

**ANALISA TINGKAT SENSITIVITAS LINGKUNGAN PESISIR KABUPATEN  
KARANGASEM BALI TERHADAP POTENSI TUMPAHAN MINYAK  
(OIL SPILL)**

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

Oleh:

**EKA WAHYU NOVIANI**

**NIM. 115080600111007**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2015**

**ANALISA TINGKAT SENSITIVITAS LINGKUNGAN PESISIR KABUPATEN  
KARANGASEM BALI TERHADAP POTENSI TUMPAHAN MINYAK  
(OIL SPILL)**

**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:

**EKA WAHYU NOVIANI**

**NIM. 115080600111007**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2015**

LAPORAN SKRIPSI

ANALISA TINGKAT SENSITIVITAS LINGKUNGAN PESISIR KABUPATEN  
KARANGASEM BALI TERHADAP POTENSI TUMPAHAN MINYAK  
(OIL SPILL)

Oleh:

EKA WAHYU NOVIANI  
NIM. 115080600111007

Dosen Penguji I

(Dr. H. Rudianto, MA)  
NIP. 19570715 198603 1 024  
Tanggal:

Dosen Penguji II

(Dhira Khurniawan S, S.Kel., M.Sc)  
NIK. 86011508110319  
Tanggal:

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing I

(Ir. Bambang Semedi, M.Sc., Ph.D)  
NIP. 19621220 198803 1 004  
Tanggal:

Dosen Pembimbing II

(M. Arif Zainul Fuad, S.Kel., M.Sc)  
NIP. 19801005 2005001 1 002  
Tanggal:

Mengetahui,  
Ketua Jurusan

(Dr. Ir. DadukSetyohadi, MP)  
NIP. 19630608 198703 1 003  
Tanggal:

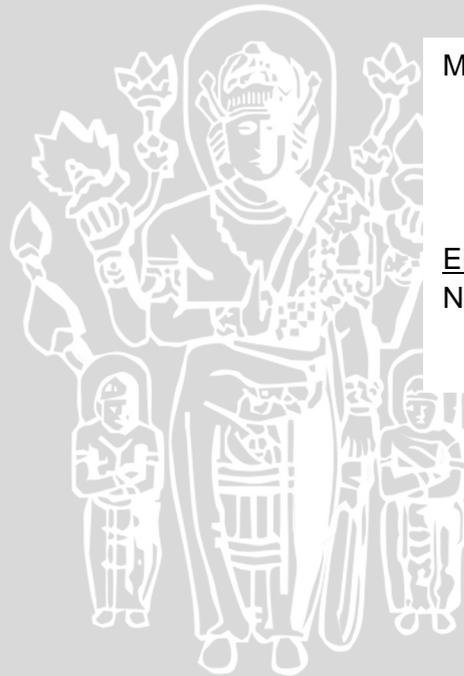
## PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, 27 Mei 2015

Eka Wahyu Noviani  
NIM. 115080600111007



## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian laporan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Bambang Semedi, M.Sc, Ph.D dan Bapak M. Arif Zainul Fuad, S.Kel, M.Sc selaku dosen pembimbing atas bimbingan, waktu, arahan dan kesabaran yang telah diberikan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Dr. H. Rudianto, MA dan Bapak Dhira K. Saputra, S.Kel, M.Sc selaku dosen penguji atas saran, masukan, dan arahan yang telah diberikan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
3. Terima Kasih kepada Mama, Bapak, Adek yang telah memberikan do'a, semangat serta motivasi untuk menyelesaikan kegiatan perkuliahan dengan sebaik-baiknya.
4. Terima kasih yang spesial kepada Muhamad Yasir yang telah memberikan banyak bantuan, masukan, dorongan, dan dukungan dalam menyelesaikan laporan skripsi ini.
5. Teman-teman, kakak-kakak tingkat, dan adik-adik tingkat serta keluarga besar Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan skripsi ini. Serta saya ucapkan terima kasih kepada Silvi dan Akbar yang telah membantu saya selama penelitian di lapang. Terima kasih atas bantuannya.
6. Terima kasih penulis sampaikan kepada Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Karangasem Bali, sehingga kegiatan penelitian skripsi ini dapat berjalan dengan lancar dan tanpa rintangan yang berarti.

## RINGKASAN

**Eka Wahyu Noviani.** 11508060011107. Analisa Tingkat Sensitivitas Lingkungan Pesisir Kabupaten Karangasem Bali terhadap Potensi Tumpahan Minyak (*Oil Spill*) (Dibawah bimbingan Ir. Bambang Semedi, M.Sc., Ph.D dan M. Arif Zainul Fuad, S.Kel., M.Sc)

---

Kawasan perairan di sepanjang wilayah pesisir Kabupaten Karangasem diidentifikasi mempunyai nilai konservasi yang tinggi. Kabupaten ini berada di bagian timur pulau Bali. Kekayaan sumberdaya pesisir dan laut Kabupaten Karangasem merupakan aset penting bagi pembangunan daerah, yang pemanfaatannya didominasi oleh aktivitas ekowisata bahari dan lalu lintas laut yang sangat bergantung kepada jasa lingkungan serta aktivitas perikanan tangkap maupun budidaya). Kawasan ini juga merupakan jalur pelayaran baik nasional maupun internasional, adanya kegiatan eksplorasi dan eksploitasi, produksi minyak (pendistribusian minyak, penempatan kilang penampungan minyak/oil storage, aktivitas pengeboran) serta adanya kegiatan dari pelabuhan, seperti: Docking kapal, penyaluran BBM dari kapal tanker ke tangki Depo BBM, pembuangan air *ballast* kapal, dan sebagainya. Dari berbagai aktivitas tersebut, maka dapat menjadikan potensi terhadap bahaya pada kemungkinan terjadinya tumpahan minyak (*oil spill*).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat sensitivitas lingkungan di pesisir Kabupaten Karangasem Bali dan menganalisis ekosistem pesisir yang terkena dampak potensi tumpahan minyak (*oil spill*). Seluruh rangkaian pengolahan dilakukan dengan menyusun Indeks Sensitivitas Lingkungan (*Environmental Sensitivity Index*) menggunakan perangkat lunak GIS yang mengandung tiga kategori informasi, diantaranya yaitu klasifikasi garis pantai, sumber daya hayati, dan sumber daya yang digunakan oleh manusia.

Hasil tingkat sensitivitas lingkungan di pesisir Kabupaten Karangasem Bali pada tiap Kecamatan berbeda, diantaranya yaitu untuk kecamatan Manggis, Abang, dan Kubu memiliki tingkat sensitivitas yang rendah. Sedangkan Kecamatan Karangasem memiliki tingkat sensitivitas yang sangat rendah terhadap terjadinya potensi tumpahan minyak (*oil spill*). Hal tersebut dikarenakan kondisi perairan Kabupaten Karangasem merupakan laut terbuka yang berbatasan langsung dengan Selat Lombok. Kondisi arus dan Gelombang yang tinggi akan membersihkan minyak secara singkat dan dari morfologi pantai yang bertebing serta memiliki sedimen jenis batu dan kerikil biasanya tidak stabil dan mampu meniriskan air yang terperangkap dengan cepat. Ekosistem pesisir yang terkena dampak potensi tumpahan minyak (*oil spill*) di sekitar pesisir Kabupaten Karangasem Bali diantaranya yaitu : Kawasan konservasi terumbu karang, Area sebaran padang lamun, Area penyelaman (*dive spot*) dan *snorkling*, Pariwisata Bahari, Mangrove, Budidaya Rumput Laut dan Kerang Mutiara, Kawasan Bersejarah (*Historical site*), Kawasan Perikanan Tangkap (Rumpon), Tambak, dan Biota laut : ikan, bivalvia.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi tepat waktu dan tanpa adanya halangan yang berarti.

Laporan Skripsi ini disusun berdasarkan apa yang telah penulis lakukan pada saat melaksanakan penelitian yakni mengenai Analisa Tingkat SensitivitasLingkungan Pesisir kabupaten Karangasem Bali terhadap Potensi Tumpahan Minyak (*oil spill*).

Laporan hasil penelitian ini berisikan informasi singkat mengenai tingkatsensitivitaslingkunganpesisir, variabel yang berpengaruh terhadap kesensitivitasan suatu lingkungan pesisir, metode pengolahan data sensitivitas lingkungan pesisir serta penyajian data hasil penelitian yang dilaksanakan oleh penulis,

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang terdapat pada laporan ini, baik dalam segi materi maupun dalam teknik penyajian.Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaannya laporan ini.Akhir kata semoga Skripsi ini dapat memberikan banyak manfaat bagi seluruh pihak yang membutuhkan.

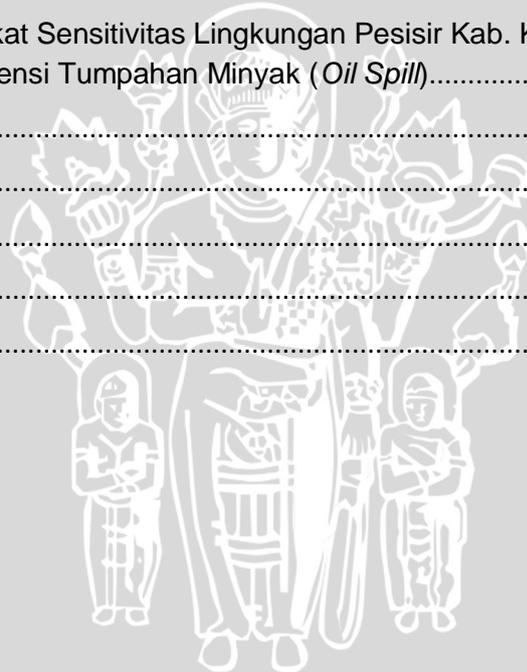
Malang, 27 Mei 2015

Eka Wahyu Noviani  
115080600111007

## DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
UCAPAN TERIMA KASIH .....	iii
RINGKASAN.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Kegunaan .....	4
1.5 Tempat dan Waktu Pelaksanaan .....	5
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Sumber Tumpahan Minyak.....	6
2.2 Pengaruh Tumpahan Minyak di Laut.....	8
2.3 Parameter Indeks Sensitivitas Lingkungan Pesisir.....	12
2.4 Karakteristik Minyak di Perairan.....	15
2.5 <i>Environmental Sensitivity Index</i> (ESI).....	18
2.6 Sistem Informasi Geografi .....	19
3. METODOLOGI.....	21
3.1 Letak Geografis dan Administrasi Lokasi Penelitian .....	21
3.2 Alat dan Bahan .....	23
3.3 Jenis dan Sumber Data.....	23
3.4 Metode Penelitian.....	25
3.5 Skema Kerja.....	26
3.6 Analisis Data .....	27
3.6.1 Pengolahan Data Variabel.....	27
3.6.1.1 Klasifikasi Garis Pantai.....	27

A.	Tipe Substrat / Sedimen.....	28
B.	Kemiringan Pantai.....	28
C.	Energi Gelombang dan Pasang surut.....	29
	Produ 30	
D.	Aktivitas dan Sensitivitas Biologi .....	30
	3.6.1.2 Sumberdaya Hayati (Biological Resource) .....	30
	3.6.1.3 Tipe Pemanfaatan Sumberdaya Pesisir (Human-use Resource).....	31
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1	Karakteristik Hidro Oseanografi .....	32
4.2	Sumberdaya Hayati ( <i>Biological Resource</i> ).....	52
4.3	Pemanfaatan Sumberdaya Manusia ( <i>Human-Use Resource</i> ) .....	53
4.4	Sumber Pencemar Utama di Pesisir Kabupaten Karangasem.....	58
4.5	Analisa Tingkat Sensitivitas Lingkungan Pesisir Kab. Karangasem terhadap Potensi Tumpahan Minyak ( <i>Oil Spill</i> ).....	61
5.	PENUTUP .....	74
5.1	Kesimpulan .....	74
5.2	Saran.....	74
	DAFTAR PUSTAKA .....	75
	LAMPIRAN.....	77



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Efek Minyak pada komunitas dan Populasi Laut .....	9
Tabel 2. Administrasi dan luas wilayah Kabupaten Karangasem .....	22
Tabel 3. Nilai Formzhal .....	37
Tabel 4. Kategori Kemiringan Pantai.....	38
Tabel 5. Kelandaian dasar laut di Kawasan Pesisir Kabupaten Karangasem.....	40
Tabel 6. Pantai Berpasir Hitam .....	41
Tabel 7. Pantai Bepasir Putih.....	42
Tabel 8. Pantai Berpasir Hitam bercampur Kerakal .....	42
Tabel 9. Pantai Bertebing .....	43
Tabel 10. Pantai Bertembok.....	43
Tabel 11. Panjang garis pantai dan tipologi pantai di Kabupaten Karangasem ..	44
Tabel 12. Jenis terumbu karang yang tersebar di Pesisir Kabupaten Karangasem .....	48
Tabel 13. Persentase tutupan terumbu karang di Pesisir Kab. Karangasem .....	49
Tabel 14. Jenis lamun yang tersebar di pesisir Kabupaten Karangasem .....	51
Tabel 15. <i>Biological Resources</i> .....	61
Tabel 16. <i>Human use Resources</i> .....	61
Tabel 17. Indeks dan tingkat sensitivitas Lingkungan Pesisir Kec. Manggis.....	63
Tabel 18. Tingkat sensivitas Kecamatan Manggis .....	63
Tabel 19. Indeks dan tingkat sensitivitas Lingkungan Pesisir Kec. Karangasem ..	65
Tabel 20. Tingkat sensivitas Kecamatan Karangasem.....	65
Tabel 21. Indeks dan tingkat sensitivitas Lingkungan Pesisir Kec. Abang.....	68
Tabel 22. Tingkat sensivitas Kecamatan Abang.....	68
Tabel 23. Indeks dan Tingkat Sensitivitas Lingkungan Pesisir Kec. Kubu .....	70
Tabel 24. Tingkat Sensitivitas Kecamatan Kubu .....	70

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian .....	5
Gambar 2. Proses Aliran Minyak Dalam Lingkungan Laut.....	17
Gambar 3. Peta letak geografis dan batas-batas wilayah Kab. Karangasem.....	21
Gambar 4. Skema Kerja Penelitian .....	26
Gambar 5. Proses Pengolahan Data Kemiringan Pantai .....	29
Gambar 6. Proses Pengolahan Data Gelombang .....	29
Gambar 7. Proses Pengolahan Data Pasang Surut .....	30
Gambar 8. Simbol Tipe Pemanfaatan Sumberdaya Pesisir .....	31
Gambar 9. Pola pergerakan arus saat musim barat .....	34
Gambar 10. Pola pergerakan arus saat musim timur .....	35
Gambar 11. Peta Kemiringan Pesisir Kabupaten Karangasem .....	39
Gambar 12. Peta Tipologi Pantai.....	46
Gambar 13. Peta Sebaran Padang Lamun di Pesisir Kabupaten Karangasem ...	51
Gambar 14. Pangkalan Perahu Nelayan di Labuhan Amuk.....	54
Gambar 15. Pelabuhan pariwisata di Tanahampo, Ulakan .....	55
Gambar 16. Kondisi tambak di Kubu.....	55
Gambar 17. Budidaya Kerang Mutiara di Labasari .....	56
Gambar 18. <i>Dive spot</i> di pesisir Kab. Karangasem .....	57
Gambar 19. Kondisi Depo Pertamina Manggis .....	60
Gambar 20. Kondisi Pelabuhan penyebrangan lintas Padangbai - Lembar .....	60
Gambar 21. Peta Indeks Sensitivitas Lingkungan Pesisir Kec. Manggis .....	62
Gambar 22. Indeks Sensitivitas Lingkungan Pesisir berdasarkan Panjang Garis Pantai di Kecamatan Manggis .....	63
Gambar 23. Peta Indeks Sensitivitas Lingkungan Pesisir Kec. Karangasem.....	64
Gambar 24. Indeks Sensitivitas Lingkungan Pesisir berdasarkan Panjang Garis Pantai di Kecamatan Karangasem .....	66
Gambar 25. Peta Indeks Sensitivitas Lingkungan Pesisir Kec. Abang .....	67
Gambar 26. Indeks Sensitivitas Lingkungan Pesisir berdasarkan Panjang Garis Pantai di Kecamatan Abang.....	68
Gambar 27. Peta Indeks Sensitivitas Lingkungan Pesisir Kec. Kubu .....	69

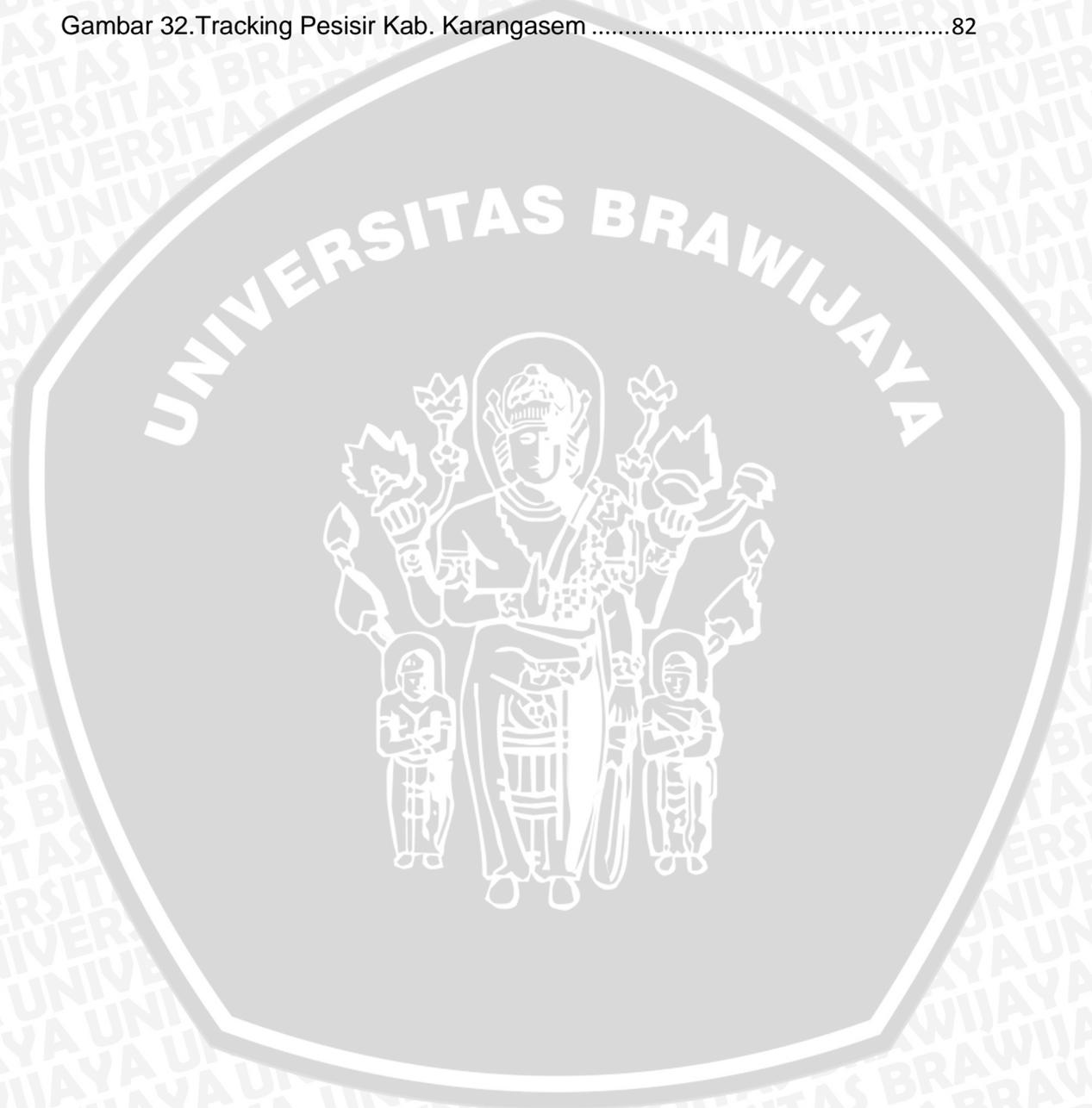
Gambar 28. Indeks Sensitivitas Lingkungan Pesisir berdasarkan Panjang Garis Pantai di Kecamatan Kubu.....70

Gambar 29. Kegiatan Permintaan Data di DKP Kab. Karangasem.....81

Gambar 30. Dermaga Pelabuhan Penyebrangan Padangbai.....81

Gambar 31. Depo BBM milik PERTAMINA .....82

Gambar 32. Tracking Pesisir Kab. Karangasem .....82



## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Hampir semua kota-kota besar di Indonesia berada di kawasan pesisir. Berbagai aktivitas yang dilakukan mulai dari perdagangan, industri, pemukiman, perhubungan, pariwisata, dan berbagai sektor lainnya dipusatkan di wilayah pesisir. Diperkirakan 60% penduduk Indonesia dan 80% aktivitas industri berada di kawasan pesisir (Soegiharto, 2006). Multifungsi wilayah pesisir tersebut mengakibatkan peningkatan kebutuhan lahan, sehingga akan timbul masalah-masalah baru di wilayah pesisir. Masalah-masalah tersebut diantaranya perubahan morfologi pantai, seperti terjadinya abrasi dan akresi. Kawasan pesisir dan pulau-pulau Kabupaten Karangasem memiliki beragam potensi jasa kelautan sebagai modal dalam pengembangan pariwisata di kawasan ini. Pembangunan kepariwisataan bahari pada dasarnya merupakan upaya untuk mengembangkan dan memanfaatkan obyek dan daya tarik wisata bahari yang terwujud dalam bentuk bentang alam (*coastal and seascape*), kekayaan alam dan budaya masyarakat pesisir dan pulau-pulau kecil (DKP Kab. Karangasem, 2014).

Kawasan ini juga merupakan jalur pelayaran baik nasional maupun internasional, adanya kegiatan eksplorasi dan eksploitasi, produksi minyak (pendistribusian minyak, penempatan kilang penampungan minyak/*oil storage*, aktivitas pengeboran) serta adanya kegiatan dari pelabuhan, seperti: *Docking* kapal, penyaluran BBM dari kapal tanker ke tangki Depo Pertamina, pembuangan air *ballast* kapal, dan sebagainya. Dari berbagai aktivitas tersebut, maka dapat menjadikan potensi terhadap bahaya pada kemungkinan terjadinya tumpahan minyak (*oil spill*).

Salah satunya yaitu kasus pencemaran yang terjadi di pesisir Kabupaten Karangasem yaitu pipa penyalur BBM dari kapal tanker ke tangki Depo Pertamina Manggistersebut pecah sehingga mengakibatkan sekitar 10.000 liter kotoran minyak tumpah ke laut di sekitar pelabuhan Depo Pertamina Transit Manggis. Pecahnya pipa MFO itu diakibatkan tekanan tinggi karena perbedaan ukuran pipa penyalur minyak dari dermaga ke kapal. Wisatawan yang berkunjung khususnya di kawasan Candidasa, Karangasem, sempat tidak berani menyelam atas kejadian tersebut. Tumpahan minyak, kotornya air laut dan pantai akibat berbagai sampah seperti sampah plastik yang menyangkut di terumbu karang di kawasan pantai sekitar Candidasadi keluhkan sejumlah praktisi wisata tirta setempat (Bali Post, 2011). Menurut Migas Indonesia (2004), Salah satu sumber pencemar lingkungan dalam setiap produksinya yaitu kecelakaan dalam kegiatan pertambangan minyak dan gas yang hampir dipastikan selalu menyertai kegiatan pengembangan di kawasan pesisir maupun lepas pantai. Apabila laut mengalami kondisi tercemar maka sebagian dari biomasa akan tercemar pula. Minyak merupakan polutan yang memiliki potensi besar untuk mencemari laut. Penyebab utama dari pencemaran laut yaitu pencemaran minyak. Ekosistem dan biota perairan laut sangat sensitif terhadap pencemaran minyak (Mukhtasor, 2007).

Untuk mengimplementasikan komitmen dan meningkatkan hubungan antara kegiatan eksploitasi minyak dengan lingkungan, maka perlu dilakukan strategi pengelolaan yang tepat untuk mencegah dan mengantisipasi berbagai kemungkinan tercemarnya lingkungan, khususnya dari tumpahan minyak. Langkah pertama yang perlu dilakukan dalam strategi pengelolaan ini adalah melakukan pemetaan secara menyeluruh terhadap seluruh sumberdaya dan aktifitas yang ada di wilayah kerja perusahaan migas dan sekitarnya. Pemetaan ini penting dilakukan sebagai input dasar lokasi keberadaan sumberdaya dan aktifitas di wilayah tersebut. Langkah kedua adalah

menentukan ekosistem pesisir yang diprioritaskan dalam penanganan apabila terjadi tumpahan minyak, maka ekosistem pesisir yang diprioritaskan ini dapat ditentukan dengan menganalisa tingkat sensitivitas masing-masing sumberdaya dan aktifitas yang ada. Seluruh rangkaian pengelolaan di atas dapat dilakukan dengan menyusun Indeks Sensitivitas Lingkungan (*Environmental Sensitivity Index / ESI*) berbagai tipe sumberdaya dan habitat/ekosistem serta aktifitas ekonomi di wilayah kerja perusahaan migas dan sekitarnya (Damar *et al*, 2013).

Oleh karena itu dalam perencanaan pengelolaan kawasan pesisir di Kabupaten Karangasem Bali perlu adanya pengkajian tingkat sensitivitas lingkungan pesisir terutama terhadap potensi sumber pencemar yang banyak terjadi di Kabupaten Karangasem seperti tumpahan minyak khususnya di sekitar pelabuhan dan perusahaan migas.

## 1.2 Rumusan Masalah

Melalui program Kajian Cepat Kondisi Kelautan Provinsi Bali (*Marine Rapid Assessment Program* atau MRAP) pada tahun 2011, kawasan perairan di sepanjang wilayah pesisir Kabupaten Karangasem diidentifikasi mempunyai nilai konservasi yang tinggi. Kabupaten ini berada di bagian timur pulau Bali. Kekayaan sumberdaya pesisir dan laut Kabupaten Karangasem merupakan aset penting bagi pembangunan daerah, yang pemanfaatannya didominasi oleh aktivitas ekowisata bahari dan lalu lintas laut yang sangat bergantung kepada jasa lingkungan serta aktivitas perikanan tangkap maupun budidaya (KKP Kab. Karangasem, 2014). Selain itu, kawasan ini juga merupakan jalur pelayaran baik nasional maupun internasional, adanya kegiatan eksplorasi dan eksploitasi, produksi minyak (pendistribusian minyak, penempatan kilang penampungan minyak/*oil storage*, aktivitas pengeboran) serta adanya kegiatan dari pelabuhan, seperti: *Docking* kapal, penyaluran BBM dari kapal tanker ke tangki Depo

Pertamina, pembuangan air *ballast* kapal, dan sebagainya. Dari berbagai aktivitas tersebut, maka dapat menjadikan potensi terhadap bahaya pada kemungkinan terjadinya tumpahan minyak (*oil spill*).

Tumpahan minyak di kawasan pantai dan lepas pantai merupakan sebuah permasalahan yang tidak pernah diketahui dimana dan kapan kejadian tersebut terjadi, Oleh sebab itu beberapa rumusan yang akan menjadi dasar permasalahan yang dimunculkan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimanakah tingkat sensitivitas lingkungan di pesisir Kabupaten Karangasem Bali
2. Ekosistem pesisirapa sajakah yang terkena dampak potensi tumpahan minyak (*oil spill*)

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari Skripsi ini sebagai berikut :

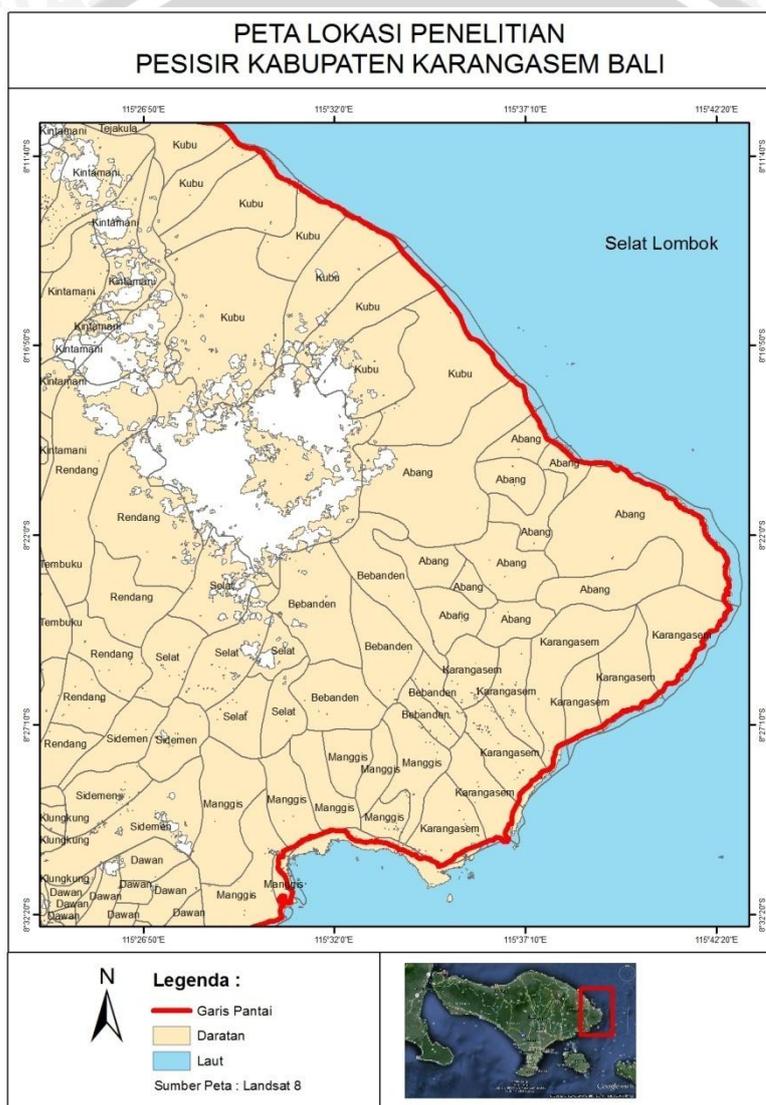
1. Untuk mengetahui tingkat sensitivitas lingkungan di pesisir Kabupaten Karangasem Bali
2. Untuk menganalisis ekosistem pesisir yang terkena dampak potensi tumpahan minyak (*oil spill*)

### 1.4 Kegunaan

Hasil dari penelitian yang berupa peta indeks sensitivitas lingkungan diharapkan dapat memberikan informasi spasial terkait tingkat sensitivitas lingkungan di beberapa kecamatan di pesisir Kabupaten Karangasem Baliterhadap pengaruh tumpahan minyak serta dapat memberikan masukan kepada dinas dan masyarakat setempat dalam hal penanggulangan pencemaran air laut yang terjadi akibat tumpahan minyak khususnya untuk upaya mitigasi.

### 1.5 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Kegiatan skripsi mengenai Analisa Tingkat Sensitivitas Lingkungan Pesisir Kabupaten Karangasem Bali Terhadap Potensi Tumpahan Minyak (*Oil Spill*) dilaksanakan pada bulan April yang berlokasi di daerah pesisir Kabupaten Karangasem. Berikut merupakan peta lokasi penelitian di pesisir Kabupaten Karangasem :



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sumber Tumpahan Minyak

Masuknya minyak mentah ke lingkungan perairan dapat melalui dari beberapa sumber diantaranya bocornya pipa (*pipeline spills*), rembesan alam (*natural seeps*), tumpahan dari kapal tanker (*tanker spills*), dan limpasan (*run off*) (Prince dan Lessard, 2004). Selain dari beberapa sumber yang telah disebutkan diatas, *petroleum hydrocarbons* juga dapat masuk ke lingkungan perairan melalui kecelakaan akibat kegiatan eksplorasi dan eksploitasi minyak di lepas pantai (Mukhtasor, 2007).

#### 2.2.1. Operasi Kapal Tanker

Produksi minyak dunia diperkirakan sebanyak 3 milyar ton/tahun dan setengahnya dikirimkan melalui laut. Setelah kapal tanker memuat minyak kargo, kapal pun membawa air *ballast* (sistem kestabilan kapal menggunakan mekanisme bongkar muat air) yang biasanya ditempatkan dalam tangki slop. Sampai di pelabuhan di bongkar dan setelah itu muatan minyak dalam tangki dan juga air *ballast* yang kotor disalurkan ke dalam tangki slop. Tidak dapat disangkal buangan air yang dipompakan ke laut masih mengandung minyak dan ini akan berakibat pada pencemaran laut ditempat terjadinya bongkar muat kapal tanker (Agustriani, 2008).

Mengingat perkembangan industri perminyakan di lepas pantai separuh dari keseluruhan produksi minyak diangkut melalui laut dengan kapal tanker. Hal tersebut dapat memberikan kontribusi sensitivitas terhadap kemungkinan terjadinya pencemaran di perairan yang dilintasi oleh kapal tanker. Dalam operasinya, kecelakaan oleh kapal tanker dapat disebabkan oleh kesalahan

dalam navigasi sehingga dapat mengakibatkan terjadinya tabrakan, kapal kandas, dan terjadinya kebocoran pada kapal (Mursalin, 2014).

### **2.2.2. Eksplorasi dan eksploitasi minyak lepas pantai**

Kegiatan eksplorasi dan eksploitasi minyak di lepas pantai memiliki kontribusi yang relatif kecil dibandingkan dengan jumlah total minyak bumi yang masuk ke perairan laut, terkecuali pada kasus tertentu, yaitu kecelakaan yang sangat besar seperti semburan sumur minyak (*well blowout*), kerusakan struktur *platform*, dan kerusakan peralatan (Mukthasor, 2007).

### **2.2.3. Terminal Bongkar Muat Tengah Laut**

Aktivitas bongkar muat tanker tidak hanya dilakukan di beberapa pelabuhan saja, melainkan banyak juga yang melakukan aktivitas tersebut di tengah laut. Aktivitas bongkar muat di terminal laut ini banyak menimbulkan resiko kecelakaan seperti pipa yang pecah, bocor maupun kecelakaan karena kesalahan manusia (Sudrajad, 2006).

### **2.2.4. Perbaikan/Perawatan Kapal (*Docking*)**

Perbaikan/Perawatan Kapal untuk semua kapal secara periodik harus dilakukan reparasi termasuk pembersihan tangki dan lambung. Dalam proses *docking* semua sisa bahan bakar yang ada dalam tangki harus dikosongkan untuk mencegah terjadinya ledakan dan kebakaran. Dalam aturannya semua galangan kapal harus dilengkapi dengan tangki penampung limbah, namun pada kenyataannya banyak galangan kapal tidak memiliki fasilitas ini, sehingga buangan minyak langsung dipompakan ke laut. Tercatat pada tahun 1981 kurang lebih 30.000 ton minyak terbuang ke laut akibat proses *docking* ini (Sudrajad, 2006).



### 2.2.5. Bilga dan Tangki Bahan Bakar

Pada dasarnya semua kapal memerlukan proses balas saat berlayar normal maupun saat cuaca buruk. Karena tangki ballast kapal digunakan untuk memuat kargo maka biasanya pihak kapal menggunakan juga tangki bahan bakar yang kosong untuk membawa air *ballast* tambahan. Saat cuaca buruk maka air balas tersebut dipompakan ke laut sementara air tersebut sudah bercampur dengan minyak. Selain itu, air bilgayang bercampur dengan minyak juga dipompakan keluar. Bilga adalah saluran buangan air, minyak, dan pelumas hasil proses mesin yang merupakan limbah. Aturan secara Internasional mengatur bahwa buangan air bilga sebelum dipompakan ke laut harus masuk terlebih dahulu ke dalam separator, pemisah minyak dan air, namun pada kenyataannya banyak buangan bilga illegal yang tidak memenuhi aturan Internasional dibuang ke laut (Sudrajad, 2006).

### 2.2 Pengaruh Tumpahan Minyak di Laut

Beberapa efek tumpahan minyak di laut dapat dilihat dengan jelas, diantaranya seperti pantai menjadi tidak indah lagi untuk dipandang, kematian burung laut, ikan, dan kerang-kerangan, serta beberapa dari organisme tersebut selamat, akan tetapi menjadi berbahaya jika untuk dikonsumsi. Meskipun demikian, terdapat beberapa efek yang tidak tampak dan memberikan efek setelah periode yang cukup panjang (*sublethal*). Efek *sublethal* ini, pada akhirnya lebih berbahaya dibandingkan dengan kematian beberapa biota, seperti misalnya perubahan karakteristik populasi spesies laut atau stuktur ekologi komunitas laut. Dengan demikian, tumpahan minyak di perairan laut juga akan sangat berpengaruh bagi masyarakat pesisir yang lebih banyak menggantungkan hidupnya di sektor perikanan dan budidaya. Sehingga secara keseluruhan, tumpahan minyak akan berdampak buruk terhadap upaya perbaikan

kesejahteraan nelayan. Dibawah ini (Tabel 1) menunjukkan efek Minyak pada komunitas dan Populasi Laut beserta perkiraan dampak awal dan perkiraan tingkat pemulihan (Mukthasor, 2007).

Tabel 1. Efek Minyak pada komunitas dan Populasi Laut

No.	Tipe Komunitas / Populasi	Perkiraan Dampak Awal	Perkiraan Tingkat Pemulihan
1.	Plankton Komunitas Benthik	Ringan - sedang • R	Cepat - sedang
2.	• Pada pasut berbatuan • Pada pasut berlumpur atau berpasir • Pada daerah subtidal atau <i>off shore</i>	• Ringan • Sedang • Berat	• Cepat • Sedang • Lambat
3.	Ikan	Ringan - sedang	Ringan - sedang
4.	Burung	Berat	Lambat
5.	Mamalia Laut	Ringan	Lambat

(Sumber : Mukthasor, 2007)

### 2.3.1. Hutan mangrove

Hutan Bakau dapat disebut sebagai hutan mangrove, merupakan komunitas tumbuhan pantai yang memiliki kemampuan untuk tumbuh pada daerah pasang surut sesuai dengan toleransinya terhadap salinitas, lama penggenangan, substrat, dan morfologi pantainya. Mangrove dapat ditemukan tumbuh disepanjang pantai yang terlindung dari aktivitas gelombang besar dan arus pasang surut yang kuat (Rahmania, 2005).

Hutan mangrove merupakan sumber nutrisi dan tempat memijahnya ikan dan organisme lainnya. Akar mangrove yang tertutupi oleh minyak dapat mencegah terjadinya difusi garam dan menghambat proses respirasi pada mangrove. Hal ini dikarenakan sistem perakaran hutan mangrove, yang berfungsi dalam pertukaran CO<sub>2</sub>, dan O<sub>2</sub>, akan tertutup minyak sehingga kadar oksigen dalam akar berkurang dan akan berpengaruh terhadap kehidupan mangrove secara keseluruhan. Begitu juga dengan ekosistem terumbu karang dan padang lamun yang terkenakontak langsung dengan minyak (Mukthasor, 2007).

### 2.3.2. Terumbu Karang

Terumbu karang merupakan ekosistem laut yang memiliki produktivitas tinggi sehingga memungkinkan sebagai tempat pemijahan, pengasuhan, dan mencari makan dari kebanyakan ikan. Secara otomatis produksi ikan di kawasan terumbu karang sangat tinggi. Dari sisi sosial ekonomi, masyarakat pesisir seringkali mengambil ikan hias yang hidup diantara terumbu karang untuk dijual dan terumbu karang dapat mendatangkan devisa negara yang berasal dari sektor pariwisata bahari. Selain itu, terumbu karang juga merupakan suatu petunjuk umum mengenai pengelolaan lingkungan (Rahmania, 2005).

Dampak tumpahan minyak terhadap terumbu karang sangat bervariasi tingkat keparahannya tergantung pada kondisi tertentu seperti jenis dan volume minyak yang tumpah, komposisi jenis, dan sifat eksposur minyak. Luasan dan tingkat kerusakan terumbu karang akibat pencemaran minyak berkaitan erat dengan kepekaan dan sensitivitas dari masing-masing spesies, lama keterpaparan, dan suhu lingkungan. Kemudian terumbu karang dengan bentuk pertumbuhan bercabang (*coral branching*) lebih sensitif terhadap minyak dibandingkan dengan karang dengan bentuk pertumbuhan *massive (coral massive)* atau berbentuk piringan (NOAA, 2010).

### 2.3.3. Ikan

Beberapa efek merugikan pencemaran minyak terhadap ikan patut mendapatkan perhatian karena berkaitan dengan nilai komersial. Kematian ikan karena pencemaran minyak telah banyak terjadi, tetapi jumlahnya tidak terlalu signifikan. Ini dimungkinkan karena kemampuan gerak ikan untuk menghindari area yang terpengaruh oleh minyak. Namun, komponen hidrokarbon yang bersifat toksik berpengaruh terhadap perkembangan dan pertumbuhan bahkan mematikan ikan. Ancaman terbesar terhadap ikan benthik yang mengalami konsentrasi minyak tinggi, dan terhadap area bertelur karena tahapan larva ikan

bersifat lebih sensitif terhadap toksisitas minyak. Hal ini dapat menurunkan produksi ikan yang berakibat pada menurunnya devisa negara (Mukhtasor, 2007).

#### 2.3.4. Burung

Burung sangat sensitif terhadap tumpahan minyak. Burung laut dapat menghabiskan waktunya di permukaan laut, menyelam ketika terganggu, dan memiliki tingkat reproduksi yang rendah terhadap tumpahan minyak. Selain itu, populasi spesies dengan jumlah individu yang kecil dan beberapa spesies yang terancam punah akan terpengaruh sangat buruk oleh kontaminasi tumpahan minyak (US EPA, 2002).

Minyak yang mengapung di permukaan perairan sangat berbahaya bagi kehidupan burung laut yang memiliki kebiasaan berenang di atas permukaan air, seperti auk (sejenis burung laut yang hidup di daerah sub tropik), burung camar dan *guillemot* (jenis burung laut kutub). Tubuh burung tersebut akan tertutup oleh minyak, kemudian ketika dalam usahanya untuk membersihkan tubuh mereka dari minyak, burung tersebut memiliki kebiasaan untuk menjilat bulu-bulunya, akibatnya mereka banyak minum minyak dan meracuni dirinya sendiri (Kuncowati, 2010).

#### 2.3.5. Plankton

Komponen hidrokarbon yang bersifat toksik berpengaruh terhadap reproduksi, perkembangan, pertumbuhan, dan perilaku biota laut, terutama pada plankton. Selain itu, tumpahan minyak dapat mempengaruhi tingkat fotosintesis yang terjadi. Bila terjadi penurunan fotosintesis di perairan, maka kemungkinan akan memusnahkan populasi fitoplankton. Padahal fitoplankton merupakan dasar dari seluruh organisme di laut karena fitoplankton merupakan produsen primer yang mampu mengkonversi energi matahari menjadi bahan organik yang merupakan makanan bagi organisme lain (Mukhtasor, 2007).

### 2.3 Parameter Indeks Sensitivitas Lingkungan Pesisir

Menurut NOAA (2002) bahwa klasifikasi pantai tidak hanya didasarkan pada jenis substrat dan ukuran butiran dari substrat pantai, akan tetapi didasarkan juga pada pemahaman akan sifat fisik dan biologi dari lingkungan pantai. Hubungan antara proses fisik, jenis substrat, dan keterkaitan dengan biotanya akan menghasilkan bentuk pantai/jenis ekologi pantai tertentu, pola transportasi sedimen, dan pola perilaku minyak dalam memprediksi dampaknya ke biota. Konsep yang berkaitan dengan faktor alam dan sensitivitas relatif dari garis pantai, sebagian besar telah dikembangkan pada daerah estuari dan sebagian telah dimodifikasi untuk daerah danau dan sungai. Peringkat sensitivitas pada tipe pantai dikendalikan oleh faktor paparan gelombang, energi pasang surut, kemiringan pantai, tipe substrat (ukuran butiran, pergerakan, penetrasi dan kediamannya dalam sedimen) dan sensitivitas serta produktivitas biologi pantai.

#### a) Gelombang dan energi pasang surut

Faktor fisik seperti energi gelombang dan pasang surut atau energi arus sangat menentukan tingkat paparan pada garis pantai. Energi gelombang merupakan fungsi dari rata-rata tinggi gelombang yang diukur minimal satu tahun. Gelombang besar (ketinggian > 1 meter) biasanya dapat mengurangi dampak dari tumpahan minyak pada habitat pantai, hal tersebut dikarenakan arus yang diarahkan oleh gelombang yang memantul ke permukaan pantai yang keras dapat mendorong minyak jauh dari pantai. Gelombang yang membangkitkan arus akan mengaduk sedimen pantai dan butiran kasar pada sedimen dapat menghilangkan minyak yang terdampar sehingga organisme yang hidup pada sedimen tersebut akan mengalami gangguan yang cukup pendek. Energi pasang surut juga sangat menentukan potensi pencemaran minyak pada habitat pesisir pantai walaupun pengaruhnya tidak seluas pengaruh dari energi gelombang. Hal yang sangat penting untuk

dipertimbangkan adalah potensi arus pasang surut yang kuat dapat menghilangkan minyak yang terdampar pada habitat pesisir pantai dan juga dapat memindahkan butiran sedimen untuk memendam minyak yang terdampar. Gelombang dan pasang surut akan menghasilkan sebuah energi di sepanjang garis pantai. Energi tersebut paling sering terjadi di sepanjang garis pantai terluar atau di mana angin dominan bertiup dan menyebabkan gelombang membentur garis pantai secara langsung atau akibat dari pembiasan gelombang. Pantai yang tidak memiliki prediksi kondisi badai musiman yang dapat menghasilkan ukuran gelombang besar dari arah tertentu akan sulit untuk menggambarkan pembersihan tumpahan minyak secara alami. Di sepanjang garis pantai, peristiwa gelombang dengan energi yang cukup tinggi biasanya dapat terjadi lebih dari sekali setiap tahunnya, akan tetapi waktu kejadiannya tidak dapat diketahui. Pantai dengan kondisi gelombang rendah sangat sulit untuk memprediksi lamanya waktu yang dibutuhkan dalam pembersihan, dan dalam kondisi tersebut peluang minyak yang tinggal di tepi pantai dapat berlangsung lama.

b) Kemiringan pantai

Kemiringan garis pantai merupakan ukuran dari kecuraman zona intertidal antara pasang tertinggi dan surut terendah. Hal tersebut dapat dicirikan apabila kondisi pantai memiliki kecuraman  $> 30^\circ$  maka dapat dikatakan curam;  $5-30^\circ$  kecuraman sedang dan  $< 5^\circ$  maka kecuraman pantai rendah atau landai. Pentingnya informasi mengenai kemiringan garis pantai berkaitan dengan efeknya terhadap refleksi gelombang. Daerah intertidal yang curam biasanya terkena gelombang yang tinggi dan dapat membantu dalam meningkatkan pembersihan minyak secara alami. Beda halnya dengan daerah intertidal yang landai, yang memungkinkan minyak yang tinggal di tepi pantai akan berlangsung lama dan daerah ini biasanya memiliki komunitas

biologi yang cukup tinggi. Pada habitat yang terlindung, kemiringan pantai merupakan faktor pembeda yang kurang penting dalam hal dampak tumpahan minyak, terkecuali dari kekayaan komunitas biologi yang sensitif. Di daerah ini memiliki komunitas biologi yang cukup tinggi pada daerah lereng-lereng datarnya.

- c) Tipe substrat NOAA (2002) telah mengklasifikasikan jenis substrat pantai menjadi batuan dasar, sedimen dan bahan buatan manusia. Batuan dasar terdiri dari batuan yang kedap air dan tidak kedap air. Sedimen terdiri dari lumpur ( $<0,06$  mm), pasir halus (0,06-1 mm), pasir kasar (1-2 mm), butiran pasir (2-4 mm), batu kolar (4-64 mm), batu bulat (64-256 mm), dan batu besar ( $> 256$  mm). Sedangkan bahan buatan manusia dibedakan menjadi riprap atau pecahan batuan dengan berbagai ukuran yang dapat menyerap minyak dan dam atau tembok laut yang terbuat dari bahan padat, seperti beton atau baja yang kedap terhadap minyak. Perbedaan substrat yang paling penting adalah antara batuan dasar dan yang tidak tergabung dalam sedimen. Substrat yang tidak tergabung dalam sedimen memiliki potensi minyak terserap dalam substrat. Minyak yang terserap dan terkubur kedalam substrat secara mekanis berbeda, akan tetapi ketika salah satu atau keduanya terjadi dalam substrat sedimen, minyak akan bertahan lama dalam substrat dan memiliki potensi yang panjang terhadap gangguan biologinya. Selain itu, minyak yang terkubur atau terserap dalam sedimen tersebut sulit untuk dibersihkan dari tepi pantai.

- d) Sensitivitas dan produktivitas biologi

Produktivitas biologis pada habitat pantai merupakan komponen yang terintegrasi dalam menentukan peringkat ESI (*Environmental Sensitivity Index*). Habitat tumbuhan seperti rawa dan hutan mangrove memiliki peringkat yang tinggi karena dampak yang diakibatkan oleh minyak cukup panjang dan

potensi kerusakan serta kegiatan pembersihan sangat sulit untuk dilakukan. Selain itu, secara ekologi memiliki tingkat produktivitas yang tinggi dan membutuhkan waktu lama dalam proses pemulihannya. Peringkat ESI mencerminkan tingkat sensitivitas umum pada habitat pantai. Pantai yang memiliki substrat pasir halus memiliki peringkat ESI = 3. Sedangkan area dengan pasang surut yang rendah memiliki peringkat ESI yang tinggi. Hal tersebut berkaitan dengan tingginya produktivitas organisme bentik dan sebagai tempat ikan dan burung dalam mencari makan.

#### **2.4 Karakteristik Minyak di Perairan**

Minyak yang tumpah ke laut akan mengalami perubahan baik secara fisik maupun kimia. Perubahan tersebut dapat menyebabkan hilangnya sebagian minyak yang tumpah dari permukaan laut dan sebagian dapat juga bertahan. Secara alami minyak yang tumpah ke laut dapat mengalami asimilasi, akan tetapi proses tersebut sangat bergantung pada volume minyak yang tumpah, karakteristik fisik dan kimia minyak, serta kondisi oseanografi lokasi tumpahan. Pemahaman tentang interaksi minyak dengan lingkungan yang dapat mengubah sifat, komposisi dan perilaku minyak di laut merupakan hal yang mendasar untuk diketahui agar dalam respon terhadap tumpahan minyak dapat dilakukan penanganan secara efektif dan efisien. Berikut aspek yang dapat diketahui dalam hal sifat minyak di laut (ITOPF, 2002), yaitu:

Minyak memiliki karakteristik tertentu baik secara fisik maupun kimia. Minyak mentah sangat bervariasi dalam karakteristiknya. Berikut beberapa sifat fisik utama yang mempengaruhi perilaku dan ketahanan minyak di laut:

##### **1) Densitas**

Densitas minyak sangat penting untuk memprediksi kelakuan minyak di air. ITOPF (2002) menyatakan bahwa selain dapat menentukan

apakah minyak akan mengapung atau tidak, densitas juga dapat digunakan untuk mengindikasikan sifat-sifat umum lainnya seperti dengan densitas rendah minyak cenderung mengandung proporsi komponen penguapan yang tinggi sehingga viskositasnya menjadi rendah.

#### 2) Karakteristik distilasi.

Karakteristik distilasi minyak dapat menggambarkan sifat volatilitasnya. Jika suhu pada minyak dinaikkan maka komponen tertentu satu demi satu akan mencapai titik didih dan menguap, seperti penyulingan. Karakteristik distilasi merupakan proporsi minyak yang tersaring dalam rentang suhu tertentu. Ada beberapa minyak yang tidak mudah tersaring bahkan pada suhu tinggi sekalipun. Ini memungkinkan minyak-minyak tersebut akan bertahan dalam waktu yang cukup lama di lingkungan.

#### 3) Viskositas

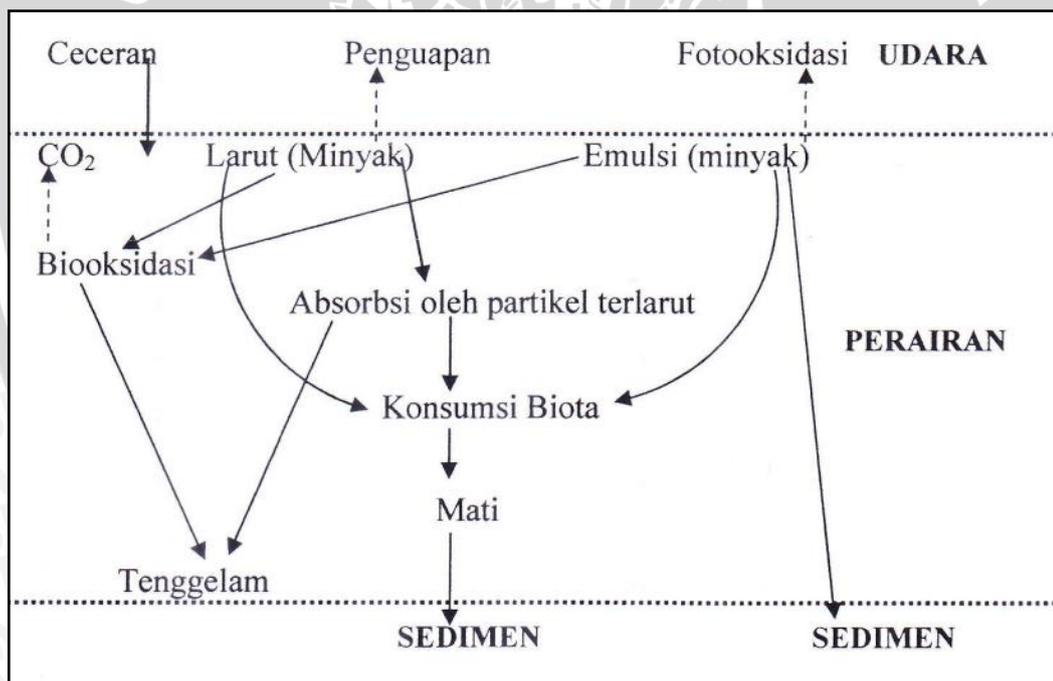
Viskositas merupakan sifat yang menunjukkan ketahanan dalam perubahan bentuk dan pergerakan (Mangkoedihardjo, 2005). Viskositas minyak sangat resisten terhadap adanya aliran. Minyak dengan viskositas tinggi tidak mudah mengalir seperti halnya minyak dengan viskositas rendah. Umumnya minyak menjadi lebih kental pada suhu rendah, akan tetapi beberapa minyak tertentu sangat tergantung pada komposisi penyusunnya. Suhu air laut seringkali lebih rendah dari suhu di atas kapal. Hal ini dapat menyebabkan minyak yang tumpah ke laut akan memiliki perubahan viskositas (akibat perubahan suhu). Dalam operasi pembersihan, seperti penggunaan metode *oil skimmer* dan pemompaan, sangat sulit untuk diterapkan pada minyak dengan viskositas tinggi (ITOPF 2002).

#### 4) Titik ubah (*pour point*)

Titik ubah merupakan tingkat dimana temperatur dapat mengubah minyak menjadi memadat atau berhenti mengalir. Titik ubah minyak sangat penting

untuk memprediksi tingkah laku minyak di air dan dapat dijadikan sebagai salah satu penetapan strategi pembersihan minyak dari lingkungan. Titik ubah minyak mentah dapat bervariasi antara  $-57^{\circ}\text{C}$  sampai  $32^{\circ}\text{C}$  (Mangkoedihardjo, 2005).

Minyak yang tumpah atau tersedur di laut, mula-mula akan mengambang dan kemudian menyebar dipermukaan laut. Proses tersebut tergantung pada sifat fisik kimianya dan keadaan lingkungan seperti tergambar pada Gambar 2. Proses pada Gambar 2, pertama proses mengambang sebagai lapisan minyak dipermukaan laut, kemudian akan menjadi emulsi antara minyak dan air, dan selanjutnya mengalami proses penguapan atau penguraian karena reaksi fotooksidasi.



Gambar 2. Proses Aliran Minyak Dalam Lingkungan Laut

Proses emulsifikasi merupakan sumber mortalitas bagi organisme. Proses tersebut merupakan penyebab terkontaminasinya sejumlah flora dan fauna di daerah tercemar. Proses evaporasi yaitu bagian molekul yang ringan

akan menguap terbawa ke atmosfer yang umumnya gas ini beracun. Fraksi yang mudah menguap biasanya terdiri dari komponen yang mempunyai C15 (titik didih 270°C). Jumlah komponen tersebut dalam minyak mentah antara 20-50% (ITOPF, 2002).

## 2.5 Environmental Sensitivity Index (ESI)

*Environmental Sensitivity Index* telah dikembangkan secara digital menggunakan perangkat lunak GIS yang mengandung tiga kategori informasi, diantaranya yaitu klasifikasi garis pantai, sumber daya hayati, dan sumber daya yang digunakan oleh manusia. Setiap kategori ini penting untuk menentukan sensitivitas suatu daerah dan menggambarkan spesies, habitat, dan faktor ekonomi yang akan berpengaruh dalam kasus tumpahan minyak (NOAA, 2002).

**Kategori pertama** adalah klasifikasi garis pantai, yang diklasifikasikan menurut sifat fisik dan biologis, termasuk paparan relatif terhadap gelombang dan energi pasang surut; kemiringan garis pantai; Jenis substrat serta produktivitas dan sensitivitas biologis (NOAA, 2002).

**Kategori kedua** dalam pemetaan ESI adalah sumber daya hayati, meliputi spesies hewan dan habitat yang memiliki potensi beresiko untuk tumpahan minyak. Kategori ini dapat dibedakan menjadi menjadi tujuh unsur, diantaranya yaitu: mamalia laut, mamalia darat, reptil dan amfibi, invertebrata, habitat dan tanaman, burung, dan ikan. Unsur-unsur ini dibagi lagi menjadi sub-kategori. Sebagai contoh, berikut ini adalah sub-kategori untuk habitat dan tanaman: ganggang, rumput laut, lahan basah, terumbu karang, dan lain-lain. Atribut informasi tentang sumber daya hayati tersebut dikumpulkan dan masukan ke dalam *database* yang terkait dengan peta ESI. Informasi tersebut meliputi nama lokal dan ilmiah, konsentrasi, dan nomor spesies (NOAA, 2002).

**Kategori ketiga** adalah sumber daya yang digunakan oleh manusia, yang dibagi menjadi empat komponen: penggunaan akseslokasi rekreasi yang tinggi, area pengelolaan, area pengambilan sumberdaya, dan area sumber daya arkeologi / sejarah. Lokasi akses rekreasi dapat mencakup *boat ramps*, pelabuhan dan marina, dan pantai. Daerah perlindungan satwa liar, taman nasional, dan cagar alam laut yang dinaungi oleh Kawasan pengelolaan. Lokasi ekstraksi sumber daya diantaranya seperti asupan air dan jaring ikan, sementara sumber daya arkeologi / sejarah termasuk lokasi yang dianggap memiliki makna budaya (NOAA, 2002).

Pembuatan peta indeks sensitivitas lingkungan (*Environmental Sensitivity Index / ESI*) merupakan sebuah upaya perencanaan dan respon dalam mengantisipasi kemungkinan terjadinya tumpahan minyak di suatu area. Selain itu, peta indeks sensitivitas lingkungan dapat membantu dalam upaya pembersihan dan mengurangi dampak yang terjadi dari kasus tumpahan minyak. Kemudian dapat juga digunakan oleh perencana dalam mengidentifikasi lokasi-lokasi yang rawan dan menetapkan prioritas perlindungan dan mengidentifikasi strategi yang efektif dan efisien dalam upaya pembersihan.

Salah satu contoh dari sumber daya pesisir yang beresiko adalah sumber daya hayati (seperti burung dan habitat kerang), garis pantai yang sensitif (seperti rawa-rawa dan daerah pasang surut yang rendah), dan sumber daya yang digunakan oleh masyarakat (*human-use resource*) seperti pantai dan taman wisata laut.

## 2.6 Sistem Informasi Geografi

Sistem Informasi Geografi (SIG) dimanfaatkan untuk membantu pelaksanaan penelitian terutama dalam melakukan pengolahan data dan analisa data spasial dengan mempertimbangkan, bahwa SIG mempunyai kemampuan untuk

melakukan pengolahan dan analisa data dengan banyak kriteria (multi kriteria), rumit, dan kompleks dengan lebih cepat. SIG secara khusus dikembangkan untuk masalah-masalah informasi yang bereferansi geografi dalam berbagai cara dan bentuk. Erlington (2004) menyebutkan diantara masalah-masalah tersebut adalah : menempatkan informasi pada lokasi tertentu, pengorganisasian data dan informasi, dan memberikan ilustrasi hubungan antara yang satu dengan lainnya, serta melakukan analisa data spasial lainnya.



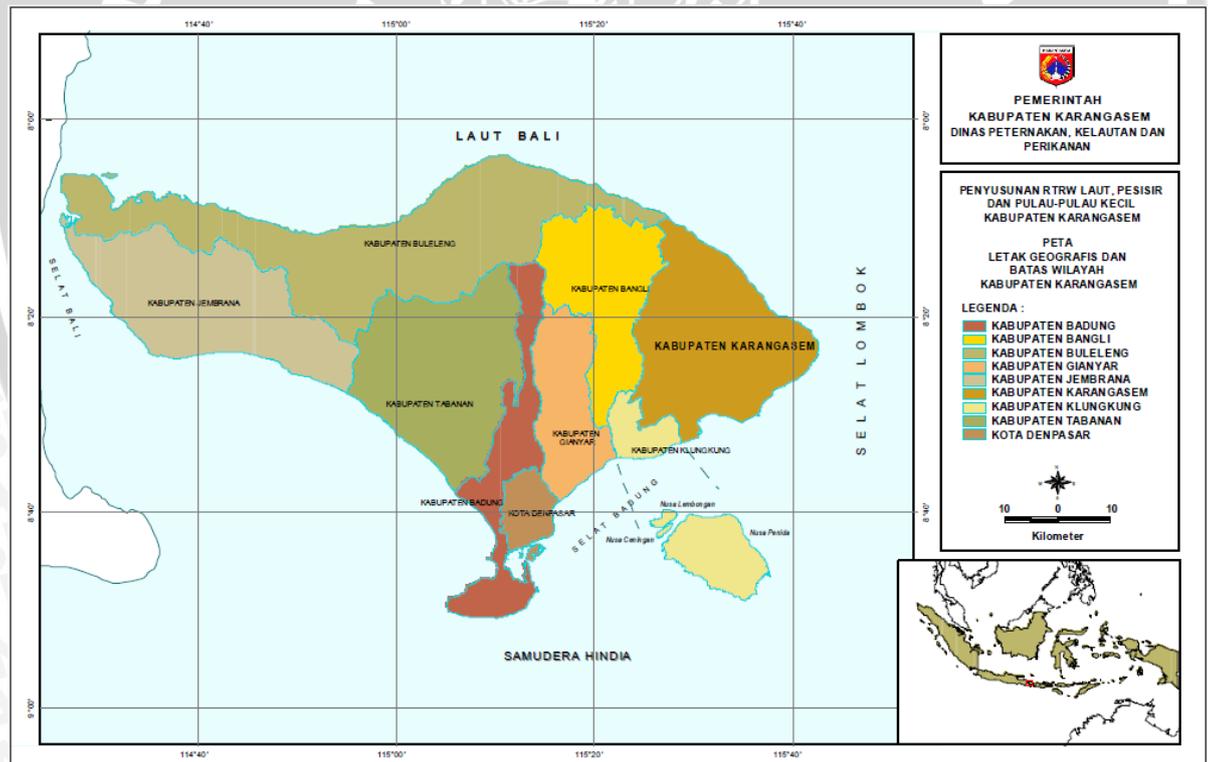
### 3. METODOLOGI

#### 3.1 Letak Geografis dan Administrasi Lokasi Penelitian

Kabupaten Karangasem terletak di bagian paling timur Pulau Bali, secara geografis terletak diantara  $08^{\circ}10'00'' - 08^{\circ}33'00''$  LS dan  $115^{\circ}23'28'' - 115^{\circ}42'40''$  BT. Batas-batas wilayah Kabupaten Karangasem yaitu:

- Sebelah utara : Laut Bali
- Sebelah timur : Selat Lombok,
- Sebelah selatan : Selat Badung
- Sebelah barat : Kabupaten Buleleng, Bangli dan Klungkung

(Dapat dilihat pada gambar 3).



Gambar 3. Peta letak geografis dan batas-batas wilayah Kab. Karangasem

Luas wilayah Kabupaten Karangasem adalah  $839,54 \text{ km}^2$  atau 14,89% dari luas wilayah Provinsi Bali, secara administrasi terbagi atas 8 kecamatan dan 71 desa. Dari delapan kecamatan, terdapat 4 kecamatan berbatasan dengan laut

yaitu Kecamatan Manggis, Kecamatan Karangasem, Kecamatan Abang dan Kecamatan Kubu. Sedangkan jumlah desa pantai yaitu desa/kelurahan yang berbatasan dengan laut sebanyak 24 desa/kelurahan sebagaimana disajikan pada Tabel.2.

Tabel 2. Administrasi dan luas wilayah Kabupaten Karangasem

No.	Kecamatan	Luas Wilayah (Km <sup>2</sup> )	Jumlah Desa	Jumlah Desa Pantai
1	Rendang	109.70	6	0
2	Sidemen	35.15	9	0
3	Manggis	69.83	10	7
4	Karangasem	94.23	11	8
5	Abang	134.05	13	4
6	Bebandem	81.51	7	0
7	Selat	80.35	7	0
8	Kubu	234.72	9	7
<b>Jumlah</b>		<b>839.54</b>	<b>72</b>	<b>26</b>

(Sumber : BPS Kabupaten Karangasem, 2006)

Keadaan topografi wilayah Kabupaten Karangasem beraneka ragam dan merupakan wilayah yang dinamis terdiri dari : daerah dataran, perbukitan hingga daerah pegunungan. Selain itu wilayah Kabupaten Karangasem juga memiliki garis pantai sepanjang 87 km. Hal tersebut memungkinkan Kabupaten Karangasem mengembangkan potensi laut dan pesisir secara optimal, terutama untuk budidaya perikanan. Ini terlihat dari produksi ikan pada tahun 2009 sebanyak 13.338,20 ton. Disamping itu juga dikembangkan *broadstock* mutiara dan pembenihan udang. Kabupaten Karangasem memiliki iklim laut tropis yang dipengaruhi oleh angin musim dan terdapat musim kemarau dan hujan.

Kabupaten Karangasem memiliki 3 Kawasan Wisata yaitu Kawasan wisata Tulamben, Kawasan wisata Ujung dan Kawasan Wisata Candidasa. Sektor pariwisata di Kabupaten Karangasem di dukung oleh sarana dan prasarana seperti hotel berbintang dan non bintang. Dalam upaya meningkatkan kunjungan pariwisata di Kabupaten Karangasem kini sedang dibangun sarana lainnya

seperti Dermaga *Cruise* guna menunjang kedatangan kapal-kapal pesiar (DKP Kab.Karangasem, 2014).

### 3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini, diantaranya yaitu:

No	Alat dan Bahan	Kegunaan
1.	Laptop	Untuk mengolah seluruh data parameter yang digunakan dan pembuatan peta indeks sensitivitas lingkungan
2.	<i>Global Positioning System</i> (GPS)	Menentukan dan mengetahui titik koordinat di setiap stasiun penelitian yang dilakukan saat <i>groundcheck</i>
3.	Kamera digital Perangkat Lunak berupa : • <i>Ocean Data View</i> (ODV), • <i>Matlab</i> ,	Sebagai alat dokumentasi saat survei lapang
4.	• <i>Tidal Model Driver</i> • <i>Microsoft Excel 2007</i> , • <i>Globbal Mapper 10</i> , • <i>Surfer7</i> , dan • <i>ArcGIS 9.3</i> ,	Digunakan sebagai pengolah data parameter sensitivitas lingkungan pesisir
5.	Perahu Jukung	Untuk menjangkau daerah sampel

### 3.3 Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang dikumpulkan dalam penelitian ini berupa data atribut yang merupakan data primer dan data spasial yang merupakan data sekunder. Data atribut merupakan informasi sumberdaya pesisir yang ada pada data spasial, sehingga antara data spasial dan data atribut merupakan data yang saling terkait.

Data atribut didapatkan dari hasil pengamatan di lapang (*ground check*) di sepanjang wilayah pesisir kabupaten Karangasem - Bali yang berupa data biofisik yang meliputi :

No.	Unsur	Sub Unsur	Sumber
1.	Geofisik pantai / pesisir	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Substrat</li> <li>• Invertebrata</li> <li>• Kelompok Burung</li> <li>• Mamalia laut</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Ground check</i></li> <li>• <i>Ground check dan DKP Kab. Karangasem</i></li> </ul>
2.	Sumberdaya Hayati	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reptil dan Amfibi</li> <li>• Ikan</li> <li>• Habitat dan tanaman langka</li> <li>• Area Rekreasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Ground check dan DKP Kab. Karangasem</i></li> </ul>
3.	Tipe pemanfaatan sumberdaya pesisir	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Area Pengelolaan</li> <li>• <i>Resource Extraction</i></li> <li>• Sumber daya Kebudayaan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Ground check dan DKP Kab. Karangasem</i></li> </ul>

Sedangkan untuk data spasial diantaranya yaitu :

No.	Jenis Data	Sumber Data	Resolusi
1.	Tipe Pantai	Landsat ( <a href="http://glovis.usgs.gov">http://glovis.usgs.gov</a> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Landsat 8: 30 Meter</li> </ul>
2.	Kemiringan pantai	Data <i>Global Digital Elevation Model (GDEM)</i> dari <i>Advanced Spaceborn Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER)</i> ( <a href="http://gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp/">http://gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp/</a> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 17 Meter</li> </ul>
3.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pasang surut</li> <li>• Gelombang</li> <li>• Arus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data Prediksi Pasang Surut menggunakan perangkat lunak <i>Tidal Model Driver</i></li> <li>• <i>European Centre for Medium-Range Weather Forecast (ECMWF)</i> (<a href="http://ecmwf.int">http://ecmwf.int</a>)</li> <li>• <i>Ocean Surface Current Analysis Realtime (OSCAR)</i> (<a href="http://podaac-ftp.jpl.nasa.gov/">http://podaac-ftp.jpl.nasa.gov/</a>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 X 10 Meter</li> <li>• <math>\frac{1}{3}^{\circ} \times \frac{1}{3}^{\circ}</math></li> </ul>

### 3.4 Metode Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dibagi dalam beberapa tahap, yaitu : identifikasi masalah, studi literatur, pengumpulan data, pengolahan data, analisa data, dan penyusunan laporan.

Penelitian ini menggunakan pendekatan pemetaan sensitivitas lingkungan dari IPIECA *Sensitivity mapping for oil spill response* yang secara sistematis memadukan informasi berupa sensitivitas pesisir, sumberdaya hayati dan pemanfaatannya oleh manusia. Peta ESI biasanya digunakan untuk mengidentifikasi sensitivitas sumberdaya sebelum terjadi pencemaran (tumpahan minyak), sehingga strategi pengendalian dan pembersihannya dapat dirancang (NOAA, 2001).

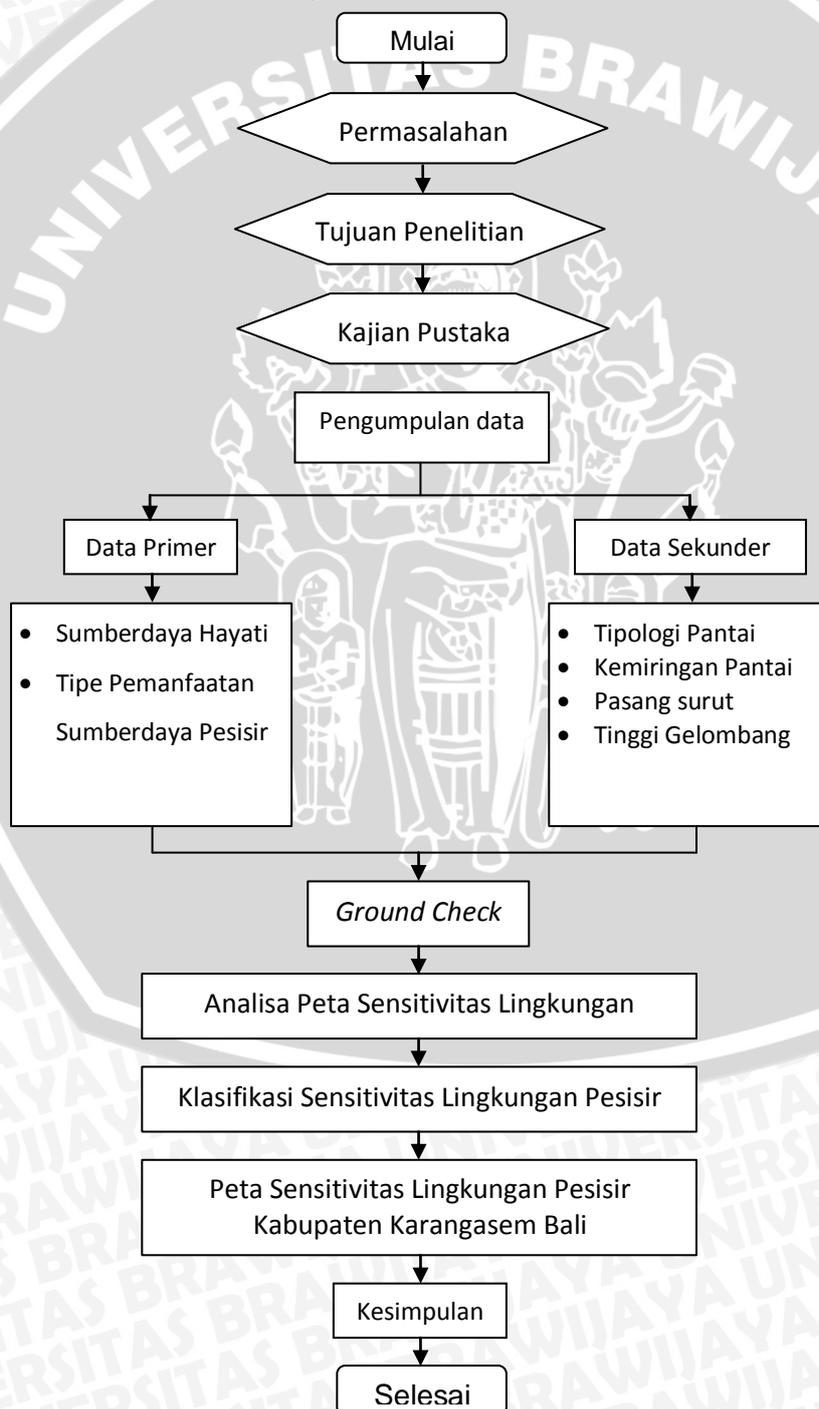
Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini merupakan data yang berkaitan dengan variabel indikator sensitivitas kawasan terhadap tumpahan minyak di rujuk dari modifikasi IPIECA *Sensitivity mapping for oil spill response*. Data yang dikumpulkan merupakan hasil pengolahan data citra satelit dan data hasil survei lapangan berupa data biofisik.

Langkah pertama yang perlu dilakukan dalam strategi pengelolaan ini adalah melakukan pemetaan secara menyeluruh terhadap seluruh sumberdaya aktifitas yang ada di wilayah kerja perusahaan migas dan sekitarnya. Pemetaan ini penting dilakukan sebagai input dasar lokasi keberadaan sumberdaya dan aktivitas di wilayah tersebut. Langkah kedua adalah menentukan ekosistem pesisir yang diprioritaskan dalam penanganan apabila terjadi tumpahan minyak. Ekosistem pesisir ini dapat ditentukan dengan menganalisa nilai sensitivitas masing-masing sumberdaya dan aktifitas yang ada. Seluruh rangkaian pengelolaan di atas dapat dilakukan dengan menyusun Indeks Sensitivitas Lingkungan Pesisir (*Environmental Sensitivity Index / ESI*) berbagai

tipe sumberdaya dan habitat/ekosistem serta aktifitas ekonomi di wilayah kerja perusahaan migas dan sekitarnya.

### 3.5 Skema Kerja

Skema kerja penelitian tentang Analisa Tingkat Sensitivitas Lingkungan Pesisir Kabupaten Karangasem Bali Terhadap Potensi Tumpahan Minyak (*Oil Spill*) akan dijelaskan pada diagram berikut :



Gambar 4. Skema Kerja Penelitian

### 3.6 Analisis Data

#### 3.6.1 Pengolahan Data Variabel

##### 3.6.1.1 Klasifikasi Garis Pantai

Habitat garis pantai beresiko ketika terjadi tumpahan minyak karena kemungkinan gumpalan minyak mengambang disekitar wilayah pesisir dan berdampak pada garis pantai. Berikut daftar lengkap standar peringkat garis pantai ESI Untuk memfasilitasi penggunaan dan pertukaran data, tipe garis pantai (Lampiran 2, 3, dan 4) ini biasanya digunakan pada semua proyek pemetaan sensitivitas.

Klasifikasi sensitivitas didasarkan pada pemahaman tentang sifat fisik dan biologis lingkungan pantai, bukan hanya jenis substrat dan ukuran butir. Hubungan antara proses fisik, jenis substrat, dan biota terkait menghasilkan spesifik / geomorfik tipe ekologis pantai, pola transportasi sedimen, dan pola prediksi dalam perilaku minyak dan dampak biologis. Konsep yang berkaitan faktor alam dengan sensitivitas relatif pantai, sebagian besar dikembangkan dalam pengaturan estuaria, yang sedikit dimodifikasi untuk danau dan sungai. Penilaian tingkatan sensitivitas dikendalikan oleh faktor-faktor berikut:

1. Jenis Substrat (ukuran butir, mobilitas, penetrasi, dan *trafficability*)
2. Kemiringan Pantai
3. Paparan Relatif terhadap energi gelombang dan pasang surut
4. Produktivitas dan sensitivitas biologis

(NOAA, 2012)

Untuk masing-masing faktor alam dibahas secara rinci di bawah ini.

#### A. Tipe Substrat / Sedimen

Menurut NOAA (2002), tipe substrat dapat dibedakan menjadi :

1. Batuan dasar (*Bedrock*) : yang dapat dibagi menjadi *impermeable* dan *permeable*.
2. Sedimen, yang dibagi berdasarkan ukuran butir :

No.	Jenis	Ukuran
1.	Mud (silt dan clay)	< 0.06 mm
2.	Pasir ukuran halus hingga sedang	0.06-1 mm
3.	Pasir ukuran kasar	1-2 mm
4.	Granule	2-4 mm
5.	Pebble	4-64 mm
6.	Cobble	64-256 mm
7.	Boulder	>256 mm

3. Bahan buatan manusia, seperti:

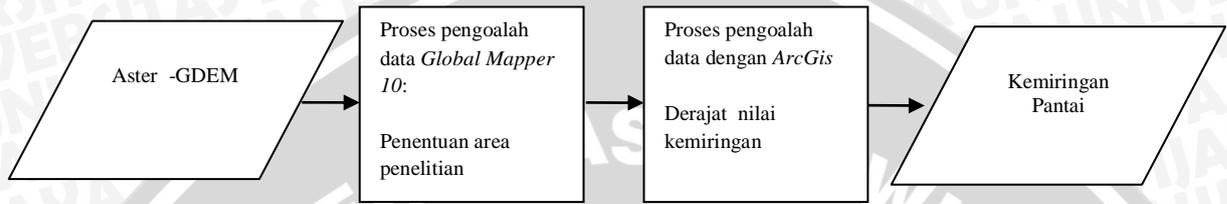
- *Riprap* atau batu pecah dengan berbagai ukuran, biasanya cobble atau yang lebih besar, yang dapat ditembus penetrasi minyak
- *Seawall* yang terdiri dari bahan padat, seperti beton atau baja, yang *permeable* terhadap penetrasi minyak

#### B. Kemiringan Pantai

Kemiringan pantai merupakan ukuran kecuraman dari zona intertidal tepi pantai. Kemiringan pantai diukur berdasarkan GDEM (*Global Digital Elevation Model*). *Global Digital Elevation Model* (DEM) merupakan salah satu model untuk menggambarkan bentuk topografi permukaan bumi sehingga dapat divisualisasikan dalam bentuk 3 dimensi. Cakupan data GDEM hampir seluruh permukaan bumi dan mempunyai resolusi spasial yang cukup bagus yaitu 30 meter dengan akurasi ketinggian 20 meter (ASTER GDEM, 2009).

Data GDEM selanjutnya diolah dengan perangkat lunak Global Mapper 10, untuk menentukan area yang akan dikaji, kemudian dilakukan

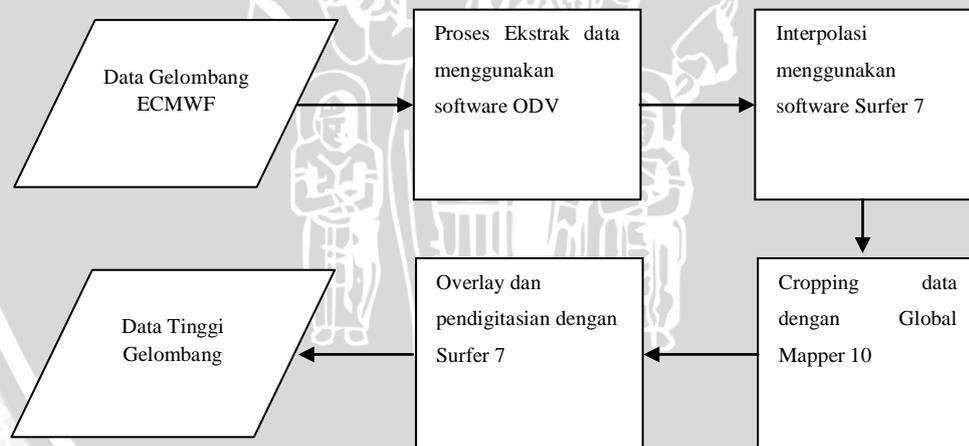
pengolahan data dengan menggunakan perangkat lunak ArcGIS 9.3. Pengolahan GDEM untuk menghasilkan parameter kemiringan, dimana nilai kemiringan tersebut kemudian diklasifikasikan sesuai dengan indeks sensitivitas lingkungan pesisir. Diagram alir pengolahan data kemiringan pantai dapat dilihat pada Gambar 5.



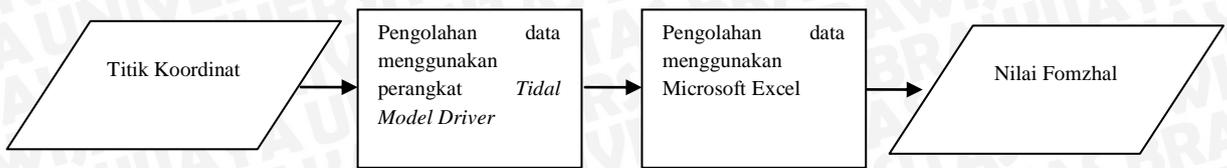
Gambar 5. Proses Pengolahan Data Kemiringan Pantai

### C. Energi Gelombang dan Pasang surut

Berikut merupakan proses pengolahan data gelombang (Gambar 6) dan proses pengolahan data pasang surut (Gambar 7):



Gambar 6. Proses Pengolahan Data Gelombang



Gambar 7. Proses Pengolahan Data Pasang Surut

#### D. Aktivitas dan Sensitivitas Biologi

Produktivitas biologi habitat pantai merupakan komponen yang tidak terpisahkan dari peringkat ESI. Habitat tumbuhan, seperti rawa-rawa dan hutan bakau / mangrove, memiliki peringkat tertinggi karena memiliki potensi dampak jangka panjang yang dihasilkan dari kedua paparan minyak dan kerusakan potensial yang terkait dengan kegiatan pembersihan dalam jenis-jenis habitat. Pemulihan ekologi membutuhkan waktu puluhan tahun karena habitat ini paling produktif. Ranking ESI mencerminkan sensitivitas umum habitat pantai. Artinya, semua pantai pasir halus memiliki peringkat ESI = 3. *Tidal flat* adalah peringkat tinggi pada skala ESI karena memiliki produktivitas bentik yang tinggi dan penting sebagai daerah makan ikan dan burung. Keberadaan sumber informasi lainnya berdampak sensitif pada segmen garis pantai tertentu, seperti penyu bertelur di pantai dengan pasir halus, tidak mempengaruhi peringkat ESI. Adanya sumber informasi lainnya pada bagian pantai yang ditangani oleh pemetaan sumber daya hayati dan penggunaan oleh manusia (NOAA, 2002).

##### 3.6.1.2 Sumberdaya Hayati (*Biological Resource*)

Hewan, tumbuhan, dan habitat memiliki potensial beresiko dari tumpahan minyak yang dapat dibagi menjadi tujuh elemen berdasarkan pengelompokan taksonomi dan fungsional utama (lampiran 1). Setiap elemen selanjutnya dibagi menjadi kelompok-kelompok spesies atau sub-elemen

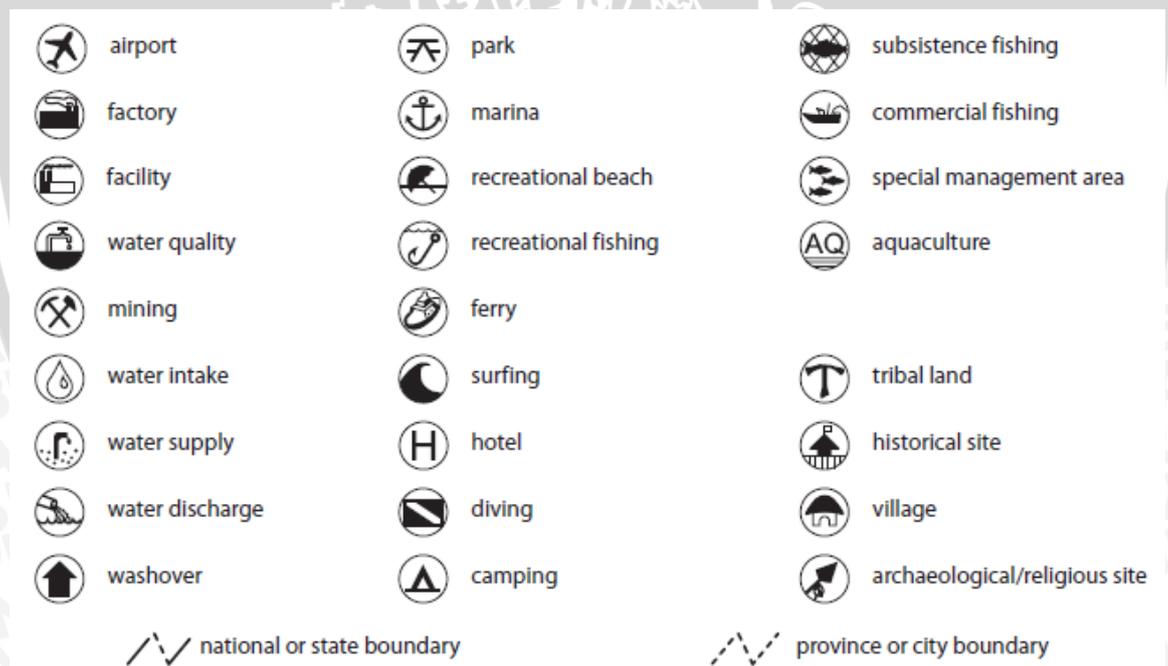
dengan taksonomi, morfologi, hidupsejarah, dan / atau perilaku relatif terhadap sensitivitas tumpahan minyak dan sensitivitas (NOAA, 2012).

### 3.6.1.3 Tipe Pemanfaatan Sumberdaya Pesisir (*Human-use Resource*)

Sumber daya yang digunakan manusia dapat dibagi menjadi empat komponen utama :

- Lokasi rekreasi dan akses pantai (*Recreation*)
- Daerah pengelolaan (*Management Areas*)
- Daerah ekstraksi sumber daya; dan (*Resource Extraction*)
- Daerah situs bersejarah (*Cultural Resource*)

Berikut merupakan simbol untuk pemetaan dari tipe pemanfaatan sumberdaya pesisir :



Gambar 8. Simbol Tipe Pemanfaatan Sumberdaya Pesisir

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Karakteristik Hidro Oseanografi

#### 4.1.1. Gelombang dan Arus Pasang surut

Kondisi gelombang di perairan laut Kabupaten Karangasem dapat dibedakan antara perairan pesisir selatan dan utara. Tinggi gelombang di perairan ini antara 2 - 3 meter. Perairan pesisir bagian selatan mempunyai ukuran gelombang yang lebih besar daripada pesisir bagian utara. Kondisi gelombang ekstrim yaitu gelombang tinggi yang disertai dengan ombak besar terjadi pada puncak musim-musim barat (Februari – Maret) dan musim timur (Juli – Agustus). Gelombang tinggi pada musim-musim tersebut terjadi baik di wilayah pesisir bagian selatan maupun pesisir bagian utara.

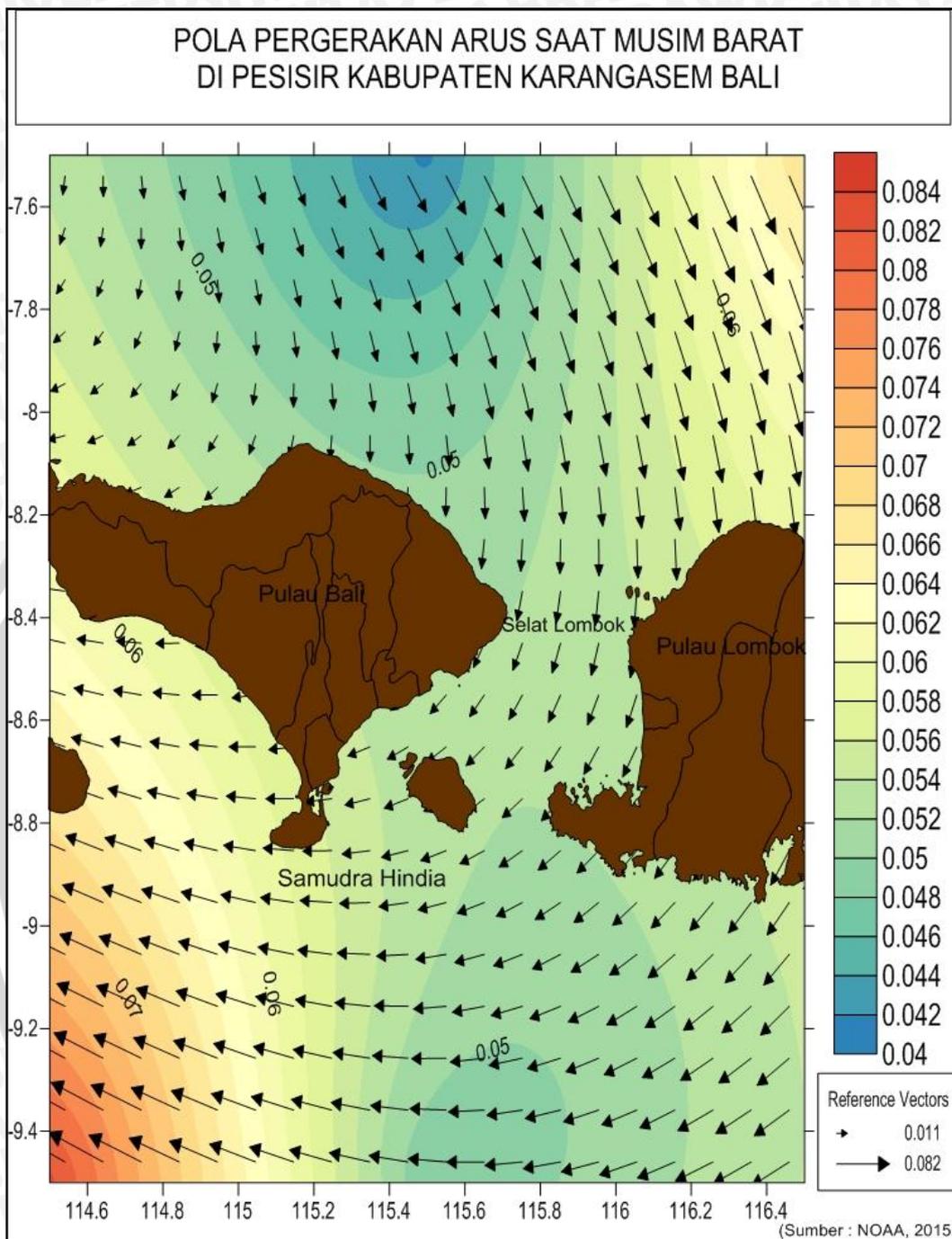
Kondisi gelombang di wilayah perairan pesisir Kabupaten Karangasem bagian selatan umumnya lebih tinggi dibandingkan kondisi gelombang di wilayah pesisir bagian utara. Gelombang di wilayah pesisir bagian selatan sebagian besar merupakan penjalaran gelombang yang dibangkitkan dari Samudera Hindia memasuki Selat Badung dan Selat Lombok. Gelombang datang di wilayah pesisir bagian selatan juga cenderung membentuk sudut dengan garis pantai sehingga sifatnya sangat merusak pantai terutama pantai-pantai yang tidak memiliki sistem perlindungan alamiah yang baik seperti *sand dunes*. Hal ini juga menyebabkan pantai-pantai di wilayah pesisir selatan didominasi oleh pantai bertebing karena sedimen pada dataran rendah telah mengalami pengikisan, sementara sedimen yang berasal dari arah daratan tidak dapat mengalami pengendapan karena cepat terangkut kembali oleh tarikan gelombang. Kondisi gelombang yang relatif tinggi terlebih-lebih pada musim angin barat dan angin timur di wilayah pesisir

selatan menyebabkan perairan pesisir di kawasan ini tidak cocok sebagai lokasi budidaya laut.

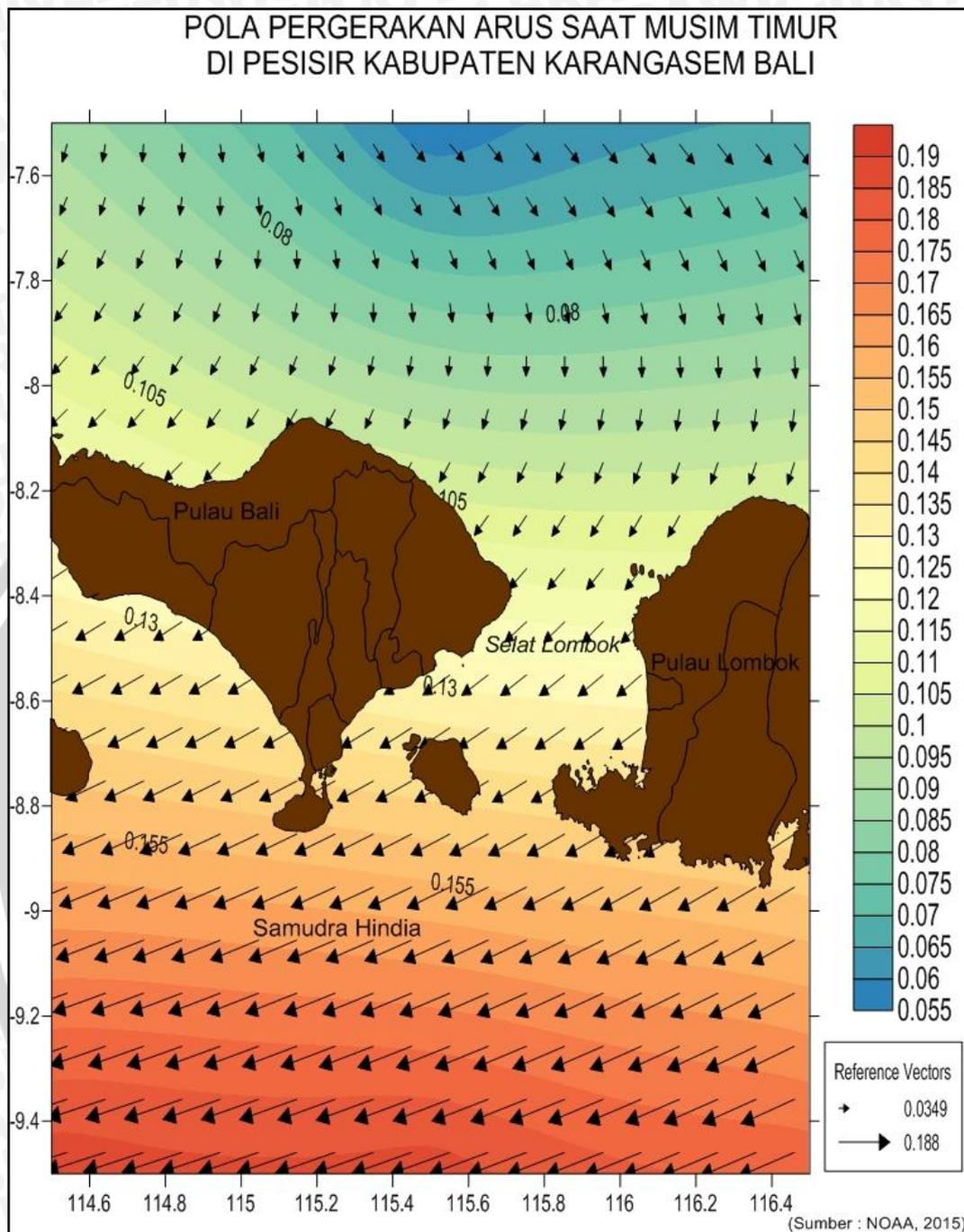
Sedangkan kondisi gelombang di perairan pesisir bagian utara relatif lebih rendah karena laut utara merupakan laut kepulauan. Gelombang datang umumnya sejajar garis pantai, kecuali pada beberapa daerah bertanjung. Namun demikian, pada musim angin barat dan musim angin timur kondisi gelombang tinggi juga terjadi yang sifatnya merusak lingkungan pantai.

Perairan pesisir Karangasem bagian timur yang berada pada wilayah Selat Lombok dikenal sebagai perairan yang mempunyai kondisi arus yang kuat. Arus-arus yang terdapat di wilayah perairan laut Kabupaten Karangasem dipengaruhi oleh arus global, arus musiman, dan arus pasang surut. Arus global yang mempengaruhi massa air di perairan laut Kabupaten Karangasem yaitu arus dari Samudera Pasifik ke Samudera Hindia yang dikenal sebagai *International Through Flow* (ITF). ITF merupakan arus yang tetap arahnya dari arah utara ke selatan melewati Selat Lombok, sebagian bergerak ke timur dan masuk ke Laut Flores dan sebagian diteruskan ke selatan masuk ke Samudera Hindia melewati Nusa Penida.

Arus musiman mempengaruhi perairan Selat Badung dan Laut Bali. Berdasarkan hasil pengolahan data arus yang didapatkan dari OSCAR, bahwa pada musim barat, arus-arus pesisir selatan Kabupaten Karangasem (Selat Badung) dan arus-arus pesisir utara (Laut Bali) bergerak ke arah selatan dan dibelokkan ke barat daya menyusur pantai dengan kecepatan antara 0,05 hingga 0,054 m/s (Gambar 9) sedangkan pada musim timur bergerak sebaliknya ke arah barat dan barat daya dengan kecepatan antara 0,11 hingga 0,12 m/s (Gambar 10).



Gambar 9. Pola pergerakan arus saat musim barat



Gambar 10. Pola pergerakan arus saat musim timur

Jadi, energi dari kedua parameter di atas tersebut dapat menimbulkan arus menyusur pantai yang memiliki potensi memindahkan minyak dan membawa sedimen berupa pasir atau kerikil ke arah lepas pantai serta mengubur minyak. Semakin tinggi gelombang maka potensi untuk membersihkan minyak secara

alami akan lebih mudah. Proses pembersihan minyak secara alami biasanya terjadi dalam waktu yang cepat dan hanya hitungan hari.

Minyak akan lebih mudah dibersihkan ketika musim dengan energi gelombang dan arus yang lebih besar. Seperti halnya kecepatan arus pada musim timur di pesisir kabupaten Karangasem lebih besar dari pada musim barat. Arus yang menyusuri pantai akan membawa tumpahan minyak ke pesisir pantai, sehingga minyak akan lebih cepat terbawa ke arah pantai. Namun, minyak akan dapat segera dibersihkan oleh datangnya gelombang yang kemudian membawa sebagian minyak menjauhi pantai. Proses tersebut menyebabkan konsentrasi minyak yang terperangkap di pantai akan menjadi lebih rendah.

Sedangkan pada musim barat energi dari kedua parameter tersebut lebih rendah sehingga minyak yang telah berada di daerah pantai akan lebih lama tertahan karena kecepatan arus yang lebih kecil tidak dapat mendorong minyak untuk menjauhi garis pantai. Kondisi tersebut menyebabkan minyak cenderung untuk diam di didalam sedimen dan sulit untuk dibersihkan.

Tipe pasang surut di perairan pesisir Kabupaten Karangasem adalah bertipe campuran (Tabel 3), dominasinya sama antara perairan pesisir bagian utara dan bagian selatan. Perairan bagian utara seperti di pantai Tulamben kecamatan Kubu pasang surut tipe campuran condong semi diurnal dengan nilai F (Formzahl) 1,23. Sedangkan di perairan pesisir bagian selatan seperti di Padangbai kecamatan Manggis tipe pasang surut campuran condong semi diurnal dengan nilai F 0,59. Analisis bilangan Formzahl yang dihasilkan tersebut mengindikasikan pesisir Kabupaten Karangasem memiliki tipe pasang surut cenderung semidiurnal/harian ganda, yaitu dalam rentang waktu 24 jam terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, akan tetapi tinggi dan periodenya berbeda.

Tabel 3. Nilai Formzhal

Lokasi	Koordinat	Nilai Formzhal	
		Musim Timur	Musim Barat
Manggis (Selatan)	-8.536358° 115.508932	0,59	0,59
Kubu (Utara)	-8.216420° 115.529486	1,23	1,23

Dari hasil penelitian tersebut, tipe pasut campuran cenderung semidiurnal (cenderung campuran ganda), memungkinkan zat pencemar sulit terbawa keluar area dalam pembersihan. Dalam waktu 24 jam, zat pencemar yang telah terbawa menjauhi pantai pada saat surut akan terbawa kembali mendekati pantai atau masuk kedalam muara-muara sungai pada saat air bergerak pasang. Hal serupa juga dijelaskan dalam Surinati (2007) bahwa dalam studi lingkungan, pencemaran yang terjadi pada area dengan karakteristik pasut harian tunggal (diurnal) atau condong harian tunggal zat pencemar dapat tersapu bersih dari lokasi. Lokasi-lokasi sejenis ini memiliki sensitivitas yang lebih rendah terhadap bahaya pencemaran. Akan tetapi zat pencemar dapat bergerak ke area yang lain jika tidak segera dilakukan kegiatan pembersihan. Beda halnya dengan area yang memiliki tipe pasut harian ganda (semidiurnal) atau campuran cenderung harian ganda maka zat pencemar dimungkinkan akan sulit tergelontorkan keluar dari area untuk dibersihkan, sehingga area ini dianggap memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi terhadap bahaya pencemaran.

#### 4.1.2. Kemiringan Pantai

Hasil analisis DEM SRTM bahwa area penelitian di pesisir Kabupaten Karangasem memiliki derajat kemiringan dengan tipe kecuraman sedang (Gambar 11) yaitu berkisar antara  $20^{\circ}$  -  $30^{\circ}$ . Derajat kemiringan pantai yang curam seperti pada lokasi penelitian, diartikan memiliki tingkat sensitivitas rendah karena umumnya mempunyai energi gelombang yang besar dan berpotensi

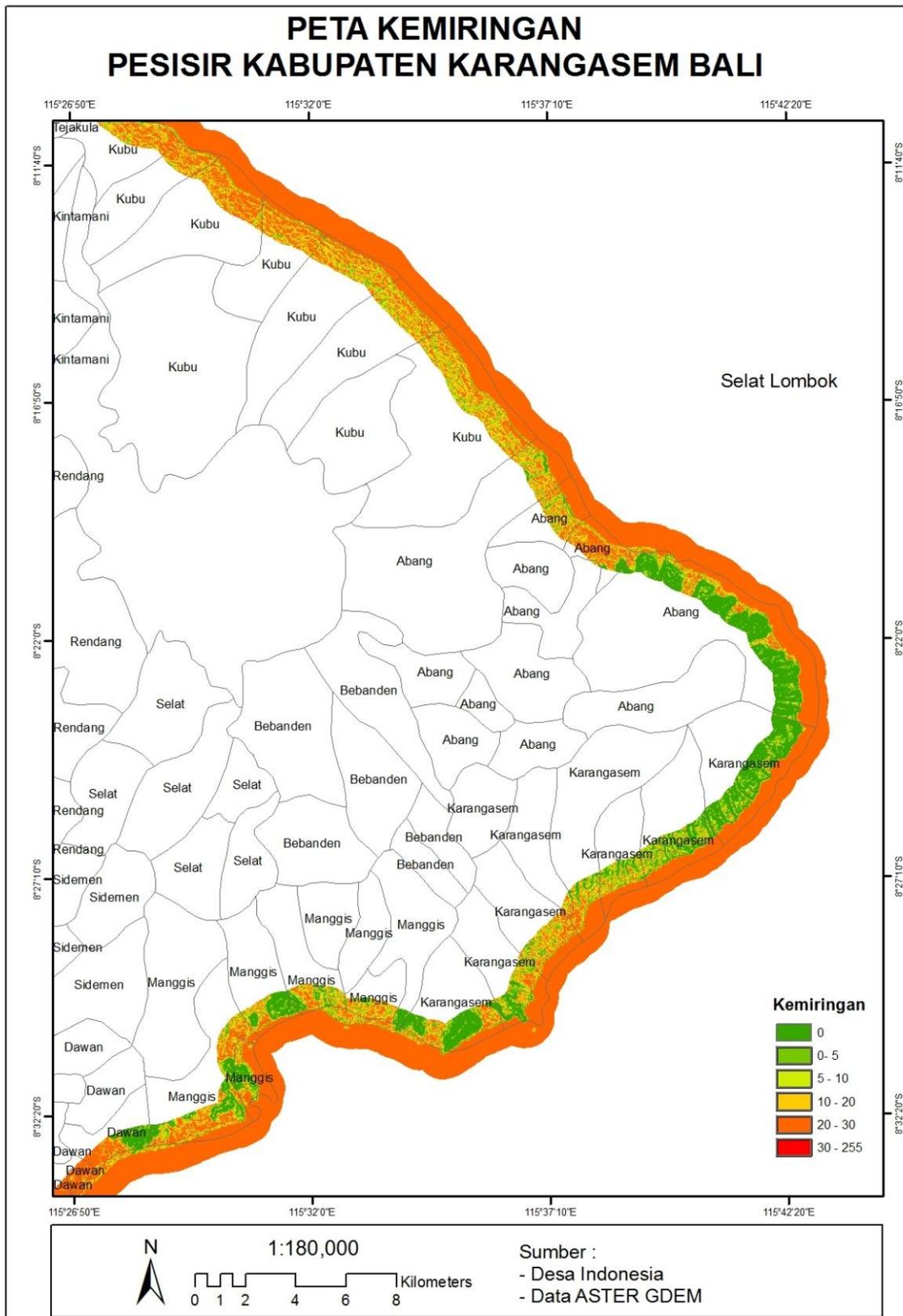
memindahkan minyak dengan cepat karena zona gelombang pecah lebih dekat dengan garis pantai. Selain itu, refleksi dari dinamika air permukaan cukup kuat sehingga dapat mempersingkat lamanya minyak tinggal dan peluang pembersihan pantai secara alami cukup besar.

Sedangkan Pantai yang memiliki derajat kemiringan yang relatif rendah atau landai memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi karena tingkat kesulitan untuk membersihkan minyak secara alami akan semakin sulit. Selain itu juga memungkinkan perairan lebih luas tercemari minyak dan pembersihan alami cukup sulit sehingga minyak lebih lama tinggal di pantai (Mursalin, 2014).

Berikut merupakan kategori kemiringan pantai berdasarkan NOAA (2002) :

Tabel 4. Kategori Kemiringan Pantai

<b>Kemiringan Pesisir</b>	<b>Kategori</b>
< 5°	Landai
5° - 30°	Sedang
> 30°	Curam



Gambar 11. Peta Kemiringan Pesisir Kabupaten Karangasem

Hasil penelitian pihak Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Karangasem pada tahun 2014, untuk hasil kecuraman perairan kabupaten karangasem dimulai dari kedalaman 10 m. Kedalaman laut pada batas kewenangan laut daerah di bagian utara mempunyai kedalaman hingga 1400 m, di sebelah timur (Selat Lombok) hingga 1300 meter dan di sebelah selatan hingga 600 m.

Berdasarkan analisis peta batimetri (Peta Lingkungan Pantai Indonesia 1994), kelandaian dasar laut di wilayah Kabupaten Karangasem seperti disajikan pada Tabel 5. Kelandaian dasar laut diperoleh dari perbandingan antara kedalaman laut dengan jarak horisontal. Jika kelandaian dasar laut  $18^{\circ}$  maka pada jarak 100 m dari garis pantai kedalaman laut mencapai 5 m.

Tabel 5. Kelandaian dasar laut di Kawasan Pesisir Kabupaten Karangasem

No.	Lokasi	Kedalaman rata-rata (Derajat) untuk kedalaman (m)				
		0 - 20	0 - 50	0 - 100	0 - 200	0 - 500
1.	Pantai Yeh Malet - Tg. Melanting	23.4	47.88	72	52.56	-
2.	Pantai Labuhan Amuk - Candidasa	16.92	15.48	15.12	23.76	-
3.	Pantau Perasi - Ujung	13.68	19.08	15.84	18.36	31.68
4.	Pantai Biaslantang - Tukad Tiis	23.76	39.6	42.48	32.76	33.84
5.	Pantai Kutumanak - Batukeseni	39.6	66.6	44.64	40.32	46.08
6.	Pantai Lean - Bunutan	43.92	62.28	38.16	26.28	48.96
7.	Pantai Jumeluk - Amed	119.88	168.84	72	48.24	43.2
8.	Pantai Tulamben - Kubu	72	135	142.92	172.8	174.24
9.	Pantai Sukadana - Tianyar	63.36	128.52	93.24	99	156.24

(Sumber : DKP Kab. Karangasem, 2014)

Dari Tabel 5 tersebut menunjukkan bahwa dasar laut di Kabupaten Karangasem berkisar antara agak landai sampai sangat curam. Perairan pesisir bagian selatan relatif lebih landai dibandingkan bagian lainnya, dan perairan pesisir bagian utara paling curam.

Semua perairan pesisir bagian utara sampai kedalaman 20 meter tergolong curam (kelandaian  $54^{\circ}$  –  $162^{\circ}$ ), begitu juga sampai kedalaman 50 meter. Sedangkan perairan pesisir bagian timur sampai kedalaman 500 meter termasuk berelevasi agak curam ( $28.2^{\circ}$  –  $54^{\circ}$ ).

#### 4.1.3. Tipe Substrat

Berdasarkan hasil pengukuran pada peta yang disertai dengan verifikasi lapangan diperoleh total panjang garis pantai Kabupaten Karangasem adalah 83,0 km. Pantai-pantai di Kabupaten Karangasem meliputi 4 kecamatan dan 26 desa pantai. Panjang pantai dan tipe pantai menurut desa-desa pantai disajikan pada Tabel 11 dan Gambar 12.

Kecamatan Manggis terdiri dari tujuh desa pantai dengan panjang pantai 15,7 km (18,9%), Kecamatan Karangasem terdiri dari delapan desa pantai dengan panjang pantai 25,1 km (30,3%), Kecamatan Abang terdiri dari empat desa pantai dengan panjang pantai 17,7 km (21,3%), dan Kecamatan Kubu terdiri atas tujuh desa pantai dengan panjang pantai 24,5 km (29,5%).

Tipologi pantai di Kabupaten Karangasem berdasarkan data dari Dinas Kab. Karangasem Bali (2014) dapat digolongkan dalam tujuh tipe yaitu:

##### 1) Pantai berpasir hitam

Merupakan sedimen *lithogeneous* yang terbentuk oleh proses-proses terigeneous dan vulkanis di daratan yang terbawa oleh aliran sungai dan masuk ke laut dan didistribusikan oleh berbagai proses yang bekerja di pantai dan laut. Panjangnya adalah 13,4 km (16,2%), terdapat di :

Tabel 6. Pantai Berpasir Hitam

No.	Nama Desa	Nama Kecamatan
1.	Antiga	Manggis
2.	Ulakan	Manggis
3.	Manggis	Manggis
4.	Bugbug	Karangasem
5.	Seraya Timur	Karangasem
6.	Purwakerti	Abang
7.	Labasari	Abang

2) Pantai Berpasir Putih

Merupakan sedimen *biogenous* berasal dari sisa-sisa rangka organisme laut.

Panjangnya 1,9 km (2,3%), terdapat di pantai :

Tabel 7. Pantai Bepasir Putih

No.	Nama Pantai	Nama Desa	Nama Kecamatan
1.	Bias Tugel	Antiga	Manggis
2.	Padangbai	Padangbai	Manggis
3.	Blue Lagoon	Padangbai	Manggis
4.	Candi Dasa	Bugbug	Karangasem
5.	Pasir Putih (Teluk Kelor)	Bugbug	Karangasem
6.	Bangklangan	Bugbug	Karangasem

3) Pantai berpasir hitam bercampur kerakal

Merupakan sedimen *lithogeneous* dan bongkah berukuran kecil yang terbentuk oleh proses-proses terigeneous dan vulkanis di daratan yang terbawa oleh aliran sungai serta letusan gunung api. Panjangnya, 16,0 km (9,2%), tersebar di pantai :

Tabel 8. Pantai Berpasir Hitam bercampur Kerakal

No.	Nama Pantai	Nama Kecamatan
1.	Manggis	Manggis
2.	Seraya	Karangasem
3.	Seraya Timur	Karangasem
4.	Bunutan	Abang
5.	Labasari	Abang
6.	Datah	Abang
7.	Tulamben	Kubu
8.	Tianyar	Kubu

4) Pantai berpasir hitam bercampur kerakal dan bongkah, panjangnya 21,2 km (25,6%) tersebar di Kecamatan Karangasem (mulai dari Pertama sampai Seraya Barat) dan seluruh desa-desa pantai di Kecamatan Kubu.

5) Pantai berkerakal bercampur bongkah, panjangnya 0,4 km terdapat di Seraya Timur.

- 6) Pantai Bertebing, dicirikan dengan dinding pantai terjal yang langsung berhubungan dengan laut, dimana pada saat pasang tidak air laut langsung berbatasan dengan daratan. Panjangnya mencapai 24,9 km (30,0%) dan tersebar secara spasial di beberapa pantai, yaitu :

Tabel 9. Pantai Bertebing

No.	Nama Pantai	Nama Kecamatan
1.	Padangbai	Manggis
2.	Antiga	Manggis
3.	Manggis	Manggis
4.	Bugbug	Karangasem
5.	Seraya Barat	Karangasem
6.	Seraya	Karangasem
7.	Seraya Timur	Karangasem
8.	Bunutan	Abang
9.	Labasari	Abang
10.	Datah	Abang
11.	Tulamben	Kubu

- 7) Bahan Buatan Manusia (*Riprap* dan *Sea Wall*)

Merupakan garis pantai yang telah dimodifikasi untuk pengamanan pantai erosi. Panjang tipe pantai ini adalah 5,2 km (6,3%), terdapat di :

Tabel 10. Pantai Bertembok

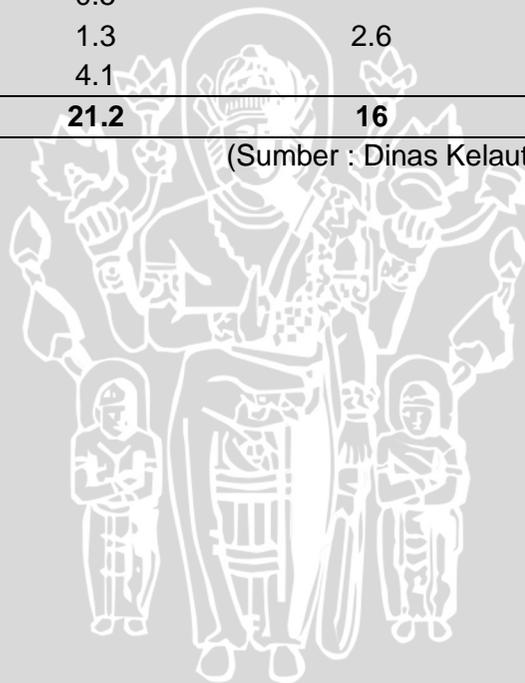
No.	Nama Pantai	Nama Kecamatan
1.	Padangbai	Manggis
2.	Sengkidu	Manggis
3.	Nyuhtebebel	Manggis
4.	Bugbug	Karangasem
5.	Subagan (Pantai Jasri)	Karangasem
6.	Kubu (Pelabuhan Galian C)	Kubu

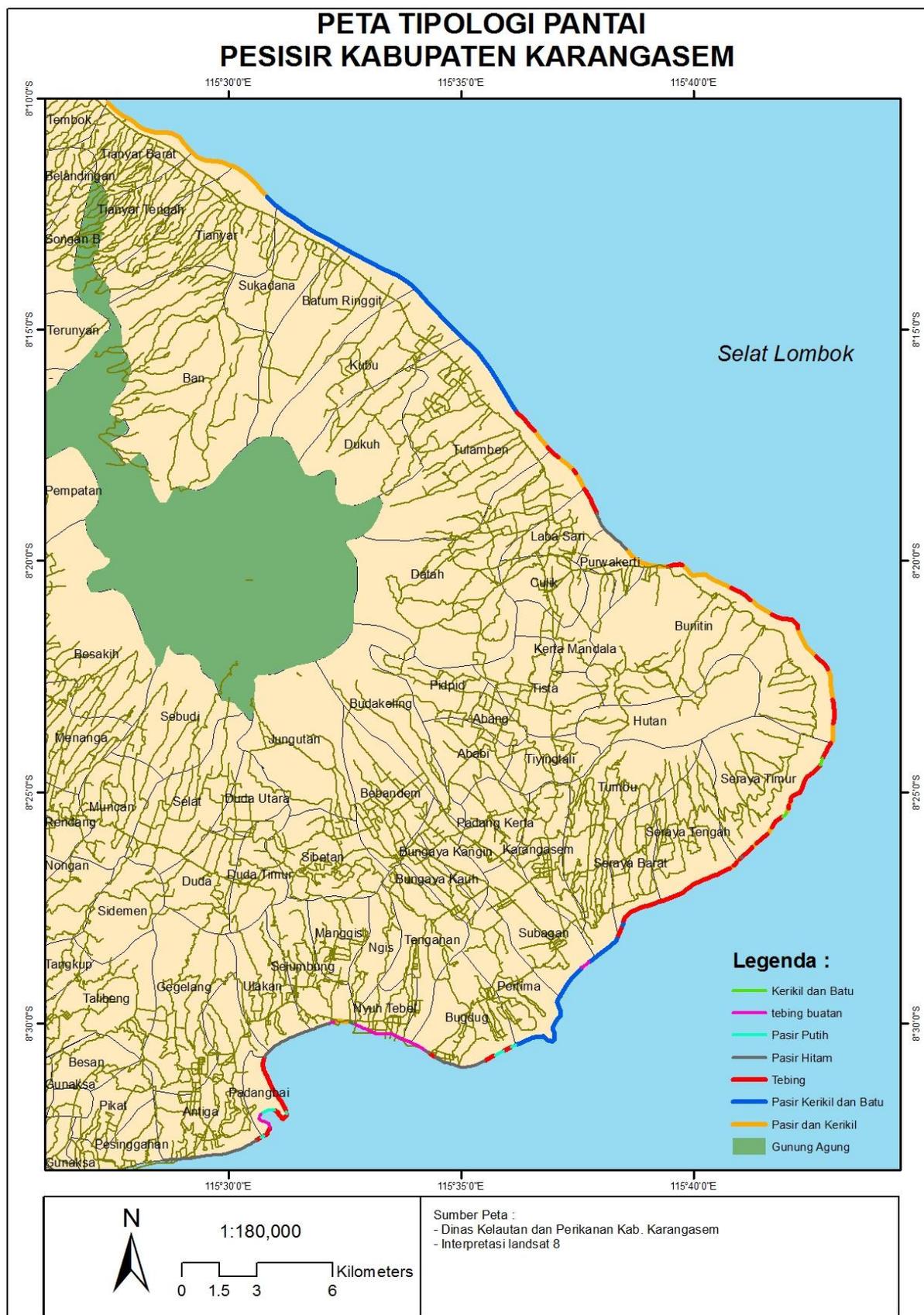
Tabel 11. Panjang garis pantai dan tipologi pantai di Kabupaten Karangasem

No	Desa Pantai	Panjang Pantai menurut Tipe Pantai (km)							Jumlah
		Pasir Putih	Pasir Hitam	Pasir, Kerakal, Batu	Pasir dan Kerakal	Kerakal dan Batu	Tebing	Tebing Buatan	
<b>A</b>	<b>Kec. Manggis</b>	<b>0.6</b>	<b>7.8</b>	<b>0</b>	<b>0.6</b>		<b>3.5</b>	<b>3.2</b>	<b>15.2</b>
1	Antiga	0.1	4.2				0.9		5.2
2	Padangbai	0.5					2.5	0.5	3
3	Ulakan		1.6						1.6
4	Manggis		2		0.6		0.1		2.7
5	Sengkidu							2	2
6	Tenganan								0
7	Nyuhtebel							0.7	0.7
<b>B</b>	<b>Kec. Karangasem</b>	<b>1.3</b>	<b>3.2</b>	<b>3.7</b>	<b>1.5</b>	<b>0.4</b>	<b>12.9</b>	<b>2.1</b>	<b>25.1</b>
8	Bugbug	1.3	3				2.4	1.8	8.5
9	Pertima			0.6					0.6
10	Subagan			1.2				0.3	1.5
11	Karangasem			0.8					0.8
12	Tumbu			0.6					0.6
13	Seraya Barat			0.5			2		2.5
14	Seraya				0.5		4.8		5.3
15	Seraya Timur		0.2		1	0.4	3.7		5.3
<b>C</b>	<b>Kec. Abang</b>	<b>0</b>	<b>2.4</b>	<b>0</b>	<b>9.3</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>17.7</b>
16	Bunutan				6.4		4.2		10.6
17	Purwakerti		1.5		1.8				3.3
18	Labasari		0.9		0.1		1.1		2.1
19	Datah				1	0.7	0.7		1.7

D	Kec. Kubu	0	0	17.5	4.6	2	2	0.4	24.5
20	Tulamben			3.2	2	2	2		7.2
21	Kubu			1.5				0.4	1.9
22	Baturinggit			1.9					1.9
23	Sukadana			5					5
24	Tianyar Tengah			0.5					0.5
25	Tianyar			1.3	2.6				3.9
26	Tianyar Barat			4.1					4.1
<b>Jumlah</b>		<b>1.9</b>	<b>13.4</b>	<b>21.2</b>	<b>16</b>	<b>0.4</b>	<b>24.4</b>	<b>5.7</b>	<b>82.5</b>

(Sumber : Dinas Kelautan dan Perikanan Kab. Karangasem, 2014)





Gambar 12. Peta Tipologi Pantai

Dari data tersebut, daerah pantai dengan jenis sedimen pasir memiliki kondisi sangat sensitif terhadap tumpahan minyak, karena bersifat *impermeable*, yang artinya dapat melarutkan minyak ke dalam butiran pasir. Selain itu pasir dikategorikan sangat sensitif karena minyak dapat menyerap dan terkubur oleh pasir setelah teraduk oleh arus menyusur pantai. Sedangkan *sea wall* dan dermaga relatif sensitif terhadap minyak karena minyak dapat terangkut untuk dibersihkan atau terbawa arus menyusur pantai untuk menjauhi pantai, terutama saat kondisi pasang (Mursalin, 2014).

Substrat dasar di pesisir Kabupaten Karangasem didominasi oleh pasir, kerakal, dan batu serta tebing. Hal tersebut disebabkan oleh adanya pegunungan yang mengelilingi kabupaten Karangasem. Menurut PIECA (2006), air laut yang terperangkap pada substrat kasar dan berkerikil biasanya tidak stabil dan mampu meniriskan air yang terperangkap dengan cepat. Kemudian minyak yang menempal pada substrat kasar cukup mudah untuk dibersihkan sehingga minyak yang tinggal berada dalam waktu yang singkat. Beda halnya untuk Pantai dengan substrat berpasir halus dan berlumpur, menurut Mursalin (2014) cukup mampu menahan air setelah terjadinya air pasang. Pasir halus dan lumpur tidak cepat meniriskan air yang terperangkap sehingga memungkinkan organisme yang tinggal lebih lama tercemari minyak.

#### 4.1.4. Sensitivitas dan Produktivitas Biologi

Pada dasarnya produktivitas biologis pada habitat pantai merupakan komponen yang penting dalam menentukan peringkat ESI (*Environmental Sensitivity Index*). Produktivitas biologi merupakan jenis tutupan lahan seperti mangrove, terumbu karang, padang lamun, rawa, dan air payau yang merupakan wilayah yang mempunyai sensitivitas tinggi terhadap adanya tumpahan minyak. Pesisir Kabupaten Karangasem didominasi oleh tutupan terumbu karang. Tutupan lahan lain yang terdapat di pesisir kabupaten Karangasem yaitu Padang

lamun. Untuk keberadaan mangrove, rawa, dan air payau di Pesisir Kab.Karangasem hanya memiliki luasan yang kecil karena topografi pantai yang curam dan dikelilingi oleh Gunung Agung.

Hasil analisis citra memperlihatkan sebaran terumbu karang menyebar hampir disepanjang pesisir kabupaten karangasem. Sedangkan untuk padang lamun hanya disekitar kecamatan manggis. Terumbu karang dan padang lamun yang tersebar di pesisir kabupaten karangasem tersebut memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi sebagai respon terhadap gangguan yang diterima.

Berikut merupakan jenis terumbu karang, luasan tutupan dan kondisi terumbu karang (Tabel 12) yang tersebar hampir diseluruh pesisir Kabupaten Karangasem :

Tabel 12. Jenis terumbu karang yang tersebar di Pesisir Kabupaten Karangasem

Terumbu Karang	No.	Luasan Tutupan Terumbu Karang* (ha)	Kawasan	Jenis
	1	83,5	Padangbai	<i>Reef flat, patchy reef, dan reef wall</i>
	2	182	Candi Dasa	<i>Acropora, Montipora, Pocillopora, Stylophora,</i>
	3	105	Pantai Pasir Putih	<i>Acropora branching</i>
 Coral / Hard Bottom Reef	4	3,5	Ujung	<i>coral massive dan coral branching.</i>
	5	276,5	Seraya	<i>Soft coral, gorgonian, dan acropora</i>
	6	122	Bunutan	<i>Acropora branching dan coral massive.</i>
	7	15,5	Amed	<i>coral massive, sponge, gorgonian, karang api (Millepora) dan Porites</i>
	8	36	Tulamben	<i>Hard coral dan soft coral</i>
	9	75	Kubu	<i>coral massive, table-like Acropora dan Pocillopora verrucosa</i>
	10	116	Tianyar	<i>coral massive, table-like Acropora dan Pocillopora verrucosa</i>

(Sumber : DKP Kab. Karangasem)

Data ekosistem terumbu karang mencakup luasan (sebaran habitat) dan persentasi tutupan karang hidup (Tabel 13). Analisis sebaran ekosistem terumbu karang dilakukan dengan menggunakan analisis sistem informasi geografis yang

didapatkan dari Dinas Kelautan dan Perikanan Kab. Karangasem Bali. Adapun kualitas tutupan karang hidup dianalisis dengan menggunakan kriteria yang dikemukakan KLH (2001). Kualitas tutupan karang hidup dibagi menjadi empat kategori, yaitu kondisi buruk, sedang, baik dan sangat baik (Lampiran 6).

Tabel 13. Persentase tutupan terumbu karang di Pesisir Kab. Karangasem

No.	Lokasi / Depth	Persentase Tutupan (%)					Kondisi	
		Live Coral	Dead Coral	Macro Algae	Other Fauna	Rubble		Sand
1.	<b>Padangbai</b>							
	3 Meter	70.2	23	1.5	0	1	4.3	Baik
	9 Meter	36.1	6.9	2.2	8.8	16.5	29.5	
2.	<b>Sengkidu</b>							
	3 Meter	78.5	20.3	0	0	0.4	0.8	Baik
	9 Meter	49.7	3.9	9.8	4.4	25.7	6.5	
3.	<b>Candidasa</b>							
	3 Meter	55.7	10.3	0	0.2	33.8	0	Sedang
	9 Meter	37.2	4.7	3.5	0	13.4	41.2	
4.	<b>Pasir Putih</b>							
	3 Meter	35.2	18.5	1.8	2.2	15.7	26.6	Sedang
	9 Meter	61.8	7.3	2.5	0	5.3	23.1	
5.	<b>Gili Selang</b>							
	3 Meter	52.6	24.3	3.2	2	5.5	12.4	Baik
	9 Meter	58.4	18.5	7.5	5.3	2.3	8	
6.	<b>Jumeluk</b>							
	3 Meter	33.4	30.4	0	8.2	12.3	15.7	Sedang
	9 Meter	42.3	27.8	0	2.7	7.7	19.5	
7.	<b>Batu Kelebit</b>							
	3 Meter	46.2	27.2	5.5	7.8	1.2	12.1	Sedang
	9 Meter	48.5	18.4	1.8	4.5	3.5	23.3	
8.	<b>Baturinggit</b>							
	3 Meter	37.8	30.8	6.5	4.4	3.9	16.6	Sedang
	9 Meter	45.2	23.8	3	1.9	2.5	23.6	
9.	<b>Sukadana</b>							
	3 Meter	18.2	42.7	1.2	6.4	7.3	24.2	Buruk
	9 Meter	23.8	38.5	0	3.2	2.5	32	
10.	<b>Tianyar</b>							
	3 Meter	36.8	27.5	2	10.9	3.7	19.1	Sedang
	9 Meter	44.6	20.3	1.5	7.5	4.2	21.9	

(Sumber : DKP Kab. Karangasem)

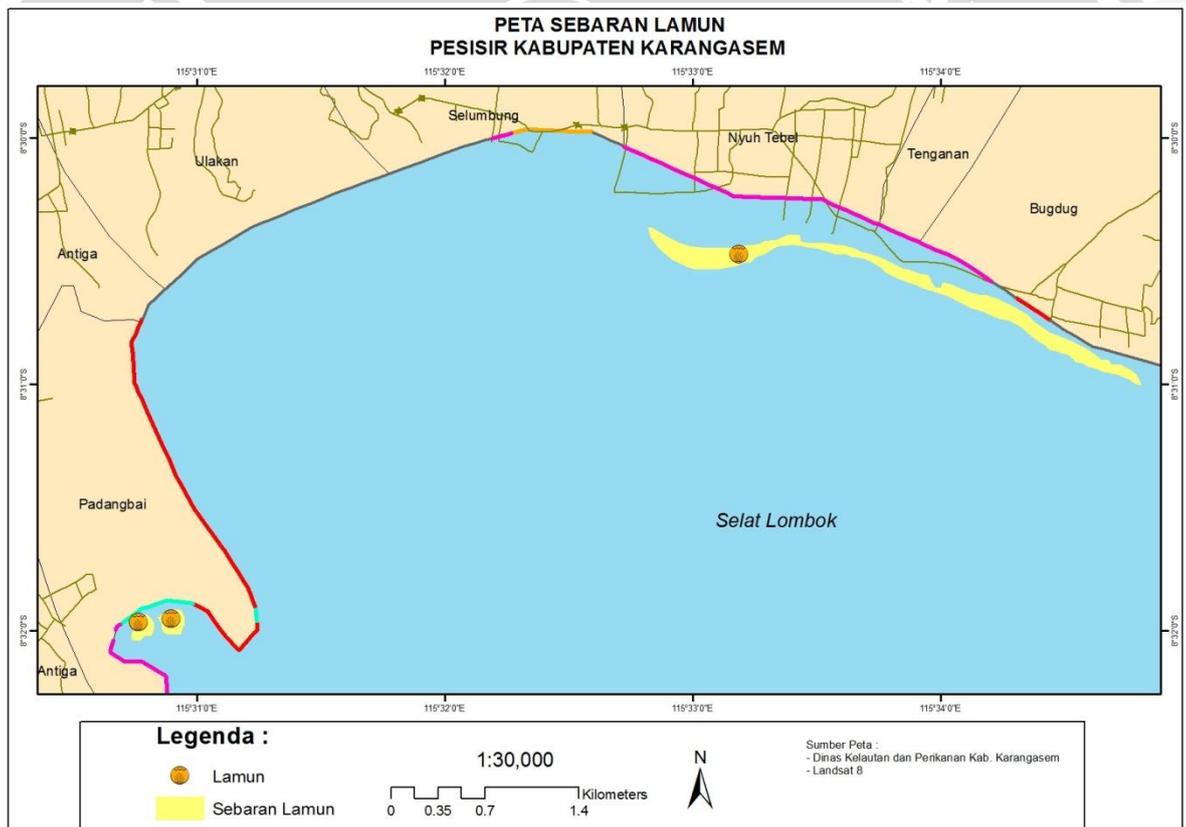
Dari tabel 12 menunjukkan jenis terumbu karang yang berada di pesisir kabupaten Karangasem didominasi dengan jenis *coral branching* dan *coral massive*, tetapi dari kedua tersebut lebih banyak *coral massive*. Sedangkan untuk kondisi terumbu karang berdasarkan persentase tutupan terumbu karang (KepMenLH, 2001) (Lampiran 6) hampir dari semuanya memiliki kondisi sedang dan baik. NOAA (2010) menyatakan bahwa dampak dari tumpahan minyak terhadap kondisi terumbu karang memiliki tingkat sensitivitas yang bervariasi tergantung pada kondisi tertentu, misalnya volume dan jenis minyak yang tumpah, komposisi jenis, dan sifat eksposur minyak. Luasan dan tingkat kerusakan terumbu karang yang disebabkan dari tumpahan minyak berhubungan dengan kepekaan dan sensitivitas dari masing-masing spesies, lama keterpaparan, dan suhu lingkungan. Terumbu karang dengan bentuk pertumbuhan bercabang (*coral branching*) memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi terhadap minyak dibandingkan dengan karang yang memiliki bentuk pertumbuhan *massive (coral massive)* atau berbentuk piringan.

Berikut merupakan jenis dan luasan lamun (Tabel 14) serta sebaran terumbu karang (Gambar 13) yang tersebar hampir diseluruh pesisir Kabupaten Karangasem :

Tabel 14. Jenis lamun yang tersebar di pesisir Kabupaten Karangasem

No.	Lamun	Luasan Sebaran Lamun (ha)	Persentase Tutupan Lamun (%)	Jenis
1.	Padangbai	8,2	50 - 75	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Thalassia hemprichii</i></li> <li>• <i>Syringodium isoetifolium</i></li> <li>• <i>Halodule uninervis</i> dan <i>Halodule pinifolia</i></li> <li>• <i>Halophila ovalis</i> dan <i>Halophila aplausosa</i></li> <li>• <i>Cymodocea rotundata</i> <i>Cymodocea serrulata</i></li> <li>• <i>Thalassodendron ciliatus</i>)</li> <li>• <i>Enhalus acoroides</i></li> </ul>
2.	Sengkidu - CandiDasa	50	25 - 65	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Thalassia hemprichii</i></li> <li>• <i>Syringodium isoetifolium</i></li> <li>• <i>Halodule aplausosa</i></li> <li>• <i>Cymodocea rotundata</i></li> <li>• <i>Cymodocea serrulata</i></li> <li>• <i>Thalassodendron ciliatus</i></li> </ul>

(Sumber : DKP Kab. Karangasem)



Gambar 13. Peta Sebaran Padang Lamun di Pesisir Kabupaten Karangasem

Menurut Romimohtarto dan Juwana (2005), Lamun (*seagrass*) adalah satu-satunya kelompok tumbuhan berbunga yang terdapat di laut. Lamun hidup di perairan laut yang dangkal, mempunyai tunas berdaun yang tegak,

berbunga, berbuah dan menghasilkan biji. Berdasarkan KepMenLH No. 200/2004 (Lampiran 7), Kriteria padang lamun berdasarkan persentase penutupan, yang dibagi menjadidua kondisi yaitu baik dan rusak.

Secara spesifik keberadaan lamun di pesisir Kabupaten Karangasem Balikhhususnya di sekitar wilayah sengkidu hingga candidasa memiliki kondisi yang kurang sehat, dikarenakan lamun yang berada di wilayah tersebut menghadapibeberapa ancaman yang cukup serius, salah satunya adalah tumpahnya minyak yang berasal dari terminal BBM Manggis yang mengakibatkan lapisan permukaan air tertutupoleh tumpahan minyak berwarna hitam pekat. Ditambah dengan meningkatnya aktivitas dari alur pelayaran yang dari tahun ke tahun menambah tekanan terhadap ekosistem lamun.

#### **4.2 Sumberdaya Hayati (*Biological Resource*)**

Dari hasil *Environmental Sensitivity Index Mapping for oil spill*, menunjukkan sumberdaya hayati yang berpotensi terkena dampak dari tumpahan minyak, diantaranya yaitu :

##### **1) Ekosistem Padang Lamun**

Sebaran padang lamun di Wilayah Pesisir dan Pulau-pulau Kecil (WP3K) Kabupaten Karangasem terdapat pada dua lokasi yaitu Candidasa dan Teluk Padangbai. Karakteristik habitat padang lamun di Candidasa yaitu perairan laguna dangkal yang berasosiasi dengan ekosistem terumbu karang. Sedangkan habitat pada lamun di Teluk Padangbai merupakan periran pasang surut sampai zona subtidal.

##### **2) Ekosistem Terumbu Karang**

Wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil Kabupaten Karangasem merupakan salah satu penyebaran terumbu terumbu karang relatif luas di Bali. Berdasarkan kompilasi hasil-hasil pemantauan dan pemetaan terumbu karang di Kabupaten

Karangasem (BLH Provinsi Bali, 2005, Bali *Marine* RAP, 2011, BLH Kabupaten Karangasem, 2009 dan 2012, dan BPSPL Denpasar, 2013) diperoleh luas total terumbu karang yang telah teridentifikasi dan dipetakan di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil Provinsi di WP3K Kabupaten Karangasem 984,8 ha, tersebar di Kecamatan Manggis 133 ha, Kecamatan Karangasem 533 ha, Kecamatan Abang 98 ha dan Kecamatan Kubu 130,8 ha.

### 3) Sumber Daya Ikan

Wilayah perairan laut khususnya Bali timur yang meliputi Selat Badung, Selat Lombok dan sekitarnya merupakan *fishing ground* dengan potensi yang menonjol berupa ikan pelagis besar antara lain tongkol, cakalang, dan lamadang. Ikan pelagis kecil tidak menonjol potensinya, kecil meliputi selar, sunglir dan tembang. Potensi jenis ikan demersal yang menonjol yaitu kakap merah, dan kerapu karang (Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Bali, 2005).

### 4) Ekosistem Mangrove

Perairan pesisir dan pulau-pulau kecil Kabupaten Karangasem memiliki kondisi yang terbuka, dimana sedikit terdapat teluk-teluk terlindung yang bermuara sungai perennial, serta kuatnya pengaruh aksi gelombang serta geologinya miskin endapan alluvial menyebabkan ekosistem mangrove tidak dapat berkembang di kawasan ini. Vegetasi mangrove hanya tumbuh secara terbatas dijumpai di Labuhan Amuk (muara Tukad Labuhan, sebelah selatan Depo BBM), Desa Antiga, Kecamatan Manggis. Luasnya hanya 0,5 ha, terdiri dari vegetasi jenis *Sonneratia alba*, *Rhizophora apiculata* dan nipah (*Nypa fruticans*).

#### 4.3 Pemanfaatan Sumberdaya Manusia (*Human-Use Resource*)

Sumberdaya yang digunakan oleh manusia di sekitar pesisir Kabupaten Karangasem diantaranya yaitu :

## 1) Pangkalan Nelayan/Pangkalan Pendaratan Ikan

Untuk menunjang usaha perikanan tangkap, terdapat beberapa pantai yang dipergunakan sebagai pangkalan perahu nelayan sekaligus tempat-tempat pendaratan ikan.



Gambar 14. Pangkalan Perahu Nelayan di Labuhan Amuk

## 2) Pelabuhan

Pesisir Kabupaten Karangasem terdapat beberapa pelabuhan yaitu:

- a. Pelabuhan Penyeberangan Lintas Padangbai – Lembar
- b. Tiga pelabuhan pelabuhan khusus, yaitu :

- Pelabuhan Demo Minyak di Ulakan

Pelabuhan ini berfungsi untuk penyaluran minyak dan gas ke wilayah Bali, Banyuwangi, Nusa Tenggara Barat dan Nusa Tenggara Timur. Untuk keperluan transfer dan mengisi muatan, telah tersedia sebuah dermaga berbentuk leter “L” menjolok ke laut sepanjang lebih kurang 490 m.

- Pelabuhan Khusus Pertambangan Galian C di Kubu

Pelabuhan muat galian C yang akan didistribusikan di wilayah Bali selatan melalui Pelabuhan Benoa dan Bali utara melalui Pelabuhan Celukan Bawang. Pelabuhan ini tidak memiliki dermaga, akan tetapi kolam pelabuhan merupakan pemotongan dan pengerukan daratan.

- Pelabuhan pariwisata di Tanahampo, Ulakan

Pelabuhan khusus pariwisata yang berupa pelabuhan sekoci kapal pesiar yang terdapat di Tanahampo telah dibangun dermaga sepanjang  $\pm 100$  m menjolok ke laut (Gambar 15).



Gambar 15. Pelabuhan pariwisata di Tanahampo, Ulakan

### 3) Perikanan Tangkap

Kegiatan perikanan tangkap di Kabupaten Karangasem merupakan perikanan rakyat. Kegiatan perikanan tangkap memanfaatkan perairan laut sebagai wilayah pengelolaan perikanan tangkap meliputi perairan Selat Badung, Selat Lombok dan Laut Bali (Gambar 16).



Gambar 16. Kondisi tambak di Kubu

### 4) Perikanan Budidaya

Usaha atau kegiatan perikanan budidaya yang telah berkembang di perairan laut wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil Kabupaten Karangasem yaitu budidaya

kerang mutiara, sementara budidaya rumput laut dan budidaya ikan (karamba jaring apung/KJA) belum berkembang. Kegiatan budidaya kerang mutiara dilakukan pada empat lokasi yaitu perairan pantai Bugbug, Paselatan di Labasari (Gambar 17), Karangdawa di Tulamben dan Tigaron di Sukadana.



Gambar 17. Budidaya Kerang Mutiara di Labasari

### 5) Pariwisata Bahari

Pariwisata bahari dapat didefinisikan sebagai jenis wisata minat khusus yang memiliki aktivitas yang berkaitan dengan kelautan, baik di atas permukaan laut (*marine*) maupun kegiatan yang dilakukan di bawah permukaan laut (*submarine*). Dari beragam jenis aktivitas wisata bahari, penggunaan laut Kabupaten Karangasem untuk wisata bahari meliputi aktivitas wisata :

- *Diving dan Snorkling*

Di Kabupaten Karangasem kurang lebih terdapat 17 *dive site* yang telah dikenal oleh wisatawan asing untuk melakukan aktivitas *diving* atau *snorkeling*. Di Kawasan Padangbai terdapat empat *dive site*. Di Candidasa terdapat dua *dive site*. Di Kawasan Timur, yaitu kawasan pesisir Desa Seraya Timur, Desa Bunutan dan Purwakerti terdapat empat *dive site* yang terkenal. Kawasan yang paling terkenal sebagai obyek wisata *diving* dan *snorkeling* di Kabupaten Karangasem yaitu Tulamben. Di Tulamben terdapat empat *dive site* yaitu Batu Kelebit, Tulamben *Drop-off*, *The Paradise Reef* dan *The Liberty Wreck*. Satu lagi *dive site* di kawasan pesisir utara yaitu *Tiaryar Point*.

- Wisata Memancing (*Fishing*)

Kawasan perairan pesisir Kabupaten Karangasem merupakan salah satu lokasi wisata memancing (*fishing*) yang digemari oleh para penghobi memancing. Lokasi-lokasi favorit untuk wisata memancing yaitu Padangbai, Candidasa, Batubelah (Tulamben), Kubu dan Tianyar.

- *Reef watch (submarine)*

Aktivitas wisata bahari jenis ini yaitu menikmati keindahan bawah laut berupa ekosistem terumbu karang dengan keindahan flora dan faunanya melalui kapal selam. Lokasi wisata bahari *submarine* terdapat di Labuhan Amuk.

- Pantai Rekreasi (*Beach recreation*)

Beberapa perairan pantai Kabupaten Karangasem dipergunakan untuk aktivitas rekreasi pantai (*sun/sand bathing*, mandi dan renang) yaitu Bias Tugel, Padangbai, Buitan, Sengkidu, Nyuhtebel, Candidasa, Pasir Putih, Jumeluk dan Tulamben.



Gambar 18. *Dive spot* di pesisir Kab. Karangasem

## 6) Peninggalan Sejarah

Di wilayah pesisir Kabupaten Karangasem terdapat sebuah tempat kapal tenggelam yang mempunyai nilai arkeologi-historis khusus, yaitu *The Liberty Wreck* di pantai Tulamben. Kapal Liberty adalah sebuah kapal cargo yang mengangkut peralatan perang Tentara Sekutu yang dilumpuhkan oleh tentara Jepang di Selat Lombok dalam Perang Dunia II. Kapal dalam kondisi tertembak

kemudian ditarik menuju Singaraja (Pelabuhan Buleleng), tetapi dalam perjalanannya di sekitar Tulamben kapal diarahkan ke pantai untuk mencegah karam. Pada saat Gunung Agung meletus tahun 1963, kapal tersebut akhirnya tenggelam di lokasi yang sekarang akibat guncangan yang menghantamnya. Kapal tersebut akhirnya menjadi "*artificial reef*" pada kedalaman sekitar 3 sampai 20 m, yang ditumbuhi dan menjadi habitat berbagai biota. Di sebelah barat kapal atau di di depan haluan kapal terdapat sebaran terumbu karang tipe patchy yang ditumbuhi oleh sponge dan beberapa koloni karang.

Oleh karena itu kawasan ini sangat sensitif terhadap pencemaran minyak yang berasal dari limbah atau buangan yang berasal dari kapal-kapal di pelabuhan maupun yang melintasi perairan, dan aktivitas pertambangan. Kegiatan perawatan kapal yang dilakukan secara berkala seperti kegiatan pencucian kapal (*docking*) untuk melepaskan karat dan minyak bekas pembakaran pada akhirnya akan dilepaskan ke perairan. Buangan minyak maupun tumpahan minyak pada perairan tersebut dapat merusak jenis-jenis organisme dasar (*benthos*), plankton dan jenis jenis biota yang berenang bebas lainnya, atau bahkan seluruh ekosistem laut. Lokasi-lokasi tersebut dapat dilihat pada Peta indeks sensitivitas lingkungan pesisir.

#### **4.4 Sumber Pencemar Utama di Pesisir Kabupaten Karangasem**

Berdasarkan pengamatan secara visual di lapang, pesisir Kabupaten Karangasem saat ini telah ramai dipadati oleh berbagai aktivitas pelayaran maupun perdagangan baik secara domestik maupun kapal-kapal dagang yang berasal dari luar negeri. Aktivitas tersebut membawa dampak positif bagi peningkatan pendapatan Kabupaten Karangasem secara umum dan masyarakat sekitar yang berhubungan langsung dengan kegiatan tersebut. Namun demikian, kawasan pesisir khususnya di selatan Kabupaten Karangasem juga termasuk

dalam jalur pelayaran laut Bali Timur (Padangbai) dengan kawasan pelabuhan yang berada di ujung barat Kabupaten Lombok Barat (Lembar), yang mana pelabuhan tersebut milik pihak BUMN yaitu PT. ASDP Persero Padangbai-Lembar.

Kawasan ini juga berada dalam satu perairan dengan Terminal BBM Manggis yang dikelola oleh Pertamina. Oleh karena itu kawasan ini sangat sensitif terhadap pencemaran minyak yang berasal dari limbah atau buangan yang berasal dari kapal-kapal atau *speed boat* di pelabuhan maupun yang melintasi perairan, dan aktivitas pertambangan. Kegiatan perawatan kapal yang dilakukan secara berkala seperti kegiatan pencucian kapal (*docking*) untuk melepaskan karat dan minyak bekas pembakaran pada akhirnya akan dilepaskan ke perairan. Buangan minyak maupun tumpahan minyak pada perairan tersebut dapat merusak jenis-jenis organisme dasar (*benthos*), plankton dan jenis-jenis binatang yang berenang bebas lainnya, atau bahkan seluruh ekosistem laut seperti lamun dan terumbu karang. Di perairan pantai tropik, berbagai kerusakan dapat terjadi baik di dalam komunitas pasang-surut (*intertidal*) maupun di dalam laut. Jenis-jenis yang hidup di dalam dan di atas substrat (*epifauna/epiflora*) juga terkena dampak. Hal ini dapat dikatakan bahwa semua tingkat trofik adalah sensitif terhadap kerusakan, termasuk produsen primer (tumbuhan), herbivora, karnivora dan detritivora (Jackson *et al.* 1989 dalam Sloan, 1993).

Berikut merupakan kondisi perairan di sekitar dermaga pelabuhan milik PT. ASDP Persero dan Terminal BBM Manggis yang dikelola oleh Pertamina :

1. Terminal BBM Manggis yang dikelola oleh Pertamina

Gambar (19) menunjukkan kondisi perairan disekitar terminal BBM, disana terdapat pipa penyalur BBM dari kapal tanker ke tangki Depo Manggis yang menjadi salah satu sumber utama terjadinya tumpahan minyak.



Gambar 19. Kondisi Depo Pertamina Manggis

2. Pelabuhan Penyebrangan Lintas Padangbai - Lembar

Gambar (20) menunjukkan aktivitas di kawasan pelabuhan penyebrangan lintas Padangbai - Lembar milik pihak BUMN yaitu PT. ASDP Persero yang juga menjadi salah satu sumber terjadinya pencemaran minyak, misalnya: air *ballast* kapal.



Gambar 20. Kondisi Pelabuhan penyebrangan lintas Padangbai - Lembar

#### 4.5 Analisa Tingkat Sensitivitas Lingkungan Pesisir Kab. Karangasem terhadap Potensi Tumpahan Minyak (*Oil Spill*)

Berikut merupakan keberadaan *biological resources* dan *human-use resources* di setiap kecamatan yang berada di Kab. Karangasem Bali :

Tabel 15. *Biological Resources*

Kecamatan	<i>Biological Resources</i>					
	1	2	3	4	5	6
Manggis	√	√	√	√	√	-
Karangasem	√	√	√	√	-	-
Abang	√	-	√	√	-	-
Kubu	√	-	√	√	-	√

Keterangan :

- |                   |                |
|-------------------|----------------|
| 1. Terumbu Karang | 4. Ikan        |
| 2. Lamun          | 5. Mangrove    |
| 3. Bivalvia       | 6. Rumput Laut |

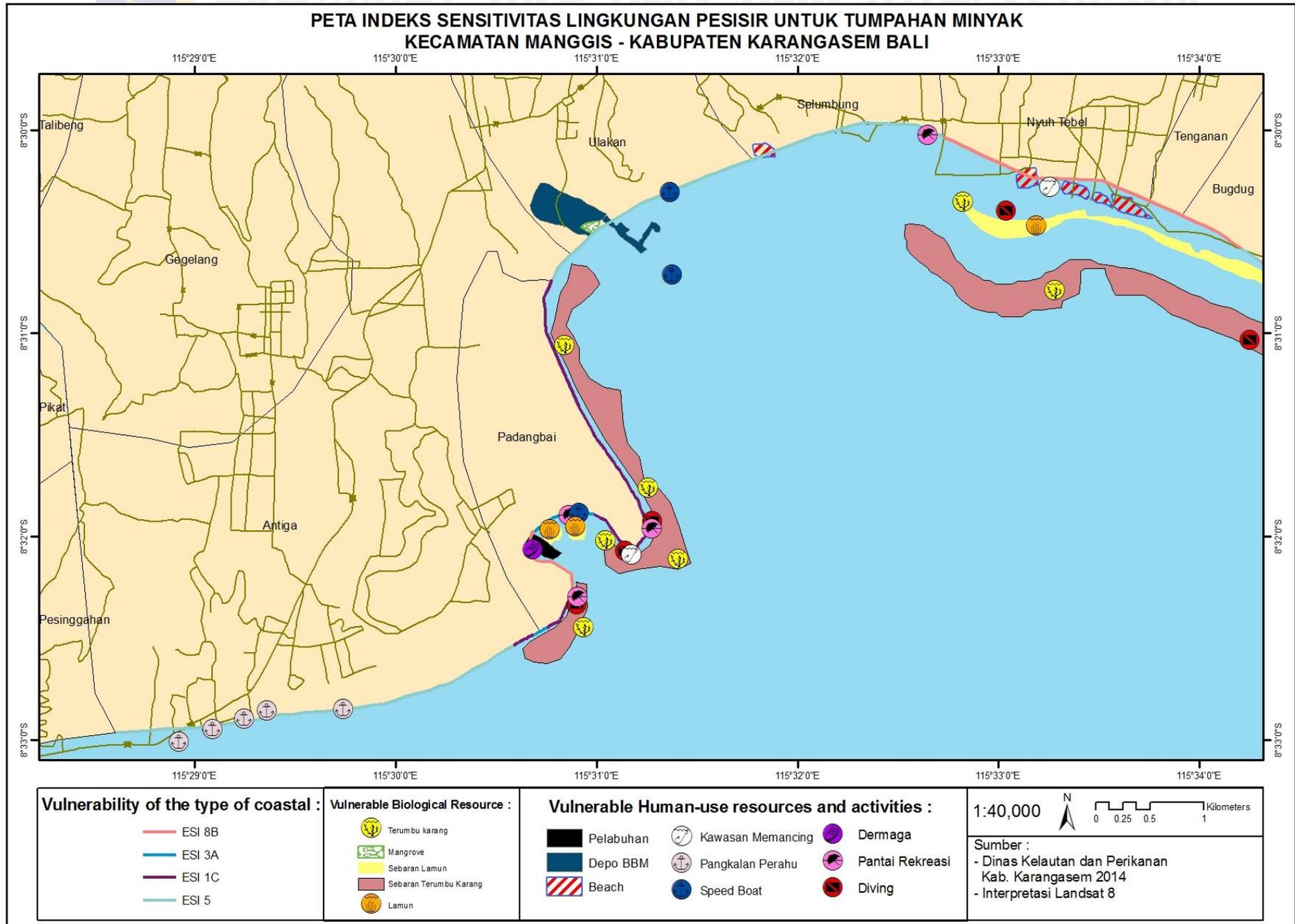
Tabel 16. *Human use Resources*

Kecamatan	<i>Human-use Resources</i>									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Manggis	√	√	√	√	√	√	-	-	-	-
Karangasem	-	-	√	-	√	√	√	-	-	-
Abang	-	-	-	-	√	√	-	√	-	-
Kubu	√	-	√	√	√	√	-	√	√	√

Keterangan :

- |                      |                            |
|----------------------|----------------------------|
| 1. Pelabuhan         | 6. Diving dan Snorkling    |
| 2. Depo BBM          | 7. Taman                   |
| 3. Pantai            | 8. Budidaya Kerang Mutiara |
| 4. Kawasan Memancing | 9. Situs Bersejarah        |
| 5. Pendaratan Perahu | 10. Tambak                 |

Sedangkan Gambar berikut merupakan peta sensitivitas lingkungan pesisir di setiap kecamatan yang didalamnya terdapat informasi untuk tingkat sensitivitas, *biological resources*, dan *human-use resources* :



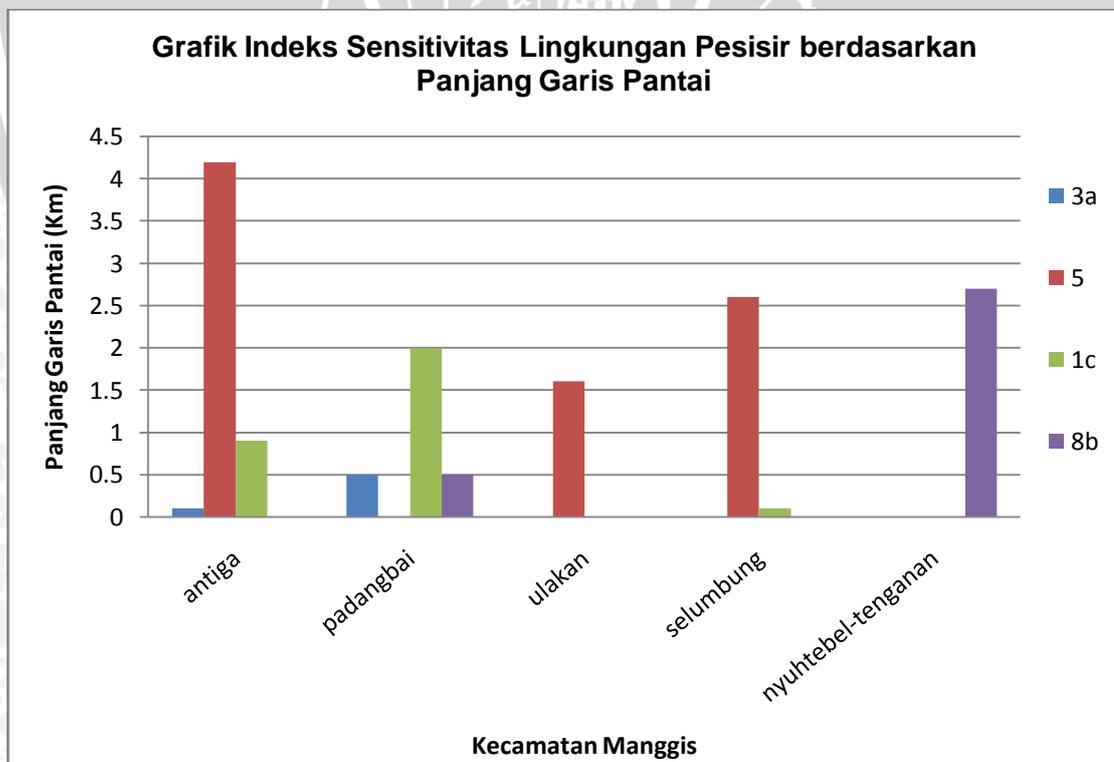
Gambar 21. Peta Indeks Sensitivitas Lingkungan Pesisir Kec. Manggis

Tabel 17. Indeks dan tingkat sensitivitas Lingkungan Pesisir Kec. Manggis

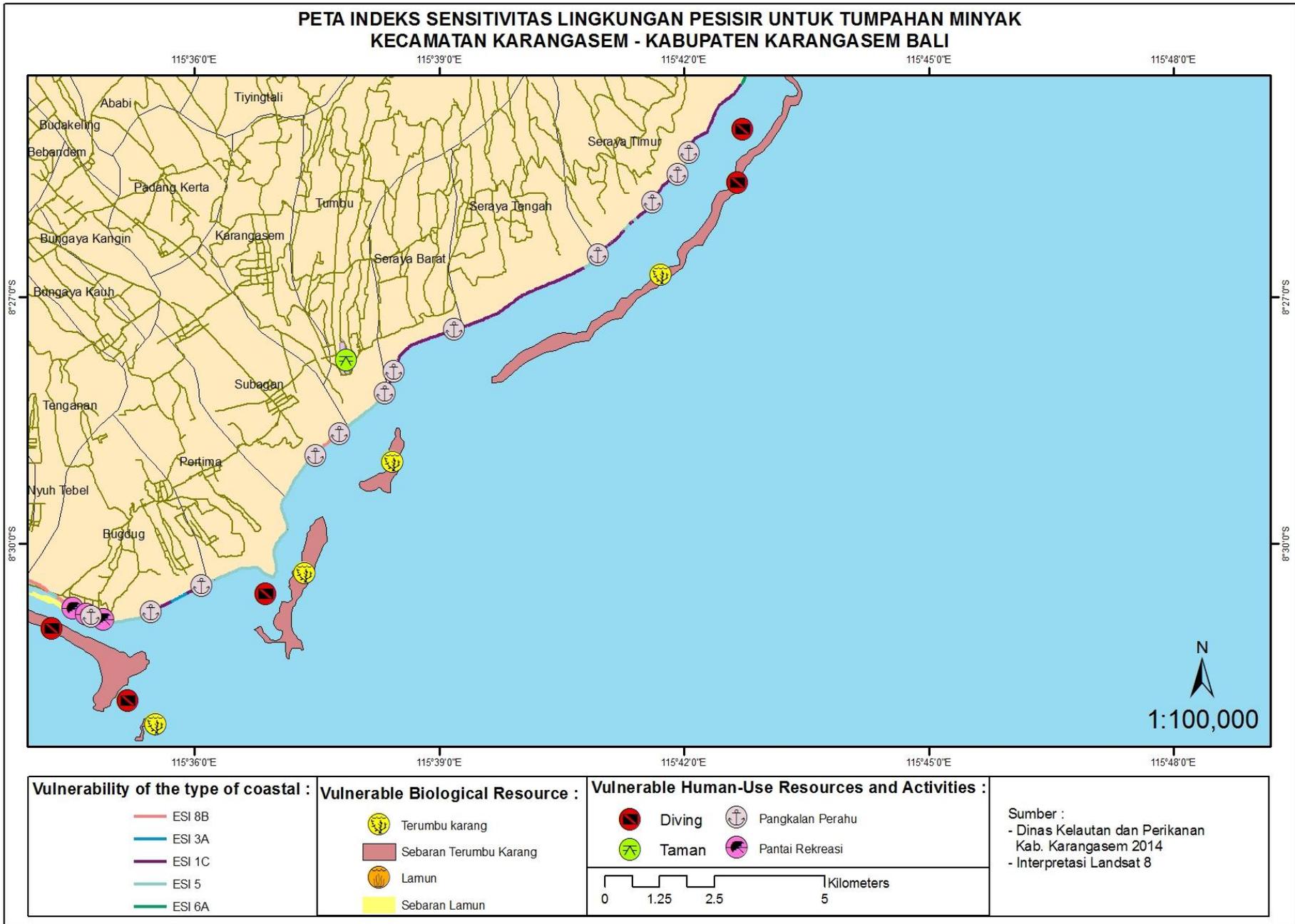
Nama Kecamatan	Nama Desa	Indeks ESI	Panjang Pantai	Jumlah (Km)	Tingkat Sensitivitas
Manggis	Antiga	3A	0,1	5,2	Rendah
		5	4,2		Rendah
		1C	0,9		Sangat Rendah
	Padangbai	3A	0,5	3	Rendah
		1C	2,0		Sangat Rendah
	Ulakan	8B	0,5	1,6	Tinggi
	Selumbung	5	1,6	2,7	Rendah
		5	2,6		Rendah
Nyuhtebel - Tenganan	1C	0,1	2,7	Sangat Rendah	
	8B	2,7		Tinggi	
<b>Jumlah</b>			<b>15,2</b>	<b>15,2</b>	

Tabel 18. Tingkat sensitivitas Kecamatan Manggis

No.	Sensitivitas	Panjang Garis Pantai (Km)
1.	Sangat Rendah	3
2.	Rendah	9
3.	Tinggi	3.2
<b>Jumlah (Km)</b>		<b>15.2</b>



Gambar 22. Indeks Sensitivitas Lingkungan Pesisir berdasarkan Panjang Garis Pantai di Kecamatan Manggis



Gambar 23. Peta Indeks Sensitivitas Lingkungan Pesisir Kec. Karangasem

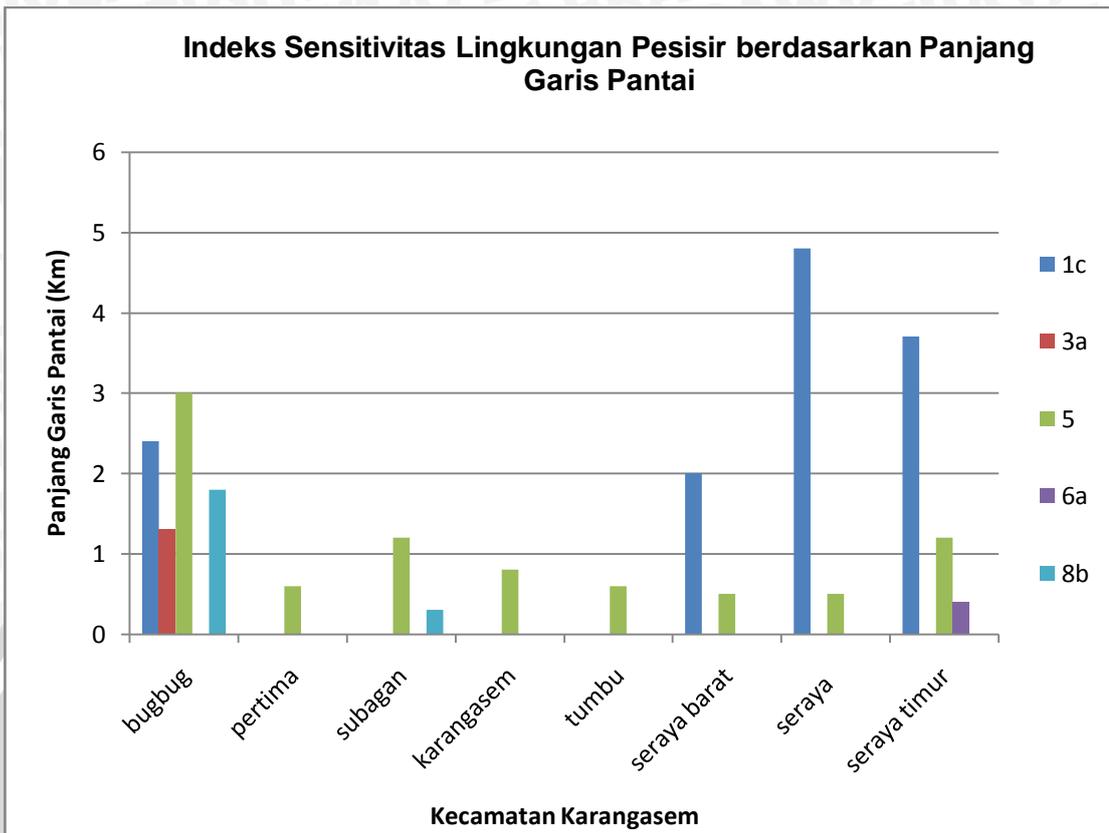
Berikut indeks dan tingkat kesensitivitasan di pesisir kecamatan Karangasem:

Tabel 19. Indeks dan tingkat sensitivitas Lingkungan Pesisir Kec. Karangasem

Nama Kecamatan	Nama Desa	Indeks ESI	Panjang Pantai (Km)	Jumlah (Km)	Tingkat Sensitivitas
Karangasem	Bugbug	3A	1.3	8.5	Rendah
		5	3.0		Rendah
		1C	2.4		Sangat Rendah
	Pertima	8B	1.8	0.6	Tinggi
		5	0.6		Rendah
	Subagan	5	1.2	1.5	Rendah
		8B	0.3		Tinggi
	Karangasem	5	0.8	0.8	Rendah
		Tumbu	5		0.6
	Seraya Barat	5	0.5	2.5	Rendah
		1C	2.0		Sangat Rendah
	Seraya	5	0.5	5.3	Rendah
		1C	4.8		Sangat Rendah
Seraya Timur	5	1.2	5.3	Rendah	
	6A	0.4		Rendah	
<b>Jumlah</b>		1C	<b>3.7</b>	<b>25.1</b>	<b>Sangat Rendah</b>

Tabel 20. Tingkat sensitivitas Kecamatan Karangasem

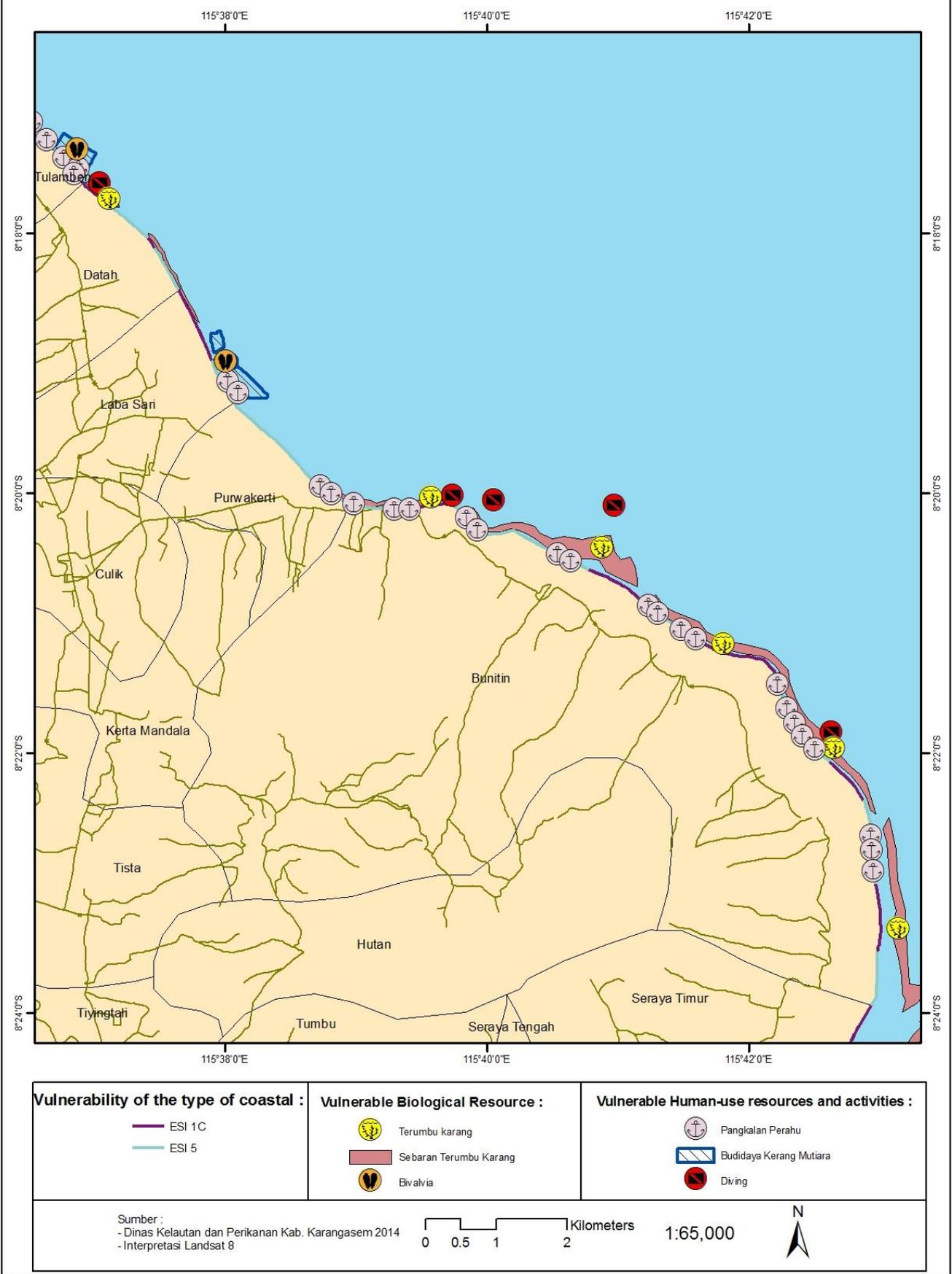
No.	Sensitivitas	Panjang Garis Pantai (Km)
1.	Sangat Rendah	12.9
2.	Rendah	10.1
3.	Tinggi	2.1
<b>Jumlah (Km)</b>		<b>25.1</b>



Gambar 24. Indeks Sensitivitas Lingkungan Pesisir berdasarkan Panjang Garis Pantai di Kecamatan Karangasem



### PETA INDEKS SENSITIVITAS LINGKUNGAN PESISIR UNTUK TUMPAHAN MINYAK KECAMATAN ABANG - KABUPATEN KARANGASEM BALI



Gambar 25. Peta Indeks Sensitivitas Lingkungan Pesisir Kec. Abang

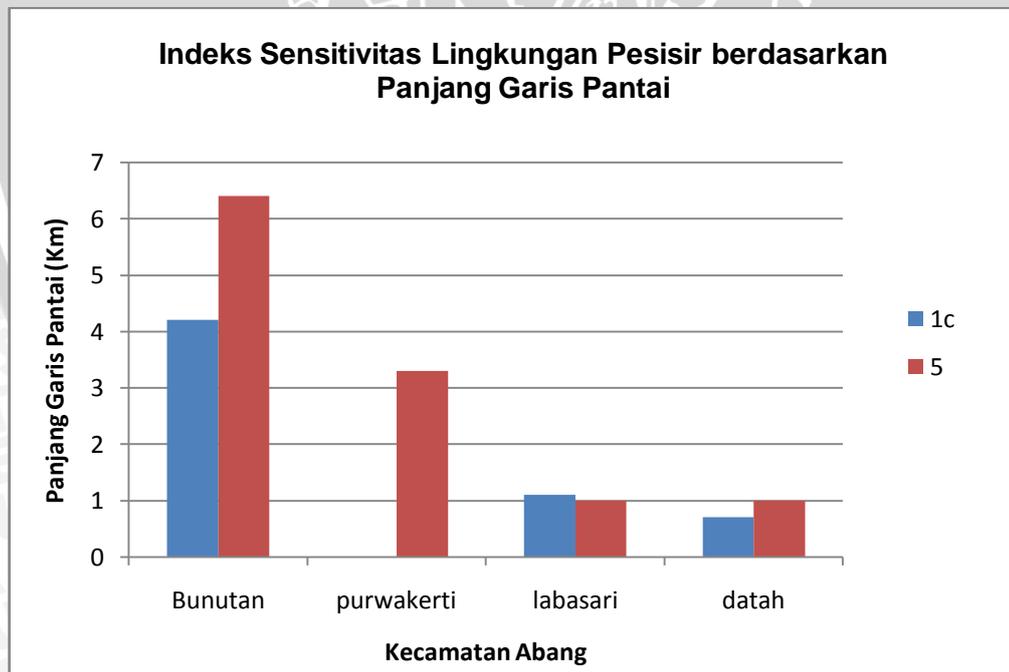
Berikut indeks dan tingkat kesensitivitasan di pesisir kecamatan Abang :

Tabel 21. Indeks dan tingkat sensitivitas Lingkungan Pesisir Kec. Abang

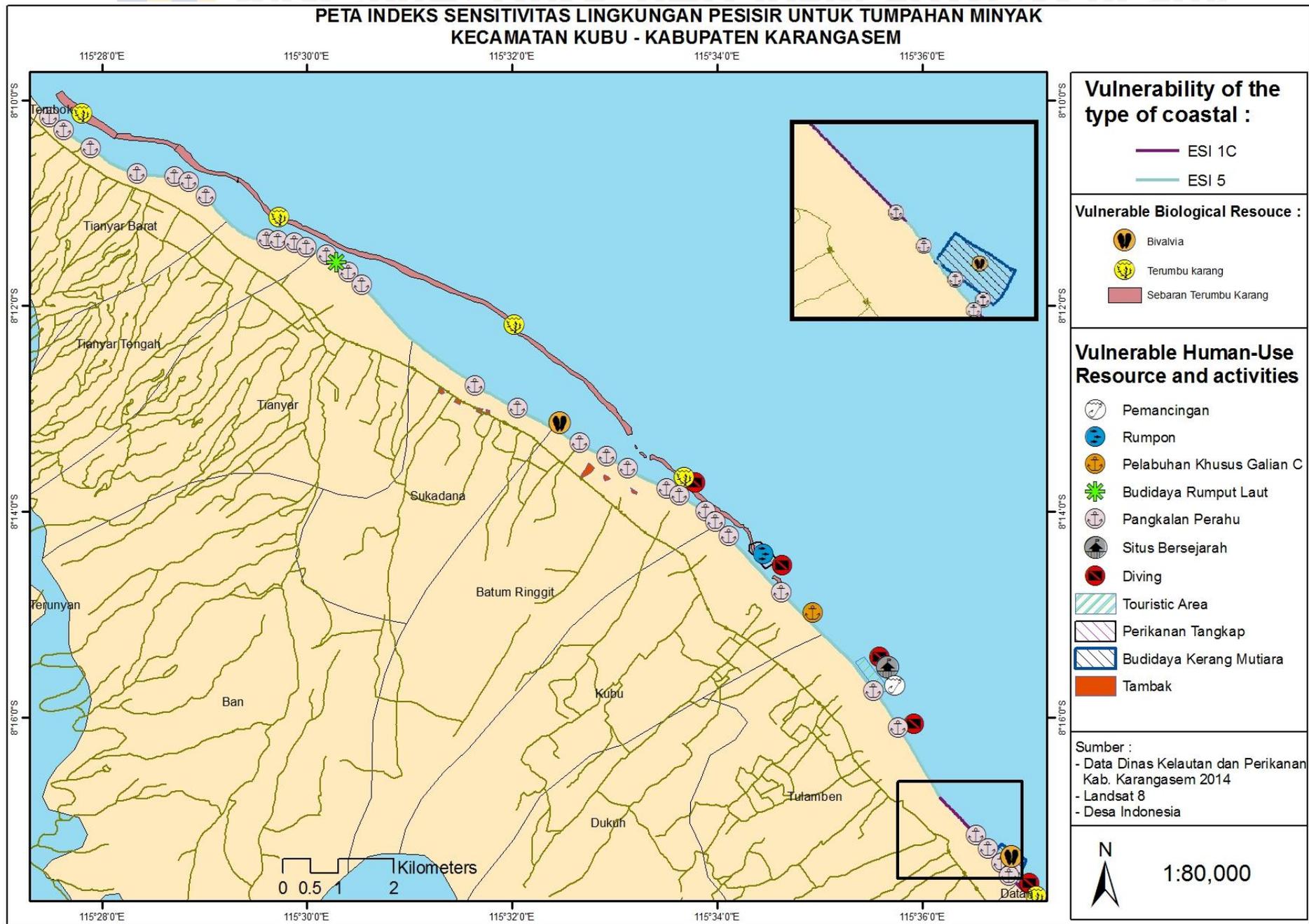
Nama Kecamatan	Nama Desa	Indeks ESI	Panjang Pantai (Km)	Jumlah (Km)	Ranking	
Abang	Bunutan	5	6.4	10.6	Rendah	
		1C	4.2		Sangat Rendah	
	Purwakerti	5	3.3	3.3	Rendah	
	Labasari		5	1.0	2.1	Rendah
			1C	1.1		Sangat Rendah
	Datah	5	1.0	1.7	Rendah	
		1C	0.7		Sangat Rendah	
<b>Jumlah</b>			<b>17.7</b>	<b>17.7</b>		

Tabel 22. Tingkat sensitivitas Kecamatan Abang

No.	Sensitivitas	Panjang Garis Pantai (Km)
1.	Sangat Rendah	6.0
2.	Rendah	11.7
	Jumlah (Km)	17.7



Gambar 26. Indeks Sensitivitas Lingkungan Pesisir berdasarkan Panjang Garis Pantai di Kecamatan Abang



Gambar 27. Peta Indeks Sensitivitas Lingkungan Pesisir Kec. Kubu

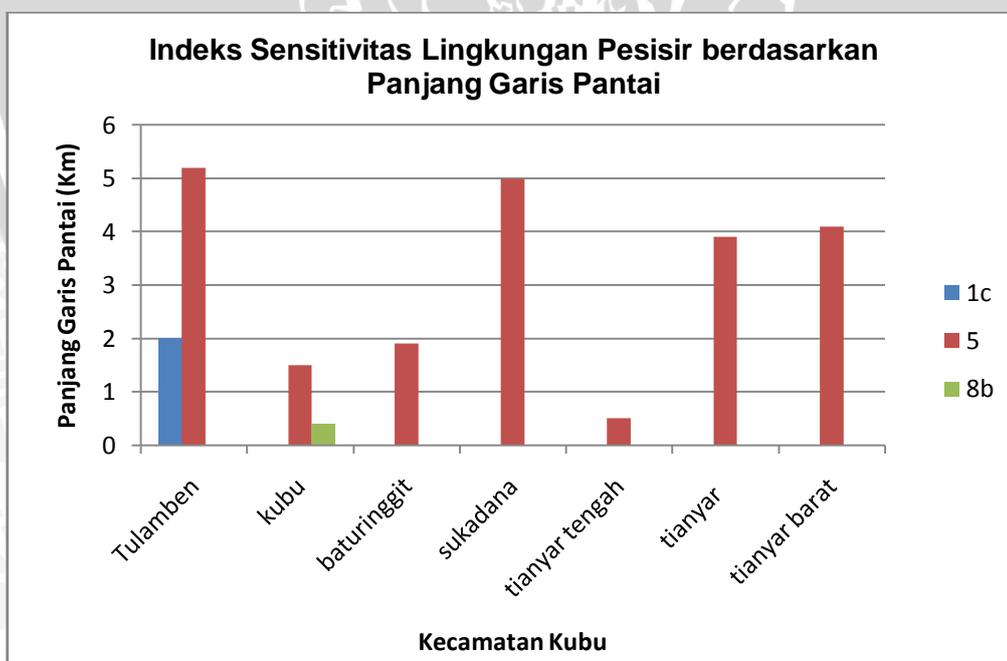
Berikut indeks dan tingkat kesensitivitasan di pesisir kecamatan Abang :

Tabel 23. Indeks dan Tingkat Sensitivitas Lingkungan Pesisir Kec. Kubu

Nama Kecamatan	Nama Desa	Indeks ESI	Panjang Pantai (Km)	Jumlah (Km)	Ranking
Kubu	Tulamben	5	5.2	7.2	Rendah
		1C	2.0		Sangat Rendah
	Kubu	5	1.5	1.9	Rendah
		8B	0.4		Tinggi
	Baturinggit	5	1.9	1.9	Rendah
	Sukadana	5	5.0	5.0	Rendah
	Tianyar Tengah	5	0.5	0.5	Rendah
	Tianyar	5	3.9	3.9	Rendah
Tianyar Barat	5	4.1	4.1	Rendah	
<b>Jumlah</b>			<b>24.5</b>	<b>24.5</b>	

Tabel 24. Tingkat Sensitivitas Kecamatan Kubu

No.	Sensitivitas	Panjang Garis Pantai (Km)
1.	Sangat Rendah	2
2.	Rendah	22.1
3.	Tinggi	0.4
<b>Jumlah (Km)</b>		<b>24.5</b>



Gambar 28. Indeks Sensitivitas Lingkungan Pesisir berdasarkan Panjang Garis Pantai di Kecamatan Kubu

Berdasarkan hasil Peta indeks sensitivitas lingkungan pesisir di setiap kecamatan yang terdapat di Pesisir Kabupaten Karangasem bahwa di setiap desa memiliki tingkat sensitivitas yang berbeda yang dapat dilihat berdasarkan panjang garis pantainya (Lihat grafik). Untuk wilayah yang memiliki tingkat sensitivitas sangat rendah dengan indeks 1C terdapat di beberapa desa pada setiap kecamatan (Tabel 17, 19, 21, dan 23). Hal tersebut dikarenakan pada wilayah tersebut memiliki tipologi pantai yang bertebing curam dan perairan yang terbuka. Apabila terjadi tumpahan minyak, maka minyak dengan mudah terbawa oleh adanya energi gelombang dan arus untuk terbawa ke tengah laut dengan cepat karena zona gelombang pecah lebih dekat dengan garis pantai. Keberadaan sumberdaya hayati dan penggunaan lahan di ketiga desa tersebut cukup sensitif, akan tetapi faktor hidro-oseanografi yang cukup kuat maka tumpahan minyak yang tersebar di kawasan tersebut akan terbersihkan dengan cepat.

Pada tingkat sensitivitas rendah dengan indeks 3A, 5, dan 6A terdapat di beberapa desa pada setiap kecamatan (Tabel 17, 19, 21, dan 23) dikarenakan pada wilayah ini memiliki tipologi pantai yang berpasir dengan ukuran butir yang kasar. Menurut IPIECA (2006), air laut yang terperangkap pada substrat kasar dan berkerikil biasanya tidak stabil dan mampu meniriskan air yang terperangkap dengan cepat. Kemudian minyak yang menempal pada substrat kasar cukup mudah untuk dibersihkan sehingga minyak yang tinggal berada dalam waktu yang singkat. Keberadaan sumberdaya hayati seperti lamun, terumbu karang, dan biota lainnya sangat sensitif apabila terkena dampak dari tumpahan minyak, akan tetapi faktor hidro-oseanografi yang cukup kuat maka tumpahan minyak yang tersebar di kawasan tersebut akan terbersihkan dengan cepat.

Sedangkan pada tingkat sensitivitas sangat tinggi dengan indeks 8B terdapat di beberapa desa yang berada pada kecamatan Manggis, Karangasem, dan

Kubu) (Tabel 17, 19, dan 23) kawasan ini memiliki tipologi pantai yang terlindung dan terdapat bangunan struktur yang padat. Apabila terjadi tumpahan minyak, maka minyak akan sulit terbawa keluar area tersebut dan berdampak pada biota yang terdapat di sekitarnya. Maka faktor hidro-oseanografi tidak mampu berperan aktif dalam kawasan yang terlindung tersebut.

Keberadaan sumberdaya hayati dan penggunaan lahan disetiap kecamatan yang terdapat di Kab.Karangasem dapat dilihat pada Tabel 15 dan 16. Pada dasarnya setiap biota memiliki tingkat sensitivitas yang berbeda ketika terkena dampak akibat terjadinya tumpahan minyak, seperti yang telah dijelaskan NOAA (2002) bahwa sangat bervariasi tingkat kesensitivitasan suatu biota tergantung pada kondisi tertentu seperti jenis dan volume minyak yang tumpah, komposisi jenis minyak, dan sifat eksposur minyak. Luasan dan tingkat kerusakan biota akibat pencemaran minyak berkaitan erat dengan kepekaan dan sensitivitas dari masing-masing spesies, lama keterpaparan, dan suhu lingkungan.

Untuk menentukan tingkat sensitivitas suatu kawasan lingkungan pesisir ini tidak dapat dilihat dalam satu atau dua parameter saja, seperti yang dikatakan oleh NOAA (2002), bahwa klasifikasi tingkat sensitivitas pantai tidak hanya didasarkan pada jenis substrat dan ukuran butiran dari substrat pantai, melainkan didasarkan juga pada pemahaman akan sifat fisik dan biologi dari lingkungan pantai. Hubungan antara proses fisik, jenis substrat, dan keterkaitan dengan biotanya akan menghasilkan bentuk pantai/jenis ekologi pantai tertentu, pola transportasi sedimen, dan pola perilaku minyak dalam memprediksi dampaknya ke biota. Peringkat sensitivitas pada tipe pantai dikendalikan oleh faktor paparan gelombang, energi pasang surut, kemiringan pantai, tipe substrat (ukuran butiran, pergerakan, penetrasi dan kediamannya dalam sedimen) dan sensitivitas serta produktivitas biologi pantai.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa kecamatan yang memiliki tingkat sensitivitas sangat rendah berdasarkan garis pantai yang terpanjang yaitu kecamatan Karangasem. Sedangkan kecamatan yang memiliki tingkat sensitivitas rendah berdasarkan garis pantai yang terpanjang yaitu kecamatan Manggis, Abang, dan Kubu.



## 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Hasil pembahasan tentang Analisa Tingkat Sensitivitas Lingkungan Pesisir terhadap potensi tumpahan minyak, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Tingkat sensitivitas lingkungan di pesisir Kabupaten Karangasem Bali pada tiap Kecamatan berbeda, diantaranya yaitu untuk kecamatan Manggis, Abang, dan Kubu memiliki tingkat sensitivitas yang rendah. Sedangkan Kecamatan Karangasem memiliki tingkat sensitivitas yang sangat rendah terhadap terjadinya potensi tumpahan minyak (*oil spill*). Hal tersebut dikarenakan kondisi perairan Kabupaten Karangasem merupakan laut terbuka yang berbatasan langsung dengan Selat Lombok. Kondisi arus dan Gelombang yang tinggi akan membersihkan minyak secara singkat dan dari morfologi pantai yang bertebing serta memiliki sedimen jenis batu dan kerikil biasanya tidak stabil dan mampu meniriskan air yang terperangkap dengan cepat.
2. Ekosistem pesisir yang sensitif terkena dampak potensi tumpahan minyak (*oil spill*) di sekitar pesisir Kabupaten Karangasem Bali yaitu ekosistem mangrove, ekosistem terumbu karang, dan ekosistem lamun.

### 5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian yang menghubungkan analisis indeks sensitivitas lingkungan pesisir dengan metode pemodelan untuk mengetahui arah sebaran tumpahan minyak saat terjadi pencemaran.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustriani, Fitri. 2008. Analisis Ekonomi Dampak Pencemaran di Perairan Cilacap Kabupaten Cilacap. IPB. Bogor.
- Bali *Post*. Depo Pertamina Manggis. Kabupaten.
- Damar, Ario., Yus Rustandi, Yonvitner, Andy Afandy, Galih Rakasiwi, Yudi Wahyudin, Novit Rikardi, Kamsari. 2013. Studi Indeks Kepekaan Lingkungan di Wilayah Kabupaten Seram Bagian Timur Maluku. PKSPL - IPB. Bogor.
- Dinas Peternakan, Kelautan, dan Perikanan Kab. Karangasem. 2014. Penyusunan Rencana Tata Ruang Wilayah Laut, Pesisir, dan Pulau-Pulau Kecil. Amlapura.
- Dinas Peternakan, Kelautan, dan Perikanan Kab. Karangasem. 2014. Rencana Strategis Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil Kabupaten Karangasem. Amlapura.
- IPIECA. 2012. *Sensitivity Mapping for Oil Spill Response. The global oil and Gas Industry Association for Environmental and Social issues*. London.
- [ITOPF] *International Tanker Owners Pollution Federation Limited*. 2002. *Fate of Marine Oil Spill*. 1 Oliver's Yard, 55 City Road. London EC1Y1HQ United Kingdom.
- [ITOPF] *International Tanker Owners Pollution Federation Limited*. 2004. *Oil spill Effect on fisheries 1 oliver's Yard, 55 city road London EC1Y1HQ United Kingdom*.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : 200 Tahun 2004. Tentang: Kriteria Baku Kerusakan Padang Lamun. Tanggal : 13 Oktober 2004
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : 4 Tahun 2001. Tentang: Kriteria Baku Kerusakan Terumbu Karang.
- Kuncowati. 2010. Pengaruh Pencemaran Minyak di Laut terhadap Ekosistem Laut. *Jurnal Aplikasi Pelayaran dan Kepelabuhan*, Volume 1, Nomor 1, September 2010. Universitas Hang Tuah.
- Mangkoedihardjo, Sarwoko. 2005. Seleksi Teknologi Pemulihan untuk Ekosistem Laut Tercemar Minyak. *Teknologi Kelautan ITS*. Surabaya.
- [MI] Migas Indonesia. 2004. *Potensi Kecelakaan di Pertambangan Migas Lepas Pantai*. Jogja Pustaka Mandiri. Yogyakarta.

Mukhtasor.2007. Pencemaran Pesisir dan Laut.PT Pradnya Paramita. Jakarta.

Mursalin.2014. Analisis Sensitivitas Lingkungan OSCP (*Oil Spill Contingency Plan*) di Pesisir Selatan Delta Mahakam, Provinsi Kalimantan Timur. Sekolah Pasca Sarjana IPB. Bogor.

[NOAA] *National Oceanic and Atmospheric Administration*. 2002. *Environmental Sensitivity Index Guidelines. Version 3.0*.NOAA Technical Memorandum NOS OR&R 11.

[NOAA] *National Oceanic and Atmospheric Administration*. 2010. *Oil Spills in Coral Reefs: Planning and Response Considerations*. U.S. Departemen of Commerce.

Prince RC dan Lessard RR. 2004. *Crude Oil Release to the Environment: Natural Fate and Remediation Options*. *Encyclopedia of Energy*.Vol 1.

Rahmania, Rinny. 2005. Analisa Kepekaan Lingkungan di Teluk Luar Kendari dan Sekitarnya melalui Teknologi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis.IPB. Bogor.

Sudrajad, Agung. 2006. Tumpahan Minyak di Laut dan Beberapa Catatan Terhadap Kasus di Indonesia.Persatuan Pelajar Indonesia (PPI) Jepang, INOVASI Vol.6/XVIII/Maret 2006.

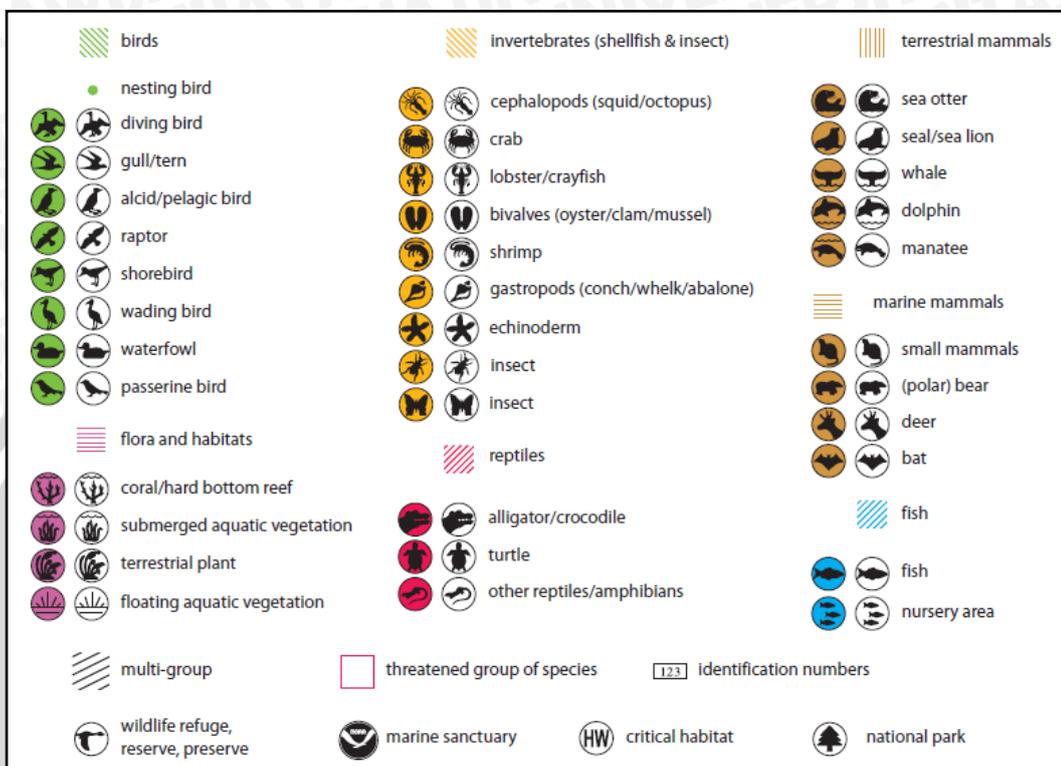
Surinati D. 2007.Pasang Surut dan Energinya.Oseana. XXXII (1): 15-22. [www.oseanografi.lipi.go.id](http://www.oseanografi.lipi.go.id) [7 Juli 2015].

Soegiharto, R. 2006. Mitigasi Bencana di Kampung Nelayan.[http://www.Departemen Kelautan dan Perikanan Propinsi Banten.go.id](http://www.DepartemenKelautanDanPerikananPropinsiBanten.go.id).

[US EPA] *United States Environmental Protection Agency*. 1999. *Understanding Oil Spills and Oil Spill Response*. *Oil Program Center*.EPA 540-K-99-007.[www.epa.gov](http://www.epa.gov) [7Juli 2015].

## LAMPIRAN

Lampiran 1. Simbol sumberdaya hayati sensitif



Lampiran 2. Klasifikasi Garis Pantai

ESI NO.	Klasifikasi Garis Pantai
1A	Pantai berbatu terekspose
1B	Terekspose, stuktur padat buatan manusia
1C	Tebing berbatu yang terekspose dengan batuan dasar talus
2A	Terekspose gelombang pecah dengan <i>platforms</i> batuan dasar, tanah liat (lempung), atau lumpur
2B	Scarps yang terekspose dan lereng curam di lumpur
3A	Pantai berpasir halus hingga sedang
3B	Scarps dan lereng curam di pasir
4	Pantai berpasir kasar
5	Pantai campuran pasir dan kerikil
6A	Pantai kerikil (granule dan pebbles)*
6B	Pantai dengan penghalang gelombang dari kerikil (cobble dan boulder)
7	Terekspose pasang surut
8A	Scarps terlindung dan Pantai berbatu yang terlindung (impermeabel)*
8B	Terlindung, stuktur buatan manusia yang padat (permeabel)
8C	Pantai yang terlindung penghalang gelombang

- 8D Pantai terlindung dengan substrat pecahan batuan
- 8E Garis pantai gambut
- 9A Terlindung pasang surut
- 9B Pinggiran rendah bervegetasi
- 9C Hypersaline tidal flats
- 10A Rawa asin dan payau
- 10B Rawa air tawar
- 10C Rawa
- 10D Lahan basah bersemak; Mangrove

(Sumber : IPIECA, 2012)

Lampiran 3. Klasifikasi garis pantai ESI



**Index 1**  
 1A Exposed rocky shore  
 1B Exposed, solid man-made structures  
 1C Exposed rocky cliffs with boulder talus base



**Index 2**  
 2A Exposed wave-cut platforms in bedrock, mud, or clay  
 2B Exposed scarps and steep slopes in clay



**Index 3**  
 3A Fine- to medium-grained sand beaches  
 3B Scarps and steep slopes in sand



**Index 4**  
 Coarse grained sand beaches



**Index 5**  
 Mixed sand and gravel beaches



**Index 6**  
 6A Gravel beaches (granules and pebbles)  
 6B Riprap structures and gravel beaches (cobbles and boulders)





ESI 7

**Index 7**  
Exposed tidal flats (large sandy area often covered at high tide)



ESI 8A

**Index 8**  
8A Sheltered scarps and sheltered rocky shores  
8B Sheltered solid man-made structures (permeable)  
8C Sheltered riprap  
8D Sheltered rocky rubble shores  
8E Peat shorelines



ESI 9A

**Index 9**  
9A Sheltered tidal flats  
9B Vegetated low banks  
9C Hypersaline tidal flats



ESI 10D

**Index 10**  
10A Salt and brackish water marshes  
10B Freshwater marshes  
10C Swamps  
10D Mangroves  
10E Inundated low-lying tundra

Lampiran 4. Kode warna dari *Environmental Sensitivity Index*

	1A Exposed rocky shore		8A Sheltered scarps in bedrock, mud or clay and sheltered rocky shore
	1B Exposed, solid man-made structures		8B Sheltered, solid man-made structures
	1C Exposed rocky cliffs with boulder talus base		8C Sheltered riprap
	2A Exposed wave-cut platforms in bedrock, mud or clay		8D Sheltered rocky rubble shores
	2B Exposed scarps and steep slopes in clay		8E Peat shorelines
	3A Fine- to medium-grained sand beaches		9A Sheltered tidal flats
	3B Scarps and steep slopes in sand		9B Vegetated low banks
	4 Coarse-grained sand beaches		9C Hypersaline tidal flats
	5 Mixed sand and gravel beaches		10A Salt and brackish water marshes
	6A Gravel beaches (granules and pebbles)		10B Freshwater marshes
	6B Riprap structures and gravel beaches (cobbles and boulders)		10C Swamps
	7 Exposed tidal flats		10D Mangroves

Source: NOAA

Lampiran 5. Ranking sensitivitas ESI

ESI (1 - 10)	Simplified ESI
Indeks 1 dan 2	→ 1 (Very low)
Indeks 3, 4, 5, dan 6	→ 2 (Low)
Indeks 7	→ 3 (Medium)
Indeks 8	→ 4 (High)
Indeks 9 dan 10	→ 5 (Very High)

(Sumber : IPIECA, 2012)

Lampiran 6. Kriteria Persentase Tutupan Karang

Tutupan Karang Hidup (%)	Kondisi
0 - 24.9	Buruk
25 - 49.9	Sedang
50 - 74.9	Baik
75 - 100	Sangat Baik

(Sumber : KepMenLH, 2001)

Lampiran 7. Kriteria dan kondisi ekosistem lamun

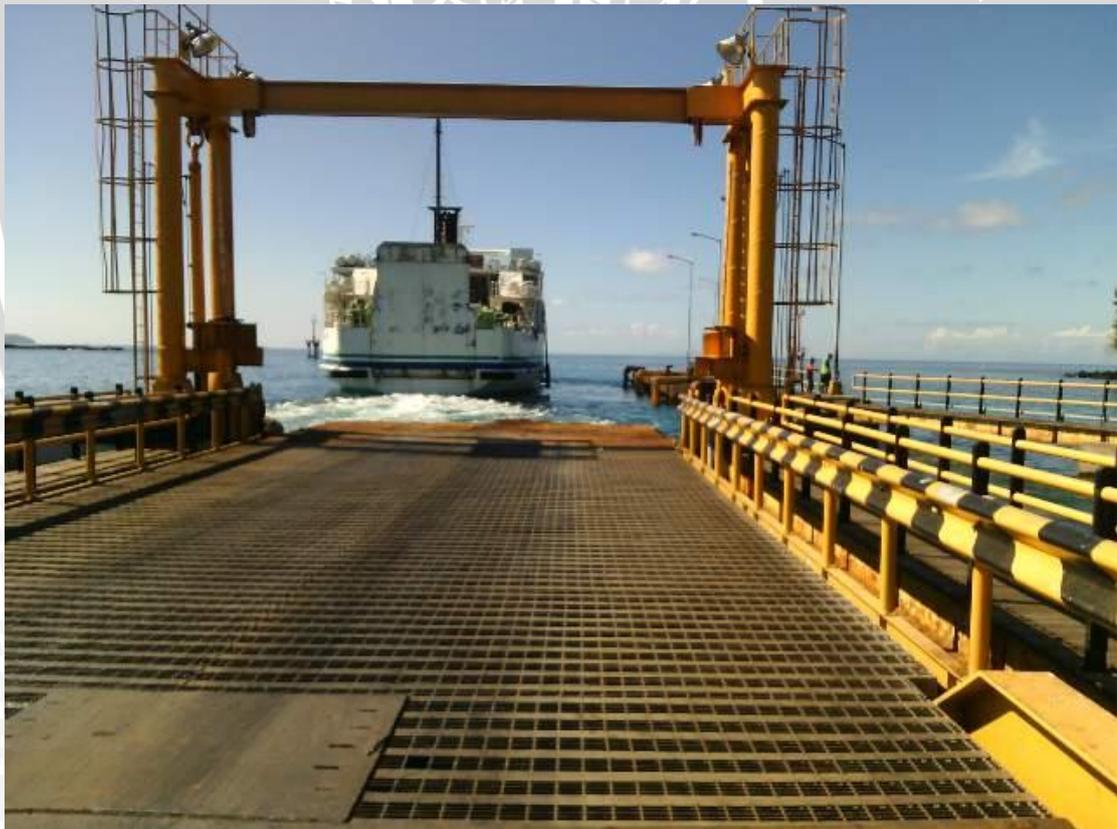
Kriteria	Kondisi	Persentase Penutupan (%)
Baik	Kaya / Sehat	≥ 60
	Kurang Kaya / Kurang Sehat	30 - 59.9
Rusak	Miskin	≤ 29.9

(Sumber : KepMenLH No. 200/2004)

Lampiran 8. Dokumentasi Kegiatan Penelitian



Gambar 29. Kegiatan Permintaan Data di DKP Kab. Karangasem



Gambar 30. Dermaga Pelabuhan Penyebrangan Padangbai



Gambar 31. Depo BBM milik PERTAMINA



Gambar 32. Tracking Pesisir Kab. Karangasem