMARA KABUPATEN BANTUL, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Oleh:

DYAN FARIDHA MUKHTAR  
NIM. 155080601111005

Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1

(Dr. H. Rudianto, M.A.)

NIP. 19570715 198603 1 024

Tanggal:

23 DEC 2019

Dosen Pembimbing 2

(Andik Isdianto, ST., MT.)

NIP. 201309 8209281 001

Tanggal:

23 DEC 2019

Mengetahui,

Ketua Jurusan

Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan dan Kelautan

(Dr. Eng Abu Bakar Sambah, S.Pi., MT.)

NIP. 19780717 200502 1 004

Tanggal:

23 DEC 2019



## UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam proses penyusunan proposal usulan skripsi, penulis dapat menyelesaikannya dengan baik karena adanya berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ucapkan rasa terimakasih kepada:

1. Puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tanpa adanya hambatan.
2. Kedua orangtua yang selalu memberikan dukungan dan doa sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan proposal usulan skripsi dengan lancar.
3. Bapak Dr. H. Rudianto M. A selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan, masukan, serta saran dalam proses penyusunan proposal usulan skripsi.
4. Bapak Andik Isdianto, ST., MT. selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan, masukan, serta saran dalam proses penyusunan proposal usulan skripsi.
5. Abang Supriadi Sihotang sahabat tersayang serta teman kosan CORODEWANDARU yang telah memberikan dukungan begadang untuk mengerjakan laporan skripsi dan do'a kepada penulis sehingga penulis selalu semangat dalam menyelesaikan proposal skripsi ini.
6. Grup BIOERODER yang selalu bekerja sama dalam memberikan semangat hingga penulis terpacu untuk segera menyelesaikan proposal skripsi ini.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi yang berjudul “Prediksi Dampak Kenaikan Muka Air Laut Akibat Perubahan Iklim Terhadap Habitat Peneluran Penyu Di Pantai Goa Cemara Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta”. Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk dapat memperoleh gelar Sarjana Kelautan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada beberapa pihak yang ikut membantu dan memberi dukungan dalam penyusunan Laporan skripsi ini, sehingga penulisan proposal ini diberi kelancaran dan kemudahan. Akhir kata penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak lepas dari kekurangan. Semoga proposal ini bisa bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Malang, 5 November 2019

Penulis

## RINGKASAN

**Dyan faridha Mukhtar.** Skripsi tentang Prediksi Dampak Kenaikan Muka Air Laut Akibat Perubahan Iklim Terhadap Habitat Peneluran Penyu Di Pantai Goa Cemara Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta (dibawah bimbingan **Dr. H. Rudianto** dan **Andik Isdianto**).

---

Dampak perubahan iklim adalah perubahan permukaan air laut yang di akibatkan oleh perubahan permukaan air laut yang di akibatkan oleh perubahan lapisan es utama dunia yaitu kutub. Denga kenaikan suhu yang berlangsung terus menerus akan mengakibatkan naiknya paras muka air laut yang secara tidak lansung akan mengurangi luasan kawasan pesisir. Kenaikan muka air laut akan membuat garis pantai bergeser seiring dengan perubahan pola pasang surut. Perubahan garis pantai akan mengubah pola struktur komonitas yang berada di daerah pesisir.

Penyu merupakan salah satu hewan yang memerlukan pantai dalam siklus hidupnya dan sangat berpengaruh dengan adanya perubahan ini dengan adanya perubahan tersebut dapat membuat penyu tersebut terancam. Secara internasional penyu merupakan hewan yang terdaftar dalam CITES dalam Appendiks I yang dimana penyu terlarang untuk segala pemanfaatan dan perdagangan. Semua jenis penyu dikelompokan sebagai *Endangered species* dalam IUCN (*International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources*) *Red List* yakni spesies yang dalam waktu dekat sangat beresiko mengalami kepunahan sehingga konservasi penyu merupakan salah satu upaya untuk mengurangi tingkat kepunahan.

Dinamika yang terjadi di kawasan pesisir akan berpengaruh terhadap siklus kehidupan penyu terutama pada fase berkembangbiak. Proses dinamika yang dapat mempengaruhi kehidupan penyu adalah kenaikan muka air laut yang perlahan akan menyebabkan pengurangan pada kawasan pesisir sehingga dapat berpengaruh juga dengan kawasan peneluran penyu. Pantai Goa Cemara merupakan pantai dengan gerak konservasi penyu memerlukan kajian secara fisik di masa depan.

Pada penelitian ini menghubungkan data karakteristik pantai seperti kondisi fisik (topografi, garis pantai, kemirigan pantai) dan ekosistem pantai (tutupan vegetasi, jenis dan ukuran pasir, data dan lokasi peneluran penyu) dengan skenario kenaikan muka air laut yang dimodelka menggunakan pendekatan *Zero side rule* untuk mengetahui dampak kenaikan muka air laut. Hasil pemodelan tersebut akan menampilkan gambaran kondisi Pantai Goa Cemara dengan kenaikan muka air laut hingga tahun 2100.

Kenaikan suhu antara 1,5°C hingga 5°C akan membawa kemungkinan naiknya permukaan air laut setinggi 0,20 m hingga 1,65 m. Pada skenario kenaikan muka air laut 1,95 di perkirakan akan menggenangi Pantai Goa Cemara hingga 57.34 % untuk keseluruhan habitat peneluran penyu. Kondisi ini akan mempengaruhi kondisi suhu dan kelembaban pasir. Usaha konservatif akan lebih baik jika di fokuskan pada aspek-aspek yang menunjang keberhasilan penetasan telur penyu dan mempertimbangkan keseimbangan rasio jenis kelamin penyu agar kemungkinan penyu datang di masa depan.

## DAFTAR ISI

<b>UCAPAN TERIMAKASIH.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>v</b>
<b>RINGKASAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xi</b>
<b>I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat.....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Karakteristik Habitat Peneluran Penyu .....	5
2.2 Dinamika Kawasan Pesisir.....	7
2.2.1 Dinamika Kawasan Pesisir Terhadap Habitat Peneluran Penyu ...	7
2.2.2 Arus.....	8
2.2.3 Angin.....	8
2.2.4 Gelombang .....	9
2.2.5 Pasut.....	9
2.2.6 Elevasi Pasang Surut .....	10
2.3 Kenaikan tinggi muka air laut ( <i>Sea Level Rise</i> ).....	11
2.4 Pemodelan genangan air .....	12
2.4.1 Garis Pantai .....	14
2.4.2 DEM ( <i>Digital Elevation Model</i> ) .....	14
<b>III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>16</b>
3.1 Lokasi Penelitian .....	16
3.2 Alat dan Bahan.....	16
3.2.1 Alat.....	16
3.2.2 Bahan.....	17
3.3 Alur Penelitian .....	18
3.4 Metode pengumpulan data .....	19
3.4.1 Karakteristik fisik pantai.....	19
3.4.2 Ekosistem Pantai .....	22
3.5 Pengolahan data .....	24
3.5.1 Pemodelan genangan air akibat kenaikan tinggi muka air laut.....	24
<b>VI. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>26</b>
4.1 Kondisi Umum Pantai Goa Cemara.....	26
4.2 Karakteristik Pantai Goa Cemara .....	28
4.2.1 Topografi Pantai Goa Cemara .....	28
4.2.2 <i>Tracking</i> Garis Pantai .....	29
4.2.3 Kemiringan Pantai .....	31
4.2.4 Pasang Surut.....	35
4.2.5 Angin, Gelombang dan Arus .....	37
4.3 Ekosistem Pantai Goa Cemara.....	39
4.3.1 Tutupan Vegetasi .....	40



4.3.2	Jenis dan Ukuran pasir.....	42
4.3.3	Data dan Lokasi Peneluran.....	43
4.4	Prediksi Genangan Air.....	45
4.4.1	Pemodelan Genangan.....	45
4.4.2	Pengurangan Luasan Kawasan Zona Peneluran.....	49
4.4.3	Rencana strategi pengelolaan habitat peneluran penyu.....	51
<b>V.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>53</b>
5.1	Kesimpulan.....	53
5.2	Saran.....	54
	<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>55</b>
	<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>60</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Peta Lokasi Penelitian .....	16
2. Alur penelitian .....	18
3. Klasifikasi ukuran butir sedimen .....	23
4. Rumah Konservasi Penyu Pantai Goa Cemara.....	27
5. Peta zonasi aktivitas pendaratan penyu.....	28
6. Peta topografi pantai goa cemara .....	29
7. Peta garis pantai .....	30
8. Kemiringan .....	32
9. Grafik Pasang Surut Bulan Maret 2019.....	37
10. Hasil pengolahan data angin .....	38
11. Grafik tinggi gelombang .....	38
12. Peta Persebaran Arus.....	39
13. Ekosistem pantai goa cemara .....	40
14. Jenis vegetasi: A) Cemara udang ( <i>Casuarina equisetifolia</i> ); B) Rumput berlari ( <i>Spinifex littoreus</i> ); C) Widuri ( <i>Calantrapis giganteoni</i> ); D) Pandan pandanan ( <i>Pandanus sp.</i> ); dan E) Tapal Kuda ( <i>Ipomoea pes-caprae</i> ) .....	41
15. Presentase ukuran butir sedimen.....	43
16. Peta zona aktivitas pendaratan penyu .....	45
17. Prediksi genangan 0,82 m .....	46
18. Prediksi genangan 1,36 m .....	47
19. Prediksi genangan 1,65 m .....	47
20. Prediksi genangan 1,95 m .....	48
21. Grafik Genangan titik 1 .....	50

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Klasifikasi Karakteristik .....	7
Tabel 2. Alat Penelitian .....	17
Tabel 3. Bahan Penelitian .....	17
Tabel 4. Profil kemiringan .....	32
Tabel 5. Kemiringan data lapang .....	34
Tabel 6. Hasil konstanta harmonik pasang surut .....	35
Tabel 7. Nilai perhitungan konstanta harmonik .....	36
Tabel 8. Pendaratan penyu .....	44
Tabel 9. Luasan genangan .....	49
Tabel 10. Komponen harmonik .....	61



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Tacking Garis Pantai.....	60
2. Pengambilan Sedimen.....	60
3. Hasil pengukuran sedimen .....	61



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Salah satu dampak perubahan iklim adalah perubahan kenaikan permukaan air laut yang diakibatkan oleh perubahan lapisan es utama dunia yaitu Kutub Utara dan Kutub Selatan (Hakim dan Anjasmara, 2016). Perubahan iklim dapat memicu beberapa bahaya alam dilingkungan laut dan pesisir yang diidentifikasi dan dikaji oleh *Working Group I* dari *The Intergovernmental Panel on Climate Change (WG1- IPCC)* sebagai 1) Kenaikan suhu air laut, 2) Peningkatan frekuensi dan intensitas kejadian cuaca ekstrim, 3) Perubahan pola variabilitas iklim alamiah yang menimbulkan bahaya lanjutan berupa perubahan pola curah hujan, aliran sungai, angin dan arus laut, 4) Kenaikan tinggi muka air laut (IPCC, 2014). Kenaikan suhu yang berlangsung terus menerus akan mengakibatkan naiknya paras muka laut yang secara tidak langsung akan mengurangi luasan kawasan pesisir (Syahailatua, 2008). Secara fisik, kenaikan muka air laut akan membuat garis pantai maju seiring dengan perubahan pola pasang dan surut. Perubahan garis pantai merupakan batas antara komunitas perairan dengan daratan yang akan mengubah pola struktur komunitas di belakang garis pantai secara nyata. Penyu merupakan salah satu hewan yang memerlukan pantai dalam siklus hidupnya dan sangat terpengaruh dengan perubahan ini dengan adanya perubahan hal ini akan membuat habitat penyu tersebut terancam dan menyebabkan tingkat kepunahan cepat (Pratomo dan Apdillah, 2010).

Penyu merupakan hewan reptil yang hampir seluruh masa hidupnya berada di lautan. Penyu termasuk binatang ovipar, pembuahan telur berlangsung dalam tubuh induk. Penyu termasuk ke dalam Filum Chordata, Kelas Reptilia dan

Ordo Testudinaria. Penyu dewasa akan mengalami periode musim kawin dengan cara melakukan migrasi ke sekitar pantai peneluran. Induk penyu meletakkan telur - telurnya di dalam timbunan pasir dan meninggalkan telur-telur tersebut untuk selanjutnya melanjutkan siklus hidupnya. Secara Internasional penyu merupakan hewan yang terdaftar dalam CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*) dalam *Appendiks I* sehingga penyu terlarang untuk segala` pemanfaatan dan perdagangan. Secara nasional penyu ini dilindungi seperti yang diamanatkan pada UU No. 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistem dan PP Nomor 7 tahun 1999 tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwa Liar, bahwa penyu bagian-bagian tubuhnya termasuk telur merupakan satwa yang dilindungi oleh Negara dan dibatasi pemanfaatannya. Semua jenis penyu dikelompokkan sebagai *Endangered species* dalam IUCN (*International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources*) *Red List* yakni spesies yang dalam waktu dekat sangat beresiko mengalami kepunahan sehingga konservasi penyu merupakan salah satu upaya untuk mengurangi tingkat kepunahan (Apdillah *et al.*, 2009).

Pantai dengan profil yang sesuai akan selalu menjadi habitat peneluran dan penyu sangat bergantung oleh kondisi pantai tersebut. Kondisi yang sesuai dalam peneluran penyu memiliki persyaratan umum antara lain pantai mudah dijangkau dari laut dan posisi yang cukup tinggi untuk mencegah telur terendam oleh air pasang, pasir pantai relative (*loose*) serta berukuran sedang untuk mencegah runtuhnya lubang sarang pada saat pembentukannya. Pemilihan lokasi ini untuk agar telur berada dalam lingkungan bersalinitas rendah dan lembab (Rofiah *et al.*, 2012). Spesifikasi khusus lokasi peneluran tidak dapat dipastikan, karena setiap proses peneluran tidak dilakukan disatu sudut atau terkonsentrasi. Perubahan jenis pantai yang disebabkan oleh perubahan iklim dapat meningkatkan kelembaban, banjir erosi pantai tempat bertelur penyu. Dampak dari

perubahan iklim atau pemanasan global dapat mempengaruhi kondisi sarang penyu dan menurunkan populasi penyu (Patino *et al.*, 2014).

Penyelamatan penyu menjadi perhatian kelompok Konservasi Mino Raharjo di Pantai Goa Cemara, Bantul, Yogyakarta. Kondisi Pantai Selatan Jawa yang berbatasan langsung dengan samudera Hindia menjadikan kondisi pantai yang dinamis sehingga baik untuk dikaji secara dalam. Kawasan konservasi yang berada di pantai Goa Cemara harus mendapat perhatian pula. Pantai Goa Cemara terdapat kegiatan konservasi terhadap penyu kelompok Konservasi Penyu Mino Raharjo di Pantai Goa Cemara Patihan Gadingsari Sanden Bantul yang berdiri sejak 2010 telah melaksanakan upaya konservasi tersebut dengan penyelamatan telur penyu dari pemangsa alami dan perburuan manusia, penetasan telur penyu di sarang semi alami sederhana, dan pelepasan tukik ke laut. Namun dengan kondisi yang dinamis membuat kawasan konservasi di Pantai Goa Cemara tersebut berpotensi mengalami perubahan kondisi oseanografi akibat berbagai hal dan menjadi penting untuk kawasan konservasi tersebut (Budiantoro, 2017). Hal tersebut menunjukkan bahwa penelitian mengenai habitat penyu khususnya habitat peneluran akan relevan dengan pengamatan dinamika pantai yang menyebabkan pengurangan pada habitat penyu secara khusus.

## 1.2 Rumusan Masalah

Pengaruh perubahan iklim dengan kenaikan muka air laut yang terjadi dengan seiring meningkatnya suhu global akan mengakibatkan masalah bagi komunitas ekologi pesisir dengan bergesernya batas laut dan daratan. Pantai Goa Cemara merupakan sebuah pantai yang menjadi habitat penyu untuk mendarat dan bertelur yang dimana pantai ini berhadapan langsung dengan Samudera Indonesia yang dinamis. Berdasarkan latar belakang penelitian, maka dirumuskan masalah sebagai berikut:

Bagaimana hasil prediksi area habitat peneluran penyu yang hilang akibat kenaikan tinggi muka air laut di Pantai Goa Cemara?

1. Bagaimana dampak kenaikan tinggi muka air laut terhadap habitat peneluran penyu di Pantai Goa Cemara?
2. Bagaimana Strategi terhadap pengurangan habitat peneluran penyu?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Dengan rumusan masalah yang ada maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk:

1. Mengetahui dampak prediksi kenaikan tinggi muka air laut terhadap habitat peneluran penyu di Pantai Goa Cemara.
2. Mengetahui luas genangan dan luas habitat yang terdampak akibat kenaikan tinggi muka air laut di Pantai Goa Cemana.
3. Menyusun rencana strategi terhadap pengurangan habitat peneluran penyu.

### **1.4 Manfaat**

Adapun kegunaan dari penelitian ini dapat digunakan untuk mengetahui daerah habitat peneluran penyu yang beresiko terendam di Pantai Goa Cemara akibat perubahan fenomena kenaikan tinggi muka air laut, serta dapat mengetahui solusi agar habitat tempat peneluran penyu tidak tenggelam akibat kenaikan tinggi muka air laut. Selain itu, penelitian ini diharapkan mampu digunakan acuan untuk mengembangkan konservasi penyu yang ada di Pantai Goa Cemara.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Karakteristik Habitat Peneluran Penyu

Penyu laut merupakan reptil yang hidup di laut serta mampu bermigrasi dalam jarak yang jauh disepanjang kawasan Samudera Hindia, Samudera pasifik dan Asia tenggara (Yulmeirina *et al.*, 2016). Populasi penyu semakin berkurang sehingga terancam punah. Terdapat 7 spesies penyu, yaitu 6 spesies ditemukan di perairan laut Indonesia yaitu penyu hijau (*Chelonia mydas*), penyu belimbing (*Dermochelys coriacea*), penyu pipih (*Chelonia depressa*), penyu sisik (*Eretmochelys imbricata*), penyu tempayan (*Caretta caretta*) dan penyu abu-abu (*Lepidochelys olivacea*). Pemerintah Indonesia telah berusaha melindungi penyu dari kepunahan dengan menerbitkan Peraturan Pemerintah No. 7 Tahun 1999 tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwa, dalam peraturan pemerintah tersebut ditetapkan semua jenis penyu dilindungi (Manurung, 2015). Struktur komunitas pantai yang digunakan oleh penyu meliputi hutan mangrove, laguna, estuari dan *sand dune system* (The Sea Turtle Conservancy, 2015).

Pembangunan daerah pesisir akan menyebabkan berkurangnya habitat penyu untuk bersarang (Ario *et al.*, 2016). Menurut Budapest (2008), aktivitas manusia akan sangat mempengaruhi populasi penyu yang dimana populasi yang dimaksud adalah populasi suara dan cahaya karena kedua ini mempengaruhi suasana penyu saat bertelur. Cahaya alami dimana cahaya bintang dan bulan yang akan menjadi acuan bagi penyu untuk kembali, dengan adanya populasi cahaya buatan yang manusia timbulkan akan mengganggu orientasi penyu untuk kembali. Populasi suara yang akan menyebabkan stress pada hewan dan akan meningkatkan rasio kematian akibat interaksi yang tidak seimbang. Efek suara antropogenik pada organisme laut dapat berpengaruh terhadap kematian

tergantung perbedaan intensitas dan frekuensi kebisingan serta jarak sumber kebisingan.

Penyu memiliki syarat umum untuk melakukan peneluran yaitu pantai yang mudah dijangkau dari laut, pasir relatif berukuran sedang untuk mencegah runtuhnya lubang sarang saat pembentukan sarang, kemudian posisi pantai yang tinggi agar dapat mencegah sarang terendam oleh air. Pantai dengan kondisi struktur vegetasi sangat berperan untuk melindungi telur dari paparan sinar matahari langsung dan mencegah perubahan suhu yang tajam serta melindungi sarang dari predator (Ibrahim *et al.*, 2016). Menurut Nuitja (1992), penyu akan membuat sarang di bawah pandan laut (*Pandanus tectorius*) karena sistem peranakan pandan laut meningkatkan kelembaban pasir dan kestabilan pada pasir sehingga memberi rasa aman pada penyu saat akan melakukan penggalian sarang. Vegetasi yang didominasi dengan jenis tanaman Tapal Kuda (*Ipomoea pes-caprae*) yang merambat merupakan habitat yang disukai sebagai lokasi peneluran. Kemiringan pantai sangat berpengaruh dalam proses peneluran penyu dan akan memudahkan penyu untuk mendarat dan membuat sarang. Menurut nilai kemiringan kurang dari 30° termasuk ke kondisi landai yang sesuai bagi habitat peneluran penyu karena kondisi landai dapat memudahkan penyu untuk mencapai tempat penelurannya selain itu penyu biasa meletakkan sarangnya berjarak 30 sampai 80 meter di atas pasang terjauh.

Secara umum definisi keterkaitan parameter – parameter tersebut dijelaskan oleh (Segara, 2008) didapat klasifikasi kesesuaian untuk karakteristik pantai sebagai kawasan peneluran penyu ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Karakteristik

No	Biofisik	Karakteristik pantai yang sesuai sbagai habitat penyu	Sumber
1	Kemiringan	< 30°	(Dharmadi dan Wiadnyana, 2008)
2	Lebar Pantai	>30-80 m dari pasang terjauh	(Nuitja, 1992)
3	Komposisi Pasir	≥ 90% Pasir	(Nuitja, 1992)
4	Besar Butir Pasir	0,18 - 0,21 mm (Halus – Sedang)	(Nuitja, 1992)
5	Suhu Substrat	28°– 35°	(Dharmadi dan Wiadnyana, 2008)
6	Vegetasi	Didominasi oleh vegetasi tapal kuda ( <i>Ipomea pascaprae</i> ), Pandan Laut ( <i>Pandanus tectonus</i> ), dan Pohon Waru Laut ( <i>Thespesia populnea</i> )	(Nuitja, 1992)
7	Cuaca	Cerah – Curah hujan rendah	(Nuitja, 1992)
8	Suasa	Sunyi, Tidak terdapat penyinaran, Tidak terdapat aktivitas manusia	(Dharmadi dan Wiadnyana, 2008)

## 2.2 Dinamika Kawasan Pesisir

### 2.2.1 Dinamika Kawasan Pesisir Terhadap Habitat Peneluran Penyu

Menurut Patino *et al.* (2014), menyebutkan bahwa dampak pemanasan global dapat mempengaruhi kelangsungan hidup sarang penyu, dimana perkembangan embrio dipengaruhi oleh kadar air dan suhu dalam pasir pada sebagian besar reptil, termasuk penyu sehingga memberikan kontribusi terhadap penurunan populasi penyu yang terancam punah. Keberlangsungan hidup penyu untuk mengidentifikasi habitat sudah lama dipelajari, namun zona pesisir tetap menjadi salah satu lingkungan yang dilindungi. Pengembangan kawasan pesisir yang tak terkendali menjadi masalah untuk konservasi penyu di beberapa daerah

Penelitian Garcia *et al.* (2015), kenaikan muka air laut akibat perubahan iklim dengan meningkatnya suhu bumi membuat pantai yang digunakan untuk bersarang atau habitat penyu menunjukkan hilangnya sekitar 54% dari populasi penyu. Perubahan kondisi sarang dan lokasi pencarian makanan akibat kegiatan

perikanan, eksplorasi berlebih dan perubahan habitat menambah pula ancaman berat bagi penyu untuk bertumbuh dan reproduksi. Dinamika atas perubahan pantai akibat kenaikan muka air laut, perubahan garis pantai, sedimentasi dan beberapa lainnya, merupakan pemicu akan perubahan habitat kehidupan penyu.

### 2.2.2 Arus

Arus adalah gerakan air yang mengakibatkan perpindahan horizontal dan vertikal massa air, sehingga dimungkinkan menimbulkan fenomena – fenomena perairan. Pertemuan massa perairan menghasilkan berbagai fenomena oseanografi yang disebabkan oleh banyak faktor alam. Arus laut dapat mempengaruhi karakteristik perairan di Indonesia adalah arus laut yang dibangkitkan oleh angin dan pasang surut (Sugianto, 2007). Berdasarkan penelitian Ayunarita *et al.*, (2017) menjelaskan bahwa arus, pasang surut dan gelombang merupakan parameter penting dalam dinamika perairan karena memberi pengaruh terhadap wilayah pesisir dan laut. Penelitian untuk pengolahan arus dilakukan untuk mengetahui pola pergerakan arus yang terjadi di Pantai Goa Cemara.

### 2.2.3 Angin

Angin yang berhembus di atas permukaan air laut akan memindahkan energinya ke air. Kecepatan angin akan menimbulkan tegangan pada permukaan laut, sehingga permukaan air yang semula tenang akan terganggu dan timbul gelombang kecil di atas permukaan air laut. Apabila kecepatan angin bertambah, semakin besar dan apabila angin berhembus terus akhirnya akan terbentuk gelombang. Semakin lama dan semakin kuat angin berhembus, semakin besar gelombang yang terbentuk. Kecepatan angin dinyatakan dalam knot. Satu knot adalah panjang satu menit garis bujur yang melalui katulistiwa yang ditempuh dalam satu jam, atau  $1 \text{ knot} = 1,852 \text{ km/jam} = 0,5144 \text{ m/det}$ . Data angin dicatat

tiap jam sehingga dapat diketahui kecepatan tertentu dan durasinya, kecepatan angin maksimum, arah angin dan dapat dihitung kecepatan angin rerata harian (Hidayat, 2005).

#### 2.2.4 Gelombang

Gelombang laut adalah pergerakan naik turunnya air laut dengan arah tegak lurus permukaan air laut yang membentuk kurva atau grafik sinusoidal. Gelombang laut timbul karena adanya gaya pembangkit yang bekerja pada permukaan laut. Gelombang yang terjadi di laut dapat diklasifikasikan menjadi beberapa macam berdasarkan gaya pembangkit. Gaya pembangkit tersebut berasal dari angin, gaya tarik menarik bumi, bulan dan matahari atau yang disebut dengan gelombang tidal atau pasang surut (Kurniawan, 2012). Angin yang bertiup di permukaan laut merupakan faktor utama penyebab timbulnya gelombang laut. Angin yang berhembus di atas permukaan air akan memindahkan energinya ke air. Semakin lama dan semakin kuat angina berhembus, semakin lama dan semakin besar gelombang yang terbentuk (Purba, 2014).

#### 2.2.5 Pasut

Pasang surut merupakan fenomena gelombang yang dibangkitkan oleh adanya interaksi antara laut, matahari dan bulan. Puncak dari gelombang disebut pasang tertinggi dan lembah gelombang disebut pasang rendah. Menurut Nontji (1987), perbedaan vertical antara pasang tinggi dan pasang rendah disebut rentang pasang surut (*tidal range*). Pasang surut dikelompokkan menjadi 2 karakteristik pasang surut laut di Indonesia yaitu pasang surut tunggal mendominasi perairan Indonesia sebelah barat dan pasang surut ganda mendominasi perairan Indonesia timur. Rentang pasang surut di Indonesia rata-rata berkisar antara 1 m hingga 3 m. Periode pasang surut adalah waktu antara puncak atau lembah gelombang ke puncak atau lembah gelombang berikutnya.

Nilai periode pasang surut bervariasi antara 12 jam 25 menit hingga 24 jam 50 menit (Musrifin, 2011).

### 2.2.6 Elevasi Pasang Surut

Elevasi muka air pasang surut diperlukan untuk pengembangan dan pengelolaan daerah pantai. Menurut Fadilah (2014), elevasi pasang surut air laut setiap saat mengalami perubahan. Elevasi yang diperlukan dalam perencanaan bangunan pantai yaitu diketahuinya muka air tertinggi, sedangkan elevasi yang diperlukan dalam perencanaan pembangunan pelabuhan yaitu muka air rendah terendah. Elevasi muka air dapat ditentukan dengan menggunakan komponen pasang surut melalui perhitungan dengan rumus persamaan sebagai berikut:

$$MSL = S_0$$

$$HHWL = S_0 + Z_0$$

$$MHWL = Z_0 + (M_2 + S_2)$$

$$LLWL = S_0 - (M_2 + S_2 + N_2 + K_1 + O_1 + P_1 + M_4 + MS_4)$$

$$MLWL = Z_0 - (M_2 + S_2)$$

$$Z_0 = M_2 + S_2 + N_2 + K_2 + K_1 + O_1 + P_1 + M_4 + MS_4$$

Keterangan:

1. MSL (*Mean Sea Level*) yaitu ketinggian rata-rata permukaan air laut dalam jangka waktu tertentu.
2. HHWL (*Highest High Water Level*) yaitu permukaan air laut tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
3. MHWL (*Mean High Water Level*) yaitu rata-rata muka air tinggi selama periode 18,6 tahun.
4. LLWL (*Lowest Low Water Level*) yaitu permukaan air laut terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.

5. MLWL (*Mean Low Water Level*) yaitu rata-rata muka air terendah selama periode 18,6 tahun.
6. Z0 yaitu kedudukan rata-rata muka laut yang didasarkan dari hasil pengukuran berinterval 1 jam.

### 2.3 Kenaikan tinggi muka air laut (*Sea Level Rise*)

Kenaikan tinggi muka air laut adalah fenomena naiknya muka air laut sebagai akibat dari perubahan iklim yang merupakan perubahan temperatur atmosfer menyebabkan kondisi fisik atmosfer tidak stabil dan menimbulkan terjadinya anomali-anomali terhadap parameter cuaca yang berlangsung lama. Dalam jangka panjang anomali-anomali parameter cuaca tersebut akan menyebabkan terjadinya perubahan iklim es di kutub yang terus menerus berkurang ditiap tahunnya. Peningkatan suhu air laut dan melelehnya volume es di daerah kutub meningkatkan volume laut (Sihombing *et al.*, 2012). Permukaan laut global naik berdasarkan laporan IPCC (*International Panel On Climate Change*) menyatakan bahwa suhu rata-rata permukaan global meningkat 0,3-0,6°C. Sejak abad ke 19 sampai tahun 2100 suhu bumi diperkirakan akan meningkat sekitar 1,4-5,8°C. Naiknya suhu permukaan ini menyebabkan mencairnya es kutub utara dan selatan bumi sehingga dapat berdampak terhadap wilayah pesisir (Syah, 2013).

Berdasarkan penelitian Garcia *et al.* (2015), menyatakan mengenai perubahan permukaan laut akibat pemanasan global memprediksi beberapa skenario. Kenaikan suhu antara 1,5°C hingga 5°C akan membawa kemungkinan naiknya permukaan air laut setinggi 0,20 m hingga 1,65 m (Lara,2008). Prediksi menurut Vermeer dan Rahmstorf (2009), menyatakan kemungkinan kenaikan antara 0,75-1,90 m untuk periode tahun 1990 hingga tahun 2100. Kemudian pada

tahun 2025 diperkirakan akan terjadi kenaikan sebesar 0,26 – 0,39 m dan 0,91 – 1,36 m pada tahun 2075 (Hoffman *et al.*, 1983).

Pada forum penelitian terhadap perubahan iklim yang menyebutkan beberapa fenomena yang berhubungan kenaikan suhu global. Salah satu fenomena tersebut adalah kenaikan muka air laut menurut penelitian pertemuan IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) pada tahun 2001 menyebutkan kenaikan muka air laut secara global sebesar 2 mm/ tahun. Hasil penelitian para pakar yang dikemukakan dalam pertemuan ilmiah IOC (*Intergovernmental Oceanographic Commission*) UNESCO di Paris pada Juni 2006 yang menyebutkan kenaikan muka air laut secara global sebesar 3 mm/tahun, dan menurut kajian Bakosurtanal berdasarkan data pengamatan 15 dari 90 stasiun pemantauan kenaikan permukaan laut yang dilakukan pengamatan sudah melebihi 10 tahun menunjukkan adanya kenaikan permukaan laut rata-rata berkisar 3-7 mm/tahun (Isdianto *et al.*, 2014).

#### **2.4 Pemodelan genangan air**

Permodelan genangan yang terjadi di pesisir merupakan penerapan model komputasi untuk mengetahui sejauh mana banjir akibat kenaikan tinggi muka air laut. Tingkat air yang tinggi adalah bahaya bagi kawasan pesisir yang signifikan dapat mengancam komunitas pesisir yang mana membutuhkan perencanaan untuk mengurangi dampak bencana. Namun proses yang berkontribusi terhadap genangan pesisir ini bervariasi seperti kenaikan muka air laut jangka panjang, variabilitas iklim tahunan, siklus pasang surut bulanan, dan peristiwa meteorology jangka pendek. Efek lain dapat bervariasi secara signifikan diseluruh ekosistem karena topografi lokal. Oleh karena itu data dengan resolusi tinggi yang digunakan akan dapat mensimulasikan genangan pada pesisir (NOAA *Office of Coast Survey*, 2017).

Wilayah pesisir merupakan wilayah yang sangat rentan terhadap dampak aktivitas manusia dan alam, salah satunya yaitu terjadinya genangan air laut akibat dari naiknya muka air laut. Permodelan genangan air akibat kenaikan muka air laut mangacu pada model yang dikembangkan oleh Mc Saveney dan Rettenbury dengan variabel penyusun yaitu skenario ketinggian genangan kenaikan muka air laut (*sea level rise*) untuk mengetahui daerah yang akan tergenang (Ardiansyah, 2017). Berdasarkan beberapa penelitian, parameter dalam permodelan akan berbedan tergantung konteks wilayah, Penelitian Chen *et. al.* (2009) membahas bahwa permodelan mengenai aliran sungai dan kapasitas terhadap masa air menjadi *Experimental parameter*, parameter tersebut bersifat kontekstual dan tematik terhadap bentuk kajian. Dalam penelitian ini yang menjadi parameter adalah garis pantai, daerah peneluran penyu dan tekstur pasir yang menentukan daerah yang tergenang. Selain itu prinsip permodelan genangan akibat kenaikan muka air laut berbeda dengan model banjir yang menggambarkan peristiwa jangka pendek. Model banjir ini bergantung pada parameter yang mencakup durasi banjir dan kekasaran permukaan. Banjir jangka panjang yang diakibatkan oleh kenaikan muka air laut tidak begitu bergantung pada fitur kekasaran permukaan namun lebih memperdalam bahasan terhadap pengaruh lingkungan atau habitat yang terdampak.

*Coastal flood modelling* merupakan pemodelan banjir yang terjadi di wilayah pesisir yang disebabkan oleh kenaikan muka air laut berdasarkan penelitian Poulter dan Halpin (2008), terdapat pendekatan permodelan konektivitas hidrologi dikembangkan untuk mensimulasikan genangan dari DEM. Pendekatan pertaman adalah pendekatan *bathub* yang disebut *zero-side rule* dimana nilai sel grid menjadi daerah banjir jika elevasinya kurang dari permukaan laut yang diproyeksikan. *Zero-side rule* tidak mempertimbangkan konektivitas permukaan sama sekali antar sel grid dan pendekatan yang digunakan dalam

penelitian tentang kenaikan muka air laut. Pendekatan kedua dan ketiga lebih spesifik, bahwa sel grid yang genangan hanya elevasinya berada dibawah permukaan laut dan jika terhubung ke sel gris yang berdekatan yang tergenang atau yang terbuka dengan *Four side rules* dan *Eight side rules* untuk memodelkan penjalaran. Dalam penelitian ini permodelan genangan menggunakan pendekatan yang pertama dimana hanya mempertimbangkan hubungan sel grid dengan elevasi daratan, yanag mana seperti yang disebutkan sebelum untuk pemodelan banjir jangka panjang tidak memperhitungkan kekasaran daratan.

#### **2.4.1 Garis Pantai**

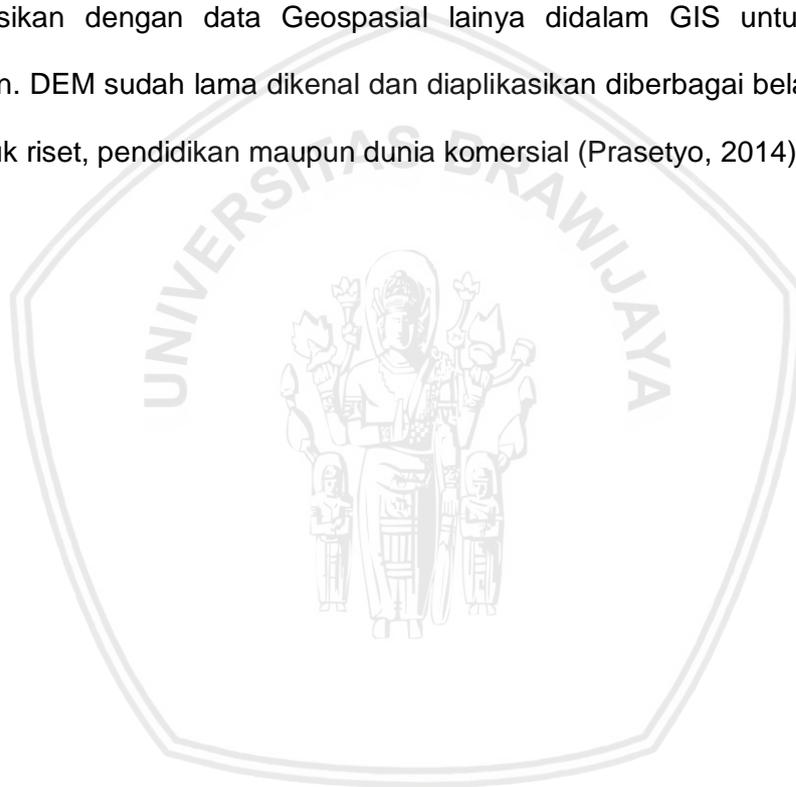
Garis pantai merupakan pertemuan antara pantai daratan dan air lautan. Suatu tinggi muka air tertentu dipilih untuk menjelaskan posisi garis pantai, yaitu garis air tinggi (*high water line*) sebagai garis pantai dan garis air rendah (*low water line*) sebagai acuan kedalaman. Garis pantai selalu berubah-ubah, baik perubahan sementara akibat pasang surut atau perubahan permanen dalam jangka waktu yang panjang akibat abrasi atau akresi atau kedua-duanya. Dengan adanya perubahan garis pantai ini dapat menyulitkan penyu untuk mencapai daerah yang aman untuk bertelur pada saat terjadi surut. Abrasi adalah proses dimana terjadi pengikisan pantai yang disebabkan oleh tenaga gelombang laut dan arus laut yang bersifat merusak. Abrasi atau kata lain biasa disebut erosi pantai. Kerusakan garis pantai tersebut dikarenakan terganggunya keseimbangan alam daerah di pantai tersebut. Akresi pantai adalah perubahan garis pantai menuju laut karena adanya proses sedimentasi dari daratan atau sungai menuju arah laut (Putra, 2011).

#### **2.4.2 DEM (*Digital Elevation Model*)**

DEM adalah model digital yang menampilkan permukaan topografi atau perairan. DEM sering juga disebut sebagai *Digital Terrain Model* (DTM). DEM biasanya dikembangkan dengan metode penginderaan jauh, bahkan juga

dikembangkan dengan data survei lapangan. DEM sering digunakan dalam Sistem Informasi Geografi (SIG). DEM adalah bagian dari ranah penginderaan jauh sebagai citra nonfoto (Rahanjani, 2012).

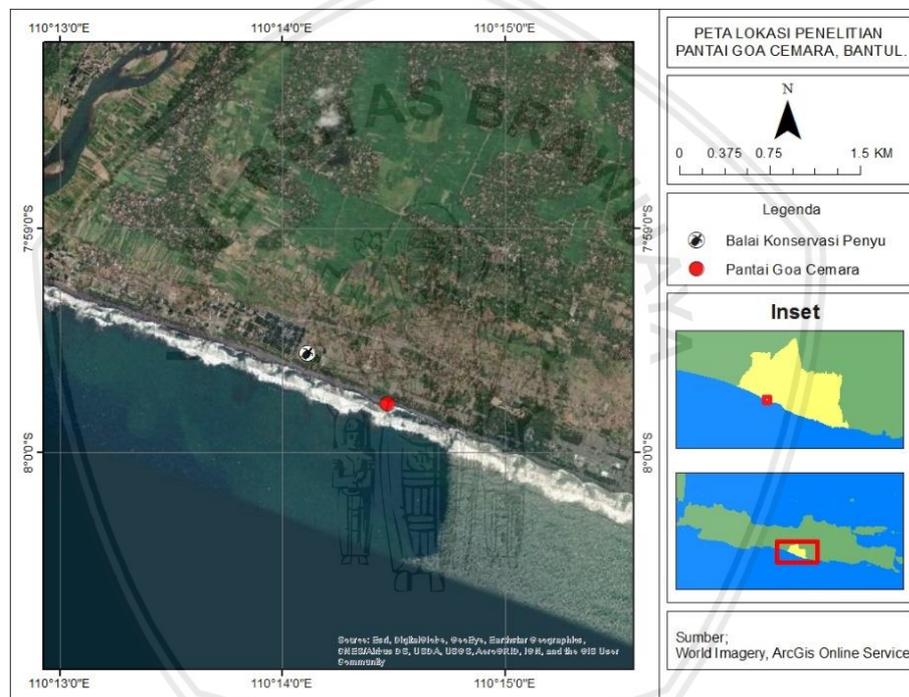
Data Elevasi tersebut digunakan pada banyak aplikasi, misalnya pemetaan luas genangan banjir, perencanaan wilayah, perencanaan jaringan jalan, jaringan irigasi, pembuatan peta jaringan sungai, dll. Data elevasi tersebut umumnya disimpan dalam bentuk *Digital Elevation Model* (DEM). DEM selanjutnya dapat diintegrasikan dengan data Geospasial lainnya didalam GIS untuk berbagai keperluan. DEM sudah lama dikenal dan diaplikasikan diberbagai belahan dunia, baik untuk riset, pendidikan maupun dunia komersial (Prasetyo, 2014).



### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Pantai Goa Cemara Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Juli- Agustus 2019 meliputi survey lokasi dan pengambilan data dengan lokasi penelitian ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

#### 3.2 Alat dan Bahan

##### 3.2.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini dimulai dari pengambilan data dan pengolahan data dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Alat Penelitian

No	Alat	Fungsi
1.	<i>Global Positioning System (GPS)</i>	Untuk penentuan posisi lapang dan <i>tracking</i>
2.	Laptop	Menginput, Menyimpan, dan mengolah data
3.	Kamera digital	Mendokumentasi kegiatan saat di lapang
4.	<i>ArcGis 10.3</i>	Software identifikasi dan membuat peta
5.	<i>Google Earth</i>	Mengidentifikasi penampangan lokasi penelitian dengan resolusi yang tinggi
6.	Roll Meter	Untuk menarik garis sepanjang 50 m dari tepi pantai.
7.	<i>Sieve Shaker</i>	Untuk memisahkan sedimen sesuai ukuran sedimen

### 3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari data citra satelit

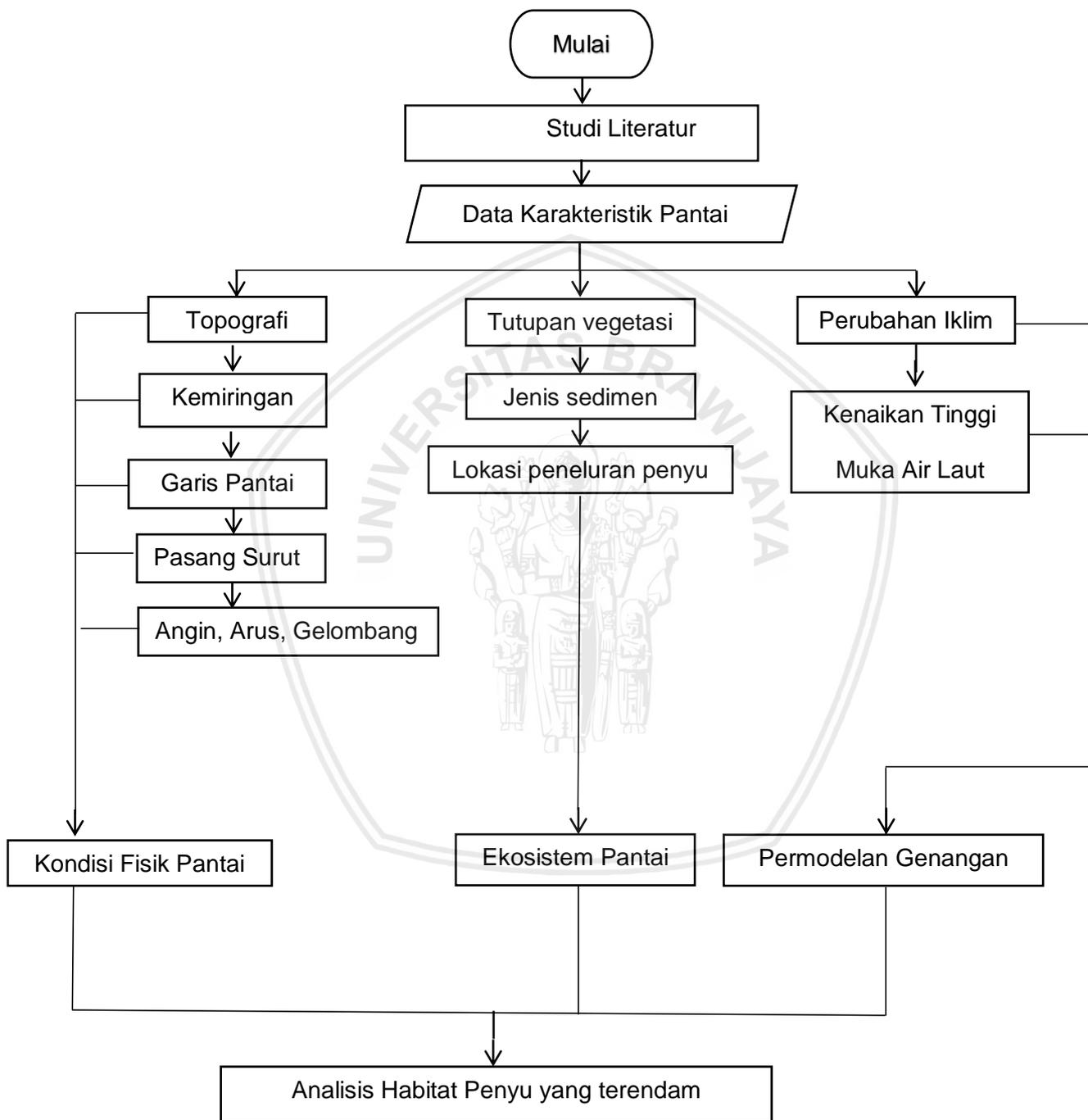
Landsat sebagai berikut:

Tabel 3. Bahan Penelitian

No	Bahan	Sumber	Fungsi
1.	Data Citra <i>DEMNAS</i>	<a href="http://tides.big.go.id/DEMNAS/">http://tides.big.go.id/DEMNAS/</a>	Untuk memasukan data DEM
2.	Data Garis Pantai	<i>Tracking</i> garis pantai	Untuk mengetahui titik terluar pada daratan
3.	Data Pasang surut Data harian (2018-2019)	Badan Informasi Geospasial (BIG)	Data mendapatkan nilai HHWL dan MSL
4.	Luas Habitat Peneluran Penyu	Marking dan Digitasi di lapang	Untuk mengetahui luasan habitat yang terdampak
5.	Nilai Prediksi Kenaikan Muka Air Laut	Jurnal penelitian	Untuk Skenario permodelan prediksi

### 3.3 Alur Penelitian

Alur penelitian dari penelitian ini menggunakan dideskripsikan dalam diagram alir seperti pada berikut:



Gambar 2. Alur penelitian

### 3.4 Metode pengumpulan data

#### 3.4.1 Karakteristik fisik pantai

##### 3.4.1.1 Elevasi Lahan

Data elevasi lahan pada penelitian ini didapatkan dengan mendownload data DEMNAS (*Digital Elevation Model Nasional*) dengan resolusi 0,27 arcsecond ( $8,1 \text{ m}^2$ ) kemudian dikonversi ke raster lalu ke point, setelah point dilakukan proses interpolasi menggunakan IDW (*Invers Distance Weighting*). Tahap berikutnya, data DEM dapat digunakan untuk memodelkan genangan.

Ketinggian daratan divisualisasikan dalam bentuk *raster topografi*, Penggunaan data dengan menginterpolasi data elevasi yang dihasilkan oleh metode interpolasi yang dikenal dengan *Invers Distance Weighting* (IDW) menggunakan *toolbox, raster interpolation* pada *ArcMap 10.3* merupakan teknik interpolasi terbaik menurut Garcia *et al* (2015), yang ditemukan untuk interpolasi daerah geomorfologis secara halus dan akurat di dibandingkan dengan teknik interpolasi lainnya.

##### 3.4.1.2 Tracking garis pantai

Proses pengambilan data garis pantai dilakukan dengan cara *tracking* sepanjang garis pantai di Pantai Goa Cemara. *Tracking* ditinjau langsung ke lapang agar data yang diolah memiliki keakuratan data yang baik sesuai dengan prosedur penelitian. *Tracking* dilakukan dengan menyusuri garis pantai yang terbentuk karena pasang tertinggi (*HWL*) sepanjang lokasi penelitian dengan menggunakan GPS. Setelah itu, data dari GPS diexport dengan menggunakan *software Mapsource* menjadi format file GPX. Selanjutnya hasil perhitungan dari *excel* divisualisasikan di *Arcgis 10.3* menggunakan *tools GPX to features*. Pengukuran garis pantai dengan cara ini diasumsikan menjadi batas terluar dari kawasan terdampak genangan air. Hasil dari *tracking* garis pantai ini juga diasumsikan

menjadi batas stabil dari pengaruh pasang surut. Hasil *tracking* ini selanjutnya digunakan sebagai acuan garis awal daerah tergenang dalam skenario dampak prediksi kenaikan muka air laut terhadap penyu.

Menurut Suhelmi *et al.* (2009), Garis Pantai merupakan garis awal pertemuan antara daratan dengan lautan. Berdasarkan perundangan yang dimana menyatakan dalam UU No 4 tahun 2011 yang mengatur mengenai informasi geospasial menyebut bahwa garis pantai terdiri atas 3 jenis yaitu: (a) garis pantai surut terendah (b) garis pantai pasang tertinggi (c) garis pantai tinggi muka air laut rata-rata. Penggunaan tipe garis pantai tersebut diatur bahwa Peta Rupabumi Indonesia ditetapkan berdasarkan garis kedudukan muka air laut rata-rata sedangkan Peta Lingkungan Pantai Indonesia dan Peta Laut Nasional garis pantai ditetapkan berdasarkan garis kedudukan muka air laut surut terendah.

#### 3.4.1.3 Kemiringan Lahan

Pengukuran kemiringan pantai dengan data primer menggunakan dua tongkat skala, meteran, dan *waterpass*. Langkah pertama yakni menentukan titik vegetasi terluar pantai yang berdekatan dengan sarang peneluran penyu, kemudian tancapkan tongkat skala dan diukur sampai batas pasang rata-rata setelah itu disamakan ketinggian tongkat skala menggunakan *waterpass* kemudian ukur tinggi kayu dan lebar pantai menggunakan meteran. Langkah terakhir hitung angka yang telah didapat menggunakan rumus:

$$\text{Kemiringan Pantai} = \arctg \frac{Y}{X}$$

Keterangan:

$\alpha$  = Sudut kemiringan pantai ( $^{\circ}$ )

Y = Jarak pantai (m)

X = Tinggi total pantai (m)

Pengolahan data kemiringan menggunakan *Arcmap 10.3* kemudian membuat jalur (*polyline*) pada lokasi yang akan diukur kemiringan kemudian jalur tersebut di visualisasikan dengan *Profile Graph* menggunakan *3D Analyst*. Hasil bentuk kemiringan secara melintang.

#### 3.4.1.4 Pasang Surut

Data pasang surut air laut diperoleh dari *Badan Informasi Geospasial (BIG)* dengan titik berada di Pantai Goa Cemara. Data Pasang Surut yang diambil yaitu sebanyak 1 tahun dari tahun Oktober 2018 – September 2019 untuk mendapatkan data pasang surut terbaru. Hal ini dikarenakan pada penelitian ini data pasang surut digunakan untuk mencari nilai pasang tertinggi dan bilangan *formzahl* setiap bulan, serta juga mencari nilai kenaikan muka air laut rata-rata setiap tahunnya. Data pasang surut setiap bulan diolah dalam bentuk tabel pada *Ms Excel*. Metode yang digunakan pada pengolahan tersebut yaitu metode *Admiralty* untuk mengetahui nilai komponen harmonik pasang surut. Hasil komponen harmonik akan didapat nilai Muka Air Tertinggi (*HHWL*), nilai Muka Air Rendah Terendah (*LLWL*), dan bilangan *Formzahl* dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$F = \frac{K1 + O1}{M2 + S2}$$

Keterangan :

F : bilangan *Formzahl*

O1 : amplitudo komponen pasang surut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan

K1 : amplitudo komponen pasang surut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan dan matahari

M2 : amplitudo komponen pasang surut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan

S2 : amplitudo komponen pasang surut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik matahari

$$HHWL = S_0 + Z_0$$

$$LLWL = S_0 - (M_2 + S_2 + N_2 + K_1 + O_1 + P_1 + M_4 + MS_4)$$

#### 3.4.1.5 Angin, Arus, Gelombang

Arus dan gelombang di dapat menggunakan data ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*). Data ECMWF merupakan data angin yang kemudian di lakukan pengolahan untuk mendapatkan tinggi gelombang, arah dan kecepatan arus permukaan. Data ECMWF dalam format *nc file* kemudian di extrac dalam bentuk excel. Data yang digunakan meliputi latitude, longitude, tinggi gelombang dalam meter (*swh*), nilai U dan V. Nilai gelombang diperoleh dari rata-rata tinggi gelombang (*swh*) harian selama satu bulan. Arus dilakukan pengolahan untuk mendapatkan nilai arah dan kecepatan arus menggunakan nilai U dan V. Untuk mendapatkan nilai kecepatan arus digunakan persamaan :

$$V = \sqrt{U \text{ rata - rata}^2 + V \text{ rata - rata}^2}$$

Keterangan :

V= Kecepatan

u= Komponen pergerakan udara menuju barat

v= Komponan pergerakan udara menuju selatan

#### 3.4.2 Ekosistem Pantai

##### 3.4.2.1 Tutupan vegetasi

Pengukuran identifikasi jenis vegetasi dilakukan disepanjang pantai dengan interval jarak 50-100 m, kemudian di setiap titik 10m diamati jenis vegetasi yang mendomisili dari bagian vegetasi terluar. Identifikasi ini dilakukan untuk untuk

mengetahui karakteristik ekosistem yang kemungkinan untuk menjadi penyanggah kawasan alamiah.

### 3.4.2.2 Jenis dan ukuran pasir

Pengambilan data jenis dan ukuran sedimen diambil pada titik-titik yang diketahui pernah atau masih digunakan oleh penyu sebagai tempat bertelur. Pengukuran jenis dan pasir pertama kali yakni mengambil sedimen menggunakan sekop kemudian simpan di dalam wadah plastik. Selanjutnya sampel dibawa ke laboratorium dan dioven untuk menghilangkan kadar air pada pasir kemudian dilakukan pengayakan menggunakan *sieve shaker* untuk mengetahui jenis dan ukuran pasir, selanjutnya ukuran sedimen diklasifikasikan menurut Wentworth (1992), sebagai berikut:

UKURAN (milimeter)	NAMA BUTIR	NAMA BATUAN/ SEDIMEN
256	Bongkah (Boulder)	Rudites (breksi, konglomerat)/ Gravel
	Berangkal (Cobble)	
	Kerakal (Pebble)	
4	Kerikil (Granule)	Sandstones (arenites, wackes)/ Sand
2	Pasir sangat kasar (Very coarse sand)	
1	Pasir kasar (Coarse sand)	
1/2	Pasir sedang (Medium sand)	
1/4	Pasir halus (fine sand)	
1/8	Pasir sangat halus (Very fine sand)	
1/256	Lanau (Silt)	Lutites (mudrocks)/ Mud
	Lempung (Clay)	

Gambar 3. Klasifikasi ukuran butir sedimen (Wenwoth, 1992)

### 3.4.2.3 Data pendaratan dan luasan habitat peneluran penyu

Data pendaratan pada penelitian ini diperoleh dari wawancara kepada petugas. Pendaratan dan peneluran penyu di Pantai Goa Cemara biasanya terjadi di pertengahan tahun. Data pendaratan dan peneluran dicatat sejak tahun 2011 hingga saat ini. Pencatatan data ini dilakukan oleh petugas kelompok konservasi penyu di Pantai Goa Cemara.

Luasan lokasi habitat peneluran dengan cara mengetahui lokasi sarang peneluran dan pendaratan penyu dengan menandai menggunakan GPS. Setelah menandai batas kemudian didigitasi menggunakan *ArcGis 10.3* sesuai titik yang telah ditanda di lapang. Digitasi ini diawali dari garis pantai awal *tracking* hingga batas vegetasi. Tahap selanjutnya membuat polygon sesuai digitasi sebelumnya. Kemudian mencari luasan habitat peneluran penyu pada *atribut table*. Posisi luasan lokasi peneluran *overlay* pada model genangan untuk mengetahui dan menentukan dampak kenaikan permukaan laut di bawah skenario yang berbeda dan yang telah ditentukan.

## 3.5 Pengolahan data

### 3.5.1 Pemodelan genangan air akibat kenaikan tinggi muka air laut

Dalam penelitian ini pembuatan simulasi genangan merujuk kepada penelitian Poulter dan Halpin, (2008) yang sering disebut dengan *Coastal Flood Modelling* yang merupakan pemodelan konektivitas hidrologi dikembangkan dengan mensimulasikan genangan dari DEM. Proses pemodelan akan menampilkan data topografi dengan beberapa skenario hasil prediksi IPCC, (2014) dengan nilai kenaikan setinggi 0,45 m hingga 0,82 m , kemudian akan dimasukan prediksi oleh Vermeer dan Rahmstorf, (2009) setinggi 0,75 m hingga 1,95 m dan Hoffman *et al.*, (1983) setinggi 0,91 m hingga 1,36 m. Hasil pemodelan genangan air ini dimodelkan dengan pendekatan nilai ketinggian daratan yang di

bawah nilai genangan merupakan kawasan tergenang. Untuk mengetahui daerah yang akan tergenang dilakukan analisa DEM. Berdasarkan pada nilai ketinggian yang dimiliki oleh DEM tersebut jika nilai pada DEM lebih kecil dari nilai ketinggian kenaikan air maka daerah tersebut akan tergenang (Suhelmi, 2009).

Penentuan nilai yang digunakan dalam pemodelan genangan pada penelitian ini menggunakan beberapa literatur mengenai kenaikan muka air laut yang disebabkan meningkatnya suhu global yang meningkat setiap tahunnya. Hasil skenario dengan nilai yang berbeda beda menjadi acuan untuk pemodelan pada lokasi penelitian yang berdampak pada habitat peneluran penyu di Pantai Goa Cemara. Berikut nilai yang digunakan dalam pemodelan genangan penelitian ini:

1. Skenario 1 genangan air setinggi 0,82 m hasil prediksi dari IPCC, (2014).
2. Skenario 2 genangan air setinggi 1,95 m hasil prediksi dari Vermeer dan Rahmstorf, (2009).
3. Skenario 3 genangan air setinggi 1,36 m hasil prediksi dari Hoffman *et al.*, (1983).
4. Skenario 4 genangan air laut setinggi 1,65 m (Lara, 2008).

## VI. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Kondisi Umum Pantai Goa Cemara

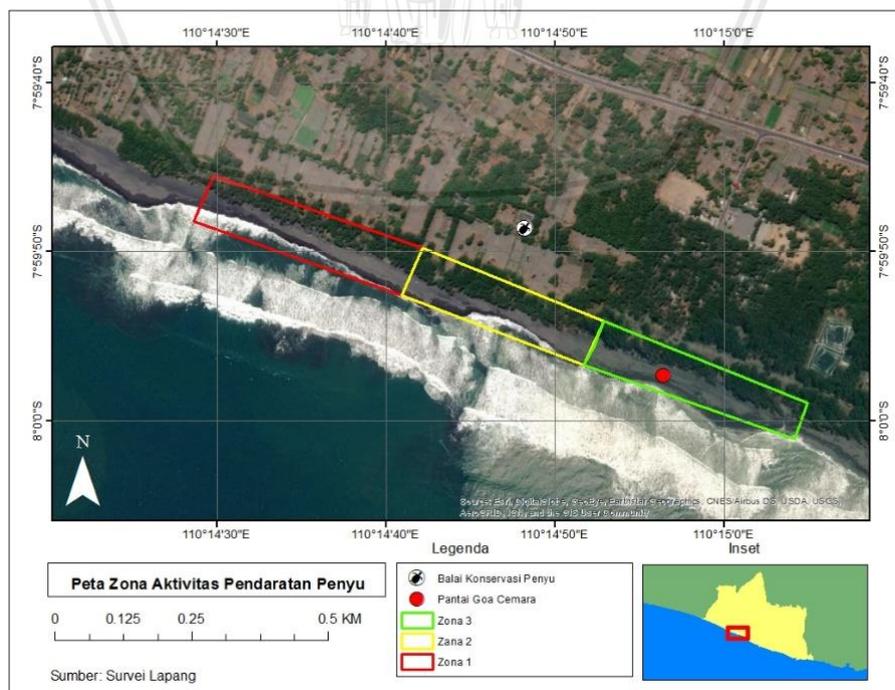
Pantai Goa cemara merupakan pantai yang terletak di Desa Gadingsari, Kecamatan Saden, Kabupaten Bantul. Luas Pantai Goa Cemara 10 hektar dengan panjang pantai 1,4 kilometer. Secara geografis, Pantai Goa Cemara terletak pada posisi  $7^{\circ} 57'5''\text{LS}$ - $8^{\circ} 0'11'' \text{LS}$  dan  $110^{\circ}14'20''\text{BT}$ - $110^{\circ}16'08''$ . Pantai Goa Cemara dinamakan oleh warga karena kekawatiran akan abrasi pantai yang terjadi pada tahun 2003 yang kemudian dimulai penanaman cemara dengan jenis cemara udang. Pohon cemara ini bertujuan untuk melindungi abrasi laut dan menahan gumuk pasir supaya tidak mengalami perpindahan akibat tiupan angin (Fatmawati,2018). Pantai Goa Cemara merupakan jenis pantai yang disukai penyu untuk bertelur karena berhadapan langsung dengan Samudera Hindia yang merupakan jalur migrasi dan berkembangbiak penyu yang dilakukan di pesisir Pantai Goa Cemara.

Kawasan pantai Goa Cemara dikembangkan sebagai kawasan wisata oleh pemerintah Kabupaten Bantul dan sering dikunjungi oleh wisatawan yang menyebabkan perubahan fisik daerah peneluran penyu. Salah satu upaya pelestarian penyu di Pantai Goa Cemara dibangun tempat konservasi penyu yang digunakan sebagai sarang semi alami dan pemeliharaan tukik sampai akhirnya dilepas lagi ke laut, seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Rumah Konservasi Penyu Pantai Goa Cemara

Tempat konservasi di pantai Goa Cemara berdiri pada tahun 2010 hingga saat ini. Upaya konservasi ini dilakukan atas dasar inisiatif dari seorang warga bernama bapak bagio yang dimana beliau dahulu merupakan pemburu dan pengonsumsi telur penyu. Selain itu banyak masyarakat yang sering menemui penyu mendarat lalu mereka mengambil telurnya dan dilaporkan ke rumah konservasi yang berada di pantai Goa Cemara.



### Gambar 5. Peta zonasi aktivitas pendaratan penyu

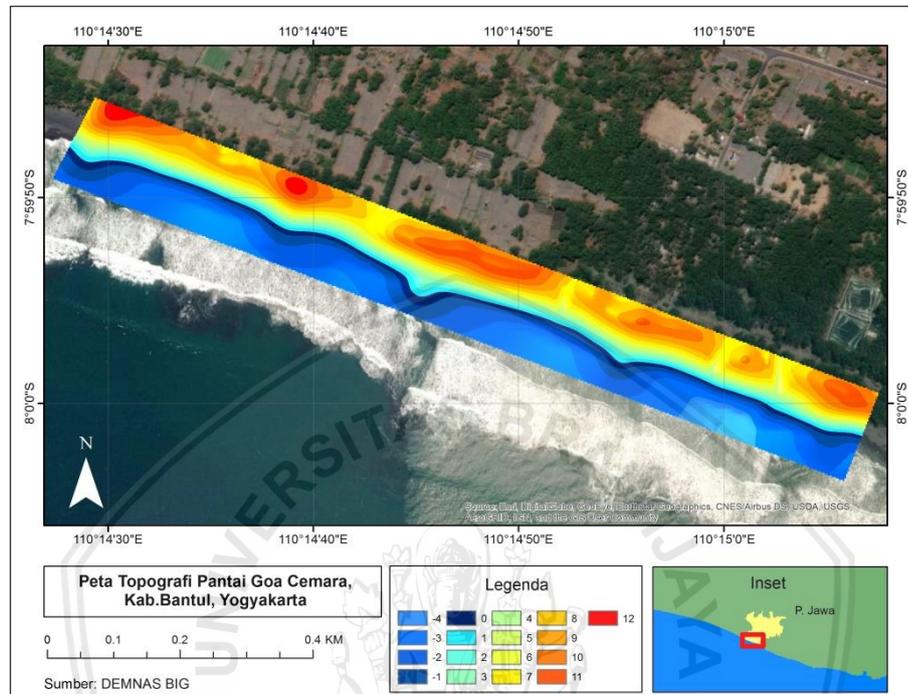
Dalam satu tahun dapat ditemukan ratusan telur penyu di Pantai Goa Cemara, namun tidak seluruh bagian pantai menjadi kawasan yang biasa digunakan penyu untuk bertelur ataupun untuk sekedar mendarat. Terdapat 3 zona yang ditentukan pada penelitian ini berdasarkan intensitas aktivitas penyu dan wawancara beberapa warga sekitar. Zona 1 yang merupakan kawasan dengan aktivitas pendaratan penyu yang sering terjadi dan Zona 2 merupakan kawasan ada beberapa penyu yang mendarat tetapi tidak sebanyak atau seaktif di zona 1. Zona 3 merupakan daerah kawasan wisata dan sangat jarang sekali ditemukan penyu mendarat di zona tersebut. Jenis sedimen yang terdapat di Pantai Goa Cemara yaitu jenis pasir halus berwarna hitam keabuabuan dan perairan Pantai Goa Cemara memiliki arus yang kuat dan gelombang yang besar yang dimana ciri khas pantai Selatan Jawa.

## 4.2 Karakteristik Pantai Goa Cemara

### 4.2.1 Topografi Pantai Goa Cemara

Data ketinggian (*elevasi*) merupakan data ketinggian suatu titik pada permukaan bumi yang diukur dari atas permukaan laut. Ketinggian terhadap tinggi muka air laut menjadi acuan dasar pada proses pemodelan genangan pada penelitian ini. Secara umum kondisi topografi Pantai Goa Cemara memiliki ketinggian antara 0 hingga 12 meter dari permukaan laut. Nilai ketinggian didapat dari hasil interpolasi nilai *Digital Elevation Model Nasional* (DEMNAS) oleh satelit *IFSAR*, *ALOSPALSAR*, *TERRASAR* dengan resolusi spasial 0,27 arcsecond (8,1 m<sup>2</sup>). Kemudian diolah menggunakan metode interpolasi yang dikenal sebagai *Invers Distance Weight* (IDW) sehingga didapat sebaran nilai ketinggian. Metode interpolasi IDW memberikan hasil interpolasi yang lebih akurat karena hasilnya

memberikan nilai yang mendekati nilai minimum dan maksimum dari sampel data sehingga menghasilkan suatu kontur elevasi (Pramono, 2008).



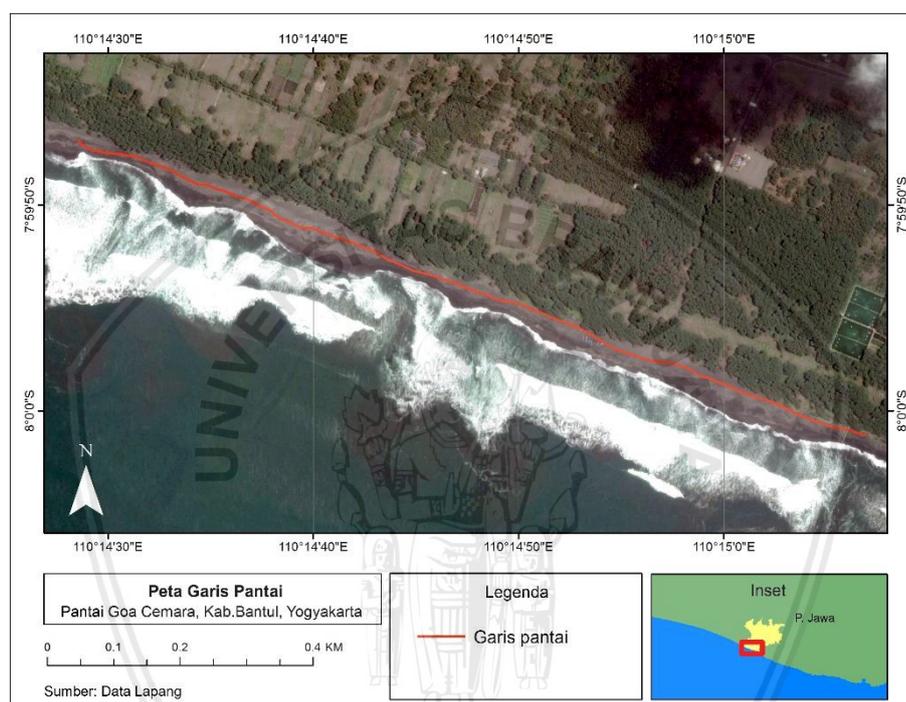
Gambar 6. Peta topografi pantai goa cemara

Pada gambar 6 terdapat hasil pola ketinggian disepanjang Pantai Goa Cemara. Bagian barat Pantai Goa Cemara memiliki ketinggian mencapai 12 meter, kemudian pada bagian timur memiliki nilai ketinggian hingga 10 meter. Daerah bepasir sepanjang Pantai Goa Cemara memiliki ketinggian 1 – 8 meter. Berdasarkan hasil ini ketinggian pantai sesuai untuk tempat bertelur penyu. Ketinggian menjadi faktor penting bagi penyu dalam pemilihan lokasi peneluran, penyu cenderung menghindari kontur pantai yang bergelombang. Penyu menyukai kondisi pantai yang landai (Nuitja, 1992).

#### 4.2.2 Tracking Garis Pantai

Pengukuran garis pantai dilakukan dengan cara *tracking* sepanjang garis Pantai Goa Cemara. Pengukuran garis pantai ini bertujuan untuk mendapatkan

garis batas jangkauan air yang diasumsikan menjadi titik awal genangan air yang ditujukan pada garis merah. Garis merah merupakan garis daerah yang stabil terhadap pasang surut. Pengukuran garis merah pantai ini untuk mendapatkan luasan daerah yang berdampak. Pengelolaan kawasan pantai paling luar sebagai asumsi bahwa dengan batas tersebut menjadi titik terendah untuk kewaspadaan terhadap pengaruh kenaikan muka air laut.



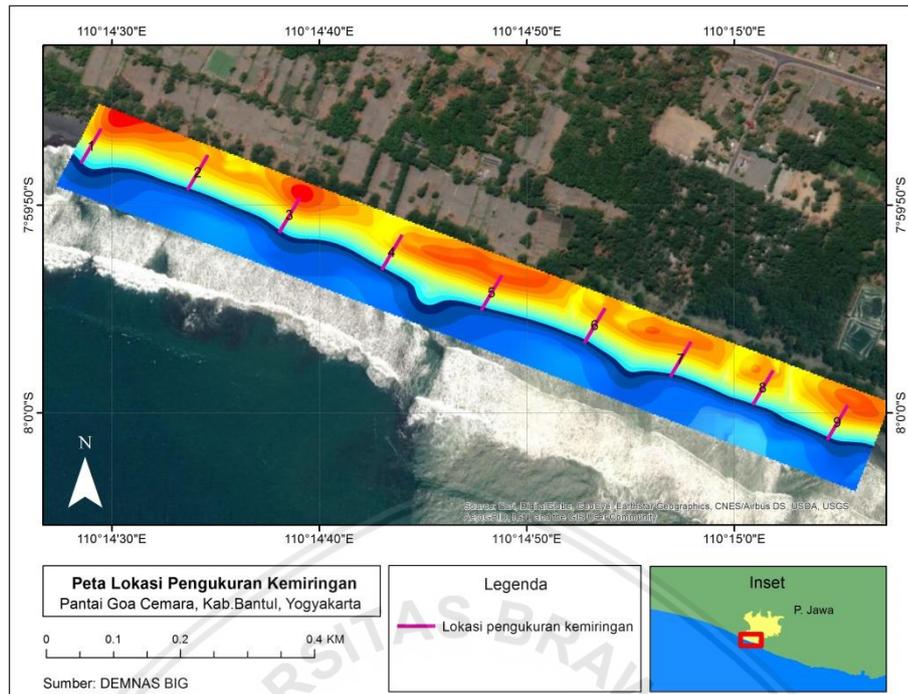
Gambar 7. Peta garis pantai

Penyu memiliki strategi alami untuk meletakkan telur-telurnya, strategi yang digunakan adalah mencari lokasi yang jauh dari paparan pasang air laut dan dekat batas pepohonan yaitu antara 1-8 m. Berdasarkan jarak sarang dari batas pasang tertinggi dan batas pepohonan, penyu cenderung membuat sarang agak jauh dari garis pantai hingga ke batas zona terestrial yaitu daerah yang merupakan batas pepohonan dan merupakan batas akhir penyu mampu menggali sarang dan menyimpan telurnya (Ibrahim *et. al.*, 2016).

#### 4.2.3 Kemiringan Pantai

Kemiringan pantai merupakan faktor yang paling penting dalam pemilihan tempat bertelur karena kemiringan yang ideal dapat meningkatkan peluang keberhasilan kemunculan tukik. Pantai Goa Cemara memiliki tipe pantai yang sederhana yang terbentuk dari satu macam pasir berwarna hitam keabu-abuan di seluruh kawasan pantai. Menurut Yusuf, (2000) kemiringan pantai akan berpengaruh pada akseibilitas penyu untuk mencapai daerah bertelur, semakin curam pantai maka akan semakin besar energi penyu untuk naik dan bertelur dan semakin sulit penyu melihat objek yang berada jauh didepan karena mata penyu hanya mampu melihat dengan baik pada sudut  $150^{\circ}$  kebawah.

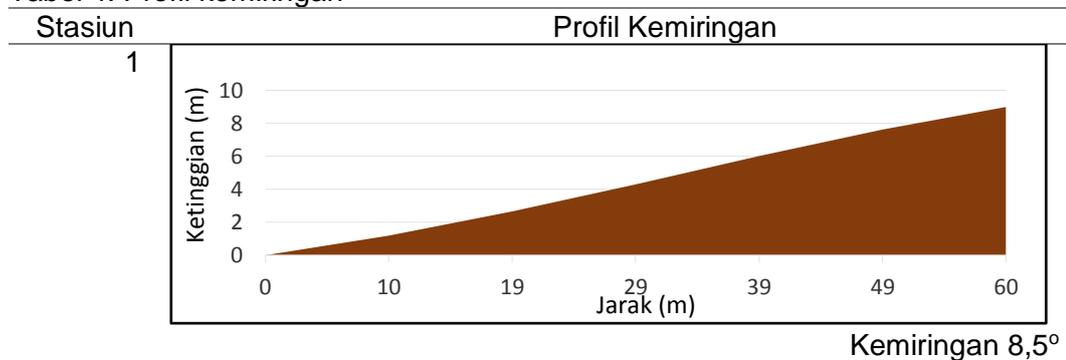
Penyu merupakan jenis hewan yang melakukan peneluran di zona supratidal untuk menjaga sarang agar tidak terendam air saat pasang terjadi. Kawasan pesisir tersebut dikelompokkan menjadi tiga zona yaitu zona supratidal, zona intertidal dan zona subtidal. Menurut Nybakken, (1992) zona supratidal merupakan daerah dimana sudah tidak ada pengaruh pasang tertinggi, zona intertidal dimulai dari pasang tertinggi sampai pada surut terendah, zona subtidal merupakan daerah yang terletak antara batas air surut terendah di pantai dengan ujung paparan benua dengan kedalaman sekitar 200 meter.

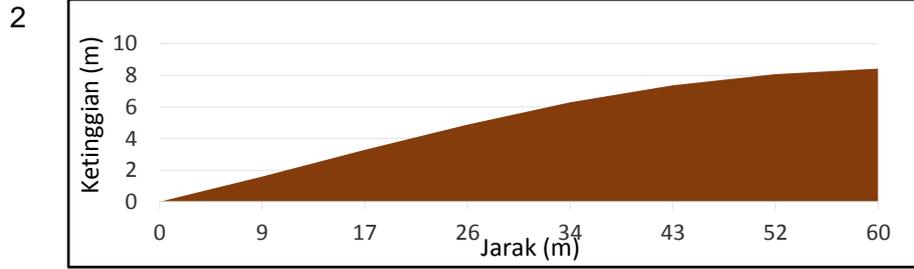


Gambar 8. Kemiringan

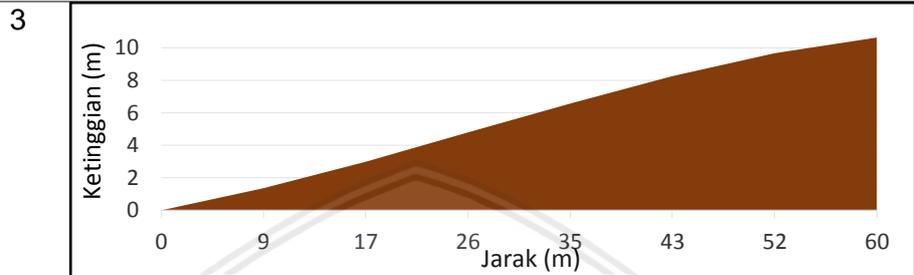
Dalam penelitian ini pengukuran kemiringan pantai terdapat 9 stasiun yang berbeda sepanjang pantai dengan interval jarak 100 m yang kemudian divisualisasikan dalam bentuk potongan melintang. Pengukuran kemiringan didapat dari pengukuran beda tinggi topografi yang berasal dari data DEM. Pengukuran kemiringan ditampilkan dalam bentuk profil yang melintang di setiap stasiun, berikut hasil visualisasi data kemiringan Pantai Goa Cemara :

Tabel 4. Profil kemiringan

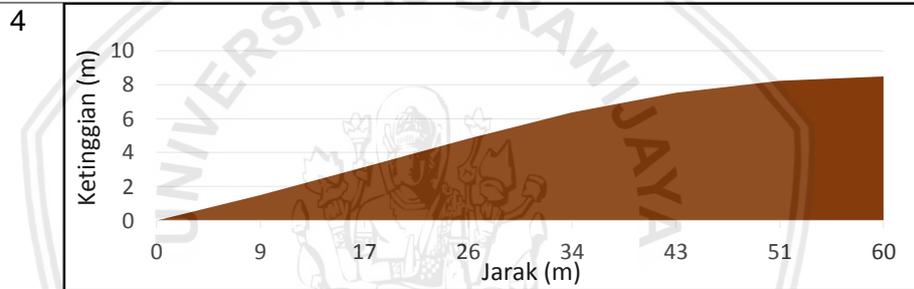




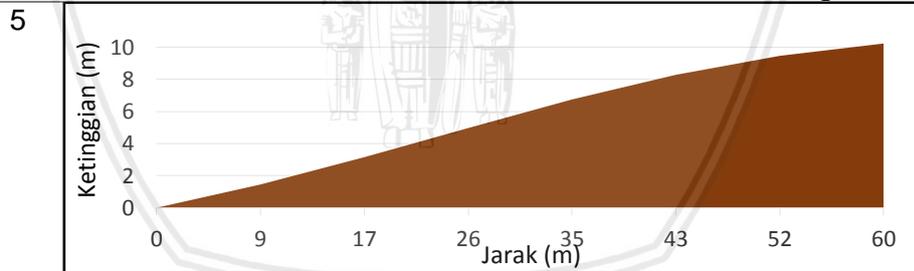
Kemiringan 7,99°



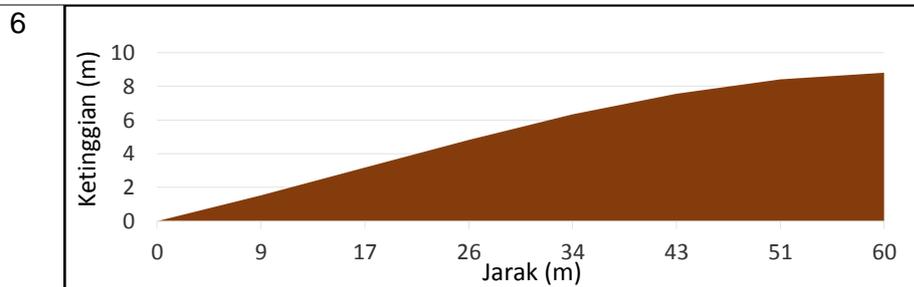
Kemiringan 10,05°



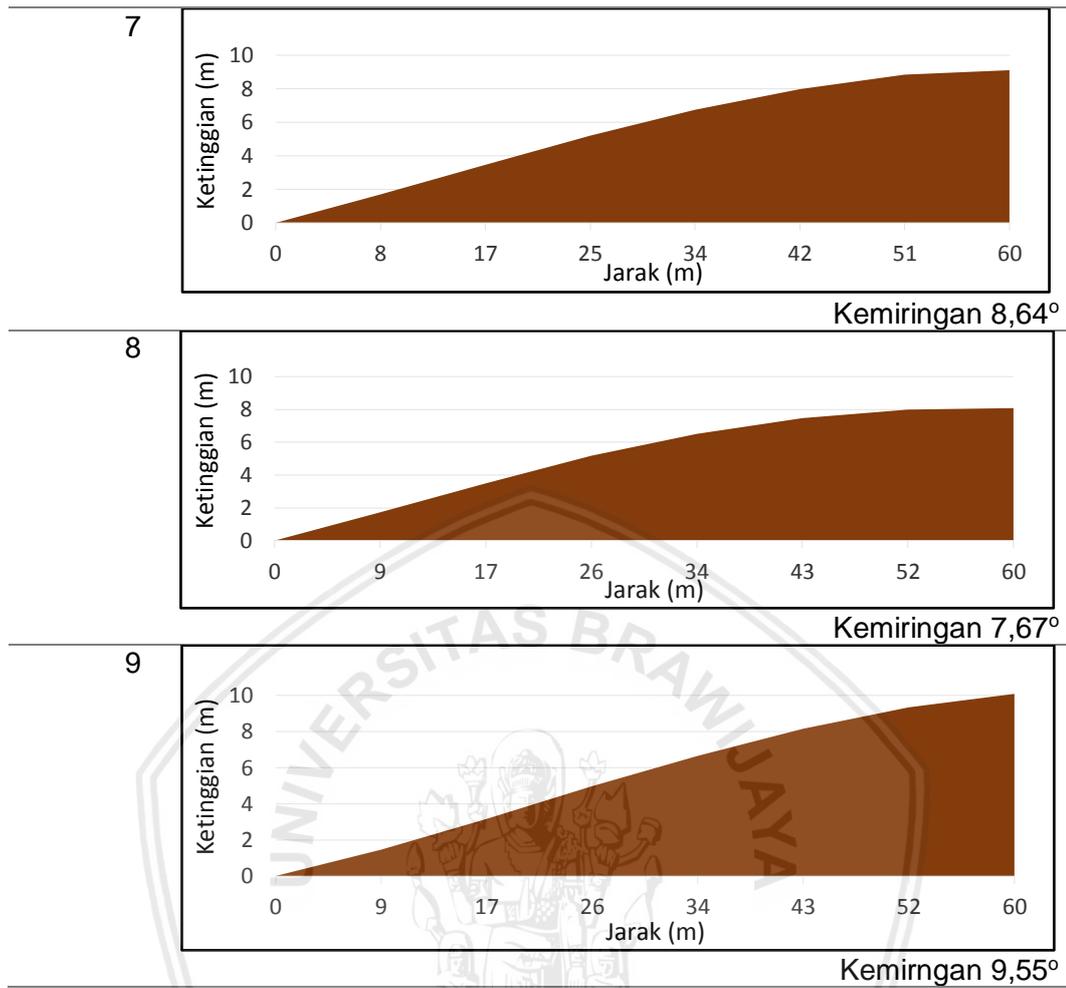
Kemiringan 8,05°



Kemiringan 9,68°



Kemiringan 8,34°



Tabel 5. Kemiringan data lapang

Stasiun	10 m	20 m	30 m	kemiringan
1	91	145	139	7.1
2	67	110	145	6.1
3	120	137	186	8.4
4	90	110	175	7.1
5	90	145	187	8.0
6	73	157	144	7.1
7	80	124	130	6.4
8	40	74	196	5.9
9	46	98	186	6.3

Hasil pengukuran kemiringan menunjukkan bahwa kemiringan di lokasi penelitian tergolong kelas kemiringan rendah karena kurang dari 30°. Nilai kemiringan tercuram terletak di stasiun 3 dengan nilai kemiringan 10,05° dan nilai

kemiringan terlandai terletak di stasiun 8 dengan nilai kemiringan  $7,67^\circ$ . Berdasarkan hasil pengukuran kemiringan pantai, Pantai Goa Cemara merupakan jenis pantai yang sesuai untuk pendaratan penyu. Menurut Dharmadi dan Wiadyana, (2008) jika kemiringan pantai  $<30^\circ$  maka pantai tersebut sesuai dengan habitat peneluran penyu dan apabila kemiringan pantai  $>30^\circ$  maka pantai tersebut tidak sesuai dengan habitat peneluran penyu.

#### 4.2.4 Pasang Surut

Pengolahan data pasang surut menggunakan data pasang surut 1 tahun pada bulan Oktober 2018 hingga September 2019 dari *Badan Informasi Geospasial*. Data tersebut kemudian dilakukan perhitungan menggunakan metode *Admiralty* dengan bantuan tabel pada *M. Excel* sehingga diperoleh 9 komponen harmonik pasang surut yang dilihat pada Tabel 5, komponen harmonik tersebut digunakan untuk mendapatkan nilai *Formzahl* untuk menentukan tipe dari pasang surut, nilai *HHWL* dan nilai *LLWL*.

Tabel 6. Hasil konstanta harmonik pasang surut

	S0	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2
<b>A Cm</b>	0.00	52.54	43.09	9.69	9.83	10.93	0.26	0.30	99.91
<b>g °</b>		304	172	337	196	310	48	338	172

Dari 9 nilai komponen pasut yang sudah ada, maka dapat ditentukan tipe pasang surut dengan menggunakan metode perhitungan bilangan *Formzahl*. Hasil perhitungan diperoleh dengan rumus persamaan sebagai berikut:

$$F = \frac{[(K1) + (O1)]}{[(M2) + (S2)]}$$

$$F = \frac{9.83 + 10.93}{52.54 + 43.09}$$

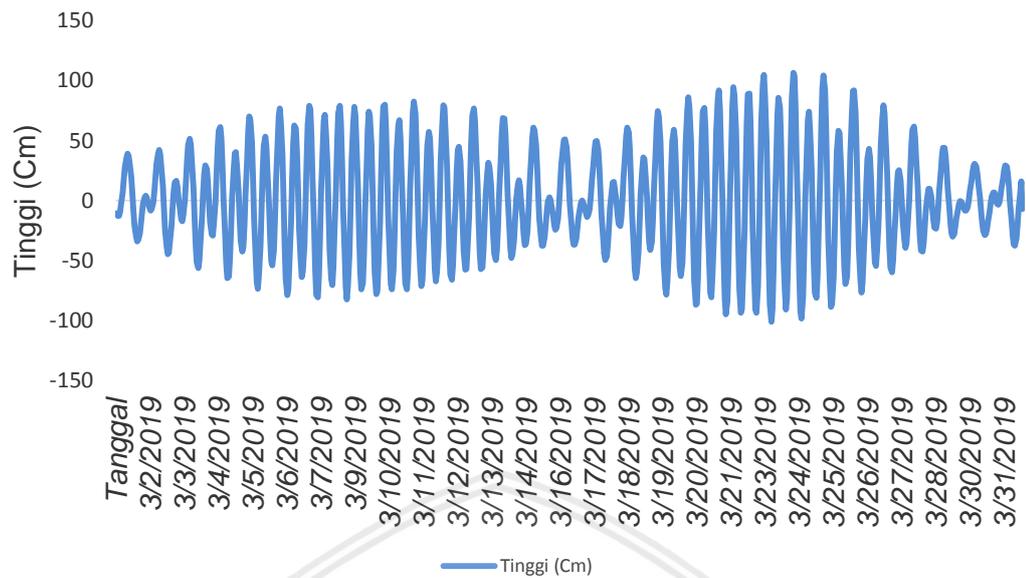
$$F = 0.22$$

Berdasarkan Tabel 6 diatas perhitungan dengan metode *Admiralty* nilai amplitudo komponen pasut tertinggi terdapat pada komponen K2 sebesar 99.91 cm yang disebabkan oleh perubahan jarak matahari. Hasil perhitungan diperoleh nilai *Formzahl* sebesar 0.22 dengan tipe pasang surut harian ganda (*Semi Diurnal Tide*) yang merupakan pasang surut yang terjadi satu kali pasang dan satu kali surut. Nilai *Formzahl* dalam menentukan tipe pasang surut diperoleh dengan perbandingan antara nilai K1 dan O1 (konstanta pasang surut tunggal utama) terhadap nilai M2 dan S2 (konstanta pasang surut ganda utama).

Tabel 7. Nilai perhitungan konstanta harmonik

Bulan	F	MSL	HHWL	LLWL
Oktober 2018	0.22	-0.02	137.89	-137.93
November 2018	0.29	-0.04	135.50	-135.57
Desember 2018	0.35	-0.07	132.55	-132.68
Januari 2019	0.34	-0.06	133.69	-133.81
Februari 2019	0.26	0.00	137.25	-137.24
Meret 2019	0.22	0.00	139.78	-139.79
April 2019	0.23	0.05	138.57	-138.47
Mei 2019	0.30	0.08	133.04	-132.87
Juni 2019	0.36	0.09	125.65	-125.47
Juli 2019	0.36	0.06	126.55	-126.43
Agustus 2019	0.29	0.01	134.12	-134.10
September 2019	0.22	0.00	139.66	-139.66

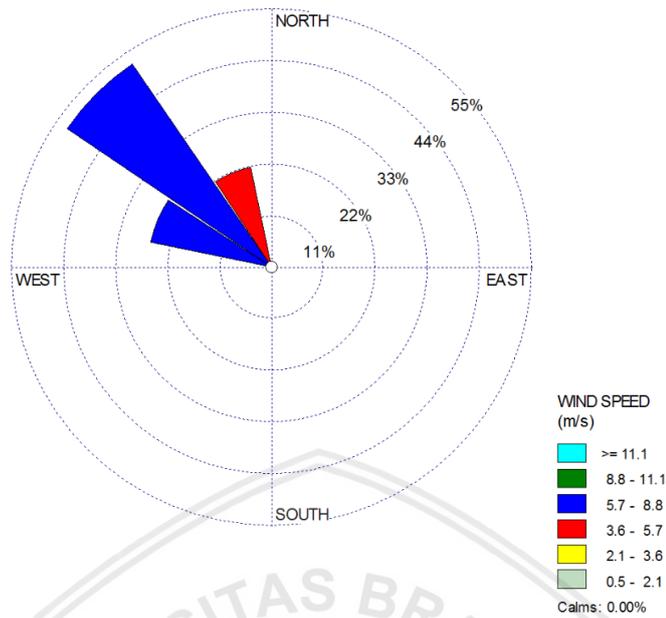
Hasil perhitungan untuk nilai *HHWL* yang didapat dalam 1 tahun perhitungan pasang surut yang didapat sebesar 139.7 cm pada bulam Maret 2019, sedang untuk nilai *LLWL* yang didapat sebesar -139,7 cm dan untuk nilai *MSL* tertinggi sebesar 0.09 yang terdapat pada bulan Juni 2019. Hasil nilai *HHWL* akan di gunakan untuk proses pembuatan model genagan. Nilai *MSL*, *HHWL*, dan *LLWL* setiap bulan dapat dilihat pada tabel 6 dan grafik pasang surut dapat dilihat pada gambar 9.



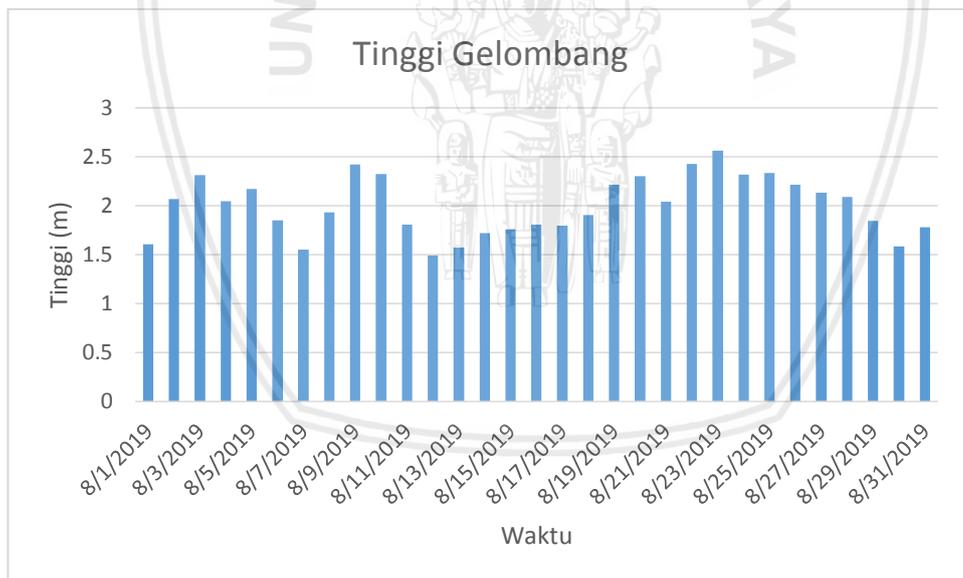
Gambar 9. Grafik Pasang Surut Bulan Maret 2019

#### 4.2.5 Angin, Gelombang dan Arus

Wilayah Pantai Goa Cemara merupakan daerah pesisir yang langsung berhadapan dengan Samudera Hindia dengan karakteristik gelombang dan angin yang berfluktasi sepanjang tahun. Wilayah ini merupakan salah satu daerah dengan kekuatan angin dan gelombang yang tinggi. Angin yang bertiup di permukaan laut merupakan faktor utama penyebab timbulnya gelombang laut. Data gelombang dan data angin dibutuhkan dalam penelitian ini untuk mengetahui tinggi gelombang laut yang ditimbulkan oleh angin yang akan menyebabkan naiknya muka air laut.



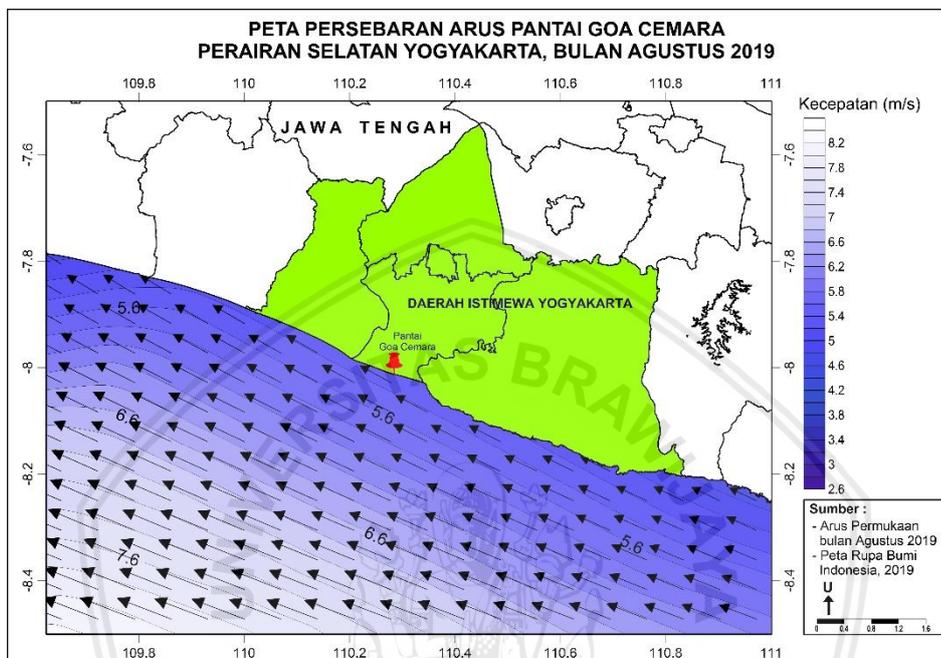
Gambar 10. Hasil pengolahan data angin



Gambar 11. Grafik tinggi gelombang

Gambar 11 merupakan data gelombang selama 1 bulan yaitu bulan agustus dimana bulan pengambilan data pada penelitian ini, terlihat pada grafik rata –rata gelombang tertinggi mencapai hingga 2,6 m. Sementara pada gambar 10 merupakan hasil windrose selama 1 hari dengan rata-rata kecepatan

maksimum 5,7-8,8 m/s dengan dominan menuju arah barat laut. Angin berhembus di atas permukaan air akan memindahkan energinya ke air, semakin lama dan semakin kuat angin berhembus, semakin besar gelombang yang terbentuk (Purba, 2014).



Gambar 12. Peta Persebaran Arus

Pola persebaran arus yang terjadi di Pantai Goa Cemara selama bulan Agustus dapat dilihat pada peta di atas. Kecepatan arus pada peta berwarna biru dan putih yang dimana berwarna biru memiliki kecepatan yang rendah dan berwarna putih kecepatan tinggi. Arah arus menunjukkan arah barat laut dengan nilai kecepatan berkisar 5,6 hingga 7,6 m/s . Arah arus ditunjukkan arah panah dan ekor panah menunjukkan kecepatan, semakin panjang ekor maka semakin cepat arusnya.

### 4.3 Ekosistem Pantai Goa Cemara

Vegetasi disekitar Pantai Goa Cemara dapat mempengaruhi kesesuaian kawasan konservasi sebagai tempat habitat bertelur penyu. Penutupan lahan di

sekitar kawasan konservasi didominasi oleh vegetasi dengan jenis cemara udang *Casuarina equisetifolia* seperti yang terlihat pada Gambar 13. Adanya vegetasi mempunyai peran menjaga kelembaban udara disekitarnya. Pantai Goa Cemara juga merupakan kawasan pantai yang terdiri atas kreteria tersebut terbukti dengan adanya penyu yang mendarat untuk bertelur. Vegetasi juga dapat melindungi telur dalam sarang agar tidak terjadi perubahan suhu yang ekstrim. Di Pantai Goa Cemara, habitat semi alami dengan luas 0,1 Ha merupakan tempat terbuka.



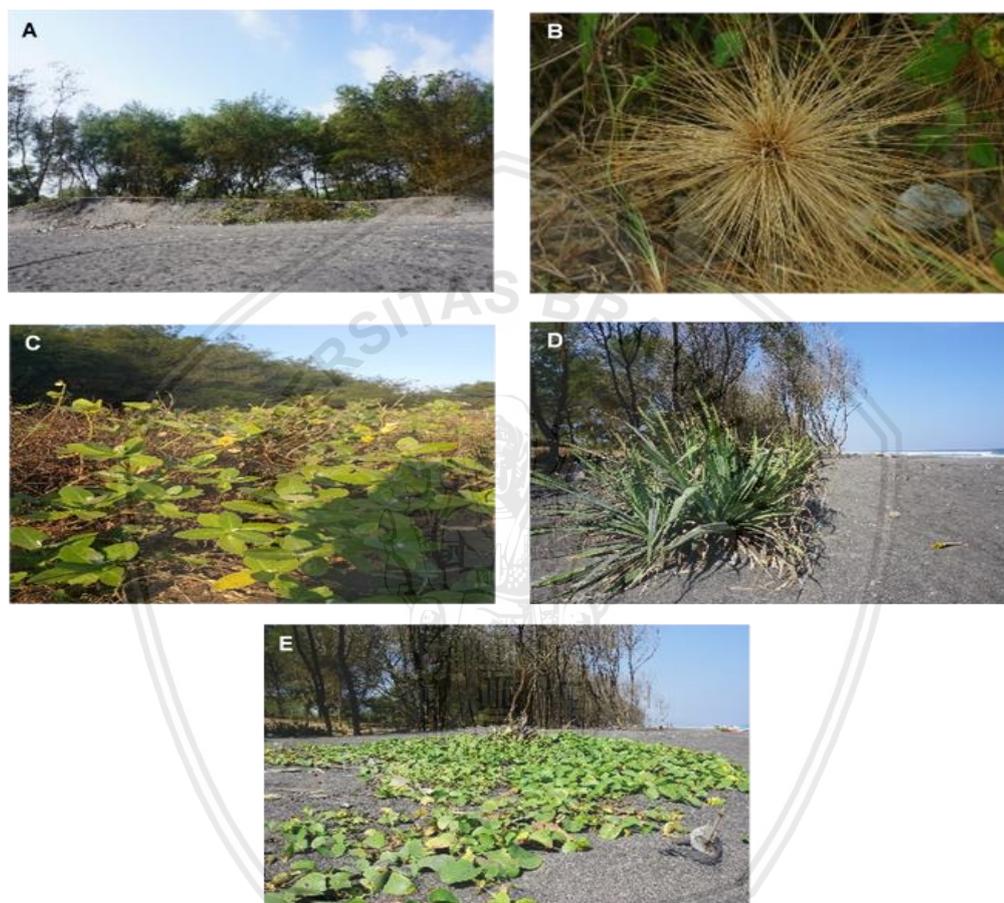
Gambar 13. Ekosistem pantai goa cemara

#### 4.3.1 Tutupan Vegetasi

Vegetasi pantai merupakan salah satu ciri yang mempengaruhi penyu untuk bertelur. Setiap jenis penyu menyukai vegetasi yang berbeda-beda. Jenis vegetasi yang memiliki akar yang begitu besar dan keras akan menyulitkan penyu untuk bertelur dan menggali sarang. Keberadaan vegetasi akan menjadi naungan bagi sarang agar tidak terkena sinar matahari yang berlebihan dan mampu menjaga suhu dalam proses inkubasi telur. Vegetasi juga menambah keamanan untuk meletakkan telur dari penyu agar terhindar dari predator.

Vegetasi yang terdapat di pantai Goa Cemara antara lain cemara udang (*Casuarina equisetifolia*), rumput berlari (*Spinifex littoreus*), widuri (*Calantrapis giganteoni*), pandan-pandangan (*Pandanus sp.*), tapal Kuda (*Ipomoea pes-caprae*).

Vegetasi tersebut merupakan vegetasi yang biasa tumbuh pada daerah sekitar pantai Goa Cemara dan memiliki akar kuat agar tidak mudah terlepas dari substrat yang berupa pasir lepas. Menurut Sukresno (1997), bahwa penyu memilih untuk menggali sarang berada dekat dengan vegetasi karena perakaran vegetasi dapat meningkatkan kelembaban yang memberikan kestabilan pada pasir sarang.



Gambar 14. Jenis vegetasi: A) Cemara udang (*Casuarina equisetifolia*); B) Rumput berlari (*Spinifex littoreus*); C) Widuri (*Calantrapis giganteoni*); D) Pandan pandanan (*Pandanus sp.*); dan E) Tapal Kuda (*Ipomoea pes-caprae*)

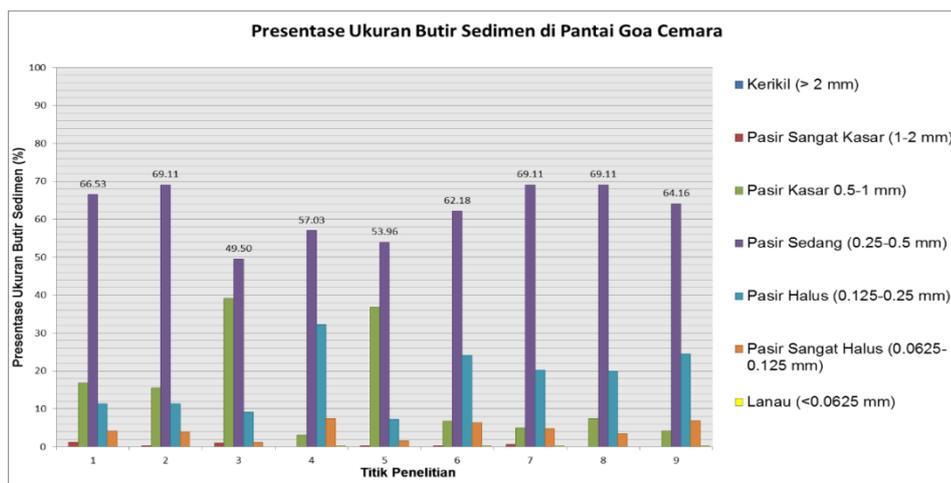
Menurut Agus (1989) jenis vegetasi *Ipomoea – pes caprae* dan *Spinifex littorius* yang memiliki formasi memanjang dan malang melintang serta jenis *Spinifex littorius* yang berduri mengganggu aktivitas peneluran Penyu Hijau, Hal tersebut dapat dikarenakan *Spinifex littorius* dan jenis vegetasi rambat *Ipomoea-pes caprae* sangat mengganggu aktivitas peneluran Penyu Hijau karena sifatnya

yang merambat sehingga menyulitkan penyu dalam melakukan penggalian lubang.

#### 4.3.2 Jenis dan Ukuran pasir

Tekstur sedimen menjadi salah satu komponen yang sangat penting sebagai tempat bertelur penyu. Kehidupan penyu dapat dipengaruhi oleh ukuran dan jenis sedimen. Jenis sedimen tersusun dari tiga ukuran butir tanah yaitu pasir, liat dan debu. Kandungan sedimen dapat berpengaruh terhadap suhu sarang, sarang yang kandungan pasir sedikit dan banyak debu dan liat dapat menyebabkan pembusukan telur di dalam sarang. Menurut Naitja (1992) kandungan pasir yang tinggi dapat menyimpan suhu hangat sehingga bermanfaat untuk perkembangan embrio telur penyu.

Pada penelitian ini dilakukan analisis ukuran sedimen pada setiap stasiun untuk mengetahui distribusi ukuran butir dan jenis sedimen pada setiap stasiun. Menurut Nybakken, (1992) bahwa ukuran butir pasir sangat berpengaruh terhadap sifat pasir sebagai penyangga yang baik bagi perubahan suhu. Pengayakan sedimen menggunakan *sieve shaker* untuk mengetahui ukuran yang kemudian diolah ukuran serta klasifikasi jenis butir sedimen menggunakan skala wenworth pada masing-masing stasiun. Adapun persentase ukuran butir sedimen dapat dilihat pada gambar 15.



Gambar 15. Presentase ukuran butir sedimen

Berdasarkan gambar 15 menunjukkan bahwa rata-rata sedimen didominasi oleh pasir sedang sebesar 62,30% dan hanya terdapat sedikit partikel lanau dengan rata-rata sebesar 0,09%. Sedangkan untuk partikel kerikil tidak ditemukan sama sekali. Pada umumnya penyu memilih pantai yang landai dan mengandung sedimen kurang lebih dari 90% berupa pasir dan sisanya adalah debu dan liat, dengan berdiameter antara 0,18 - 0,21 mm (Nuitja 1992). Pasir di Pantai Goa Cemara memiliki jenis pasir berwarna hitam yang mengandung mineral magnetic. Menurut Lubis (2003), pasir berwarna hitam seperti di Pantai Goa cemara mampu mengabsorpsi sebagian besar radiasi kira-kira 30-80% dari radiasi panas yang datang dan mengurangi evaporasi dari permukaan pasir.

#### 4.3.3 Data dan Lokasi Peneluran

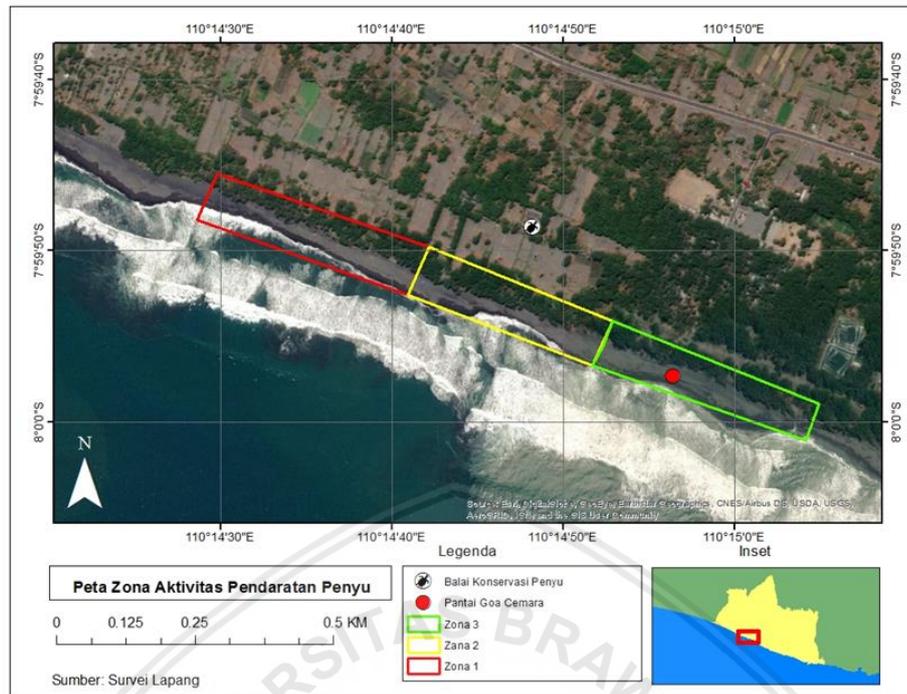
Karakteristik suatu pantai sangat mempengaruhi jumlah penyu mendarat walaupun kemampuan penyu untuk kembali lagi ke pantai tempat asal penyu dilahirkan namun penyu memiliki kecenderungan mendarat pada pantai tertentu. Proses penetasan telur penyu dilakukan pada sarang buatan atau semi alami untuk memaksimalkan keberhasilan peneluran. Data peneluran yang tercatat meliputi jumlah penyu yang mendarat jenis penyu, dan jumlah telur. Namun pada

penelitian ini data pendaratan penyu berdasarkan catatan dari tahun 2011 hingga 2019 dan wawancara beberapa warga disekitar pantai dengan rata-rata 15 penyu mendarat setiap tahunnya, nilai ini terhitung sedikit jika dibandingkan data penyu mendarat oleh Panjaitan *et al.*,(2012) di Pantai Pengumbahan Ujung Genteng dengan pertahun mencapai 50 ekor. Berikut jumlah penyu yang mendarat di Pantai Goa Cemara sejak tahun 2011 hingga 2019 pada tabel 7.

Tabel 8. Pendaratan penyu

Tahun	Jumlah Penyu Mendarat												Total (ekor)	Jumlah telur
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des		
2011	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	6	626
2012	0	0	0	0	0	11	5	3	0	0	0	0	19	1796
2013	0	0	0	0	3	1	7	1	1	0	0	0	13	1049
2014	0	0	0	2	4	14	4	4	0	0	0	0	28	2699
2015	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	6	623
2016	0	0	0	0	1	4	4	0	0	0	0	0	9	849
2017	0	0	0	1	1	8	4	1	1	0	0	0	16	1502
2018	0	0	0	2	9	7	6	1	0	0	0	0	25	2358
2019	0	0	0	1	11	1	1	3	0	0	0	0	17	1661

Dari hasil penelitian yang dilakukan diperoleh data jumlah total penyu yang mendarat di Pantai Goa Cemara terbanyak pada tahun 2014 dengan banyak 28 ekor sedangkan pendaratan terendah penyu terjadi pada tahun 2011 dengan banyak 6 ekor. Hasil wawancara dengan pengelola tempat konservasi di Pantai Goa Cemara, dapat dilihat pada gambar 16 intensitas lokasi pendaratan sering terjadi disebelah barat pantai atau di zona 1. Pada zona 1 tersebut merupakan tempat yang sering didatangi penyu untuk bertelur atau sekedar mendarat. Lokasi ini memiliki kemiringan antara 7 – 10 ° zona ini pernah ditemui sekitar 15 ekor penyu untuk bertelur pada tahun 2014. Menurut Nuitja (1992), nilai kemiringan sebesar 8° termasuk ke kondisi landai yang sesuai bagi habitat peneluran penyu karena kondisi landai dapat memudahkan penyu untuk mencapai tempat penelurannya.

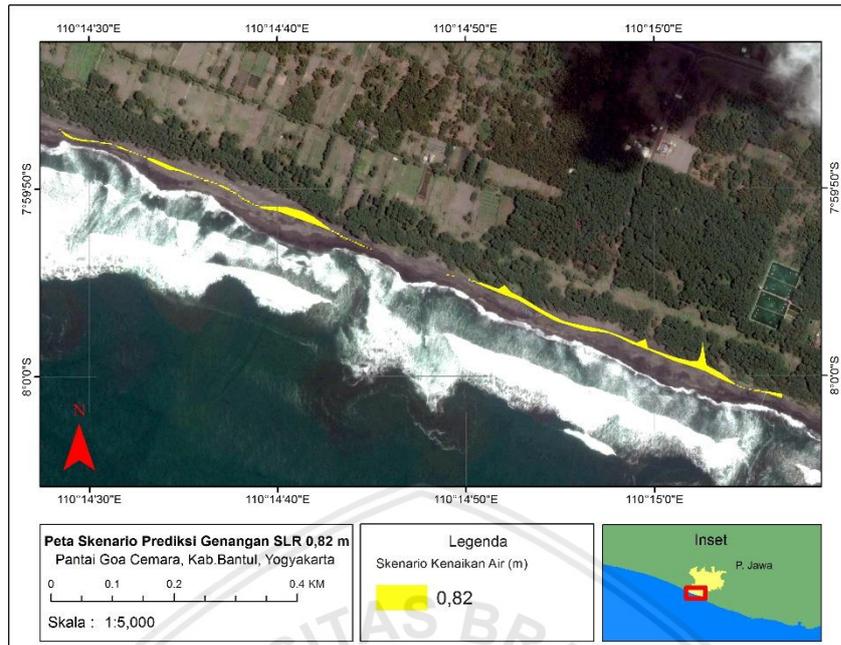


Gambar 16. Peta zona aktivitas pendaratan penyu

#### 4.4 Prediksi Genangan Air

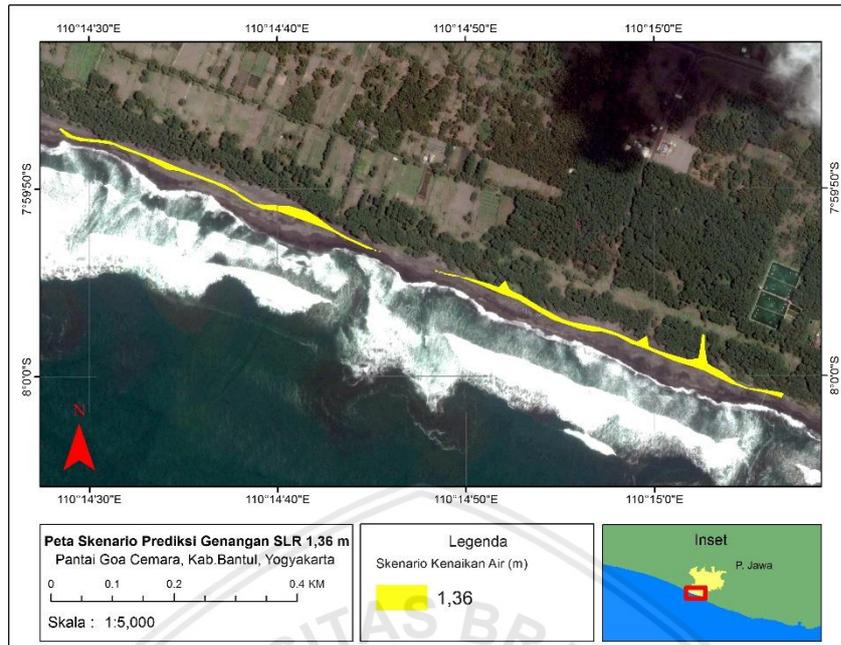
##### 4.4.1 Pemodelan Genangan

Pemodelan prediksi genangan pada penelitian ini mengacu pada konsep *Coastal Flood Modeling* dengan pendekatan *Zero Side-Rules* dimana nilai genangan air dimodelkan berdasarkan nilai topografi dan tinggi skenario genangan. Pemodelan prediksi kenaikan ini menggunakan beberapa prediksi, diantaranya prediksi menurut Vermeer dan Rahmstorf (2009), menyatakan kemungkinan kenaikan antara 0,75-1,95 m untuk tahun 2100. Kemudian 0,91 – 1,36 m pada tahun 2075 (Hoffman *et al.*, 1983), menurut (Lara, 2008) naik sebesar 1,5° C – 5°C pertahun yang kemungkinan kenaikan muka air laut sekitar 0,2 m hingga 1,65 m hingga tahun 2100, genangan air setinggi 0,82 m hingga 2100 hasil prediksi dari IPCC, (2014). Prediksi genangan dilakukan dengan estimasi kenaikan suhu yang menyebabkan kenaikan muka air laut. Pemodelan genangan akibat kenaikan muka air laut di Pantai Goa Cemara dapat dilihat pada gambar di bawah



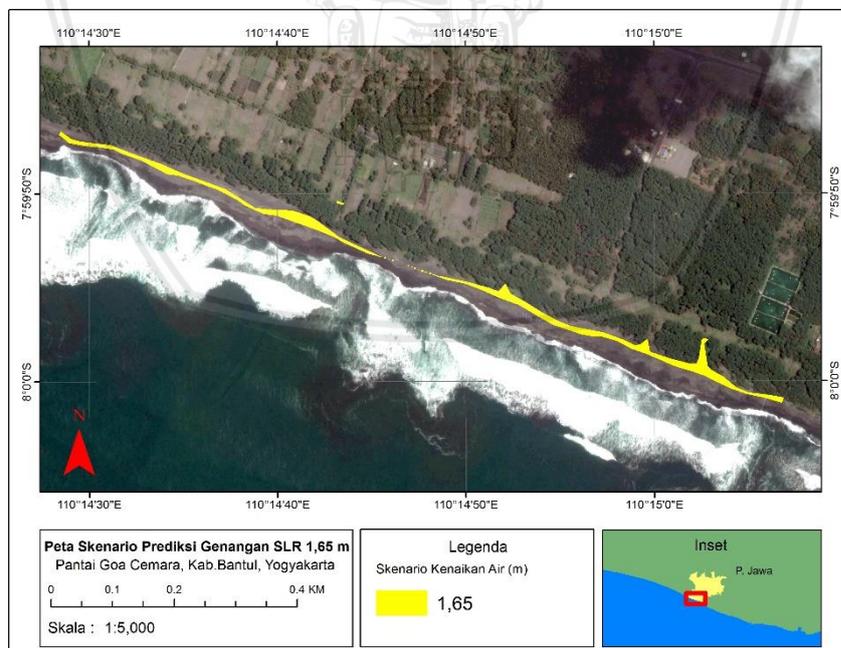
Gambar 17. Prediksi genangan 0,82 m menurut IPCC, (2014)

Pada skenario prediksi pada 0,82 m mengalami pengurangan kawasan pantai sebesar 5177.45 m<sup>2</sup> dan mengurangi luasan habitat sebesar 24,02%



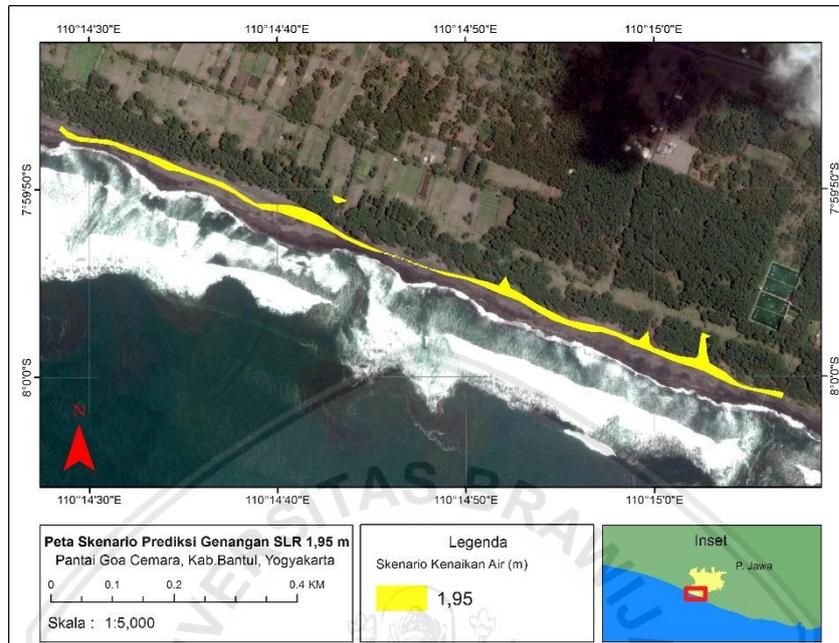
Gambar 18. Prediksi genangan 1,36 m menurut (Hoffman *et al.*, 1983)

Pada skenario prediksi pada 1,36 m mengalami pengurangan kawasan pantai sebesar 8359,67 m<sup>2</sup> dan mengurangi luasan habitat sebesar 38,78%



Gambar 19. Prediksi genangan 1,65 m menurut (Lara, 2008)

Pada skenario prediksi pada 1,65 m mengalami pengurangan kawasan pantai sebesar 10204,75 m<sup>2</sup> dan mengurangi luasan habitat sebesar 47,34%.



Gambar 20. Prediksi genangan 1,95 m menurut Vermeer dan Rahmstorf, (2009)

Pada skenario prediksi pada 1,95 m mengalami pengurangan kawasan pantai sebesar 12359.53 m<sup>2</sup> dan mengurangi luasan habitat sebesar 57.34%. Berdasarkan peta pemodelan genangan akibat kenaikan muka air laut di Pantai Goa Cemara pada gambar diatas, prediksi genangan mengikuti ketinggian topografi. Hal ini dikarenakan proses pemodelan dilakukan dengan pendekatan yang cukup sederhana, yaitu dengan mengkonversi nilai ketinggian menjadi nilai genangan berdasarkan nilai kenaikan dalam skenario. Hasil genangan dominan dibagian timur dan barat, hasil ini disebabkan oleh topografi pantai yang lebih rendah di bagian barat dan timur pantai. Hasil prediksi genangan daerah habitat yang lebih sedikit terendam terdapat pada bagian tengah, karena topografi pada daerah bagian tengah tersebut lebih tinggi dari sekitarnya.

Dari hasil pemodelan genangan dapat diketahui bahwa daerah habitat yang tersisa lebih banyak ditemukan pada bagian barat. Bagian barat Pantai Goa

Cemara memang memiliki luasan daerah habitat peneluran yang lebih luas dibandingkan dengan daerah habitat peneluran bagian tengah dan timur. Luasan ini disebabkan oleh pantai di bagian barat yang lebih menjorok ke arah darat. Keadaan ini menguntungkan untuk pendaratan penyu, karena lokasi ini merupakan zona dengan pendaratan penyu yang paling sering ditemukan sarang peneluran.

#### 4.4.2 Pengurangan Luasan Kawasan Zona Peneluran

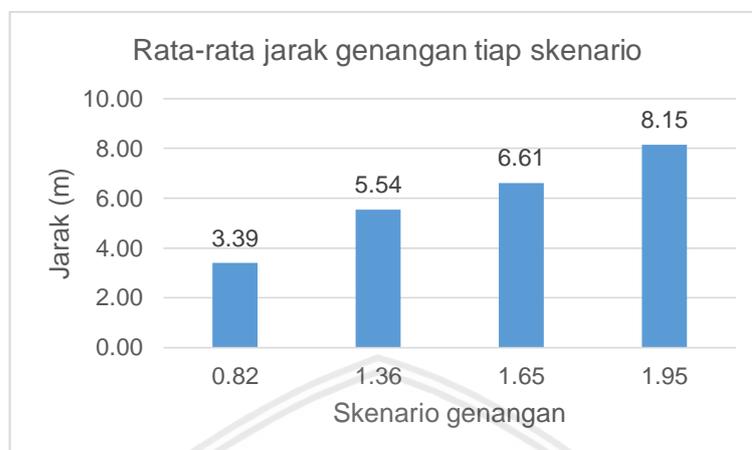
Berdasarkan hasil pemodelan prediksi kenaikan muka air laut di Pantai Goa Cemara dapat dihitung luasan genangan di setiap skenario. Perhitungan nilai luasan ini dapat dilihat dalam *attribute table* pada *software Arcgis 10.3*. Luasan pengurangan didapatkan dengan cara mengurangi luas kawasan peneluran dengan hasil setiap skenario. Hasil luasan genangan dan pengurangan luas kawasan dapat dilihat pada tabel 8 dibawah ini

Tabel 9. Luasan genangan

No	Skenario Kenaikan SLR	Luas Genangan (m <sup>2</sup> )	Presentase Pengurangan Habitat Peneluran akibat SLR (%)	Luas Area Peneluran (m <sup>2</sup> )
1	0,82	5177.45	24.02	21555.2
2	1,36	8359.67	38.78	
3	1,65	10204.75	47.34	
4	1,95	12359.53	57.34	

Dari hasil tabel di atas diketahui kenaikan muka air laut pada skenario 0,82 m tergenang sebesar 5177.45 m<sup>2</sup> dengan presentase kawasan habitat peneluran sebesar 24,02%. Skenario 1,36 m menunjukkan luas genangan sebesar 8359.67 m<sup>2</sup>, skenario ini mengurangi kawasan habitat peneluran sebesar 38,78%. Pada skenario 1,65 m memiliki pengurangan genangan sebesar 10204.75 m<sup>2</sup> dengan luas tersebut mengurangi 47.34% kawasan habitat peneluran dan untuk skenario 1,95 m mengurangi genangan sengan luas 12359,53 m<sup>2</sup> dengan tingkat

presentase sebesar 57,34% mengurangi kawasan habitat peneluran di pantai goa cemara yang terendam.



Gambar 21. Grafik jarak genangan tiap skenario

Dari grafik diatas diketahui bahwa jarak rata-rata jangkauan air laut setelah kenaikan muka air laut. Berdasarkan hasil grafik di atas rata-rata genangan setiap skenario didapat hasil dengan skenario 0,82 m didapat jarak rata-rata sebesar 3,39 m, skenario 1,36 m didapat hasil sebesar 5,54m, skenario 1,65 m didapat hasil sebesar 6,61 m dan pada skenario 1,95 m didapat hasil 8,15 m.

Semakin jauh jarak pasang tertinggi dengan sarang dapat meyebabkan semakin besar tingkat penetasan terhadap telur penyu. Akibat kenaikan muka air laut dapat menyebabkan kegagalan penetasan telur penyu. Kenaikan muka air laut dapat menyebabkan air laut masuk kedalam sarang yang mengakibatkan terjadinya penambahan kadar air serta perubahan suhu maupun pH pada sarang (Pradana *et al.*, 2015). Berdasarkan penelitian Hamman *et al.*, (2010) menyatakan dampak kenaikan muka air laut pada pantai akan menyebabkan kegagalan penetasan yang berimbas pada penurunan jumlah tukik. Kondisi ini memaksa induk penyu untuk beradaptasi dengan melakukan perubahan bahkan pergeseran tempat bersarang karena habitat pantai tidak lagi tersedia. Selain bergeseran lokasi untuk bersarang, kenaikan muka air laut menyebabkan tinggi potensial air



laut yang terserap oleh pasir di dalam sarang yang mempengaruhi kelembaban dan suhu pasir dalam sarang telur penyu tersebut.

#### 4.4.3 Rencana strategi pengelolaan habitat peneluran penyu

Pemantauan perubahan habitat peneluran sebagai akibat dari kenaikan muka air laut dapat dilakukan dengan teknis monitoring di kawasan pantai. Jika terjadi kenaikan muka air laut yang berdampak terhadap pengurangan habitat penyu perlu adanya pemantauan terhadap pendaratan dan peneluran penyu. Langkah ini diambil agar penyu yang bertelur didaerah yang kemungkinan masih terpengaruh air bisa diselamatkan. Upaya ini juga bisa menjadi langkah untuk melihat pergeseran habitat pendaratan maupun peneluran. Pemantauan perubahan habitat peneluran sebagai akibat dari kenaikan muka air laut dapat dilakukan dengan teknis monitoring di kawasan pantai. Menurut Ario *et al.* (2016), pengembangan posko-posko pengamatan sepanjang pinggir pantai yang berguna untuk mengamati jika ada penyu yang naik ke daratan untuk bertelur. Penyelamatkan telur dari predator alami serta manusia yang ingin mengambil. Menyebar luaskan tentang penting upaya pelestarian penyu agar pantai-pantai di Goa Cemara tetap bisa jadi tempat bagi penyu tersebut untuk naik ke daratan lalu bertelur.

Ancaman terhadap kelestarian penyu tidak hanya di sebabkan oleh kegiatan manusia tetapi dapat di sebabkan oleh faktor diluar kendali manusia seperti perubahan iklim yang dapat mengancam kelestarian penyu. Pantai Goa Cemara memiliki rumah konservasi penyu sejak 2010. Salah satu kegiatan dari rumah konservasi ini adalah menetaskan telur penyu di sarang semi alami. Keadaan ini bisa mendukung upaya penyelamatan telur-telur yang mungkin terpengaruh oleh jangkauan air laut karena pengurangan habitat yang disebabkan oleh kenaikan muka air laut. Untuk mengatasi masalah tersebut

menurut Maulana (2017), dapat dilakukan rekolasi atau pemindahan telur dari penetasan alami ke penetasan semi alami. Pemindahan dilakukan untuk meningkatkan keberhasilan penetasan telur penyu sehingga menjaga kelestariannya dan mengurangi dampak dari kepunahan.

Perlu adanya pembatasan aktivitas wisata pantai di Pantai Goa Cemara. Hal ini untuk mengurangi pengaruh faktor antropogenik terhadap aktivitas peneluran dan pendaratan penyu. Aktivitas manusia yang menimbulkan suara atau cahaya berlebih akan mengganggu proses pendaratan dan peneluran penyu. Luasnya cakupan siklus hidup penyu mengharuskan adanya pengaturan yang meliputi batas-batas wilayah. Batas wilayah pariwisata dengan wilayah daerah pendaratan harus sangat dijaga karena dapat mengganggu dalam keberlangsungan penyu untuk bertelur. Menurut Budapest (2008), Aktivitas manusia akan sangat mempengaruhi populasi penyu. Polusi suara dan cahaya karena kedua ini mempengaruhi suasana penyu saat bertelur. Cahaya alami dimana cahaya bintang dan bulan yang akan menjadi acuan bagi penyu untuk kembali, dengan adanya populasi cahaya buatan yang manusia timbulkan akan mengganggu orientasi penyu untuk kembali. Populasi suara yang akan menyebabkan stress pada hewan dan akan meningkatkan rasio kematian akibat interaksi yang tidak seimbang. Efek suara antropogenik pada organisme laut dapat berpengaruh terhadap kematian tergantung perbedaan intensitas dan frekuensi kebisingan serta jarak sumber kebisingan.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka kesimpulan yang dapat ditarik adalah:

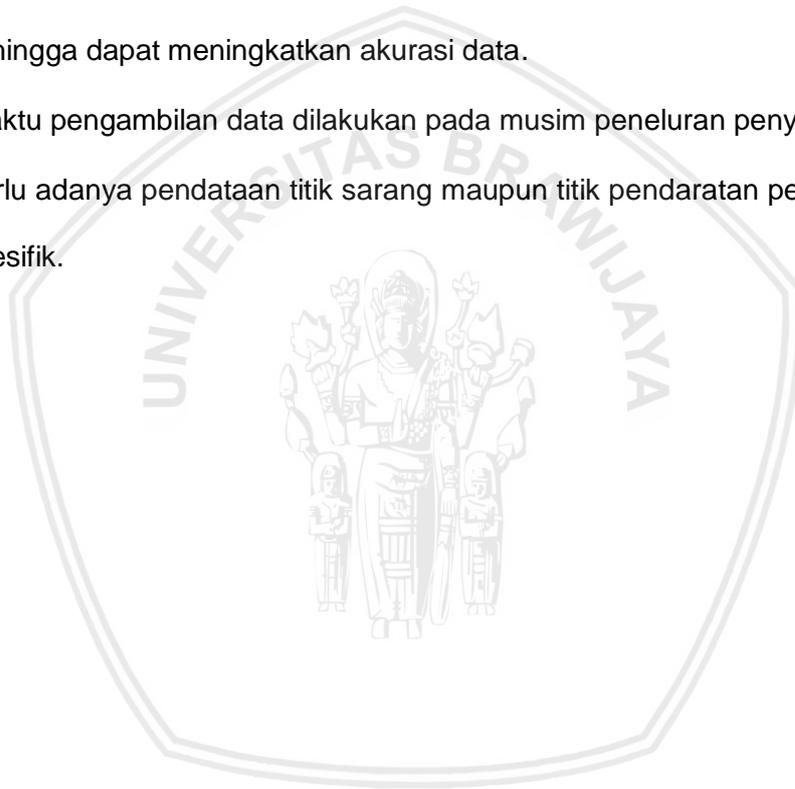
- Kenaikan tinggi muka air laut diprediksi akan menggenangi Pantai Goa Cemara dan menyebabkan pengurangan luasan daerah habitat peneluran penyu. Kenaikan muka air yang terus terjadi setiap tahun dapat menyebabkan kegagalan penetasan telur penyu dan penurunan jumlah tukik. Kondisi ini memaksa induk penyu untuk beradaptasi dengan melakukan perubahan bahkan pergeseran tempat bersarang. Hasil prediksi dapat menyebabkan kemunduran penyu untuk bertelur apabila kenaikan genangan sesuai dengan skenario.
- Pada skenario prediksi kenaikan muka air laut 0,82 m tergenang sebesar 5177.45 m<sup>2</sup> dengan presentase kawasan habitat peneluran sebesar 24,02%, Skenario 1,36 m menunjukkan luas genangan sebesar 8359.67 m<sup>2</sup>, skenario ini mengurangi kawasan habitat peneluran sebesar 38,78%. Pada skenario 1,65 m memiliki pengurangan genangan sebesar 10204.75 m<sup>2</sup> dengan luas tersebut mengurangi 47.34% kawasan habitat peneluran dan untuk skenario 1,95 m mengurangi genangan dengan luas 12359,53 m<sup>2</sup> dengan tingkat presentase sebesar 57,34% mengurangi kawasan habitat peneluran di pantai goa cemara, dengan hasil luasan tersebut dapat menyebabkan kegagalan penetasan telur penyu.
- Strategi terhadap pengurangan habitat dapat dilakukan dengan mendirikan posko- posko pemantauan pengamatan sepanjang pinggir pantai untuk mengamati penyu yang naik ke daratan, rekolasi atau pemindahan telur

dari penetasan alami ke penetasan semi alami. Wilayah wisata dengan wilayah daerah pendaratan dan peneluran penyu perlu dibatasi untuk mengurangi pengaruh antropogenik berupa cahaya dan suara berlebih.

## 5.2 Saran

Adapun saran untuk penelitian ini maupun penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

- Perlunya kerjasama antara pihak profesional untuk memperoleh data primer sehingga dapat meningkatkan akurasi data.
- Waktu pengambilan data dilakukan pada musim peneluran penyu.
- Perlu adanya pendataan titik sarang maupun titik pendaratan penyu secara spesifik.



## DAFTAR PUSTAKA

- Agus, P. 1989. Pengelolaan Habitat dan Satwa Penyau Laut. Media Konservasi. Vol II (2).
- Apdillah, D., Soeharmoko, Pratomo, A.P., 2009. Pemetaan Kawasan Habitat Penyau Di Kabupaten Bintan.
- Ardiansyah, Yulio, Achmad Fachruddin Syah, And Zainul Hidayah. 2017. "Pemodelan Genangan Kenaikan Muka Air Laut (Sea Level Rise) Menggunakan Data Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografi Di Wilayah Pesisir Selat Madura." *Prosiding Seminar Nasional Kelautan Dan Perikanan* lii: 12.
- Ario Raden, Edi Wibowo, Ibnu Pratikto, Surya Fajar. 2016. Pelestarian Habitat Penyau Dari Ancaman Kepunahan Di *Turtle Conservation And Education Center (TCEC)*, Bali. *Jurnal Kelautan Tropis Maret 2016 Vol. 19(1):60–66 ISSN 0853-7291*
- Augy Syahailatua. 2008. *Dampak Perubahan Iklim Terhadap Perikanan*". Dalam *Jurnal Oseana*, Volume XXXIII, Nomor 2
- Ayunarita, Sherly, Elizal dan Musrifin. 2017. Studi Pola Arus, Pasang Surut Dan Gelombang Di Perairan Pantai Pelawan Desa Pangke Kecamatan Meral Kabupaten Karimun Provinsi Kepulauan Riau. Kepulauan Riau. Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau.
- Budapest, T.M. aus, 2008. The Impact of artificial lights and anthropogenic noise on Loggerheads (*Caretta caretta*) and Green Turtles (*Chelonia mydas*), assessed at index nesting beaches in turkey and Mexico.
- Budiantoro, A. 2017. Zonasi Pantai Pendaratan Penyau di Sepanjang Pantai Bantul. *Jurnal Riset Daerah*.
- Chen, J., Hill, A.A., Urbano, L.D., 2009. A GIS-based model for urban flood inundation. *J. Hydrol.* 373, 184-192. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2009.04.021>
- Dharmadi, N., N., Wiadnyana, 2008. Kondisi Habitat dan Kaitannya dengan Jumlah Penyau Hijau (*Chelonia mydas*) yang Bersarang di Pulau Derawan Berau-Kalimantan Timur. *Pus. Ris. Perikanan*. Tangkap 14, 19-204.
- Fadilah, Suripin, dan Sasongko, P Dwi. 2014. Menentukan Tipe Pasang Surut dan Muka Air Rencana Perairan Laut Kabupaten Bengkulu Tengah Menggunakan Metode *Admiralty*. Universitas Diponegoro. Semarang: *Maskapari Journal* 6(1).
- Fatmawati, Fina. 2018. Keindahan Dan Keunikan Pesona Pantai Goa Cemara Yogyakarta. Yogyakarta. Sekolah Tinggi Pariwisata Ambarrukmo Yogyakarta.



- Garcia, Y.C., Herrera, M.T.R., Trejo, C.D., Paulin, G.L., Corona, N., 2015. Modeling sea-level change, inundation scenarios, and their effect on the Colola Beach Reserve – a nesting-habitat of the black sea turtle, Michoacan, Mexico. *Geofis. Intercional* 54,179-190.
- Hakim Luqman dan Ira Mutiara Anjasmara.2016.*Analisa Hubungan Perubahan Muka Air Laut dan Perubahan Volume Es di Kutub Selatan dengan Menggunakan Satelit Altimetri*. Jurnal Teknik ITS Vol. 5, No. 2.
- Hamann, M., Godfrey, M., Seminoff, J., Arthur, K., Barata, P., Bjorndal, K., and B. Godley.2010. Global research priorities for sea turtles: informing management and conservation in the 21st century. *Endangered Species Research*,11(3), 245 – 269 . doi:10.3354/esr00279Hodge, R.P. and B.L. Wing. (2000). Occurrences of marine turtles in Alaska waters: 1960- 1998. *Herpetological Review*. 31(3):148-151.
- Hidayat, N. 2005. Kajian Hidro-Oseanografi untuk Deteksi Proses-Proses Fisik di Pantai. Universitas Tadulako, Palu.
- Hoffman J.S., Keyes D., Titus J.G., 1983, Projecting Future Sea Level Rise; Methodology, Estimates to the Year 2100, and Research Needs, Environmental Protection Agency, Washington. p. 115-121.
- Ibrahim Andi, Djumanto dan Namastra Probosunu. 2016. Sebaran Lokasi Peneluran Penyu Hijau (*Chelonia mydas*) di Pulau Sangalaki Kepulauan Derawan Kabupaten Berau. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada* 18 (2): 39-46 ISSN: 0853-6384 ISSN: 2502-5066
- IPCC. Climate Change. 2014. *Mitigation of Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Isdianto Andik, Wahyudi Citrosiswoyo, Kriyo Sambodho. 2014. Zonasi Wilayah Pesisir Akibat Kenaikan Muka Air Laut. *Jurnal Permukiman* Vol. 9 No. 3 November 2014 : 148-157.
- Kurniawan, Roni, M. Najib Habibie, Donald S.Permana. 2012. Kajian Daerah Rawan Gelombang Tinggi di Perairan Indonesia. Jakarta. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika* Vol. 13 No. 3.
- Lara L.R., 2008, Los cambios ambientales globales y la vulnerabilidad de los sectores de México. En: Azuz Adeath I.A. (Eds.), *Infra estructura y Desarrollo Sustentable*. Gobierno del Estado de B.C. CETYS Universidad, 15 pp.
- Lubis, S. 2003. Potensi Sumber Daya Mineral Dan Energi Kawasan Pesisir dan Laut Dangkal : Peluang Investasi Serta Upaya Pengembangannya. [www.mgi.esdm.go.id](http://www.mgi.esdm.go.id) Marine Geological Institute/Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan (PPPGL).67 Hlm.
- Manurung Berman 2015. Karakteristik Habitat Tempat Bertelur Penyu Di Kawasan Taman Wisata Alam Tanjung Belimbing Kecamatan Paloh Kabupaten Sambas. *Jurnal Hutan Lestari*. Vol. 4 (2) : 205 – 212.

- Maulana, Ruspiansyah, Wahyu Adi dan Khoirul Muslih. 2017. Kedalaman Sarang Semi Alami Terhadap Keberhasilan Penetasan Telur Penyu Sisik (*Eretmochelys Imbricata*) Di Penangkaran Tukik Babel, Sungailiat. Bangka Belitung. Jurnal Sumberdaya Perairan. Volume 11 Nomor 2.
- Musrifin. 2012. Analisis Dan Tipepasang Surut Perairan Pulau Jemur Riau. Riau. Berkala Perikanan Terubuk Vol 40 No.1.
- NOAA Office of Coast survey. 2017. Inundation Modeling [www Document]. URL <https://www.nauticalchart.noaa.gov/csdl/inundation.html>
- Nontji, A. 187. Laut Nusantara. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Nuitja, I.N.S. 1992. Biologi dan Ekologi Pelestarian Penyu Laut. Bogor: IPB
- Nybakken, J.W. 1992. Biologi Laut, Suatu Pendekatan Ekologis. PT. Gramedia. Jakarta.
- Panjaitan, R. A., Iskandar., & H. Alisyahbana, S. (2012). Hubungan Perubahan Garis Pantai terhadap habitat Bertelur Penyu Hijau (*Chelonia Mydas*) di pantai Pangumbahan Ujung Genteng, Kabupaten Sukabumi. Jurnal Perikanan Dan Kelautan, 3(3), 311–320.
- Patino Martinez, J., Marco, A., Quinones, L., Hawkes, L.A., 2014. The potential future influence of sea level rise on leatherback turtle nests. J. Exp. Mar. Biol. Ecol.
- Poulter, B., Halpin, P.N., 2008. Raster modelling of coastal flooding from sea-level rise. Int. J. Geogr. Inf. Sci. 22, 167-182. <http://doi.org/10.1080/13658810701371858>
- Pradana, F.A., Said, S., dan Siahaan, S. 2015. Habitat Tempat Bertelur Penyu Hijau (*Chelonia mydas*) di Kawasan Taman Wisata Alam Sungai Liku Kabupaten Sambas Kalimantan Barat. Universitas Tanjungpura, Pontianak
- Pramono, Gatot H., 2008, Akurasi Metode IDW dan Kriging Untuk Informasi Sebaran Sedimen Tersuspensi di Maros, Sulawesi Selatan, Bakosurtanal, Forum Geografi, Vol. 22, No. 1, pp 145-158
- Prasetyo Debby Rio, Indarto. 2014. Pembuatan Digital Elevation Model Resolusi 10m dari Peta RBI dan Survei GPS dengan Algoritma ANUDEM. Jurnal keteknikan pertanian vol. 2, no. 1.
- Pratomo Arief., Apdillah, Dony., Suharmoko. 2010. "Aspek Biologi Penyu di Kabupaten Bintan". Jurnal Dinamika Maritim, 2 (1) hal. 59-66.
- Purba, Noir Primadona. 2014. Variabilitas Angin dan Gelombang Laut Sebagai Energi Terbarukan di Pantai Selatan Jawa Barat. Bandung. Jurnal Akuatika. Vol. V No. 1.



- Putra Dian Rasmana, Dr. rer. nat. Muh. Aris Marfai, M. Sc. 2011. Identifikasi Dampak Banjir Genangan ROB Terhadap Lingkungan Permukiman di Kecamatan Pademangan Jakarta Utara.
- Rahanjani Yustian Ekky, Agung Setianto, Srijono. 2012. Pemanfaatan Citra *Digital Elevation Model* (Dem) Untuk Studi Evolusi Geomorfologi Gunung Api Merapi Sebelum Dan Setelah Erupsi Gunung Api Merapi 2010. Jurusan Teknik Geologi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. ISSN: 1979-2328.
- Rofiah, Amalia. 2012. Pengaruh Naungan Sarang terhadap Persentase Penetasan Telur Penyu Lekang (*Lepidochelys olivacea*) di Pantai Samas Bantul, Yogyakarta. *Journal Of Marine Research*. Volume 1, Nomor 2, Halaman 103-108. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro.
- Segara, R.A. 2008. Studi Karakteristik Biofisik Habitat Peneluran Penyu Hijau (*Chelonia mydas*) di Pagumbahan Sukabumi, Jawa Barat (Skripsi).
- Sihombing Weny H., Suntoyo, Kriyo sambodho. 2012. Kajian Kenaikan Muka Air Laut di Kawasan Pesisir Kabupaten Tuban, Jawa Timur. *Jurnal Teknik ITS* Vol. 1, (Sept, 2012) ISSN: 2301-9271.
- Sugianto, Denny Nugroho dan Agus ADS. 2007. Studi Pola Sirkulasi Arus Laut di Perairan Pantai Provinsi Sumatera Barat. Semarang. Program Studi Oseanografi, Jurusan Ilmu Kelautan FPIK UNDIP Semarang Kampus Tembalang. Vol. 12 (2) : 79 – 92.
- Suhelmi, Ifan Ridlo. 2009. "Pemanfaatan Digital Elevation Model Dan Gis Untuk pemodelan Kerentanan Rob Di Semarang." *Seminar Nasional Teori Dan Aplikasi Teknologi Kelautan*.
- Sukresno. 1997. Pemanfaatan Penyu Laut di Indonesia. Prosiding Workshop Penelitian dan Pengelolaan Penyu di Indonesia. Wetlands International, Bogor. Hlm 181- 185.
- Syah Achmad Fachruddin. 2013. Pengukuran Daerah Genangan Di Pesisir Bangkalan Akibat Naiknya Muka Air Laut. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* Vol. 5 No. 1. Jurusan Ilmu Kelautan, Universitas Trunojoyo Madura.
- The Sea Turtle Conservancy. 2015. Information Sea Turtlesm: Habitats [WWW Document]. Conserveturtle.org. URL <https://conserveturtle.org/information-sea-turtle-habitats/>.
- Vermeer M., Rahmstorf S., 2009, Global sea level linked to global temperature. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States*, 51, p. 21527– 21532.
- Wentworth, C.K. (1922). A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments. *Journal of Geology*, Vol. XXX: 377-392.
- Yulmeirina dan Thamrin and Syafruddin Nasution. 2016. Habitat Characteristics Nesting Environment Of Hawksbill Turtle (*Eretmochelys imbricata*) in the East Yu Island Of Thousand Islands National Park.

Yusuf, A. 2000. Mengenal Penyu. Yayasan Alarn Lestari. Jakarta.



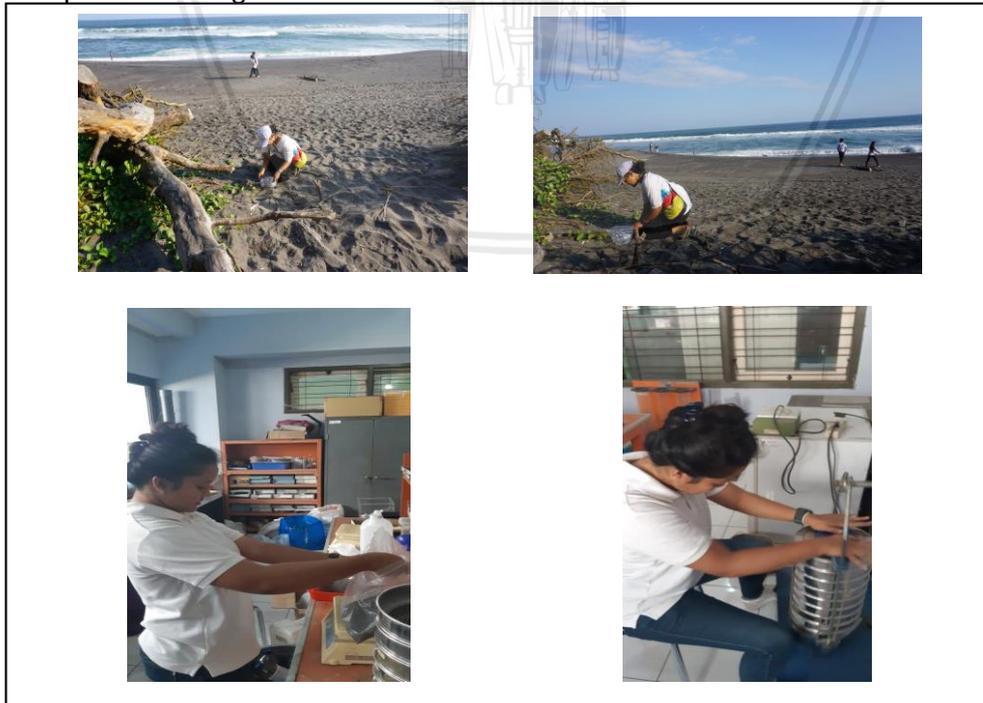
## LAMPIRAN

Dokumentasi pengambilan data

### Lampiran 1. Tacking Garis Pantai



### Lampiran 2. Pengambilan Sedimen



Lampiran 3. Hasil pengukuran sedimen

Stasiun	Berat Sedimen (gr)	Persentase Berdasarkan Ukuran Diameter Sedimen (%)						
		Kerikil (> 2 mm)	Pasir Sangat Kasar (1-2 mm)	Pasir Kasar (0.5-1 mm)	Pasir Sedang (0.25-0.5 mm)	Pasir Halus (0.125-0.25 mm)	Pasir Sangat Halus (0.0625-0.125 mm)	Lanau (<0.0625 mm)
		> 2 mm	1-2 mm	0.5-1 mm	0.25-0.5 mm	0.125-0.25 mm	0.0625-0.125 mm	< 0.0625 mm
1	1010	0	1.19	16.83	66.53	11.29	4.16	0.00
2	1010	0	0.20	15.54	69.11	11.29	3.86	0.00
3	1010	0	0.99	39.21	49.50	9.11	1.19	0.00
4	1010	0	0.00	3.07	57.03	32.28	7.43	0.20
5	1010	0	0.20	36.83	53.96	7.33	1.49	0.00
6	1010	0	0.20	6.83	62.18	24.16	6.44	0.20
7	1010	0	0.69	4.95	69.11	20.20	4.85	0.20
8	1010	0	0.00	7.43	69.11	20.00	3.47	0.00
9	1010	0	0.00	4.16	64.16	24.55	6.93	0.20
rata rata		0	0.39	14.98	62.30	17.80	4.42	0.09

Tabel 10. Komponen harmonik  
Komponen Harmonik

	So	M2	S2	N2	K2	K1	O1	P1	M4	MS4
A cm	0.00	52.54	43.09	9.69	9.91	9.83	10.93	3.24	0.26	0.30
g		304	172	337	172	196	310	196	48	338