



TUGAS AKHIR - MO 091336

**ANALISIS KERENTANAN LINGKUNGAN WILAYAH PESISIR  
AKIBAT TUMPAHAN *CRUDE OIL* STUDI KASUS  
KABUPATEN INDRAMAYU**

Maharani Cahya Bidari

NRP. 4309100022

Dosen Pembimbing:

Prof. Ir. Mukhtasor M.Eng., Ph.D

Dr. Ir. Wahyudi Citrosiswoyo M.Sc

JURUSAN TEKNIK KELAUTAN  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2014



FINAL PROJECT - MO 091336

ANALYSIS OF COASTAL ENVIRONMENTAL  
VULNERABILITY DUE TO CRUDE OIL SPILL CASE OF  
STUDY IN INDRAMAYU REGENCY

Maharani Cahya Bidari

NRP. 4309100022

Supervisor:

Prof. Ir. Mukhtasor M.Eng., Ph.D

Dr. Ir. Wahyudi Citrosiswoyo M.Sc

DEPARTMENT OF OCEAN ENGINEERING  
Faculty of Marine Technology  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2014

**ANALISIS KERENTANAN LINGKUNGAN WILAYAH  
PESISIR AKIBAT TUMPAHAN *CRUDE OIL* STUDI KASUS  
KABUPATEN INDRAMAYU**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Program Studi S-1 Jurusan Teknik Kelautan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**MAHARANI CAHYA BIDARI**

NRP. 4309 100 022

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Prof. Ir. Mukhtasor M.Eng., Ph.D. ....(Pembimbing 1)

2. Dr. Ir. Wahyudi Citrosiswoyo M.Sc. ....(Pembimbing 2)

Surabaya, Januari 2014

**ANALISIS KERENTANAN WILAYAH PESISIR AKIBAT TUMPAHAN  
*Crude Oil* STUDI KASUS KABUPATEN INDRAMAYU**

Nama Mahasiswa : Maharani Cahya Bidari  
NRP : 4309 100 022  
Jurusan : Teknik Kelautan FTK – ITS  
Dosen Pembimbing : Prof. Ir. Mukhtasor M.Eng., Ph.D  
Dr. Ir. Wahyudi Citrosiswoyo M.Sc

**ABSTRAK**

Salah satu cara untuk membantu mengatasi masalah penurunan kualitas mutu lingkungan di wilayah pesisir akibat pencemaran oleh tumpahan minyak adalah dengan menghitung tingkat kerentanan lingkungan di daerah pesisir tersebut. Tingkat kerentanan lingkungan dapat dikategorikan berdasarkan Indeks Kerentanan Lingkungan (IKL). Parameter – parameter yang digunakan dalam menentukan tingkat kerentanan lingkungan adalah parameter fisik pesisir yaitu parameter tingkat pengaruh gelombang, parameter kemiringan pantai, parameter tipe substrat, parameter tata guna pantai dan laut, jalur pipa distribusi minyak dan juga parameter sosial ekonomi. Kriteria yang digunakan untuk tingkat kerentanannya adalah tingkat kesulitan dalam proses pembersihan minyak dipantai, peluang terjadinya pencemaran berikutnya dan juga pengaruh terhadap sosial ekonomi penduduk sekitar. Wilayah Studi adalah di wilayah pesisir Kabupaten Indramayu. Hasil akhir tingkat kerentanan dibagi menjadi 3 kelas yaitu rentan, kurang rentan, dan sangat rentan. Yang termasuk kategori rentan adalah Kecamatan Losarang dan Kecamatan Cantigi, termasuk kategori kurang rentan adalah Kecamatan Pasekan dan Kecamatan Indramayu, sedangkan yang termasuk dalam kategori sangat rentan adalah Kecamatan Juntinyuat dan Kecamatan Balongan.

**Kata kunci:** IKL, tingkat kerentanan, wilayah pesisir, parameter.

## **ANALYSIS OF COASTAL ENVIRONMENTAL VULNERABILITY DUE TO CRUDE OIL SPILL CASE OF STUDY IN INDRAMAYU REGENCY**

Name : Maharani Cahya Bidari  
Reg : 4309 100 022  
Department : Ocean Engineering FTK – ITS  
Supervisor : Prof. Ir. Mukhtasor M.Eng., Ph.D  
Dr. Ir. Wahyudi Citrosiswoyo M.Sc

### **ABSTRACT**

One of the way to help overcome the quality degradation problem of environmental quality in coastal areas from pollution caused by oil spills is to calculate the level of vulnerability of the coastal environment. The level of vulnerability of environment can be categorized based on Environmental Sensitivity Index (ESI). The parameters which used in determining the level of vulnerability of the coastal environment is physical parameter such as the level of wave, the beach slope, the type of substrate, the land use of the beach, oil distribution pipeline as well as socio –economic parameter. The criteria which used for determining the vulnerability is the difficulty process of cleaning the oil on the shore, the probability of the next subsequent pollution and the socio – economic impact on the surrounding population. The area of study is in the coastal area in Indramayu Regency. The final result of the vulnerability level is divided into 3 classes which is vulnerable, less vulnerable, and very vulnerable. The district that include in vulnerability class are District Losarang and Cantigi, which is included in less vulnerability class are District Pasekan and Indramayu, while included in the highly vulnerability class are District Balongan and Juntinyuat

**Keywords:** ESI, level of vulnerability, coastal area, parameters

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas berkat rahmat, taufik dan hidayahnyaNya, penyusunan tugas akhir dengan judul **“Analisis Kerentanan Lingkungan Wilayah Pesisir Akibat Tumpahan *Crude Oil* Studi Kasus Kabupaten Indramayu”** dapat diselesaikan.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan Studi Kesarjanaan (S-1) di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan (FTK), Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS). Tujuan akhir dalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah untuk mengetahui kerentanan pesisir akibat pencemaran yang bersal dari tumpahan minyak.

Penulis menyadari dalam penulisan laporan ini jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu masukan dalam bentuk saran dan kritik dari semua pihak yang bersifat membangun sangat penulis harapkan sebagai penyempurnaan untuk penulisan selanjutnya. Penulis berharap semoga laporan ini bermanfaat bagi perkembangan dalam bidang teknik kelautan, bagi pembaca umumnya dan penulis pada khususnya.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Surabaya, Januari 2014

Maharani Cahya Bidari

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini banyak pihak yang telah membantu penulis dengan moral maupun material hingga akhirnya Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu dan Bapak tercinta yang telah membesarkan dan mendidik penulis dengan kasih sayang hingga saat ini.
2. Raindiza Saputa, suami penulis yang selalu memberikan semangat, kasih sayang dan selalu sabar mendampingi penulis.
3. Seluruh keluarga yang selalu memberikan semangat dan nasihat.
4. Prof. Ir. Mukhtasor M.Eng., Ph.D dan Dr. Ir Wahyudi Citrosiswoyo M.Sc, kedua pembimbing penulis yang telah sabar membimbing hingga laporan ini selesai, terimakasih atas ilmu dan waktunya.
5. Pertamina UP VI Balongan Indramayu, yang telah membantu dalam pengumpulan data Tugas Akhir ini.
6. Dr. Eng. Rudi Waluyo P., ST., MT yang telah menjadi dosen wali penulis selama ini, terima kasih atas bimbingan, nasehat serta kesabarannya.
7. Bapak Suntoyo dan Bapak Yoyok selaku Kajur dan Sekjur Teknik Kelautan, semua Bapak dan Ibu dosen serta staf maupun karyawan Jurusan Teknik Kelautan, terimakasih atas bantuannya selama ini.
8. Keluarga besar Leviathan L27, terima kasih telah mengarungi bersama masa-masa perkuliahan ini dalam suka maupun duka.
9. Anggota Laboratorium Komputer, Laboratorium Hidrodinamika, dan Laboratorium Operasional Riset dan Perancangan yang tidak bisa disebutkan satu per satu.
10. Semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Terima kasih atas semua bantuannya, semoga mendapat balasan pahala dari Allah SWT.

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	ii
<b>ABSTRACT</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. LATAR BELAKANG MASALAH .....	1
1.2. PERUMUSAN MASALAH.....	6
1.3. TUJUAN.....	7
1.4. MANFAAT .....	7
1.5. BATASAN MASALAH.....	7
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN .....	8
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI</b> .....	6
2.1. TINJAUAN PUSTAKA .....	9
2.2. DASAR TEORI.....	10
2.2.1. Pengertian Umum Pesisir .....	10
2.2.2. Kondisi Perairan Indonesia.....	12
2.2.3. Kondisi Perairan Indramayu .....	12
2.2.4. Variabel Kemiringan Pantai ( <i>slope</i> ) .....	13
2.2.5. Variabel Tinggi Gelombang .....	14
2.2.6. Arus Pasang Surut .....	14
2.2.7. Peristiwa Tumpahan Minyak.....	19
2.2.8. Tingkat Kerentanan .....	20
2.2.9. Metode <i>Simple Additive Weighting (SAW)</i> .....	21
2.2.10. Metode <i>Coastal Vulnerability Index (CVI)</i> .....	22

2.2.11. Metode <i>Costal Vulnerability Index (CVI)</i> untuk Kerentanan.....	22
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	25
3.1. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN .....	25
3.2. ALAT DAN BAHAN.....	25
3.3. METODE PENELITIAN .....	25
3.4. PROSEDUR PENELITIAN .....	27
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b> .....	29
4.1. Pengembangan Indeks Kerentanan Tumpahan Minyak .....	29
4.1.1. Parameter Penyusun Indeks Kerentanan Tumpahan Minyak.....	30
4.1.2. Metode Pembobotan Kerentanan Lingkungan Wilayah Pesisir .....	34
4.2. Studi Kasus Wilayah Pesisir Indramayu .....	38
4.2.1. Lokasi Penelitian .....	38
4.2.2. Sosial Ekonomi.....	39
4.2.3. Tata Guna Pantai Indramayu dan Fungsi Sebagai Habitat .....	41
4.2.4. Variabel Geomorfologi.....	43
4.2.5. Tipe Substrat Tanah.....	44
4.2.6. Kemiringan Pantai ( <i>Coastal Slope</i> ).....	45
4.2.7. Tinggi Gelombang Rata – Rata .....	46
4.2.8. Rata – Rata Kisaran Pasang Surut .....	48
4.2.9. Lintasan Jalur Pipa.....	49
4.2.10. Analisis Kerentanan Menggunakan Metode CVI.....	50
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	60
5.1 KESIMPULAN .....	60
5.2 SARAN.....	60
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	xiv
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 1.1</b> Kejadian – Kejadian Pencemaran Laut Akibat Tumpahan Minyak.....	1
<b>Tabel 1.2</b> Kejadian – Kejadian Pencemaran Laut Akibat Tumpahan Minyak (lanjutan) .....	2
<b>Tabel 2.1</b> Indeks Kerentanan Terhadap Gempa Bumi.....	23
<b>Tabel 4.1</b> Parameter Penyusun Indeks Kerentanan .....	33
<b>Tabel 4.2</b> Indeks Kerentanan Ditinjau Dari Parameter Sosial Ekonomi.....	36
<b>Tabel 4.3</b> Indeks Kerentanan Ditinjau Dari Pengaruh Gelombang .....	36
<b>Tabel 4.4</b> Indeks Kerentanan Ditinjau Dari Parameter Kemiringan Pantai .....	37
<b>Tabel 4.5</b> Indeks Kerentanan Ditinjau Dari Parameter Tipe Substrat .....	37
<b>Tabel 4.6</b> Indeks Kerentanan Ditinjau Dari Parameter Tata Guna Lahan .....	38
<b>Tabel 4.7</b> Indeks Kerentanan Ditinjau Dari Parameter Jalur Pipa .....	38
<b>Tabel 4.8</b> Tata Guna Pantai Indramayu .....	42
<b>Tabel 4.9</b> Klasifikasi Kerentanan Lingkungan .....	50
<b>Tabel 4.10</b> Indeks Kerentanan Lingkungan Kecamatan Losarang .....	51
<b>Tabel 4.11</b> Indeks Kerentanan Lingkungan Kecamatan Cantigi .....	52
<b>Tabel 4.12</b> Indeks Kerentanan Lingkungan Kecamatan Pasekan .....	53
<b>Tabel 4.13</b> Indeks Kerentanan Lingkungan Kecamatan Indramayu .....	54
<b>Tabel 4.14</b> Indeks Kerentanan Lingkungan Kecamatan Balongan.....	55

**Tabel 4.15** Indeks Kerentanan Lingkungan Kecamatan

Juntinyuat..... 56

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 1.1</b>	Peta Jalur Pendistribusian Muatan Kapal Tanker..... 3
<b>Gambar 1.2</b>	Kondisi Lingkungan Yang Tercemar di Indramayu..... 4
<b>Gambar 1.3</b>	Daerah Kajian Penelitian ..... 5
<b>Gambar 1.4</b>	Hamparan Keramba Yang Tercemar Di Kawasan Indramayu ..... 5
<b>Gambar 2.1</b>	Lingkungan Pesisir ..... 11
<b>Gambar 2.2</b>	Domain Poin Grid dari Data Significant Wave Height ECMWF ..... 14
<b>Gambar 2.3</b>	Jenis – Jenis Pasang Surut I..... 16
<b>Gambar 2.4</b>	Jenis – Jenis Pasang Durut II..... 16
<b>Gambar 2.5</b>	Pola Arus Pasut Indramayu Musim Timur..... 18
<b>Gambar 2.6</b>	Pola Arus Pasut Indramayu Musim Barat ..... 18
<b>Gambar 3.1</b>	Diagram Alir Pengerjaan ..... 26
<b>Gambar 4.1</b>	Peta Sosial Ekonomi Wilayah Pesisir Kabupaten Indramayu ..... 41
<b>Gambar 4.2</b>	Peta Tata Guna Pantai Wilayah Pesisir Kabupaten Indramayu..... 43
<b>Gambar 4.3</b>	Peta Tipe Substrat Wilayah Pesisir Kabupaten Indramayu ..... 44
<b>Gambar 4.4</b>	Peta Profil Elevasi Topografi dan Batimetri..... 45
<b>Gambar 4.5</b>	Peta Kemiringan Pantai Wilayah Pesisir Kabupaten Indramayu..... 46
<b>Gambar 4.6</b>	Peta Sebaran Rata – Rata Tinggi Gelombang ..... 47
<b>Gambar 4.7</b>	Peta Tinggi Gelombang Wilayah Pesisir Kabupaten Indramayu..... 47
<b>Gambar 4.8</b>	Peta Sebaran Tinggi Rata – Rata Kisaran Pasang Surut Tahunan ( <i>Annual Mean Tidal</i> ) ..... 49
<b>Gambar 4.9</b>	Peta Kecamatan Losarang ..... 50

<b>Gambar 4.10</b>	Peta Kecamatan Cantigi.....	51
<b>Gambar 4.11</b>	Peta Kecamatan Pasekan .....	52
<b>Gambar 4.12</b>	Peta Kecamatan Indramayu.....	53
<b>Gambar 4.13</b>	Peta Kecamatan Balongan.....	54
<b>Gambar 4.14</b>	Peta Kecamatan Juntinyuat.....	55
<b>Gambar 4.15</b>	Peta Kerentanan Wilayah Pesisir Kabupaten Indramayu.....	57

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- LAMPIRAN 1    PARAMETER DAN PERINGKAT TINGKAT  
KERENTANAN LINGKUNGAN PANTAI**
- LAMPIRAN 2    PETA SEBARAN GEOMORFOLOGI INDRAMAYU**
- LAMPIRAN 3    TIPE SUBSTRAT**
- LAMPIRAN 4    PERHITUNGAN INDEKS KERENTANAN  
LINGKUNGAN KECAMATAN LOSARANG**
- LAMPIRAN 5    PERHITUNGAN INDEKS KERENTANAN  
LINGKUNGAN KECAMATAN CANTIGI**
- LAMPIRAN 6    PERHITUNGAN INDEKS KERENTANAN  
LINGKUNGAN KECAMATAN PASEKAN**
- LAMPIRAN 7    PERHITUNGAN INDEKS KERENTANAN  
LINGKUNGAN KECAMATAN INDRAMAYU**
- LAMPIRAN 8    PERHITUNGAN INDEKS KERENTANAN  
LINGKUNGAN KECAMATAN BALONGAN**
- LAMPIRAN 9    PERHITUNGAN INDEKS KERENTANAN  
LINGKUNGAN KECAMATAN JUNTINYUAT**
- LAMPIRAN 10    TABEL KEMIRINGAN PANTAI KABUPATEN  
INDRAMAYU**
- LAMPIRAN 11    PIPA DISTRIBUSI YANG MENUJU JAKARTA DI  
KECAMATAN JUNTINYUAT**
- LAMPIRAN 12    PIPA DISTRIBUSI YANG MENUJU JAKARTA DI  
KECAMATAN JUNTINYUAT**
- LAMPIRAN 13    PIPA DISTRIBUSI YANG MENUJU JAKARTA DI  
KECAMATAN JUNTINYUAT**
- LAMPIRAN 14    PAPAN PERINGATAN PIPA DISTRIBUSI YANG  
MENUJU JAKARTA DI KECAMATAN JUNTINYUAT**

**LAMPIRAN 15 PAPAN PERINGATAN PIPA DISTRIBUSI YANG  
MENUJU JAKARTA DI KECAMATAN JUNTINYUAT**

**LAMPIRAN 16 PANTAI DI BALONGAN**

**LAMPIRAN 17 PANTAI DI JUNTINYUAT**

**LAMPIRAN 18 BATHYMETRI INDRAMAYU**

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Terlalu seringnya pemanfaatan daerah pesisir dapat menimbulkan beberapa dampak yang kurang baik terhadap kondisi pesisir dan laut. Dampak buruk inilah yang mengakibatkan penurunan kualitas lingkungan pesisir. Tumpahan minyak adalah salah satu alasan mengapa penurunan kualitas lingkungan pesisir terjadi. Tumpahan minyak dapat disebabkan oleh beberapa hal seperti kecelakaan kapal tanker, kebocoran pipa, tumpahan minyak saat pengangkutan ke kapal dan kebakaran kapal (Mukhtasor, 2007).

Berikut adalah Tabel 1. yang memuat kejadian – kejadian pencemaran laut yang diakibatkan oleh tumpahan minyak.

Tabel 1.1. Kejadian - Kejadian Pencemaran Laut Akibat Tumpahan Minyak

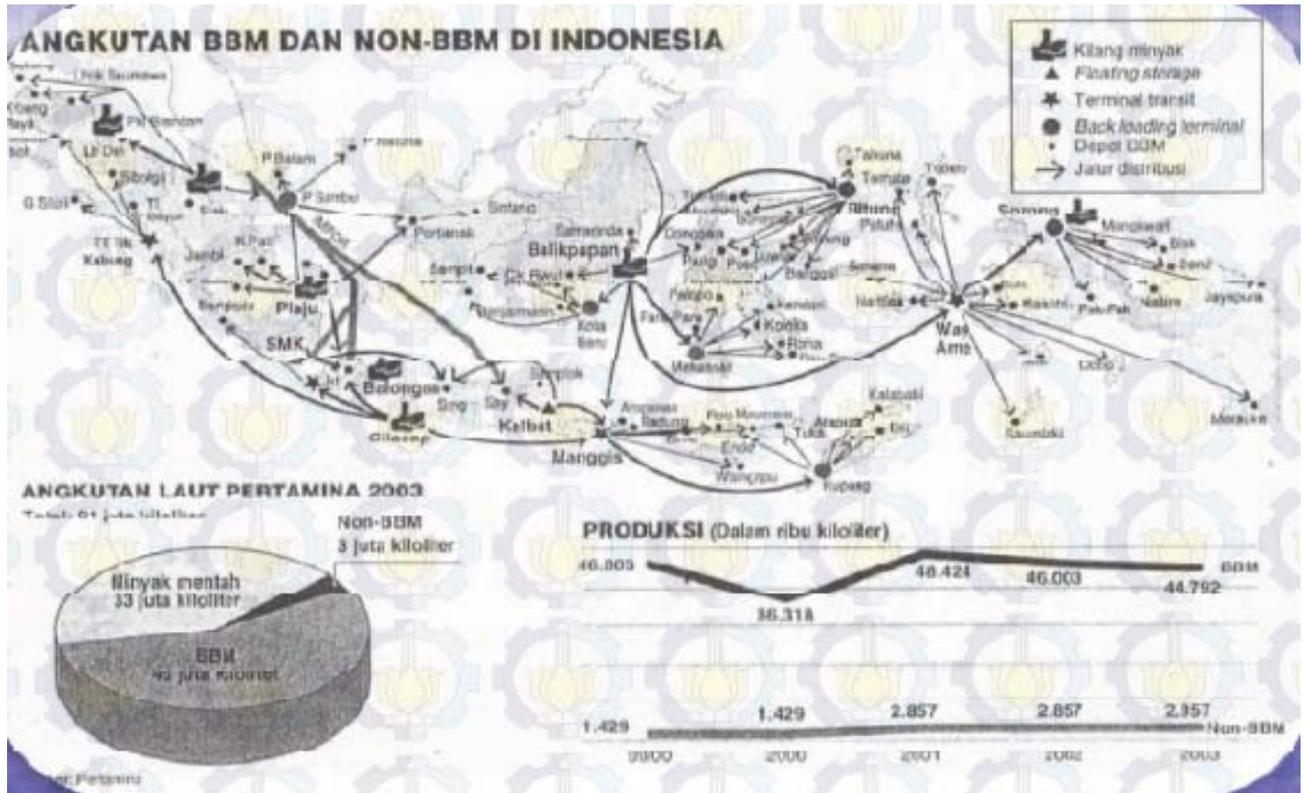
TAHUN	LOKASI	KEJADIAN
1975	Selat Malaka	Kandasnya Tanker Showa Maru dan menumpahkan 1 juta ton minyak mentah
1975	Selat Malaka	Tabrakan kapal tanker Isugawa Maru dengan kapal Silver Palace
1979	Buleleng, Bali	Tanker Choya Maru karam dan menumpahkan 300 ton bensin
1979	Lhokseumawe, NAD	Tanker Golden Win bocor dan menumpahkan 1500 kilometer minyak tanah
1984	Delta Mahakam, Kaltim	Semburan liar pengeboran minyak milik Total Indonesia
1992	Selat Malaka	Tabrakan kapal MT. Ocean Blessing dengan MT. Nagasaki Spirit yang menumpahkan 5000 barel minyak mentah
1993	Selat Malaka	Karamnya Tanker Maersk Navigator yang memuat minyak mentah
1994	Cilacap	Tabrakan antara Tanker MV. Bandar Ayu dengan kapal ikan
1996	Natuna	Tenggelamnya KM. Batamas II yang memuat MFO
1997	Kepulauan Riau	Tabrakan antara Tanker Orapin Global dengan Evoikos menumpahkan

Tabel 1.2. Kejadian - kejadian Pencemaran Laut Akibat Tumpahan Minyak  
(lanjutan)

1997	Selat Makasar	Kandasnya Platform UNOCAL
1997	Selat Madura	Tenggelamnya Tanker SETDCO
1998	Tanjung Priok	Kandasnya kapal Pertamina Supply No. 27 dengan muatan solar
1999	Cilacap	Robeknya Tanker MT. King Fisher dengan menumpahkan 640000 liter minyak
		dan mencemari Teluk Cilacap sepanjang 38 KM
2000	Cilacap	Tenggelamnya KM. HHC yang memuat 9000 aspal curah
2000	Batam	kandasnya MT. Natuna Sea menumpahkan 4000 ton minyak mentah
2001	Tegal - Cirebon	Tenggelamnya Tanker Steadfast yang mengangkut 1200 ton minyak mentah
2002	Perairan Singapura	Tabrakan Tanker Singapura Agate dengan Kapal Peti Kemas Tian Yu
		mencemari Pulau Bintan dan 4 kecamatan di Pulau Batam
2003	Sungai Musi	Tabrakan Kapal Beras milik PT. Toba Pulp Lestari Angjang Shipping
		dengan Tongkang PLTU mengakibatkan tumpahnya 250 ton
		minyak bahan bakar diesel milik PLTU Karamasan
2004	Riau	Tenggelamnya Tanker Vista Marine yang menumpahkan 200 ton
		minyak mentah
2008	Indramayu	Tanker Arendal mengalami kebocoran
2008	Selat Malaka	Tanker Aegis Leader kandas dan menumpahkan 550 ton minyak mentah
2009	Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya	Terbaliknya MT. Kharisma Selatan dan menumpahkan
		500 kiloton MFO (Marine Fuel Oil)
2009	Laut Timor	Ladang minyak Montara meledak dan menumpahkan sekitar
		500 ribu liter minyak mentah ke laut setiap hari

Sumber: Mukhtasor, 2007 dan berbagai sumber lain

Dari Tabel 1.2 di atas dapat dilihat bahwa banyak sekali kejadian – kejadian yang menyebabkan pencemaran laut. Hal tersebut juga dikarenakan padatnya lalu lintas kapal tanker dalam pendistribusian muatannya. Gambar 1.1 dibawah ini adalah Peta Jalur Pendistribusian Muatan Kapal Tanker.



Gambar 1.1. Peta Jalur Pendistribusian Muatan Kapal Tanker  
 Sumber: Pertamina dalam Kompas, 7 Maret 2005

Salah satu wilayah Indonesia yang terkena dampak tumpahan minyak adalah di perairan Indramayu, Jawa Barat. Kecamatan Balongan, Indramayu merupakan daerah eksploitasi, daerah pengilangan minyak, dan alur pelayaran lokal, nasional, maupun Internasional. Pembangunan kilang minyak di daerah balongan berpotensi memiliki dampak negatif bagi lingkungan dan masyarakat sekitar. Lalu lintas kapal tersebut berpotensi terjadinya pencemaran tumpahnya minyak ke laut. Pencemaran di Perairan Indramayu ini disebabkan oleh tumpahan di *Single Buoy Mooring* tepatnya terletak di Pertamina UP VI, Balongan pada sekitar bulan September 2008 lalu.

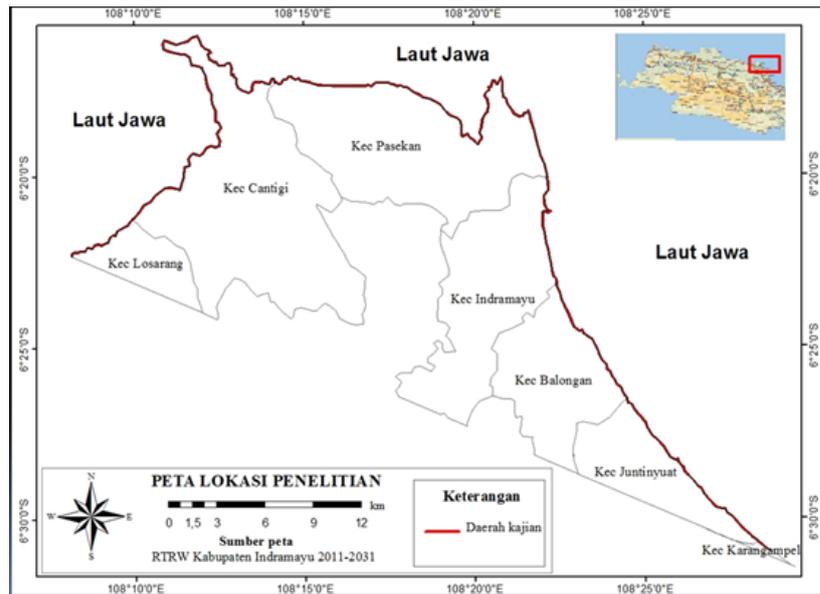


Gambar 1.2. Kondisi Lingkungan yang Tercemar di Indramayu

(<http://www.antarafoto.com/peristiwa>)

Kebocoran yang terjadi pada tanggal 14 September 2008 bermula saat bongkar minyak dari kapal MT Arendal melalui SBM 150.000 DWT yang akan di transfer ke tangki darat. Untuk usaha penanggulangan, pihak terkait sudah mengganti *hose* dengan yang baru, menggelar oil boom guna mencegah meluasnya tumpahan minyak dan penyemprotan oil dispersant. Tumpahan Minyak sebanyak 15000 barrel tersebut mencemari laut sejauh 55,5 kilometer. Sekitar 12.800 lebih hektare tambak udang dan tambak bandeng di 14 kecamatan tercemar akibat tumpahan minyak tersebut. Ini terjadi antara lain di Kecamatan Pasekan, Cantinggi, Balongan, dan Indramayu. Untuk lebih detailnya untuk Kecamatan Pasekan yang tercemar sepanjang 30,6 km, Kecamatan Cantigi 16 km, untuk Indramayu sepanjang 5,6 km, dan Balongan 3 km (Kantor Lingkungan Hidup Indramayu, 2011).

Dan juga ada beberapa kecamatan seperti Kecamatan Losarang, Juntinyuat dan Karangampel yang merasakan dampak dari pencemaran ini. Gambar 1.3 adalah daerah kajian yang akan diteliti oleh penulis.



Gambar 1.3. Daerah Kajian Penelitian  
 Sumber: RTRW Indramayu 2011 - 2031

Tumpahan minyak tersebut terbawa ombak sampai ke pinggiran pantai dan berakumulasi menggumpal dengan pasir dan terbawa oleh ombak sampai menempel pada tumbuhan mangrove. Pada saat itu organisme seperti siput pantai atau organisme lainnya ikut mati akibat dari tumpahan minyak tersebut (Supriharyono, 2000).

Dampak akibat tumpahan minyak antara lain rusaknya ekosistem pesisir seperti terumbu karang, hutan bakau, dan padang lamun yang merupakan sumber nutrisi utama bagi ikan, rusaknya lokasi – lokasi budidaya perikanan, matinya ikan di perairan daerah tangkapan dan lain – lain.

Salah satu solusi untuk mengurangi dampak pencemaran tumpahan minyak adalah dengan memetakan tingkat kerentanan lingkungannya berdasarkan *Environmental Sensitivity Index (ESI)* atau disebut juga Indeks Kepekaan Lingkungan. Setiap wilayah pesisir mempunyai tingkat kerentanan yang berbeda terhadap gangguan yang diterima, baik dari faktor alam maupun akibat aktivitas manusia. Gambar 1.4 memperlihatkan kondisi keramba yang tercemar di kawasan Indramayu.



Gambar 1.4. Hamparan Keramba yang Tercemar di Kawasan Indramayu  
(lipsus.kompas.com)

Zonasi tingkat kerentanan ini dapat dijadikan acuan untuk menghitung *claim* ganti rugi atau menyusun berbagai kebijakan yang berhubungan dengan rencana pengelolaan wilayah pesisir. Perhitungan *claim* ganti rugi dapat dihitung mengacu pada rumus perhitungan kerugian lingkungan dari kementerian lingkungan hidup. ESI dihitung berdasarkan ranking dan bobot masing – masing parameter yang telah ditentukan. Parameter- parameter tersebut antara lain adalah dinamika pesisir yang terdiri dari tingkat pengaruh energi gelombang dan arus pasang surut, kemiringan pantai, tipe substrat, tata guna lahan.

## 1.2 Perumusan Masalah

Adapun pokok permasalahan yang akan dikaji dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana mengembangkan indeks kerentanan Indramayu akibat tumpahan minyak?
2. Bagaimana tingkat kerentanan lingkungan wilayah pesisir Indramayu akibat tumpahan minyak?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Dengan perumusan masalah diatas, maka tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengembangkan indeks kerentanan lingkungan akibat tumpahan minyak
2. Mengetahui tingkat kerentanan lingkungan wilayah pesisir Indramayu akibat tumpahan minyak

### **1.4 Manfaat Penulisan**

Tugas akhir ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai berikut:

Dari penelitian ini diharapkan bisa menjadi dasar arahan *early warning system* di wilayah pesisir Indramayu dan juga dapat memberikan informasi basis data , kerawanan dengan tingkat kerentanan masing – masing wilayah pesisir Indramayu menggunakan Sistem Informasi Geografis, yang terakhir sebagai bahan pertimbangan pemerintah setempat dalam upaya mitigasi bencana.

### **1.5 .Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini terdapat beberapa batasan-batasan agar pembahasan tidak terlalu meluas, yaitu :

1. Lokasi Pencemaran hanya mencakup beberapa daerah yaitu Kecamatan Pasekan, Kecamatan Cantigi, Kecamatan Balongan, Kecamatan Losarang, Kecamatan Indramayu dan Kecamatan Juntinyuat
2. Studi kerentanan wilayah ditinjau dari data pasang surut tahun 2011
3. Data yang dipakai berupa data sekunder dari pemerintah setempat dan juga data primer dari hasil survei
4. Digitasi peta menggunakan Autocad 2007
5. Tracking peta menggunakan Peta Lingkungan Pantai Indonesia daerah Cirebon dengan skala 1 : 250.000
6. Data oseanografi diasumsikan sama dengan daerah Kabupaten Indramayu bagian barat
7. Penentuan bobot – bobot pada tiap parameter menggunakan metode *expect judgement*

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika penulisan dalam tugas akhir ini adalah terdiri dari Pendahuluan pada Bab I, Tinjauan pustaka dan dasar teori di Bab II, Metodologi penelitian pada Bab III kemudian Analisa dan pembahasan di Bab IV dan yang terakhir Bab V yang berisi kesimpulan dan saran.

**Bab I Pendahuluan** merupakan bab yang berisi penjelasan mengenai latar belakang dilakukannya penelitian ini, serta masalah-masalah yang akan menjadi pokok bahasan penelitian, dan diikuti tujuan dan manfaat dari tugas akhir ini serta batasan masalah dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

**Bab II Tinjauan putaka dan dasar teori**, bab ini berisi tentang tinjauan pustaka dan dasar teori yang digunakan dalam tugas akhir ini, tinjauan pustaka dan dasar teori dapat diperoleh dari study literatur baik buku, artikel, jurnal, web dan lainnya.

**Bab III Metodologi penelitian**, berisi diagram alir serta cara atau langkah-langkah pengerjaan tugas akhir. Terdiri dari penjelasan tentang metode yang akan dipakai dalam penelitian.

**Bab IV Analisa dan pembahasan**, bab ini berisi tentang hasil pengolahan data yang dilakukan dalam usaha menjawab permasalahan yang ada, yang kemudian hasil dari pengolahan data tersebut dianalisa.

**Bab V Kesimpulan**, mencakup kesimpulan akhir dari pelaksanaan tugas akhir ini. Juga terdapat saran yang nantinya bisa dijadikan acuan dalam melanjutkan penelitian selanjutnya.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

### 2.1 Tinjauan Pustaka

Pemanfaatan dan pengelolaan daerah pesisir yang dilakukan oleh masyarakat maupun daerah belum memenuhi ketentuan pemanfaatan sumber daya alam secara lestari dan berkelanjutan. Hal ini akan berpengaruh pada kondisi dan kelestarian pesisir dan lingkungannya. Penyebab degradasi kondisi daerah pesisir secara tidak langsung juga disebabkan oleh pengelolaan sumber daya alam di hulu yang berpengaruh terhadap muara di pesisir.

Daerah pesisir Indramayu adalah kawasan yang rentan sekali terkena pencemaran berupa tumpahan minyak. Hal ini dikarenakan banyak sekali aktivitas yang berhubungan dengan perminyakan seperti adanya *onshore drilling* ataupun karena padatnya lalu lintas kapal tanker yang melewati perairan Indramayu. Seperti yang terjadi pada tahun 2008 silam terjadinya pencemaran akibat bocornya *single buoy mooring* milik pemerintah sehingga menyebabkan pencemaran kurang lebih sepanjang 55,5 km dan sedikitnya ada tujuh kecamatan yang terkena dampak dari pencemaran ini yaitu Kecamatan Pasekan, Kecamatan Cantigi, Balongan, Losarang, Kecamatan Indramayu, Kecamatan Juntinyuat, dan Kecamatan Karangampel.

Menurut Ali (2008) yang sebelumnya pernah melakukan analisa kerentanan terhadap tumpahan minyak di Kepulauan Seribu, tingkat intensitas pemanfaatan sumberdaya pesisir dan pulau – pulau kecil di sebagian besar kawasan pesisir yang tinggi dapat menimbulkan sejumlah dampak negatif terhadap kondisi fisik lingkungan pesisir dan laut. Dampak negatif tersebut yang akan mengakibatkan degradasi kualitas lingkungan pesisir. Salah satunya adalah pencemaran akibat tumpahan minyak. Tumpahan minyak dapat terjadi karena adanya kebocoran pipa minyak, tabrakan kapal tanker, kegiatan pencucian kapal, kegiatan eksploitasi minyak di lepas pantai dan kegiatan bongkar muatan minyak. Metode indeks kerentanan lingkungan pesisir dari parameter dinamika pesisir dalam penelitian

tersebut yaitu energi gelombang, kecepatan arus pasut, kecepatan arus menyusur pantai, tipe substrat dan kemiringan pantai. Metode yang digunakan untuk menentukan zona kerentanan adalah metode *Simple Additive Weighting (SAW)*.

Ramieri et al (2011) memaparkan sejumlah metode yang telah dikembangkan saat ini terkait dengan penilaian kerentanan pantai berbagai metode tersebut mencakup pendekatan – pendekatan berbasis indeks, Sistem Informasi Geografis (SIG), serta keragaan dinamik komputer. Dalam hal ini *Coastal Vulnerability Index (CVI)* adalah salah satu metode yang telah umum digunakan untuk menilai kerentanan pantai terhadap kenaikan muka air laut, terutama yang berhubungan dengan eosidasi dan atau genangan (*inundation*).

Metode CVI diperkenalkan oleh Gornitz et al. (1991) untuk mengidentifikasi kawasan – kawasan beresiko terhadap erosi dan atau kejadian – kejadian iklim ekstrim baik yang berlangsung permanen maupun temporal, seperti badai, banjir, dan lain – lain (Iglesias – Campos et al. 2010). Metode CVI menyediakan dasar numerik sederhana perbandingan bagian – bagian dari garis pantai (*coastline section*) dalam artian potensinya terhadap perubahan untuk digunakan oleh para pengelola mengidentifikasi daerah – daerah yang relatif beresiko tinggi (Gornitz et al. 1997; Gutierrez et al. 2009).

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Pengertian Umum Pesisir**

Penjelasan umum mengenai kawasan pesisir yang meliputi definisi dan karakteristik wilayah merupakan hal yang sangat penting, hal ini bertujuan agar pemahaman mengenai wilayah pesisir dapat dimengerti dan merupakan awal pemahaman dari studi ini. Pengertian pesisir sampai sekarang masih menjadi suatu pembicaraan, terutama penjelasan tentang ruang lingkup wilayah pesisir yang secara batasan wilayah belum jelas. Berikut ini adalah definisi dari beberapa sumber mengenai wilayah pesisir.

Pesisir merupakan daerah pertemuan antara darat dan laut, ke arah darat meliputi bagian daratan, baik kering maupun terendam air, yang masih dipengaruhi sifat – sifat laut seperti pasang surut, angin laut, dan perrembesan air asin; sedangkan ke arah laut meliputi bagian laut yang masih dipengaruhi oleh proses – proses alami yang terjadi di darat seperti sedimentasi dan aliran air tawar, maupun yang disebabkan oleh kegiatan manusia di darat seperti penggundulan hutan dan pencemaran (Soegiarto, 1976; Dahuri et al, 2001)

Menurut Dahuri et al (1996), hingga saat ini masih belum ada definisi wilayah pesisir yang baku. Namun demikian, terdapat kesepakatan umum di dunia bahwa wilayah pesisir adalah suatu wilayah peralihan antara daratan dan lautan. Apabila ditinjau dari garis pantai, maka wilayah pesisir mempunyai dua macam batas yaitu batas yang sejajar garis pantai (*long shore*) dan batas yang tegak lurus garis pantai (*cross shore*). Berbagai nilai budaya masyarakat banyak yang menempatkan pesisir sebagai kawasan dengan fungsi – fungsi sosial tertentu (Rustiadi, 2001).



Gambar 2.1. Lingkungan Pesisir  
(Sumber: <http://fickrhivemind.net>)

Definisi tersebut memberikan suatu pengertian bahwa ekosistem perairan pesisir merupakan ekosistem yang dinamis dan mempunyai kekayaan habitat berragam, di darat maupun di laut serta saling berinteraksi. Selain mempunyai potensi besar

wilayah pesisir juga merupakan ekosistem yang mudah terkena dampak kegiatan manusia. Umumnya kegiatan pembangunan secara langsung maupun tidak langsung berdampak merugikan terhadap ekosistem perairan pesisir (Dahuri et al, 1996).

### **2.2.2 Kondisi Perairan Indonesia**

Wilayah perairan Indonesia mencakup 2/3 luas seluruh wilayah. Indonesia juga dikenal memiliki garis pantai terpanjang di dunia yaitu 81.000 km, dengan luas perairan pantai yang mencapai 5,8 juta km<sup>2</sup>. Potensi lahan pengembangan budidaya laut di Indonesia juga cukup besar yaitu 80,0929 Ha, dengan luas perairan pantai mencapai 46.734.000 ton/tahun yang terdiri atas ikan 1.080.000 ton/tahun, kerang – kerangan 45.171.900 ton/tahun dan rumput lauy 482.400 ton/tahun (Isnansetyo,1995).

### **2.2.3 Kondisi Perairan Indramayu**

Indramayu merupakan salah satu kabupaten di Jawa Barat yang berbatasan langsung dengan Laut Jawa di bagian utara dan timur. Bagian lainnya dibatasi oleh kabupaten yang ada di Jawa Barat antara lain Kabupaten Cirebon, Kabupaten Sumedang, dan Kabupaten Subang. Di Kabupaten Indramayu tepatnya di Kecamatan Balongan memiliki kilang minyak terbesar yang dekat dengan pantai, sehingga berpotensi menimbulkan pencemaran. Kabupaten Indramayu merupakan salah satu daerah penghasil minyak dan gas di Indonesia. Seluruh kegiatan sektor migas dari hulu sampai hilir ada di Indramayu. Sektor hulu terdapat beberapa lapangan yang cukup terkenal di industri migas, antara lain Lapangan Jatibarang dan Lapangan Cemara. Sampai tahun 2002, sedikitnya 77 sumur minyak dan 40 sumur gas produktif ada di wilayah ini. Di sektor hilir, terdapat kilang minyak balongan, satu dari enam kilang minyak yang ada di Indonesia. Kilang minyak yang dibangun pada tahun 1990 dan mulai berpotensi tahun 1994 ini memiliki kapasitas pengolahan sekitar 125 ribu *barrel per steam day* (BPSD) yang merupakan masukan maksimal minyak dapat diolah di kilang minyak tersebut. Menurut penelitian yang dilakukan di daerah Indramayu oleh pemerintah Kabupaten Indramayu pada tahun 1980 sampai dengan 1993, angin yang menuju

Kabupaten Indramayu berasal dari barat laut, timur laut, dan utara. Kecepatan angin pada berbagai kondisi pun berbeda-beda namun kebanyakan berkisar 2 – 6 m/det. Pada kondisi pergantian musim yaitu bulan maret sampai dengan bulan Mei, kondisi angin sangat berubah – ubah walau pun masih di dominasi dari arah timur laut dengan kecepatan angin berkisar 2 – 4 m/det. Musim barat terjadi pada bulan Desember sampai dengan bulan Agustus merupakan puncak musim timur dimana angin dominan bertiup dari arah timur laut dengan kecepatan berkisar 3 – 6 m/det (Pemerintah Kabupaten Indramayu, 1987).

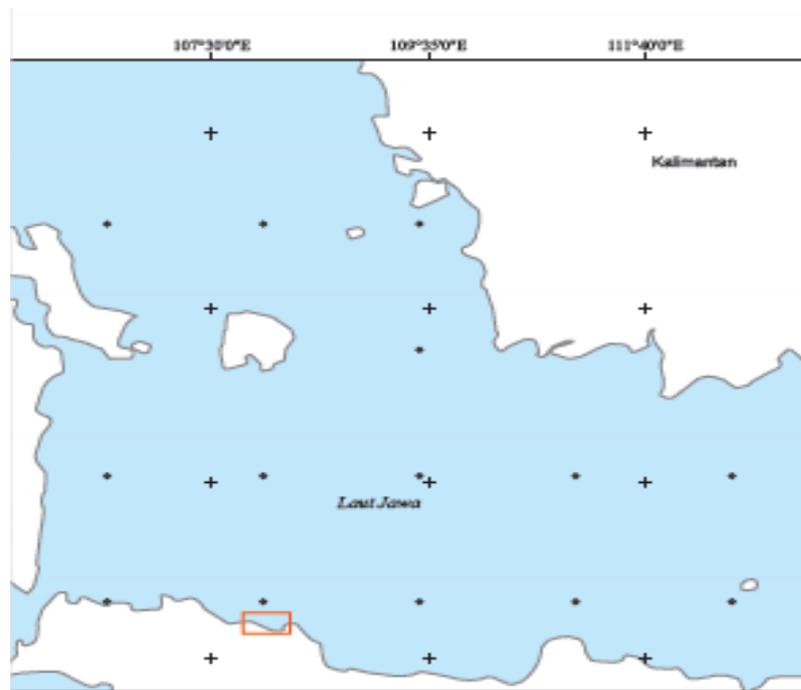
#### **2.2.4 Variabel Kemiringan Pantai (*Slope*)**

Pantai merupakan pertemuan antara daratan dan lautan. Pengukuran kemiringan pantai dilakukan untuk mengetahui jenis pantai dan penyebab terbentuknya pantai. Hasil pengukuran dapat digunakan sebagai pedoman pelestarian dan pemanfaatan pantai selanjutnya. Kemiringan pantai diukur berdasarkan jarak antara vegetasi yang mewakili batas daratan hingga bibir pantai sebagai batas lautan. Menurut Saribun (2001), kemiringan dapat dinyatakan dalam derajat maupun persen. Dua titik yang berjarak horizontal 100 m yang mempunyai selisih tinggi 10 m membentuk kemiringan 10%. Kemiringan garis pantai merupakan sudut antara kedalaman air terendah dengan kedalaman tertentu sepanjang jarak tertentu. Kemiringan garis pantai dihitung dari data kontur batimetri. Metode yang digunakan adalah TIN (Triangular Irregular Work). Hasil dari model kemiringan TIN ini kemudian diklasifikasikan lagi kedalam kelas yang telah ditetapkan untuk parameter kemiringan garis pantai dan diberi peringkat. Untuk menguji hasil dari model TIN dengan metode spasial dilakukan perhitungan normal.

Sumber data yang digunakan untuk mendapatkan kemiringan pantai (*slope*) adalah dengan data dari batimetri dan topografi. Nilai kemiringan diekstrak menggunakan *surface analysis tools* dengan konfigurasi luaran adalah *slope* dengan satuan persen (%). Sedangkan untuk nilai variabel *slope* pada tiap garis pantai dapat dianalisis dengan *statistic tool*. Pengekstraksian nilai *slope* ini dilakukan pada daerah pantai berjarak 1 km ke arah laut maupun darat (*seaward/landward*) dari garis pantai yang ada pada tiap grid.

### 2.2.5 Variabel Tinggi Gelombang

Sumber data yang digunakan dalam penelitian untuk mendapatkan parameter tinggi gelombang adalah data *Mean Significant Wave Height* yang diperoleh dari ECMWF ( *European Centre for Medium – Range Weather Forecast* ). Tinggi gelombang yang digunakan adalah interval data pengamatan tiap 6 jam pada domain perairan Laut Jawa dan sekitarnya pada tahun 2002 – 2003. Pada Gambar 2.3. dapat dilihat domain poin grid yang kita peroleh dari data *significant wave height* ECMWF.



Gambar 2.3. Domain poin grid dari data *significant wave height* ECMWF  
(Sumber: <http://ecmwf.int/>)

### 2.2.6 Arus Pasang Surut

Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut karena adanya gaya tarik benda-benda langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Meskipun massa bulan jauh lebih kecil dari massa matahari, tetapi karena jaraknya terhadap bumi jauh lebih dekat, maka pengaruh gaya tarik bulan terhadap bumi jauh lebih besar daripada pengaruh gaya tarik matahari. Gaya tarik bulan yang mempengaruhi pasang surut adalah 2,2 kali lebih besar dari pada gaya tarik matahari. (Triatmodjo, 1999)

Bentuk pasang surut di berbagai daerah tidaklah sama. Secara umum pasang surut dapat dibedakan menjadi empat tipe, yaitu :

1. Pasang surut harian ganda (Semi diurnal tide)

Dalam suatu hari terdapat dua kali pasang dan dua kali air surut dengan tinggi yang hampir sama dan pasang surut terjadi secara berurutan secara teratur. Periode pasang surut rata-rata adalah 12 jam 24 menit. Pasang surut jenis ini terdapat di selat Malaka sampai laut Andaman

2. Pasang surut harian tunggal (Diurnal tide)

Dalam satu hari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut. Periode pasang surut adalah

24 jam 50 menit. Pasang surut tipe ini terjadi di selat karimata.

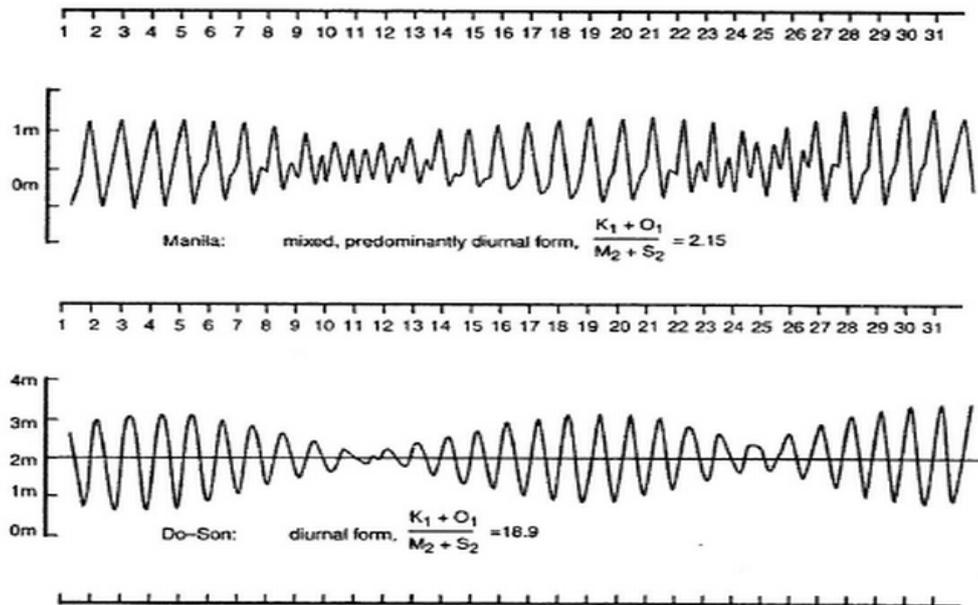
3. Pasang surut campuran condong ke harian ganda (mixed tide prevailing semidiurnal)

Dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda. Pasang surut tipe ini banyak terdapat di perairan Indonesia Timur.

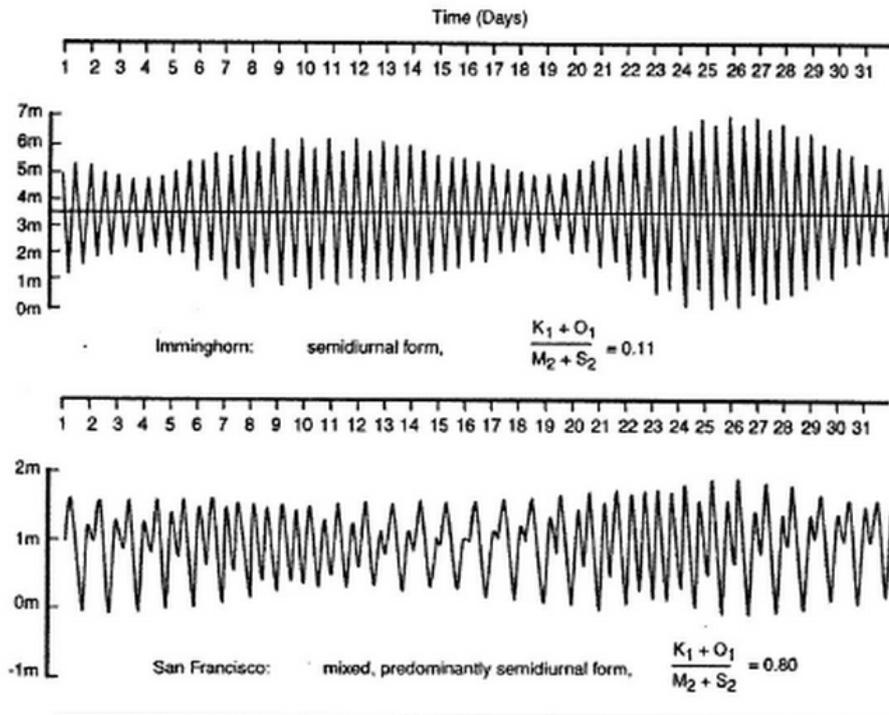
4. Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (mixed tide prevailing diurnal)

Pada tipe ini, dalam satu hari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut, tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda. Pasang surut tipe ini terdapat di selat Kalimantan dan pantai utara Jawa Barat.

Jenis – jenis pasang surut dapat kita lihat pada Gambar 2.4. dan Gambar 2.5.



Gambar 2.4. Jenis-jenis pasang surut I

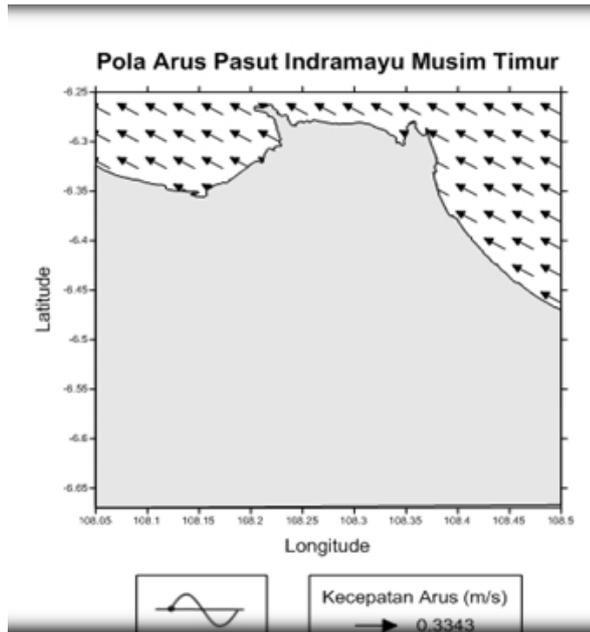


Gambar 2.5. Jenis – jenis pasang surut II

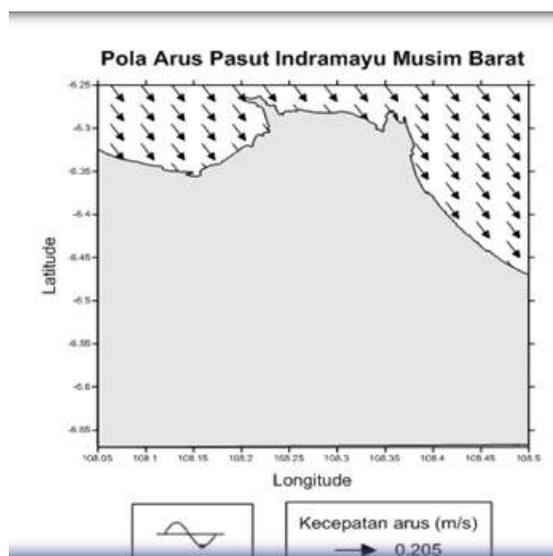
Mengingat elevasi di laut selalu berubah setiap saat, maka diperlukan suatu elevasi yang ditetapkan berdasar data pasang surut, yang dapat digunakan sebagai

pedoman dalam perencanaan pelabuhan. Beberapa elevasi tersebut adalah sebagai berikut :

1. Muka air tinggi (*high water level, HWL*), muka air tertinggi yang dicapai pada saat air pasang dalam satu siklus pasang surut.
2. Muka air rendah (*low water level, LWL*), kedudukan air terendah yang dicapai pada saat air surut dalam satu siklus pasang surut.
3. Muka air tinggi rerata (*mean high water level, MHWL*), adalah rerata dari muka air tinggi selama periode 19 tahun.
4. Muka air rendah rerata (*mean low water level, MLWL*), adalah rerata dari muka air rendah selama periode 19 tahun.
5. Muka air laut rerata (*mean sea level, MSL*), adalah muka air rerata antara muka air tinggi rerata dan muka air rendah rerata. Elevasi ini digunakan sebagai referensi untuk elevasi di daratan.
6. Muka air tinggi tertinggi (*highest high water level, HHWL*), adalah air tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
7. Muka air rendah terendah (*lowest low water level, LLWL*), adalah air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
8. Higher high water level, adalah air tertinggi dari dua air tinggi dalam satu hari, seperti dalam pasang surut tipe campuran.
9. Lower low water level, adalah air terendah dari dua air rendah dalam satu hari.



Gambar 2.6. Pola Arus Pasut Indramayu Musim Timur  
(Sumber: Dinas Kelautan dan Perikanan, 2007)



Gambar 2.7. Pola Arus Pasut Indramayu Musim Barat  
(Sumber: Dinas Kelautan dan Perikanan, 2007)

Pada Gambar 2.6. dan Gambar 2.7. dapat dilihat pola arus Indramayu ketika musim barat dan musim timur. Pantai Indramayu termasuk kedalam tipe pasang surut campuran condong harian ganda. Pergerakan pasang surut air laut dapat menyebabkan arus laut yang dikenal dengan arus pasang surut, menurut Nontji (1987) pada ekspedisi Snellius I (1929 – 1930) di perairan Indonesia bagian timur menunjukkan bahwa arus pasang surut masih bisa diukur sampai kedalaman 600

meter. Arah dan kecepatan arus pasang surut juga dipengaruhi oleh angin dan arus dari sungai. Kekuatan dari arus pasang surut tergantung pada volume air yang melewati suatu kawasan dengan luas tertentu. Arus pasang surut pada laut terbuka bergerak secara melingkar (*rotary tidal current*) dengan kekuatan arus yang lebih lemah dibandingkan dengan arus pasang surut yang terdapat di pantai (Gross, 1987).

### **2.2.7 Peristiwa Tumpahan Minyak**

Tumpahan Minyak di laut bisa berasal dari kecelakaan kapal tanker dan juga bisa dari kebocoran pipa pada saat proses pendistribusian minyak. Kejadian tumpahan minyak terbesar terjadi pada tahun 2006 di lepas pantai di Libanon. Selain itu kecelakaan *prestige* pada tahun 2002 di lepas pantai Spanyol. Bencana alam seperti badai atau banjir juga dapat menyebabkan tumpahan minyak. Sebagai contoh pada tahun 2007, banjir di Kansas menyebabkan lebih dari 40.000 galon minyak mentah dari kilang tumpah ke perairan itu.

Akibat yang ditimbulkan dari terjadinya pencemaran minyak bumi di laut adalah:

1. Rusaknya estetika pantai akibat bau dari material minyak. Residu berwarna gelap yang terdampar di pantai akan menutupi batuan, pasir, tumbuhan dan hewan. Gumpalan tar yang terbentuk dalam proses pelapukan minyak akan hanyut dan terdampar di pantai.
2. Kerusakan biologis, bisa merupakan efek letal dan efek subletal. Efek letal yaitu reaksi yang terjadi saat zat – zat fisika dan kimia mengganggu proses sel ataupun subsel pada makhluk hidup hingga kemungkinan terjadinya kematian. Efek subletal yaitu mempengaruhi kerusakan fisiologis dan perilaku namun tidak mengakibatkan kematian secara langsung. Terumbu karang akan mengalami efek letal dan subletal dimana pemulihannya memakan waktu lama dikarenakan kompleksitas dan komunitasnya.
3. Pertumbuhan fitoplankton laut akan terhambat akibat keberadaan senyawa beracun dalam komponen minyak bumi, juga senyawa beracun yang terbentuk dari proses biodegradasi. Jika jumlah fitoplankton menurun, maka populasi ikan, udang dan kerang juga akan menurun. Padahal

hewan – hewan tersebut dibutuhkan manusia karena memiliki nilai ekonomi dan kandungan protein yang tinggi.

4. Penurunan populasi alga dan protozoa akibat kontak dengan racun *slick* ( lapisan minyak di permukaan air). Selain itu, terjadi kematian burung – burung laut. Hal ini dikarenakan *slick* membuat permukaan laut lebih tenang dan menarik burung untuk hinggap di atasnya ataupun menyelam mencari makanan. Saat kontak dengan minyak, terjadi peresapan minyak ke dalam bulu dan merusak sistem kekedapan air dan isolasi, sehingga burung akan kepinginan yang pada akhirnya mati.

### **2.2.8 Tingkat Kerentanan**

Kerentanan (vulnerability) adalah suatu kondisi dari suatu komunitas atau masyarakat yang mengarah atau menyebabkan ketidak mampuan dalam menghadapi ancaman bahaya. Tingkat kerentanan dapat ditinjau dari kerentanan fisik ( infrastruktur), sosial kependudukan, dan ekonomi (Bakaornas PBP, 2007)

Kerentanan fisik (infrastruktur) menggambarkan suatu kondisi fisik (infrastruktur) yang rawan terhadap faktor bahaya (hazard) tertentu. Kondisi kerentanan ini dapat dilihat dari berbagai indikator sebagai berikut: persentase kawasan terbangun, kepadatan bangunan, persentase bangunan konstruksi darat, jaringan listrik, rasio panjang jalan, jaringan telekomunikasi, jaringan PDAM dan jalan kereta api. Wilayah permukiman di Indonesia dapat dikatakan berada pada kondisi yang sangat rentan karena persentase kawasan terbangun, kepadatan bangunan dan bangunan konstruksi darurat di perkotaan sangat tinggi, sedangkan persentase jaringan listrik, rasio panjang jalan. Jaringan telekomunikasi, jaringan PDAM, jalan KA sangat rendah ( Bakaornas PBP, 2007)

Kerentanan sosial menggambarkan kondisi tingkat kerapuhan sosial dalam menghadapi bahaya (hazards). Pada kondisi sosial yang rentan , jika terjadi bencana dapat dipastikan akan menimbulkan kerugian yang besar. Beberapa indikator kerentanan sosial antara lain kepadatan penduduk, laju pertumbuhan penduduk, persentas ependuduk usia tua – balita dan penduduk wanita. Kota –

kota di Indonesia memiliki kerentanan sosial yang tinggi karena memiliki persentase yang tinggi pada indikator – indikator tersebut (Bakaornas PBP, 2007)

Beberapa indikator kerentanan fisik tersebut menunjukkan bahwa wilayah Indonesia memiliki tingkat kerentanan tinggi sehingga hal ini mempengaruhi / menyebabkan tingginya risiko terjadinya bencana di wilayah Indonesia (Bakaornas PBP, 2007)

Sedangkan analisis kerentanan menurut Boli et al (2004) suatu proses yang menghasilkan pengertian akan jenis dan tingkat kerentanan dari manusia, harta benda / hak milik dan lingkungan terhadap efek dari ancaman tertentu pada waktu tertentu. Proses tersebut adalah mengidentifikasi kondisi fisik, sosial dan ekonomi yang rawan terhadap dampak suatu ancaman.

### 2.2.9 Metode *Simple Additive Weighting*( SAW)

Sering juga dikenal sebagai metode penjumlahan terbobot. Konsep dasar metode SAW adalah mencari penjumlahan terbobot dengan cara membuat matriks keputusan ke suatu skala sehingga dapat dibandingkan dengan semua alternatif rating yang ada. Contoh Perumusan SAW pada Gambar 2.7.

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}} & \text{Jika } j \text{ atribut keuntungan (benefit)} \\ \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}} & \text{Jika } j \text{ atribut biaya (cost)} \end{cases}$$

Gambar 2.8. Contoh Formula SAW

- $r_{ij}$  = nilai rating kinerja ternormalisasi
- $x_{ij}$  = nilai atribut yang dimiliki dari setiap kriteria
- $\max x_{ij}$  = nilai terbesar dari setiap kriteria  $i$
- $\min x_{ij}$  = nilai terkecil dari setiap kriteria  $i$
- benefit* = jika nilai terbesar adalah terbaik

### 2.2.10 Metode Coastal Vulnerability Index (CVI)

Penilaian kerentanan dalam metode CVI memiliki konsep sederhana. Potensi kerentanan (rangking) tiap variabel dinilai berdasarkan kisaran nilainya masing – masing menurut sistim rangking yang ditetapkan oleh USGS. Rangking variabel terdiri atas 5 kelas (1 = sangat rendah, 2 = rendah, 3 = moderat, 4 = rentan , 5 = sangat rentan). Selanjutnya potensi kerentanan simultan (indeks kerentanan) dinilai berdasarkan hasil perhitungan masing – masing nilai rangking tiap variabel melalui persamaan sebagai berikut (Thieler dan Hammer Klose, 2000 ; Pendleton et al 2004A ; 2004B)

$$CVI = \sqrt{\frac{(a*b*c*d*e)}{5}} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan: a, b, c , d, e adalah parameter penilaian indeks kerentanan

### 2.2.11 Metode Coastal Vulnerability Index (CVI) Untuk Analisa Kerentanan Gempa

Bencana alam dapat dibedakan atas bencana geologi seperti gempa bumi, erupsi gunung api, tsunami, tanah lonsor, banjir dan lain – lain. Wilayah yang rawan bencana geologi seperti gempa bumi perlu perhatian, dan upaya mitigasi untuk meminimalisir dampak yang terjadi diakrenakan bencana ini kejadiannya tidak dapt dihindari, disebabkan faktor utama yang berperan berupa proses geologi.

Gempa bumi merupakan peristiwa pelepasan energi yang menyebabkan dislokasi (pergeseran) pada bagian dalam bumi secara tiba – tiba yang disebabkan oleh pergeseran tektonik akibat pergerakan kulit bumi/lempeng bumi, aktivitas sesar permukaan bumi, pergerakan geomorfologi secara lokal seperti runtuhan tanah, aktivitas gunung berapi dan ledakan nuklir (Bakornas PBP, 2007).

Analisis kerentanan gempa bumi berdasarkan pada parameter terjadinya gempa bumi yang menyebabkan kejadian bahaya seperti: kemiringan lereng 30 -70%, litologi wilayah, area yang merasakan >125.000 km<sup>2</sup>, jarak dirasakan > 110 km, jarak bangunan terhadap patahan dan kondisi geologi pada wilayah tersebut.

Untuk menganalisa tingkat kerentanan terhadap gempa bumi ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 2.1. Indeks Kerentanan Terhadap Gempa Bumi

Parameter	Indeks Kerentanan (vulnerability) Gempa Bumi				
	2 - 7%	7 - 30%	30 - 70%	70 - 140%	>140%
Kemiringan Lereng Wilayah	2 - 7%	7 - 30%	30 - 70%	70 - 140%	>140%
Litologi Wilayah	Batuan Beku, sedimen dan metamorf, kompak dan Keras	Batuan sedimen berbutir halus, kompak dan keras	Gravel dan pasir Kasar Agak Kompak	Pasir lanau lempung, agak kompak	Pasir, lanau lempung, lumpur keras
Area yang merasakan (km <sup>2</sup> )	>7.700	>38.000	>125.000	>500.000	>2.000.000
Jarak dirasakan (km)	>50	>110	>200	>400	>800
Jarak Bangunan	Tidak ada patahan >100 km	Jauh 10-100 km	Dekat 5-10 km	Dekat sekali patahan <5 km	Daerah patahan aktif
Bobot	1	2	3	4	5

Sumber: Almunir (2011)

Rumus CVI Untuk Kerentanan Gempa

$$CVI = \sqrt{\frac{KL * LW * A * J * JB}{5}} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

KL = Kemiringan Lereng Wilayah

LW = Litologi Wilayah

A = Area yang merasakan

J = Jarak dirasakan

JB = Jarak Bangunan

Menurut Boli et al (2004) ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam mengenali kerentanan

1. Kondisi tidak aman (gejala yang nampak di permukaan)
2. Pendorong dinamis (yang memperparah atau mempertahankan kondisi tidak aman, baik secara langsung atau tidak langsung)
3. Akar masalah: Penyebab utama dari pendorong dinamis maupun kondisi tidak aman, biasanya merupakan faktor proses sosio – ekonomi dan politik serta ideologi.

Menurut Pomunis et al (1994) penilaian kerentanan merupakan aspek penting dari perencanaan mitigasi yang efektif. Kerentanan secara tidak langsung menyatakan kerawanan baik terhadap kerusakan fisik maupun kerawanan ekonomi dan kurangnya sumber daya untuk proses pemilihan dengan cepat. Untuk mengetahui kerentanan fisik elemen – elemen yang lemah bisa dilindungi atau diperkuat. Serta untuk mengurangi kerentanan institusi sosial, aktivitas – aktivitas ekonomi dan infrastruktur perlu dimodifikasi atau diperkuat.

## METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat penelitian

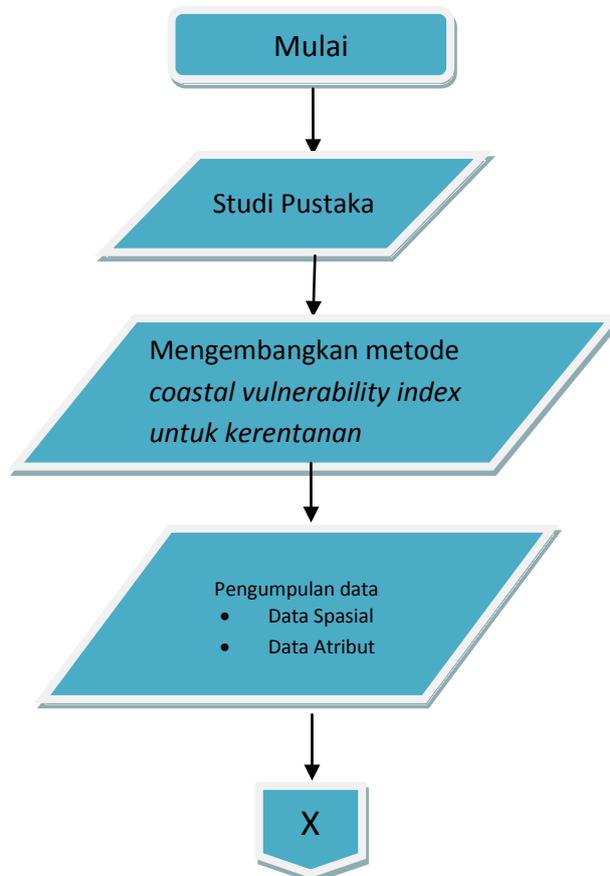
Penelitian ini dilakukan selama 8 bulan, terhitung sejak bulan Mei hingga Bulan Januari 2014 di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

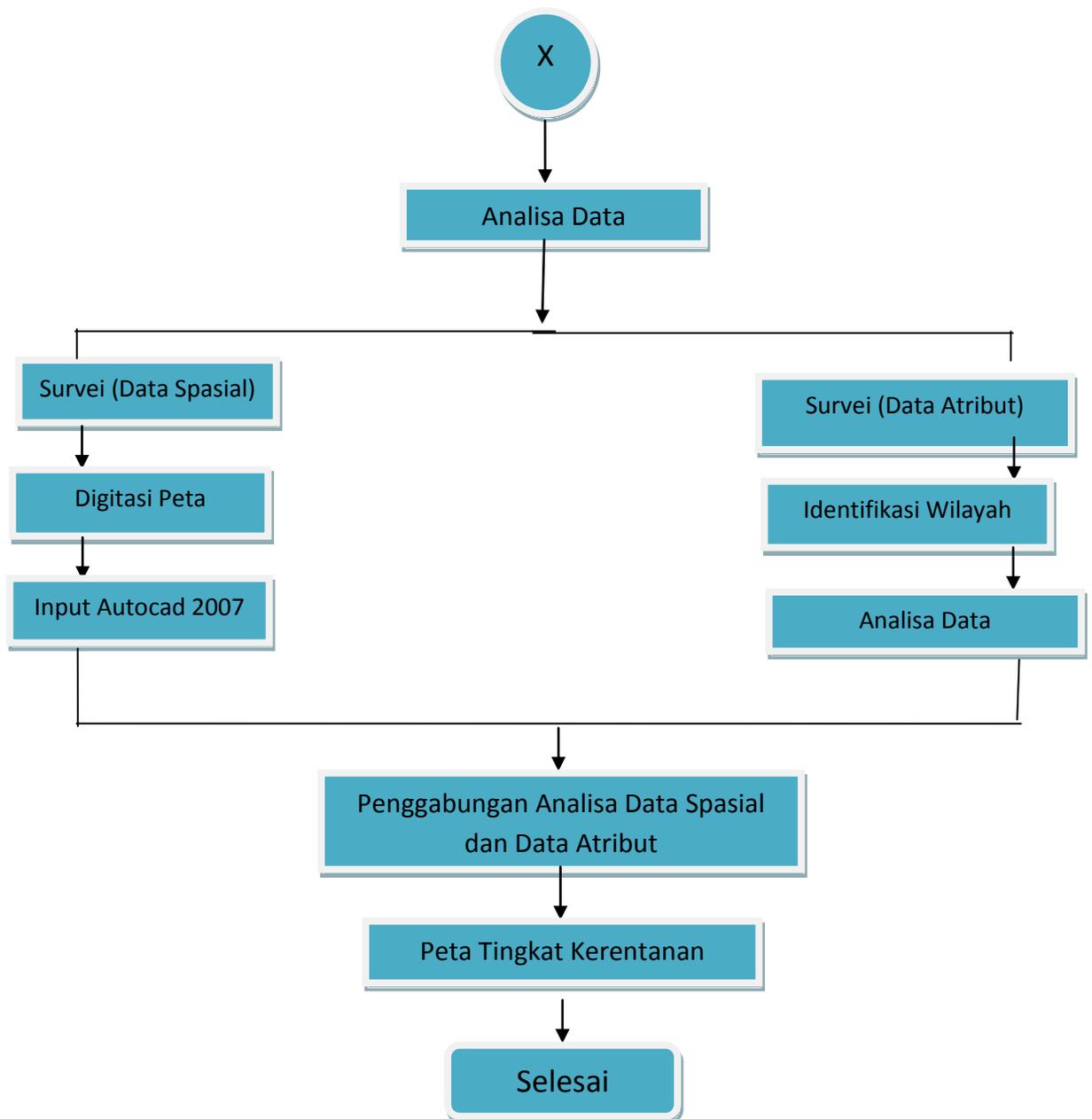
### 3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah perangkat keras PC dan perangkat lunak seperti Microsoft excel 2007, Microsoft word 2007, Autocad 2007. Data-data yang digunakan adalah peta tata guna lahan, Data pasang surut dan tinggi gelombang, Peta bathymetri Indramayu, Data tipe substrat

### 3.3 Metode Penelitian

Proses pengerjaan tugas akhir ini dapat dilihat pada diagram alir berikut ini :





Gambar 3.1. Diagram Alir Pengerjaan

### 3.4 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Studi literatur mengacu pada jurnal, buku dan referensi lain seperti Tugas Akhir terdahulu dan artikel internet dalam memahami dan menganalisa permasalahan dalam penelitian ini.

2. Mengembangkan Metode *Coastal Vulnerability Index* untuk menganalisa kerentanan lingkungan Indramayu.

Pada dasarnya metode *coastal vulnerability index* digunakan untuk meninjau kerentanan pesisir akibat erosi dan juga digunakan untuk menganalisa kerentanan gempa. Namun dalam penelitian ini, penulis memodifikasi metode *coastal vulnerability index* untuk diaplikasikan dalam menganalisa kerentanan lingkungan pesisir Indramayu akibat tumpahan minyak.

Sebelumnya NOAA Ocean Service sudah pernah melakukan analisa kerentanan lingkungan wilayah pesisir akibat tumpahan minyak, tetapi ada beberapa parameter – parameter penting yang belum dimasukkan dalam indeks kerentanan. Selain itu kelemahan dari metode yang digunakan dari NOAA bersifat rumit sehingga tidak bisa secara langsung digunakan sebagai *early warning system* jika terjadi tumpahan minyak. Metode yang digunakan oleh NOAA adalah metode *simple additive weighting* yang mana kelemahan dari metode ini adalah semua bobot parameter dianggap sama.

3. Pengumpulan data Indramayu

Pengumpulan data baik spasial maupun non spasial berupa data sekunder dari instansi pemerintah setempat dan juga dengan cara survei langsung meninjau tempat kejadian tumpahan minyak, pengambilan dokumentasi daerah kajian dan dengan wawancara kepada pegawai Pertamina UP VI Balongan, Indramayu

4. Menganalisa Data Spasial Indramayu

Data spasial yang sudah didapat seperti peta tata guna lahan, kemiringan pantai dan sebagainya akan diolah dan di bentuk seperti peta setelah itu diinputkan ke Autocad.

5. Menganalisa Data Atribut / Non Spasial Indramayu

Data Atribut digunakan untuk megidentifikasi wilayah kerntanan ditinjau dari parameter sosial ekonomi maupun parameter fisik pantai. Setelah dilakukan identifikasi wilayah kemudian mulai diberikan indeks / skoring terhadap parameter masing – masing.

6. Penggabungan analisa data spasial dan data atribut Indramayu

7. Pembuatan peta kerentanan berdasarkan data – data yang sudah dianalisis

8. Peta kerentanan memuat informasi yang berisi tentang indeks kerentanan lingkungan di daerah pesisir Kabupaten Indramayu

## BAB IV

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengembangan Indeks Kerentanan Tumpahan Minyak

Kecelakaan kapal tanker adalah peristiwa yang sering terjadi dalam proses pendistribusian minyak, selain kecelakaan kapal tanker, kebocoran pipa juga merupakan peristiwa yang sering terjadi. Hal – hal tersebut di atas menyebabkan adanya tumpahan minyak yang mencemari lautan dan sekitarnya. Maka dari itu perlu diadakan analisis tentang kerentanan wilayah pesisir akibat tumpahan minyak. Sebelum ini, sudah ada kasus tumpahan minyak di Kepulauan Seribu dan sudah dianalisis (Ali, 2008) dengan menggunakan parameter dan metode yang bersumberkan NOAA Ocean Service (2002). Tetapi setelah penulis menganalisis, terdapat kelemahan – kelemahan dalam metode tersebut dan juga ada beberapa parameter penting yang belum dimasukkan kedalam tabel parameter NOAA Ocean Service (2002). Dan juga metode yang dipakai oleh NOAA Ocean Service (2002) sedikit rumit sehingga memakan waktu dalam melakukan analisis. Oleh sebab itu, disini penulis akan mengembangkan metode kerentanan wilayah *Coastal Vulnerability Analysis* yang biasa digunakan untuk analisis kerentanan terhadap erosi dan juga pernah dipakai untuk analisis kerentanan terhadap gempa bumi agar bisa diaplikasikan ke dalam analisis kerentanan lingkungan wilayah pesisir akibat tumpahan minyak.

Penulis menggunakan metode *Coastal Vulnerability Analysis* karena metode ini termasuk sederhana dan mudah diaplikasikan dalam analisis kerentanan lingkungan terhadap tumpahan minyak. Dengan parameter – parameter yang sudah dimodifikasi oleh penulis, maka akan menghasilkan rumus baru *Coastal Vulnerability Analysis* untuk tumpahan minyak yang akan dijelaskan lebih lengkap pada sub-bab sub-bab di bawah ini.

#### **4.1.1 Parameter Penyusun Indeks Kerentanan Tumpahan Minyak**

Parameter – parameter yang terdapat pada indeks kerentanan lingkungan akibat tumpahan minyak adalah komponen utama dalam menilai kerentanan lingkungan. Penelitian kerentanan terhadap tumpahan minyak pada studi kasus Kepulauan Seribu menyebutkan ada beberapa parameter dinamika pesisir yang berpengaruh terhadap tumpahan minyak antara lain pengaruh energi gelombang, kemiringan pantai, tipe substrat dan produktivitas biologinya.

##### **1. Gelombang**

Kajian tentang fenomena gelombang laut mempunyai tingkat kompleksitas yang tinggi. Konversi ke dalam format spasial energi gelombang dilakukan berdasarkan delinasi zona gelombang pecah pada kontur kedalaman laut tertentu. Semakin tinggi gelombang maka akan semakin besar energinya, sehingga minyak dapat dengan mudah dibersihkan. Analisa arus pasang surut dilakukan untuk memperkuat klasifikasi energi gelombang. Kecepatan arus pasang surut dihitung dari beberapa skenario kedalaman dari masing – masing komponen pasang surut utama yang mempengaruhi tipe pasang surut di wilayah kajian

##### **2. Tipe Substrat dan Produktivitas Biologi**

Kriteria yang digunakan adalah tingkat penetrasi minyak ke dalam tipe substrat dan lamanya proses pembersihan minyak. Tingkat kerentanannya disusun berdasarkan sifat substrat yang impermeable (tidak dapat ditembus lapisan minyak) dan permeable (dapat ditembus minyak). Bedrock tidak akan membuat minyak berpenetrasi karena sifat substrat yang impermeable (tidak dapat ditembus minyak) dan proses pemulihan lingkungan akan berlangsung cepat oleh alam. Material buatan relatif lebih lambat dari bedrock sedangkan sedimen sangat berpotensi mengendapkan minyak sehingga tingkat kesulitan dalam membersihkan minyak akan lebih sulit dari bedrock dan material buatan. Yang termasuk ke dalam area produktivitas biologi adalah area hutan bakau, terumbu karang, rawa, air payau dan padang lamun. Area – area ini

diberi peringkat tinggi karena memiliki produktivitas dan sensitivitas tinggi karena berfungsi sebagai tempat organisme dan habitat ikan.

### **3. Kemiringan Pantai**

Kemiringan pantai berhubungan erat dengan tipe pantai, daerah intertidal dan pembentukan zona gelombang pecah. Daerah intertidal yang luas dengan kemiringan yang landai mempunyai tingkat kerentanan yang tinggi karena tingkat kesulitan untuk membersihkan minyak semakin sulit dan pengaruh energi gelombang dan arus pasut yang kecil. Sedangkan pantai yang curam memiliki energi gelombang yang besar yang berpotensi menimbulkan perpindahan minyak dengan cepat karena zona gelombang pecah lebih dekat dengan garis pantai (NOAA Ocean Service, 2002)

Parameter – parameter yang digunakan oleh NOAA Ocean Service (2002) dalam membangun peta Environmental Sensitivity Index (ESI) adalah parameter fisik . Pemberian peringkat berdasarkan kajian pengaruh proporsi parameter dinamika pesisir terhadap klasifikasi garis pantai pada masing – masing kelas.

Namun setelah penulis melakukan studi literatur, ada beberapa parameter yang mengalami dampak langsung ketika terjadi tumpahan minyak tetapi belum dicantumkan dalam NOAA Ocean Service (2002), antara lain adalah:

#### **1. Sosial Ekonomi**

Apabila dalam suatu wilayah yang terkena tumpahan minyak mayoritas berprofesi sebagai nelayan, maka nilai kerentanan dalam wilayah tersebut tinggi, karena penghasilan nelayan bergantung pada jumlah tangkapan ikan segar per harinya, apabila ikan – ikan di wilayah tersebut terkena tumpahan minyak, otomatis jumlah tangkapan ikan yang segar berkurang dan kualitasnya pun menurun. Hal tersebutlah yang mempengaruhi pendapatan per hari nelayan. Seperti yang disebutkan dalam [otomotif.kompas.com](http://otomotif.kompas.com) pada tanggal 15 Desember 2008, sejumlah nelayan mengaku sangat menderita

karena laut dan tambaknya tercemar. Mereka tidak dapat melaut karena jaring – jaring rusak tercemar limbah dan hasil perolehan ikannya merosot. Adapun tambak yang mereka miliki tidak menghasilkan ikan selama dua bulan akibat tumpahan minyak.

## **2. Tata Guna Pantai dan Laut**

Pada dasarnya parameter tata guna pantai dan laut hampir sama dengan parameter produktivitas biologi dan sensitivitasnya. Hanya saja ada beberapa kriteria yang kurang dalam parameter tersebut. Dalam parameter produktivitas biologi dan sensitivitas NOAA hanya menyebutkan bahwa fungsi area laut antara lain adalah sebagai hutan bakau, arwa payau dan padang lamun, namun setelah penulis melakukan studi pustaka, ada beberapa kriteria yang harus ditambahkan sesuai dengan tata guna pantai yang sudah ada di Indramayu. Kriteria yang perlu ditambahkan antara lain adalah area pantai sebagai tambak garam, suaka alam laut, objek pariwisata dan area konservasi. Dalam daerah yang kami tinjau seperti di Kecamatan Juntinyuat, terdapat Pantai yang berfungsi sebagai objek wisata, jika keindahan pantai berkurang akibat terkena dampak tumpahan minyak, maka wisatawan pun akan berkurang jumlahnya dan secara tidak langsung pantai sebagai objek wisata akan berkurang fungsinya.

## **3. Jalur Pipa**

Seperti yang kita ketahui bahwa di Kecamatan Balongan terdapat perusahaan BUMN Pertamina UP VI Balongan, dalam proses untuk mendistribusikan hasil produksi minyaknya, Pertamina menggunakan pipa sebagai salah satu media untuk mendistribusi hasil produksi minyak. Daerah atau kecamatan yang terlewati oleh jalur pipa untuk distribusi minyak, memiliki nilai kerentanan lebih tinggi daripada kecamatan yang tidak terlewati oleh jalur pipa. Laporan Akhir Kajian Analisis Trend Kecelakaan Transportasi Laut Tahun 2003 – 2008 42 2006: menyebutkan bahwa telah terjadi 119 kecelakaan, 2007: 159 kecelakaan dan pada tahun 2008 terjadi 138 kasus kecelakaan, rata – rata kenaikan selama 6 tahun ( 2003 – 2008 ) adalah tenggelam (37%), kandas

(13%), tubrukan (15%), kebakaran (18%) dan jenis kecelakaan lainnya (17%) sedangkan penyebab kecelakaan kapal adalah human error 37% , kesalahan teknis 23%, karena kondisi alam 38% dan 2% untuk penyebab lainnya. Untuk kondisi alam yang berpengaruh besar adalah faktor lingkungan, dan faktor lingkungan tersebut antara lain: panjang jalur perairan, banyak tikungan, lebar alur perairan, rintangan atau bahaya navigasi di alur perairan, kecepatan arus, kecepatan angin, tinggi gelombang, ketebalan kabut, bangkai kapal di jalur pelayaran dan pipa bawah laut berada di jalur pelayaran (PT. Trans Asia Consultants, 2009)

Pernah terjadi kejadian pada tahun 2010 tentang kebocoran pipa gas milik Kodeco di perairan barat Surabaya akibat terkena gesekan dari lambung kapal yang melintasi perairan tersebut (nasional.kompas.com). oleh karena itu, penulis merasa bahwa jalur pipa berpengaruh penting sebagai parameter kerentanan lingkungan terhadap tumpahan minyak.

Penelitian dilakukan dengan metode *expect judgement* dan dengan mempelajari studi literatur yang berkaitan dengan kerentanan lingkungan akibat tumpahan minyak, maka penulis menetapkan parameter – parameter berikut sebagai dasar indeks nilai kerentanan. Berikut adalah parameter – parameter yang akan menjadi dasar indeks nilai kerentanan dalam penelitian ini:

Tabel 4.1. Parameter Penyusun Indeks Kerentanan

Parameter - Parameter Penyusun Indeks Kerentanan	
PARAMETER 1	Sosial Ekonomi
PARAMETER 2	Tingkat Pengaruh Energi Gelombang dan Arus Pasang Surut
PARAMETER 3	Kemiringan Pantai
PARAMETER 4	Tipe Substrat
PARAMETER 5	Tata Guna Pantai dan Laut
PARAMETER 6	Jalur Pipa Distribusi Minyak

#### 4.1.2 Metode Pembobotan Kerentanan Lingkungan Wilayah Pesisir

Dewasa ini masih belum banyak yang menganalisa tentang kerentanan lingkungan wilayah pesisir. Sehingga kurangnya sumber untuk melakukan analisa kerentanan lingkungan wilayah pesisir terhadap tumpahan minyak. Namun ada beberapa organisasi yang sudah melakukan analisa kerentanan lingkungan, seperti contoh yang dilakukan oleh NOAA. NOAA menganalisa kerentanan lingkungan wilayah pesisir dengan metode *Simple Additive Weighting*. Metode *Simple Additive Weighting* adalah metode penjumlahan terbobot. Konsep dasar metode *Simple Additive Weighting* adalah mencari penjumlahan terbobot dari rating kinerja pada setiap alternatif pada semua atribut (Fishburn, 1967; Mac Crimmon, 1968). Metode SAW membutuhkan proses normalisasi matriks keputusan (  $X$  ) ke suatu skala yang dapat diperbandingkan dengan semua rating alternatif yang ada. Namun dalam analisis kerentanan lingkungan terhadap tumpahan minyak yang dilakukan NOAA dengan metode *Simple Additive Weighting* ini terdapat banyak kekurangan antara lain:

- Bobot semua parameter dianggap sama karena sulitnya menentukan parameter mana yang lebih berpengaruh
- Membutuhkan waktu yang lama dalam menganalisa karena harus membuat matriks keputusan terlebih dahulu
- Tidak bisa digunakan sebagai *early warning system* karena rumitnya pembuatan matriks pembebanan

Sedangkan metode yang penulis gunakan dalam penelitian ini adalah metode *Coastal Vulnerability Analysis*. Kelebihan metode *Coastal Vulnerability Analysis* adalah:

- Metode yang sangat simpel dan mudah untuk diterapkan
- Jika ada kejadian tumpahan minyak, maka tidak perlu waktu yang lama untuk menganalisis

- Adanya nilai pembobotan pada setiap parameter sehingga dapat dilihat daerah mana yang lebih rawan dan harus mendapat *maintanance* lebih.
- Dapat diaplikasikan sebagai *early warning system* karena metodenya yang sederhana.
- 

Berikut adalah formula *Coastal Vulnerability Analysis* yang telah dibuat oleh penulis untuk menganalisa kerentanan lingkungan akibat tumpahan minyak:

$$CVI = \sqrt{\frac{SE*TG*KP*TS*TP*JP}{6}} \dots\dots\dots(4.1)$$

Dengan keterangan:

CVI : *Coastal Vulnerability Index*

SE : Sosial Ekonomi

TG : Tingkat Energi Gelombang

KP : Kemiringan Pantai

TS : Tipe Substrat

TP : Tata Guna Pantai dan Laut

JP : Jalur Pipa

Dengan klasifikasi skala pembobotan indeks kerentanan lingkungan sebagai berikut:

Tabel 4.2. Indeks Kerentanan Ditinjau dari Parameter Sosial Ekonomi

KODE	KELAS	MATA PENCAHARIAN	BOBOT
SE 1	Sangat Rendah	PNS, BUMN, Pensiun	1
SE 2	Rendah	Pegawai Swasta	2
SE 3	Moderat	Wiraswasta	3
SE 4	Rentan	Petani Nelayan Mandiri	4
SE 5	Sangat Rentan	Petani Nelayan Buruh	5

Sumber: Almunir (2011)

Tabel 4.3. Indeks Kerentanan Ditinjau Dari Pengaruh Gelombang

KELAS	TINGKAT PENGARUH ENERGI GELOMBANG DAN ARUS PASANG SURUT	BOBOT
Sangat Rendah	Gelombang laut tinggi ( $h > 1\text{m}$ ) & arus pasut kuat sepanjang musim	1
Rendah	Gelombang laut sedang ( $h \text{ } 0,5 - 1\text{m}$ ) & arus pasut kuat sepanjang musim	2
Moderat	Gelombang laut rendah ( $h < 0,5\text{m}$ ) & arus pasut kuat sepanjang musim	3
Rentan	Gelombang laut dan arus pasut mempunyai pola musiman	4
Sangat Rentan	Gelombang laut dan arus pasut terlindung morfologi pantai	5

Sumber: NOAA (2002) dalam Ali et al (2008) dengan modifikasi

Tabel 4.4. Indeks Kerentanan Ditinjau Dari Parameter Kemiringan Pantai

KODE	KELAS	KEMIRINGAN PANTAI	BOBOT
KP 1	Sangat Rendah	Slope $> 30^\circ$	1
KP 2	Rendah	Slope $20^\circ - 30^\circ$	2
KP 3	Moderat	Slope $10^\circ - 20^\circ$	3
KP 4	Rentan	Slope $5^\circ - 10^\circ$	4
KP 5	Sangat Rentan	Slope $0^\circ - 5^\circ$	5

Sumber: NOAA (2002) dalam Ali et al (2008) dengan modifikasi

Tabel 4.5. Indeks Kerentanan Ditinjau Dari Parameter Tipe Substrat

KODE	KELAS	TIPE SUBSTRAT	BOBOT
TS 1	Sangat Rendah	Bedrock	1
TS 2	Rendah	-	2
TS 3	Moderat	Gravel	3
TS 4	Rentan	-	4
TS 5	Sangat Rentan	Sandy	5

Sumber: NOAA (2002) dalam Ali et al (2008) dengan modifikasi

Tabel 4.6. Indeks Kerentanan Ditinjau Dari Parameter Tata Guna Pantai dan Laut

KODE	KELAS	Tata Guna Pantai dan Laut	BOBOT
TP 1	Sangat Rendah	Tempat pelelangan Ikan	1
TP 2	Rendah	Hutan Payau	2
TP 3	Moderat	Suaka Alam Laut	3
TP 4	Rentan	Terumbu Karang	4
TP 5	Sangat Rentan	Hutan Mangrove, Objek Pariwisata	5

Tabel 4.7. Indeks Kerentanan Ditinjau Dari Pameter Jalur Pipa

KODE	KELAS	KETERANGAN	BOBOT
JP 1	Sangat Rendah	Tidak Dilewati Jalur Pipa	1
JP 2	Rendah	-	2
JP 3	Moderat	-	3
JP 4	Rentan	Dilewati Jalur Pipa	4
JP 5	Sangat Rentan	Ada Jalur Pipa dan Pernah Terjadi Kebocoran	5

## **4.2 Studi Kasus Wilayah Pesisir Indramayu**

### **4.2.1. Lokasi Penelitian**

Kabupaten Indramayu merupakan salah satu kabupaten yang terletak di Jawa Barat. Secara astronomis, Kabupaten Indramayu berada di  $107^{\circ}52'$  –  $108^{\circ}36'$  BT dan  $6^{\circ}15'$  –  $6^{\circ}40'$  LS dengan panjang garis pantai 114 Km. Adapun batas-batas wilayah Kabupaten Indramayu adalah sebagai berikut:

Utara : Laut Jawa

Timur : Kabupaten Cirebon dan Laut Jawa

Selatan : Kabupaten Majalengka, kabupaten Sumedang

Barat : Kabupaten Subang

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Indramayu memiliki luas wilayah yang tercatat seluas 204.011 Ha yang terdiri atas 115.029 Ha tanah sawah (56,38%) dan 43,62% merupakan tanah kering. Kabupaten Indramayu terdiri dari atas 31 kecamatan yang dibagi lagi atas 313 Desa dan kelurahan. Pusat pemerintahannya terletak di Kecamatan Indramayu yang berada di pesisir Laut Jawa. Kabupaten Indramayu saat ini memiliki desa sebanyak 302 desa dan 11 kelurahan. Desa/kelurahan tersebut tersebar di 31 kecamatan, dimana pada tahun 2005 telah terjadi pemekaran wilayah yang menghasilkan 3 kecamatan baru yaitu Kecamatan Tukdana, Kecamatan Pasekan dan Kecamatan Patrol namun yang menjadi fokus studi adalah 7 kecamatan yang terletak di sepanjang garis pantainya yaitu Kecamatan Pasekan, Kecamatan Cantigi, Kecamatan Losarang, Kecamatan Indramayu, Kecamatan Balongan dan Kecamatan Juntinyuat.

### **4.2.2. Sosial Ekonomi**

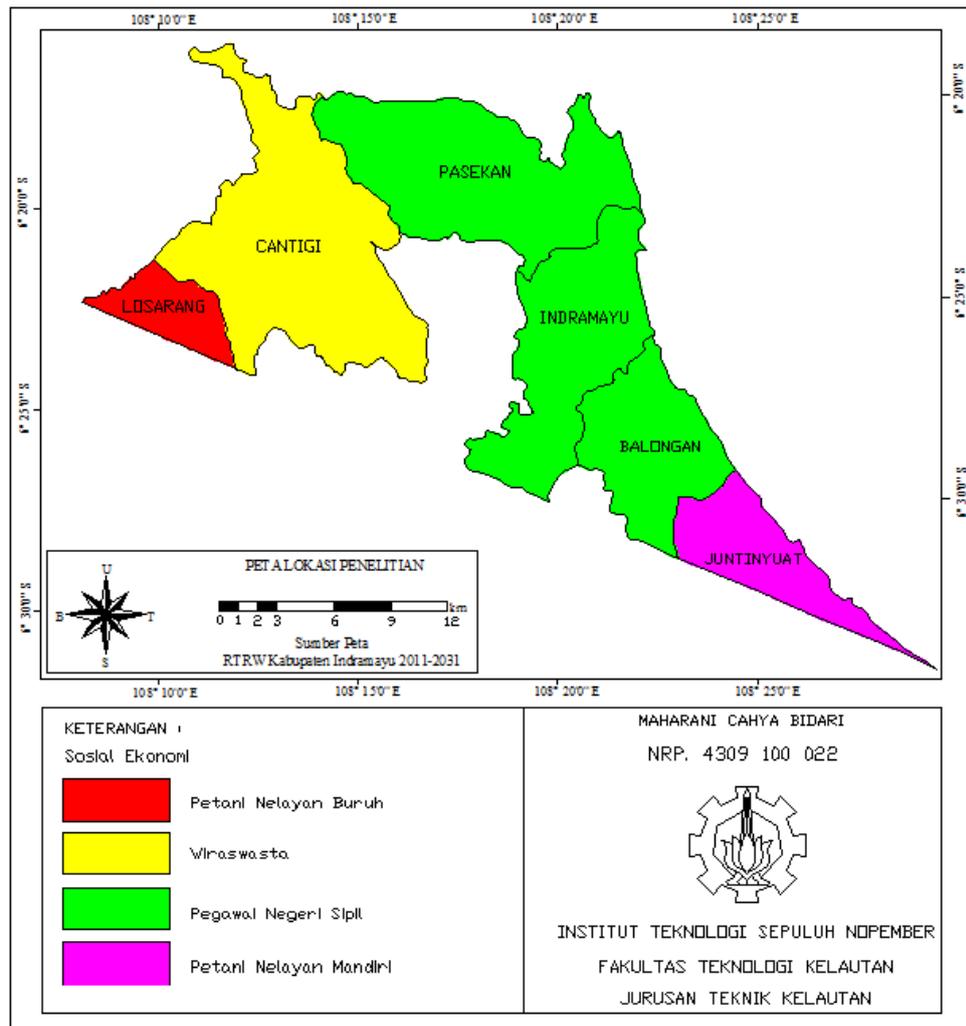
Selain tanaman padi, bumi Indramayu kaya akan sumber bahan tambang, yaitu minyak dan gas bumi (migas). Sejak tahun 1970 migas mulai dieksploitasi oleh Pertamina melalui penggalian sejumlah sumur. Dari ratusan sumur yang dibor, daerah – daerah yang berhasil memproduksi adalah Kecamatan Jatibarang, Kecamatan Cemara, Kecamatan Kandanghaur Barat dan Timur dan Tugu Barat. Pada tahun 1980 Pertamina mendirikan terminal Balongan untuk menyalurkan bahan bakar minyak (BBM). Kilang yang dibangun tahun 1990

tersebut mulai beroperasi pada tahun 1994. Dikelola oleh Pertamina Unit Pengolahan (UP) VI Balongan. Produksi kilang BBM berkapasitas 125.000 BPSD boleh dibilang seratus persen disalurkan ke Jakarta. Sedangkan produksi gas atau LPG yang dikelola Kilang LPG mundu VI dengan kapasitas 37,3 MMSCFD di kecamatan Karangampel disalurkan untuk Jawa Barat dan DKI Jakarta.

Kabupaten Indramayu juga merupakan gudang tambak, selain itu masyarakatnya banyak yang berprofesi sebagai pegawai negeri sipil karena banyak terdapat instansi pemerintahan yang terdapat di Indramayu.. Seperti di kecamatan Balongan, terdapat ratusan hektar tambak udang, tambak bandeng, dan tambak garam. Salah satu sentra produksi garam rakyat di Jawa Barat adalah Kecamatan Losarang. Umumnya petani garam di Losarang, Indramayu termasuk dalam petani yang menyewa tanah / lahan penggaraman atau yang menggarap tambak milik orang lain. Setiap satu lahan garapan dengan luas 1 Ha produksinya berkisar antara 3 – 4 ton, dan selama musim kemarau mereka dapat memanen sebanyak 3 kali. Harga garam dari petani sekitar Rp 7/kg, sehingga para petani garam hanya mendapatkan Rp 84000/ton/ha/tahun.

Untuk Kecamatan Pasekan keterlibatan wanita dalam meningkatkan perekonomian keluarga dengan cara bekerja keluar negeri. Bagi masyarakat sekitar, wanita ibarat harta berharga, lebih mengutamakan anak perempuan dikarenakan dapat secara cepat menghasilkan uang ketika dewasa dengan jalan menjadi TKW.

Pada Kecamatan Cantigi, penghasilan utama mereka berupa industri rumah tangga. Masyarakat cantigi sudah lama menekuni bisnis petasan sejak tahun 70an, meskipun sudah ada peringatan dari pemerintah sekitar tentang industri petasan tersebut namun tampaknya masyarakat sekitar tidak terlalu mengindahkan dan tetap memproduksi petasan karena sangat menguntungkan. Untuk satu bulannya saja dari hasil menjual petasan dapat mengasilkan sekitar Rp 300.000.



Gambar 4.1. Peta Sosial Ekonomi Wilayah Pesisir Kabupaten Indramayu

#### 4.2.3. Tata Guna Pantai Indramayu dan Fungsi Sebagai Habitat

Seperti yang kita ketahui bahwa pantai memiliki banyak fungsi antara lain adalah sebagai daerah pertanian pasang surut, selain itu juga bisa menjadi areal tambak garam, wilayah pengembangan industri dengan corak pantai, objek wisata alam dan sebagai wilayah perkebunan kelapa dan pisang.

Dalam kasus ini pantai akan mengalami dampak secara langsung apabila terjadi tumpahan minyak, maka dari itu perlu dilakukan analisa kerentanan pantai ditinjau dari tata guna lahannya.

Seperti pada Kecamatan Juntinyuat yang pantainya dijadikan sebagai objek pariwisata yaitu Pantai Tirtamaya dan Pantai Glayem.

Pada kecamatan Balongan pantainya juga dijadikan sebagai kawasan wisata yaitu Pantai Balongan Indah yang selalu ramai pada akhir pekan.

Untuk Kecamatan Karangampel terdapat Pantai Eretan yang jua dijadikan sebagai kawasan wisata .

Sedangkan di sekitar Kecamatan Indramayu terdapat Suaka Alam Laut

Untuk Hutan Payau tersebar di beberapa Kecamatan yaitu Kecamatan Karangampel, Kecamatan Cantigi, Kecamatan Losarang, Kecamatan Pasekan, Kecamatan Indramayu, Kecamatan Balongan

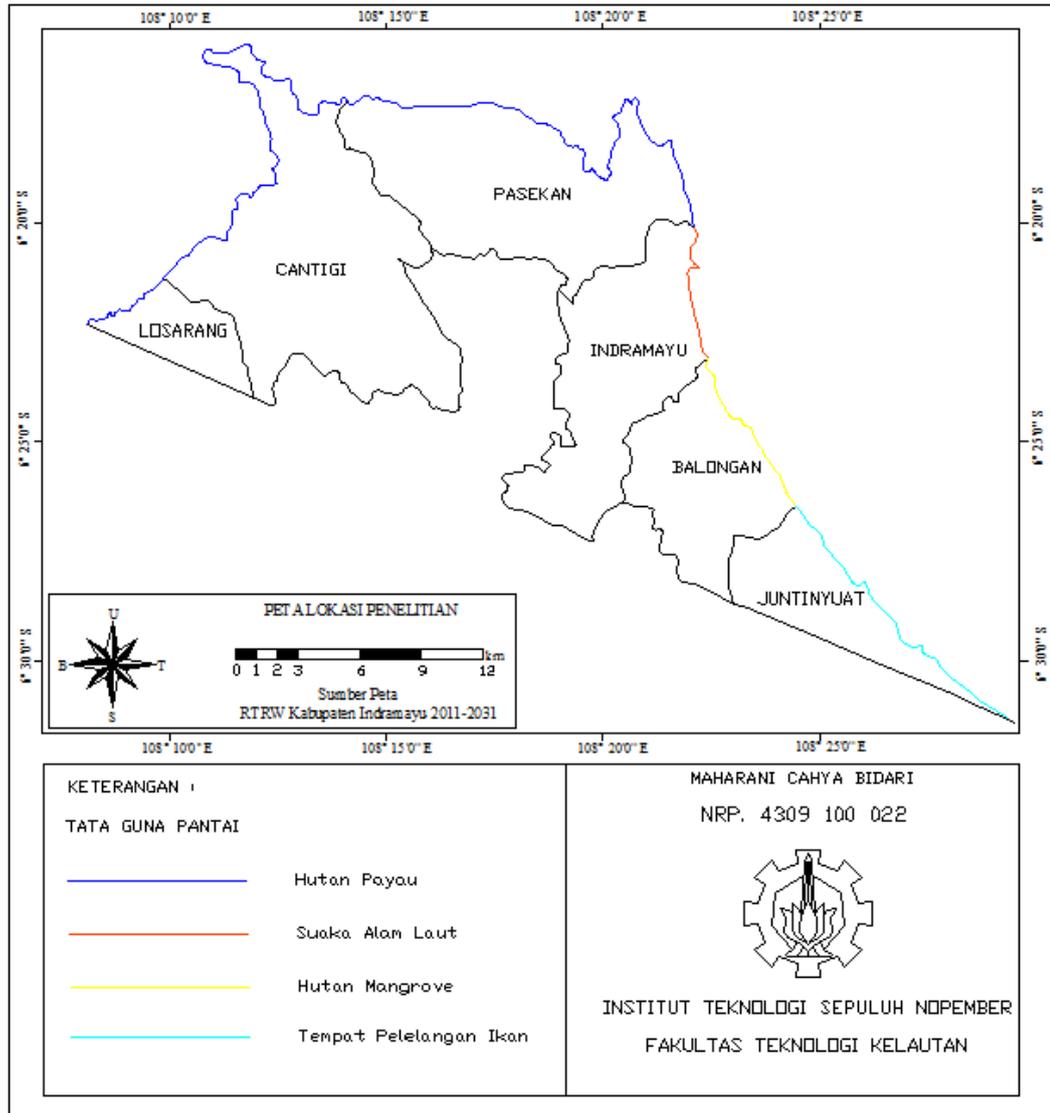
Di Kecamatan Indramayu juga terdapat area konservasi laut dan juga ada di Kecamatan Juntinyuat

Sedangkan untuk area mangrove terdapat pada daerah Kecamatan Karangampel, didaerah ini juga terdapat Tempat Pelelangan Ikan

Tabel 4.8. Tata Guna Pantai Indramayu

<b>KECAMATAN</b>	<b>TATA GUNA PANTAI</b>
Losarang	Hutan Payau
Cantigi	Hutan Payau
Pasekan	Hutan Payau
Indramayu	Suaka Alam Laut
Balongan	Objek Pariwisata, Hutan Payau
Karangampel	Objek Pariwisata, Hutan Mangrove
Juntinyuat	Objek Pariwisata, Hutan Payau

Sumber: dishut.jabarprov.go.id, disparbud.jabarprov.go.id



Gambar 4.2. Peta Tata Guna Pantai Wilayah Pesisir Kabupaten Indramayu

#### 4.2.4. Variabel Geomorfologi

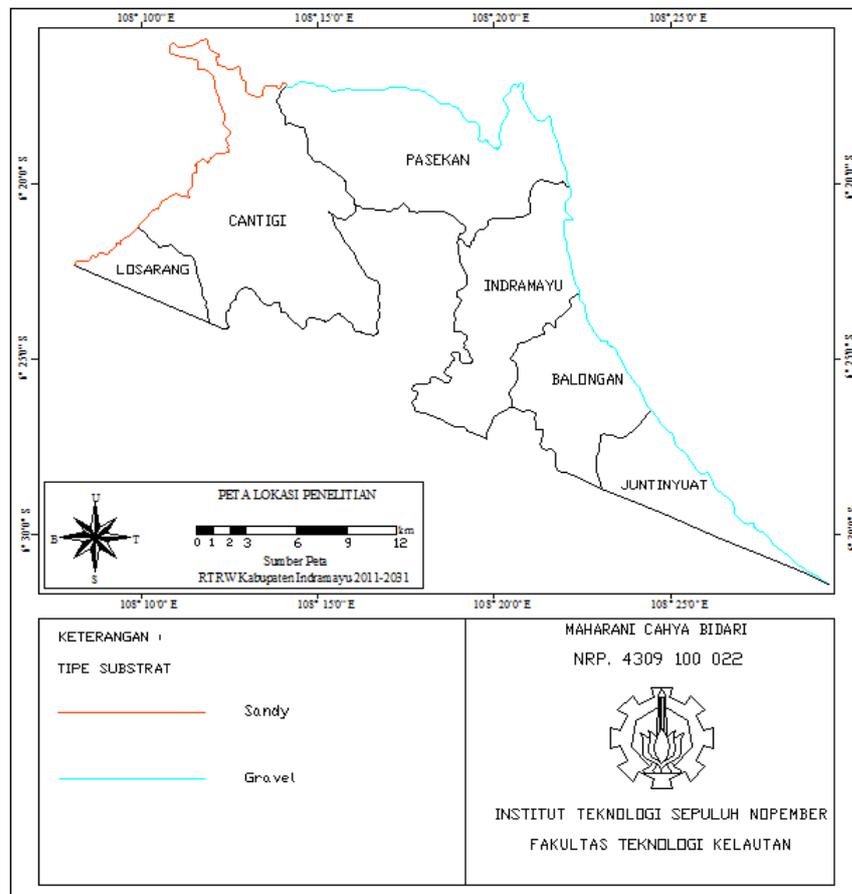
Untuk mendapatkan jenis – jenis landform geomorfologi dapat ditinjau melalui Peta Rupa Bumi Indonesia, Peta Geologi, dan Peta Landsystem, variabel geomorfologi berdasarkan jenis landuse dan landcover pada peta RBI adalah sebagai berikut:

- Landform Daratan Aluvial didapatkan dari atribut layer, seperti empang, penggaraman, sawah irigasi, sawah tadah hujan, tegalan/ladang
- Landform Rawa Payau (salt marsh) didapatkan dari atribut layer. Belukar/semak dan rawa

- Landform Hutan Bakau didapatkan dari atribut layer Hutan Bakau dan Hutan Rawa
- Landform Bangunan Pantai didapatkan dari Gedung dan Pemukiman
- Landform Estuari, Laguna dan Delta didapatkan dari atribut layer air tawar dan garis pantai
- Landform Pantai Berpasir didapatkan dari atribut Pasir Pantai dan Pasir Darat

#### 4.2.5. Tipe Substrat Tanah

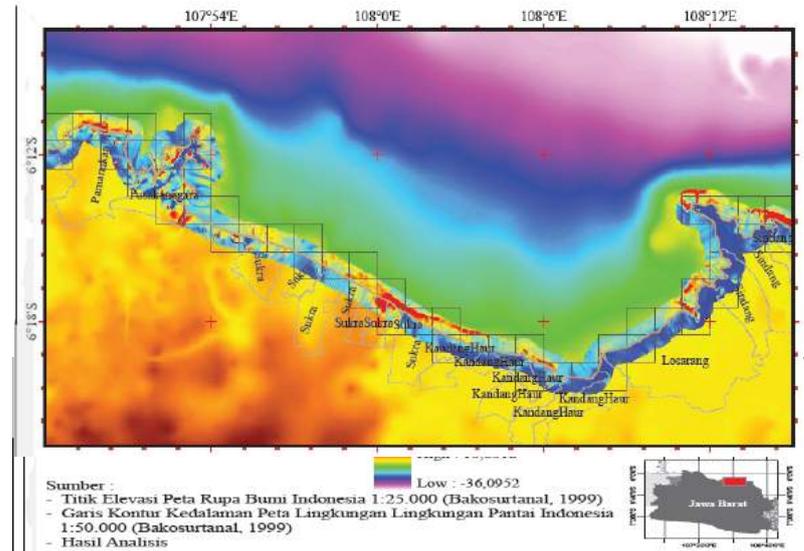
Tipe substrat tanah dapat diketahui dengan melaksanakan uji lab. untuk mengetahui seberapa besar diameter butiran tanah. Selain itu, data butiran tanah juga bisa didapatkan dengan mengacu pada penelitian sebelumnya yang sudah pernah dilakukan. Butiran tanah sangat mempengaruhi tingkat kesulitan untuk membersihkan tumpahan minyak. Semakin besar penetrasi minyak, maka akan semakin sulit proses untuk membersihkannya.



Gambar 4.3. Peta Tipe Substrat Wilayah Pesisir Kabupaten Indramayu

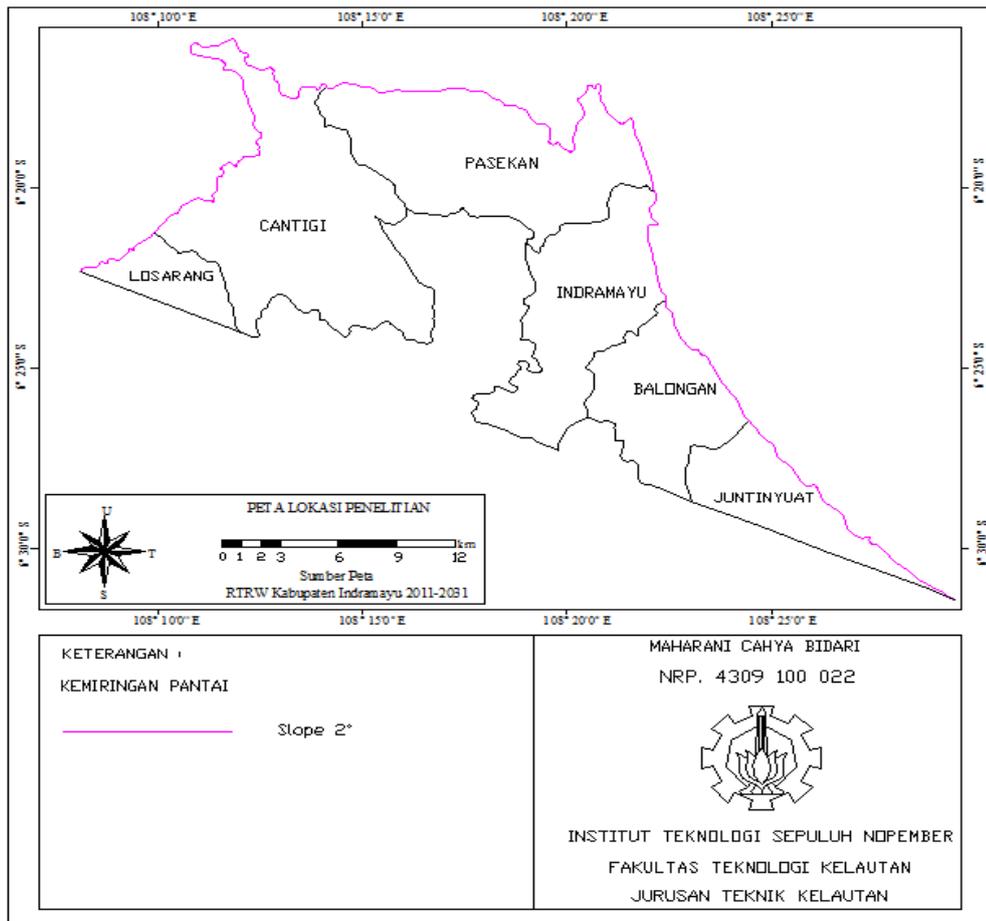
#### 4.2.6 Kemiringan Pantai (*Coastal Slope*)

Berikut adalah peta yang berisi tentang informasi kemiringan pantai yang berada di Kabupaten Indramayu.



Gambar 4.4. Peta Profil Elevasi Topografi dan Batimetri (Sumber: Bakosurtanal, 1999)

Pada Gambar 4.5 diketahui bahwa sebagian besar kawasan pesisir dalam wilayah kajian adalah dataran rendah dengan ketinggian berkisar antara 0 – 5 meter. Dataran kecamatan yang berada di pesisir yang memiliki ketinggian lebih dari 5 meter terdapat pada Kecamatan Indramayu. Hasil analisis elevasi kemiringan (meter) pada kawasan pantai berjarak 1 km dari garis pantai ke arah laut dan darat. Dapat kita ketahui bahwa kisaran kedalaman batimetri dan ketinggian topografi di atas membentuk rata – rata kemiringan pantai (slope) antara 0,06% hingga 0,79%.

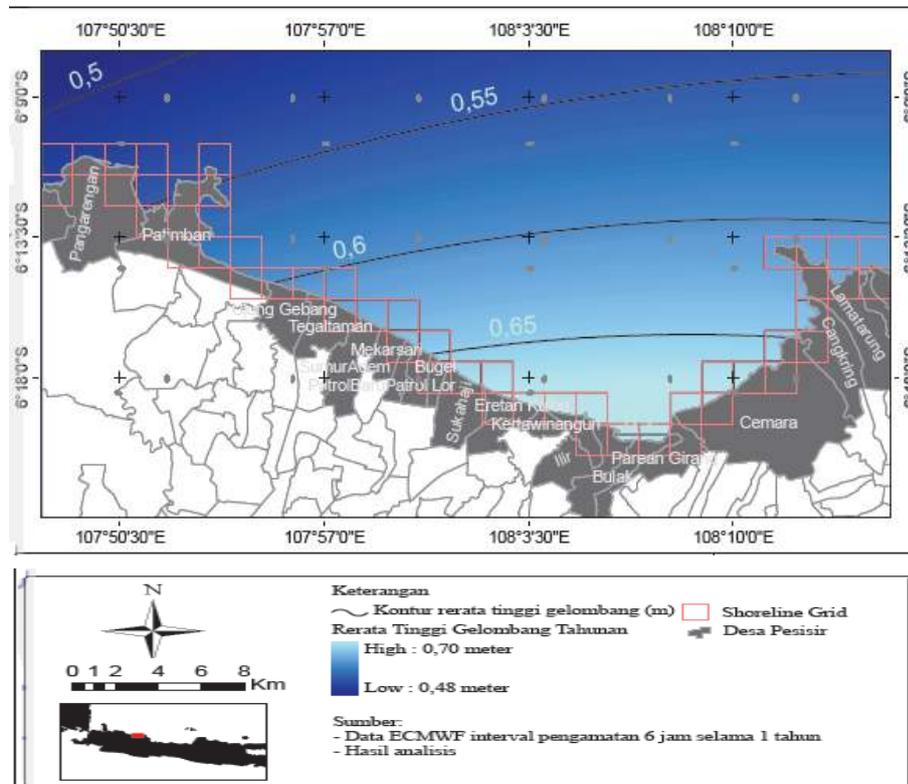


Gambar 4.5. Peta Kemiringan Pantai Wilayah Pesisir Kabupaten Indramayu

#### 4.2.7 Tinggi Gelombang Rata – Rata

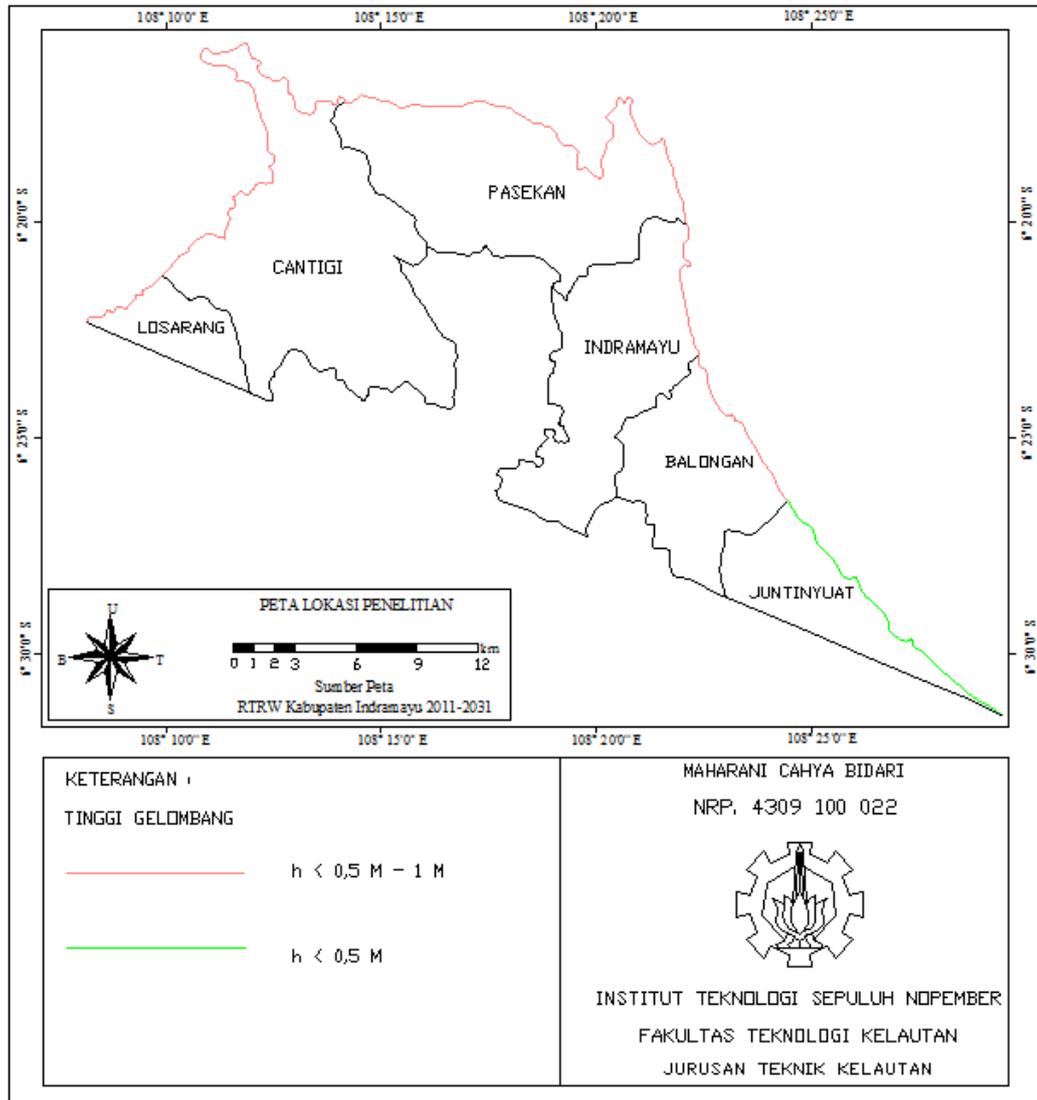
Hasil analisis rata – rata tinggi gelombang musiman pada wilayah perairan sekitar Laut Jawa menunjukkan bahwa secara umum puncak rata – rata tinggi gelombang pada tahu 2003 terjadi pada Musim Peralihan 1 (Musim Barat ke Timur) hingga Musim Timur dengan rata –rata ketinggian mencapai lebih dari 1,3 meter yang berlangsung disekitar Cirebon. Pemerintah Kabupaten Indramayu (1996) dalam Bappeda Jabar (2007) melaporkan bahwa berdasarkan kajian yang mereka lakukan menggunakan metode SMB (*Sverdrup Munk Bretch Neider*) menunjukkan bahwa umumnya gelombang di wilayah Indramayu sesuai dengan arah angin yaitu dari arah Barat Laut dan Timur Laut dimana masing – masing adalah sebanyak 22,25 %, 10,88% dan 20,10%. Secara keseluruhan yaitu sebanyak 28,40% tinggi gelombang mencapai antara

0,5 – 0,8 meter, sedangkan gelombang teduh dengan ketinggian < 0,3 m adalah sebanyak 28,40%.



Gambar 4.6. Peta Sebaran Rata – Rata Tinggi Gelombang

(Sumber: Bakosurtanal, 1999)

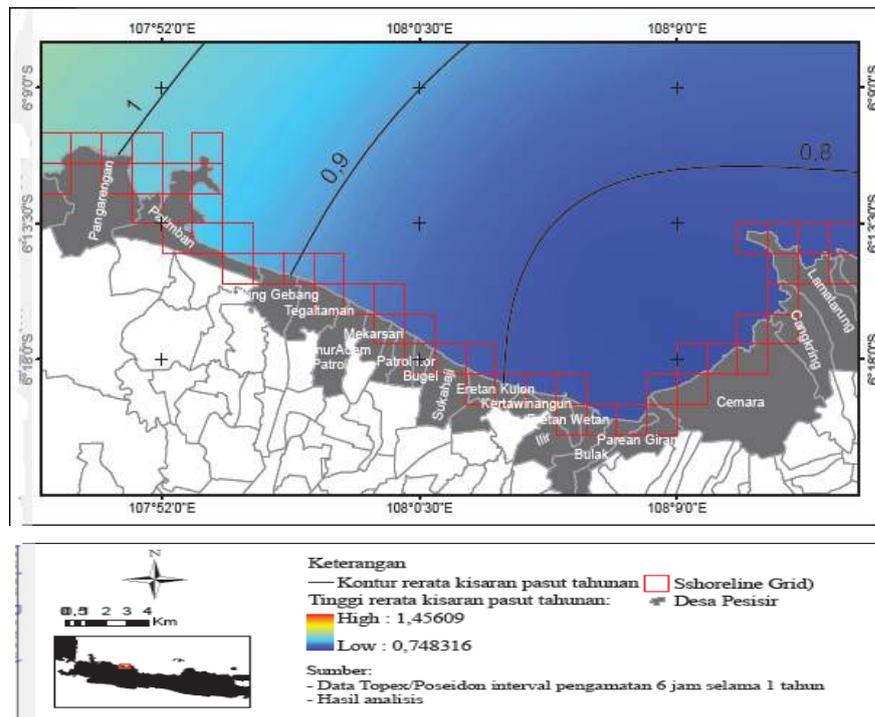


Gambar 4.7. Peta Tinggi Gelombang Wilayah Pesisir Kabupaten Indramayu

#### 4.2.8 Rata – Rata Kisaran Pasang Surut

Gormitz (1997) menerangkan bahwa pasang surut beragam secara tahunan, namun perbedaan tersebut relatif kinstan satu sama lainnya. Untuk kebutuhan penilaian kerentana, hasil didapatkan dari pengamatan selama kurun waktuselama setahun telah memadai dalam menilai rata – rata kisaran tinggi maksimum pasang surut. Hasil analisis menggunakan statistik spasial terhadap rata –rata kisaran pasang surut dalam wilayah kajian adalah berkisar antara 0,763 – 1,045 meter dengan tinggi kisaran (*annual mean tidal range*) secara keseluruhan sebesar 0,851 meter. Dilain piak, pengaruh penerapan untuk perhitungan pola jangka panjang (setahun) memberikan nilai rata – rata surut minimum, pasang maksimum serta

rata – rata kisaran pasang surut yang sesuai secara umum dengan pengamatan lain. Misalnya hasil pengamatan dari Bappeda Jabar (2007) yang menerangkan bahwa berdasarkan penelitian pasang surut menggunakan prakiraan dari data dua stasiun Tanjung Priok dan Cirebon memiliki kisaran pasang surut terbesar adalah 1 meter dan kisaran tinggi pasang dan surut kedua adalah 0,5 – 0,7 meter, hal ini dimana kisaran tersebut sesuai dengan hasil pengolahan kisaran pasang surut dalam wilayah kajian.



Gambar 4.8. Peta Sebaran Tinggi Rata – Rata Kisaran Pasang Surut Tahunan (*annual mean tidal range*)  
(Sumber: Bakosurtanal, 1999)

#### 4.2.9 Lintasan Jalur Pipa

Jalur pipa yang terdapat pada Pertamina UP VI Balongan, Indramayu terdapat 2 jenis yaitu pipa dibawah laut yang menghubungkan SBM milik Pertamina dengan sumur Pertamina yang berada di daratan, pipa bawah laut ini hanya berada di perairan di sekitar Kecamatan Balongan, sedangkan jenis yang kedua adalah pipa yang terdapat di daratan yang menyalurkan dari Balongan ke Jakarta, pipa ini juga melewati Kecamatan Juntinyuat (Process Engineer Pertamina, 2013).

#### 4.2.10 Analisis Kerentanan Menggunakan Metode CVI

Berikut adalah hasil analisis dari data primer yang penulis dapatkan dengan klasifikasi kerentanan lingkungan sebagai berikut.

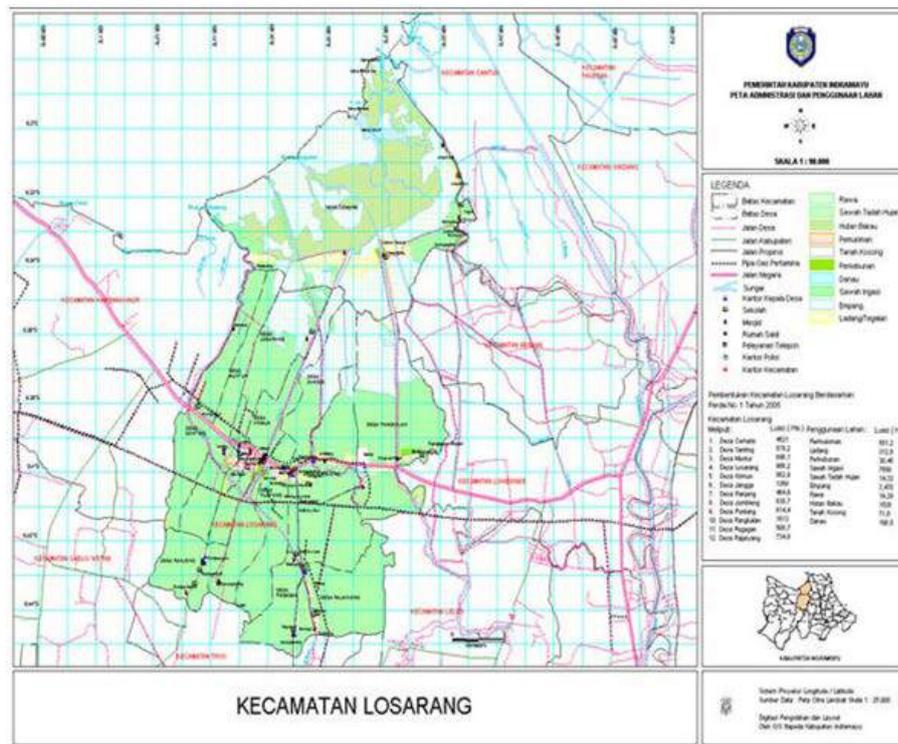
Tabel 4.9. Klasifikasi Kerentanan Lingkungan

IKL	4-6	6,1-8	8,1-10	10,1-12
<b>Kerentanan</b>	Kurang rentan	Agak rentan	Rentan	Sangat rentan

Sumber: Doukakis, 2005

#### 4.2.10.1. Kecamatan Losarang

Analisis kerentanan lingkungan Kecamatan Losarang adalah sebagai berikut:



Gambar 4.9. Peta Kecamatan Losarang

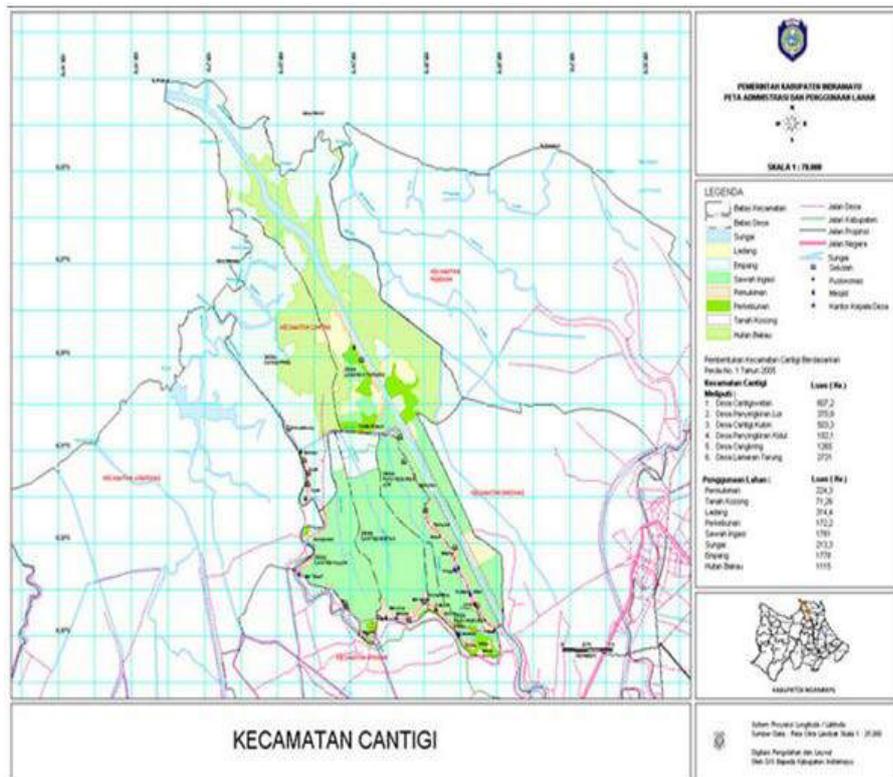
Tabel 4.10. Indeks Kerentanan Lingkungan Kecamatan Losarang

Wilayah Kecamatan	Luas (Km <sup>2</sup> )	Paramater						Total	Nilai Indeks	Tingkat Kerentanan
		SE	TG	KP	TS	TP	JP			
LOSARANG	137.679	5	2	5	5	2	1	20	9.128709292	RENTAN

Sosial Ekonomi	: Petani Nelayan Buruh	Bobot: 5
Tinggi Gelombang	: 0,7 Meter	Bobot: 2
Kemiringan Pantai	: 2 <sup>o</sup>	Bobot: 5
Tipe Substrat	: Sandy	Bobot: 5
Tata Guna Pantai	: Hutan Payau	Bobot: 2
Jalur Pipa	: Tidak Dilewati Pipa	Bobot: 1

#### 4.2.10.2. Kecamatan Cantigi

Analisis kerentanan lingkungan Kecamatan Cantigi adalah sebagai berikut:



Gambar 4.10. Peta Kecamatan Cantigi

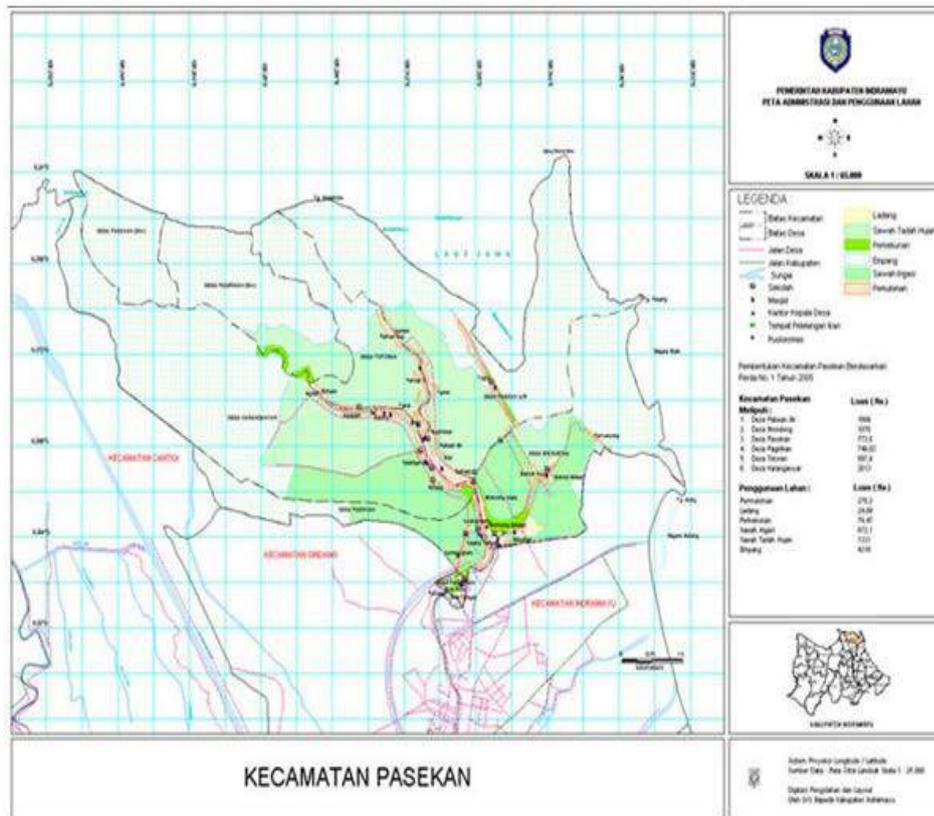
Tabel 4.11. Indeks Kerentanan Lingkungan Kecamatan Cantigi

Wilayah Kecamatan	Luas (Km <sup>2</sup> )	Paramater						Total	Nilai Indeks	Tingkat Kerentanan
		SE	TG	KP	TS	TP	JP			
CANTIGI	89.885	3	2	5	5	2	1	18	7.071067812	RENTAN

Sosial Ekonomi	: Wiraswasta	Bobot: 3
Tinggi Gelombang	: 0,5 – 1 meter	Bobot: 2
Kemiringan Pantai	: 2°	Bobot: 5
Tipe Substrat	: Sandy	Bobot: 5
Tata Guna Pantai	: Hutan Payau	Bobot: 2
Jalur Pipa	: Tidak dilalui jalur pipa	Bobot: 1

#### 4.2.10.3. Kecamatan Pasekan

Analisis kerentanan lingkungan Kecamatan Pasekan adalah sebagai berikut:



Gambar 4.11. Peta Kecamatan Pasekan

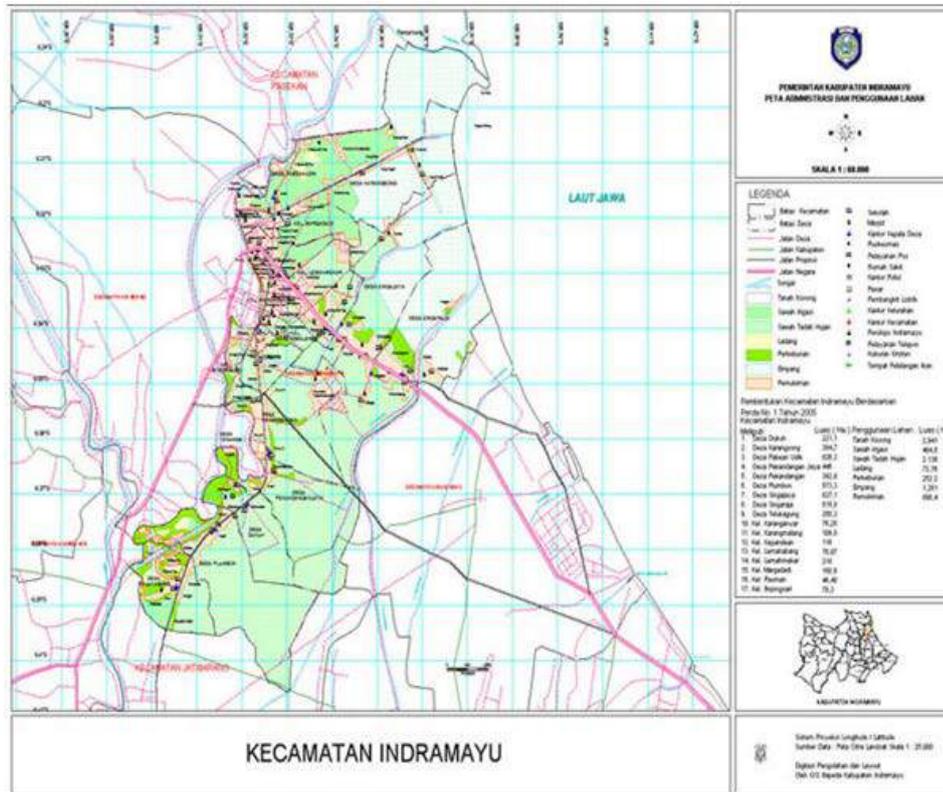
Tabel 4.12. Indeks Kerentanan Lingkungan Kecamatan Pasekan

Wilayah Kecamatan	Luas (Km <sup>2</sup> )	Paramater						Total	Nilai Indeks	Tingkat Kerentanan
		SE	TG	KP	TS	TP	JP			
PASEKAN	68.0273	1	2	5	3	2	1	14	3.16227766	KURANG RENTAN

Sosial Ekonomi	: PNS	Bobot: 1
Tinggi Gelombang	: 0,5 – 1 meter	Bobot: 2
Kemiringan Pantai	: 2 <sup>o</sup>	Bobot: 5
Tipe Substrat	: Gravel	Bobot: 3
Tata Guna Pantai	: Hutan Payau	Bobot: 2
Jalur Pipa	: Tidak dilalui jalur pipa	Bobot: 1

#### 4.2.10.4. Kecamatan Indramayu

Analisis kerentanan lingkungan Kecamatan Indramayu adalah sebagai berikut:



Gambar 4.12. Peta Kecamatan Indramayu

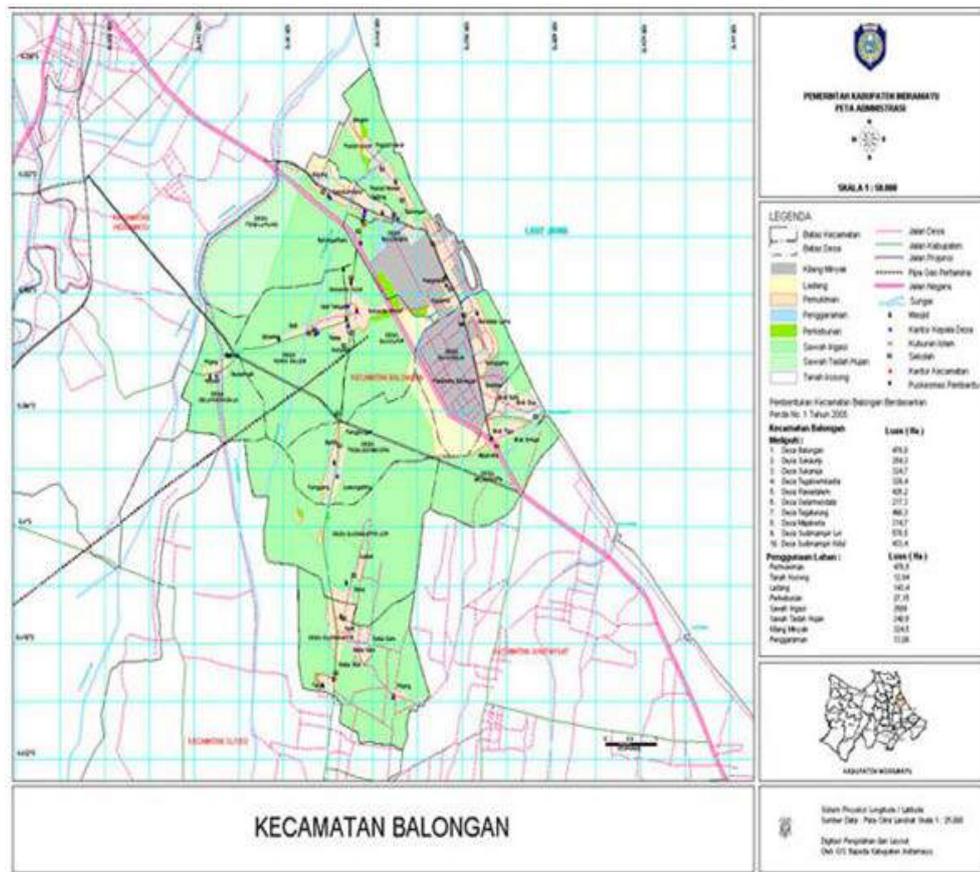
Tabel 4.13. Indeks Kerentanan Lingkungan Kecamatan Indramayu

Wilayah Kecamatan	Luas (Km <sup>2</sup> )	Paramater						Total	Nilai Indeks	Tingkat Kerentanan
		SE	TG	KP	TS	TP	JP			
INDRAMAYU	51.3203	1	2	5	3	3	1	15	3.872983346	KURANG RENTAN

Sosial Ekonomi	: PNS	Bobot: 1
Tinggi Gelombang	: 0,5 – 1 meter	Bobot: 2
Kemiringan Pantai	: 2 <sup>o</sup>	Bobot: 5
Tipe Substrat	: Gravel	Bobot: 3
Tata Guna Pantai	: Suaka Alam Laut	Bobot: 3
Jalur Pipa	: Tidak dilalui jalur pipa	Bobot: 1

#### 4.2.10.5. Kecamatan Balongan

Analisis kerentanan lingkungan Kecamatan Balongan adalah sebagai berikut:



Gambar 4.13. Peta Kecamatan Balongan

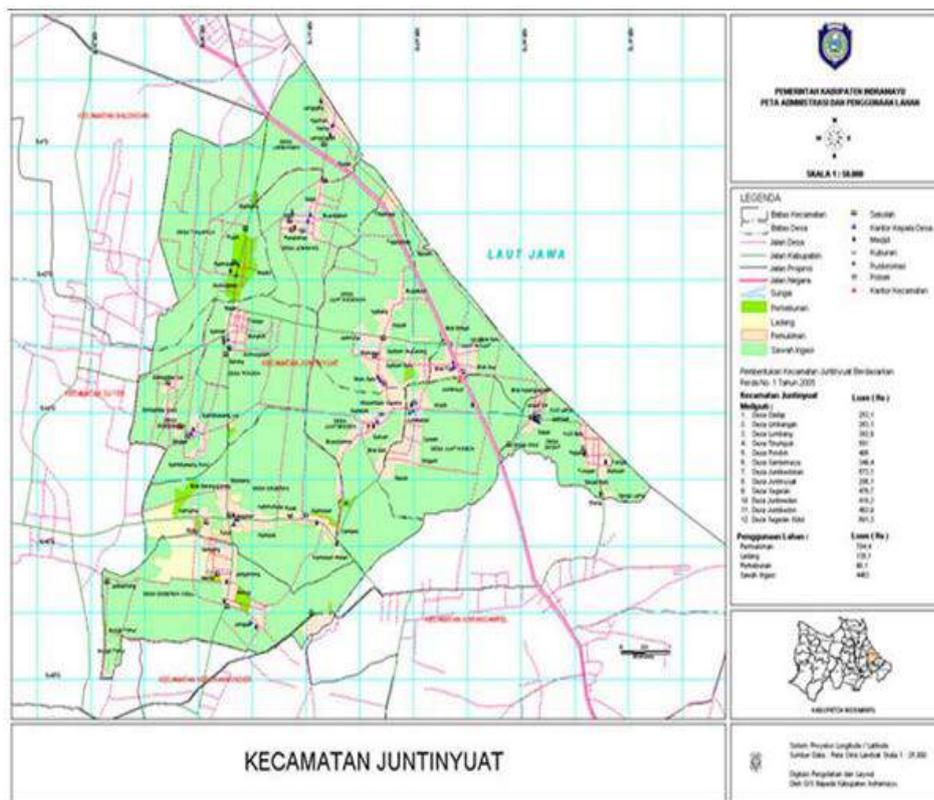
Tabel 4.14. Indeks Kerentanan Lingkungan Kecamatan Balongan

Wilayah Kecamatan	Luas (Km <sup>2</sup> )	Paramater						Total	Nilai Indeks	Tingkat Kerentanan
		SE	TG	KP	TS	TP	JP			
BALONGAN	34.519	1	2	5	3	5	5	21	11.18033989	SANGAT RENTAN

Sosial Ekonomi	: PNS	Bobot: 1
Tinggi Gelombang	: 0,5 – 1 meter	Bobot: 2
Kemiringan Pantai	: 2°	Bobot: 5
Tipe Substrat	: Gravel	Bobot: 3
Tata Guna Pantai	: Hutan Mangrove	Bobot: 5
Jalur Pipa	: Dilalui jalur pipa & terjadi kebocoran	Bobot: 5

#### 4.2.10.6. Kecamatan Juntinyuat

Analisis kerentanan lingkungan Kecamatan Juntinyuat adalah sebagai berikut:



Gambar 4.14. Peta Kecamatan Juntinyuat

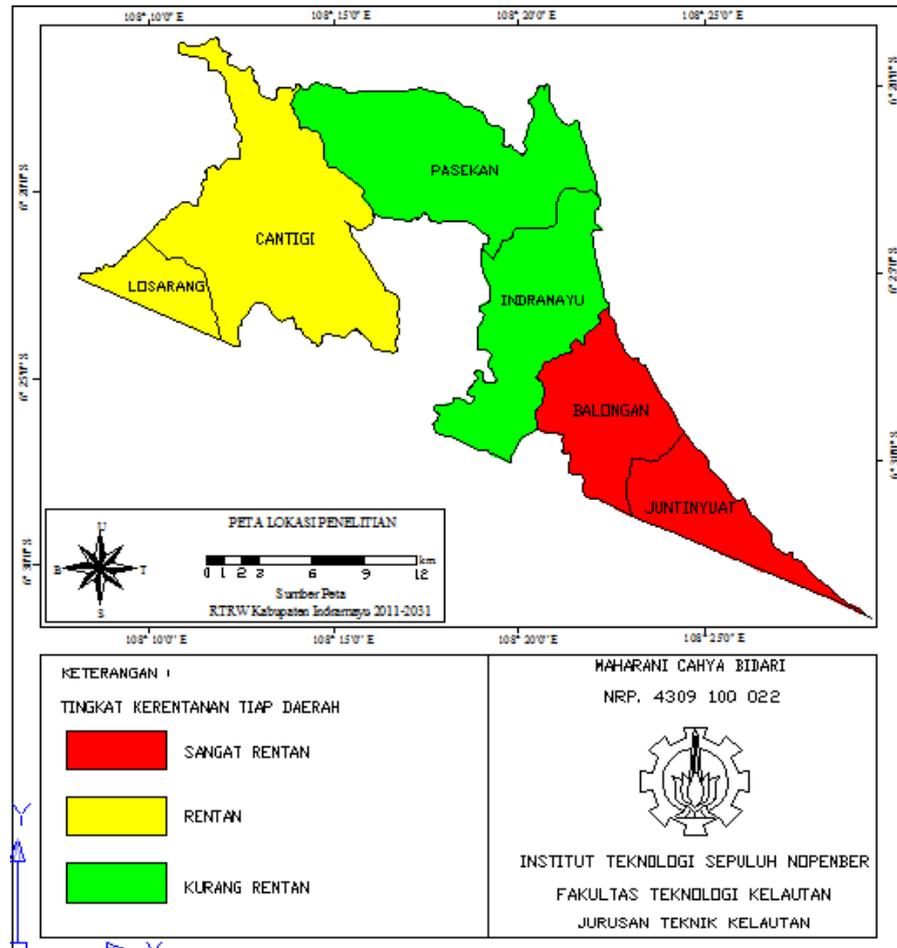
Tabel 4.15. Indeks Kerentanan Lingkungan Kecamatan Juntinyuat

Wilayah Kecamatan	Luas (Km <sup>2</sup> )	Paramater						Total	Nilai Indeks	Tingkat Kerentanan
		SE	TG	KP	TS	TP	JP			
JUNTINYUAT	52.099	4	3	5	3	1	4	20	10.95445115	SANGAT RENTAN

Sosial Ekonomi	: Petani Nelayan Mandiri	Bobot: 4
Tinggi Gelombang	: < 0,5 meter	Bobot: 3
Kemiringan Pantai	: 2°	Bobot: 5
Tipe Substrat	: Gravel	Bobot: 3
Tata Guna Pantai	: TPI	Bobot: 4
Jalur Pipa	: Dilalui Jalur Pipa	Bobot: 1

Dari perhitungan Indeks Kerentanan Lingkungan dengan menggunakan metode *Coastal Vulnerability Analysis* didapatkan daerah yang paling rentan terhadap tumpahan minyak adalah di Kecamatan Balongan.

Perbedaan antara metode yang digunakan penulis dengan NOAA adalah dari segi parameter – parameter yang digunakan dalam menentukan Indeks Kerentanan Lingkungan. Hasil yang didapatkan pun juga berbeda, NOAA menyebutkan bahwa Kecamatan Indramayulah yang memiliki tingkat kerentanan paling tinggi, padahal jika ditinjau dengan parameter – parameter tambahan yang penulis tambahkan Kecamatan Balonganlah yang memiliki nilai kerentanan paling tinggi, karena di Balongan dilalui pipa produksi yang terhubung sampai ke Jakarta, dengan adanya pipa yang terdapat di daratan tersebut maka peluang terjadi kebocoran dan terjadi pencemaran juga lebih besar dibandingkan dengan Kecamatan Indramayu yang tidak dilalui pipa.



Gambar 4.15. Peta Kerentanan Wilayah Pesisir Kabupaten Indramayu

Di wilayah tersebut pernah terjadi kebocoran pada pipa distribusi gas dari Balongan ke Jakarta. Selain itu, di pesisir Balongan juga terdapat pipa bawah laut yang berfungsi sebagai pipa penyalur *crude oil* milik Pertamina UP VI Balongan, Indramayu.

Berikut adalah *review* per tiap kecamatan setelah dilakukan pembobotan untuk menganalisis kerentanan lingkungan:

### 1. Kecamatan Losarang

Setelah dilakukan analisis kerentanan lingkungan, Kecamatan Losarang dengan luas wilayah 137,679 km<sup>2</sup> termasuk dalam kategori rentan. Salah satu faktor yang menyebabkan Kecamatan Losarang rentan terhadap tumpahan minyak adalah jenis butiran pantai yang berada di Kecamatan Losarang adalah *sandy*. Jika terjadi

tumpahan minyak pada pantai berpasir *sandy* maka tingkat kesulitan dalam upaya pembersihannya adalah tinggi.

Selain itu mayoritas pekerjaan yang berada di Kecamatan Losarang adalah sebagai Petani Nelayan Buruh. Pendapatan petani nelayan buruh tidak sebesar petani nelayan mandiri, dan juga sebagai nelayan penghasilan per harinya sangatlah bergantung pada ikan – ikan yang berada di laut. Jika laut tercemar, maka pendapatan petani nelayan buruh akan berkurang.

## **2. Kecamatan Cantigi**

Kecamatan Cantigi dengan luas wilayah 89,885 km<sup>2</sup> juga termasuk dalam kategori rentan. Kecamatan cantigi juga memiliki pantai berpasir, sehingga jika terjadi tumpahan di sekitar perairan Kabupaten Indramayu, maka pantai di Kecamatan Cantigi yang tercemar oleh tumpahan minyak akan sulit dibersihkan karena molekul – molekul minyak akan meresap kedalam butiran – butiran pasir di pantai tersebut sehingga sulit dibersihkan.

## **3. Kecamatan Pasekan**

Kecamatan Pasekan dengan luas wilayah 68,0273 km<sup>2</sup> termasuk dalam kategori kurang rentan. Faktor – faktor yang menyebabkan Pasekan tidak terlalu rentan adalah karena butiran pasir yang terdapat di pantai pada Kecamatan Pasekan memiliki diameter yang lebih besar dari pada *sandy*. Dan juga jika ditinjau dalam parameter sosial ekonomi, mayoritas penduduk Kecamatan Pasekan tidak bergantung langsung pada hasil laut karena sebagian besar berprofesi sebagai pegawai negeri sipil.

## **4. Kecamatan Indramayu**

Pada Kecamatan Indramayu daerah pesisirnya termasuk kurang rentan jika terjadi tumpahan minyak. Karena tidak dilalui jalur pipa, sehingga peluang terjadinya pencemaran karena kebocoran menjadi kecil. Mayoritas penduduknya juga adalah sebagai pegawai negeri sipil sehingga penghasilannya tidak bergantung langsung pada keadaan laut. Butiran pasir yang terdapat pada pantai yang terletak di

kecamatan Indramayu juga berjenis *gravel* sehingga tingkat kesulitan dalam pembersihannya adalah sedang.

### **5. Kecamatan Balongan**

Kecamatan Balongan masuk dalam kategori sangat rentan. Hal ini disebabkan karena di Kecamatan Balongan dilalui jalur pipa yang rentan terjadi kebocoran, sehingga peluang terjadinya pencemaran semakin besar. Di Kecamatan Balongan juga terdapat hutan mangrove yang jika terjadi pencemaran valuasi untuk pemulihannya bernilai besar.

### **6. Kecamatan Juntinyuat**

Kecamatan Juntinyuat juga dikategorikan dalam kategori sangat rentan, karena juga dilalui oleh pipa distribusi dari Balongan sampai dengan Jakarta. Dari segi sosial ekonomi mayoritas penduduknya bekerja sebagai petani nelayan mandiri yang bergantung langsung pada hasil laut, sehingga menambah tingkat kerentanan.

Dari hasil analisis kerentanan lingkungan dapat dilihat bahwa sekitar 86,618 km<sup>2</sup> dari daerah Kabupaten Indramayu sangat rentan terhadap tumpahan minyak yang terdiri dari Kecamatan Balongan dan Kecamatan Juntinyuat.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

1. Setelah penulis melakukan studi literatur dan peninjauan kondisi lapangan, ada beberapa parameter yang harus dimasukkan kedalam parameter – parameter penentu indeks kerentanan lingkungan seperti parameter sosial ekonomi dan parameter jalur pipa, karena jika terjadi pencemaran maka akan berpengaruh pada kondisi keuangan masyarakat pesisir, sedangkan untuk jalur pipa adalah sebagai salah satu penyebab terjadinya pencemaran karena rawan terjadi kebocoran.
  
2. Dari 6 kecamatan yang di teliti oleh penulis 2 diantaranya termasuk dalam kategori sangat rentan yaitu Kecamatan Balongan dan Kecamatan Juntinyuat, sedangkan 2 kecamatan lainnya yaitu Kecamatan Losarang dan Kecamatan Cantigi termasuk dalam kategori rentan, dan Kecamatan Pasekan dan Kecamatan Indramayu tergolong kurang rentan.

#### **5.2. Saran**

1. Untuk penelitian berikutnya dapat lebih rinci dalam perhitungan valuasi kerugian akibat tumpahan minyak di Indramayu
2. Ketersediaan data – data terbaru sangat dibutuhkan untuk menganalisis kerentanan agar penelitian bersifat aktual.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Hafizh, 2008. *Penentuan Indeks Kerentanan Lingkungan Pantai Akibat Tumpahan Minyak Studi Kasus Kepulauan Seribu*, Institut Teknologi Bandung, Bandung
- Almunir, 2011. *Analisis Kerentanan Gemapa dan Tsunami di Wilayah Pesisir Utara Aceh*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- Antara (2008). *Lingkungan Tercemar Indramayu*. Diakses pada tanggal 19 Mei 2013, dari <http://www.antara foto.com/peristiwa>
- Assessment of *War in the Pacific National Historical Park (WAPA) to SeaLevelRise*. Open-File Report 2005-1056. U.S. Geological Survey, Reston, Virginia.
- BAKORNAS PB (2007). *Pedoman Penanggulangan Bencana*, Jakarta: Pelaksana Harian bakornas PB
- BAKOSURTANAL, (2001). *Peta Litologi Wilayah Indramayu Skala : 25.000*. Bogor: BAKOSURTANAL
- Dahuri et al. 2001. *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. Pradnya Paramita. Bogor.
- Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Indramayu. 2006. Laporan Tahunan Pemerintah Kabupaten Indramayu. Indramayu.
- Doukakis, E. 2005. Coastal Vulnerability and Risk Parameters. *European Water*, Vol 11, no. 6, 3-7.
- Ecmwf, (2008). *Domain Point Grid Data Significant Wave Height ECMWF*. Diakses pada tanggal 27 Mei 2013, dari <http://ecmwf.net>
- Gross, M.G.1990.*Oceanography : A View of Earth*. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliff . New Jersey
- Kompas, (2008). *Keramba Tercemar Kabupaten Indramayu*. Diakses pada tanggal 27 Maret 2013, dari <http://lipsus.kompas.com>
- Mukhtasor, (2007), *Pencemaran Pesisir dan Laut*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.

- NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) 2002. Managing for ocean biodiversity to sustain marine ecosystem service
- Nontji A. 2007. *Laut Nusantara*. Edisi Revisi. Penerbit Gedia, Jakarta.
- Pendleton, E.A., E.R. Thieler dan S.J. Williams. 2005a. *Coastal Vulnerability* Pendleton, E.A., E.R. Thieler dan S.J. Williams. 2005b. *Coastal Vulnerability Assessment of National Park of American Samoa (NPSA) to Sea-Level Rise*. U.S. Geological Survey. Open-File Report 2005-1055. National Park Service. Natural Resource Program Center. Geologic Resources Division. Reston, Virginia
- Pertamina (2005, Maret 15). Peta Jalur Pendistribusian Muatan Kapal Tanker .Kompas
- Pond, S. And G. L. Pickard, 1983. *Introductory dynamical oceanography 2nd ed*. British Library Cataloguing in Publication. Data.
- Ramieri. E., Hartley, A., Barbanti, A., Santos, F.D., Laihonen, P., Marinova, N. and Santini, M. (2011) *Methods for Assessing Coastal Vulnerability to Climate Change*. ETCCCA Background Paper. European Environment Agency, Copenhagen (DK) 8-9 June 2011.
- Rustiadi E. 2001. *Alih Fungsi Lahan dalam Perspektif Perdesaan*. Makalah disampaikan pada Lokakarya Penyusunan Kebijakan dan Strategi Pengelolaan Lingkungan Kawasan Perdesaan pada tanggal 10-11 Mei 2001 di Cibogo Bogor.
- Supriharyono. 2000. Pelestarian dan Pengelolaan Sumber Daya Alam di Wilayah Pesisir Tropis. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- \_\_\_\_\_, 2011, *Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Indramayu Tahun 2011 - 2031*
- \_\_\_\_\_, (2008). *Lingkungan Pesisir*. Diakses pada tanggal 10 Januari 2013, dari <http://fickrhivemind.net>

## **LAMPIRAN 1**

### **Parameter dan Peringkat Tingkat Kerentanan Lingkungan Pantai**

Lampiran 1. Parameter dan Peringkat Tingkat Kerentanan Lingkungan Pantai

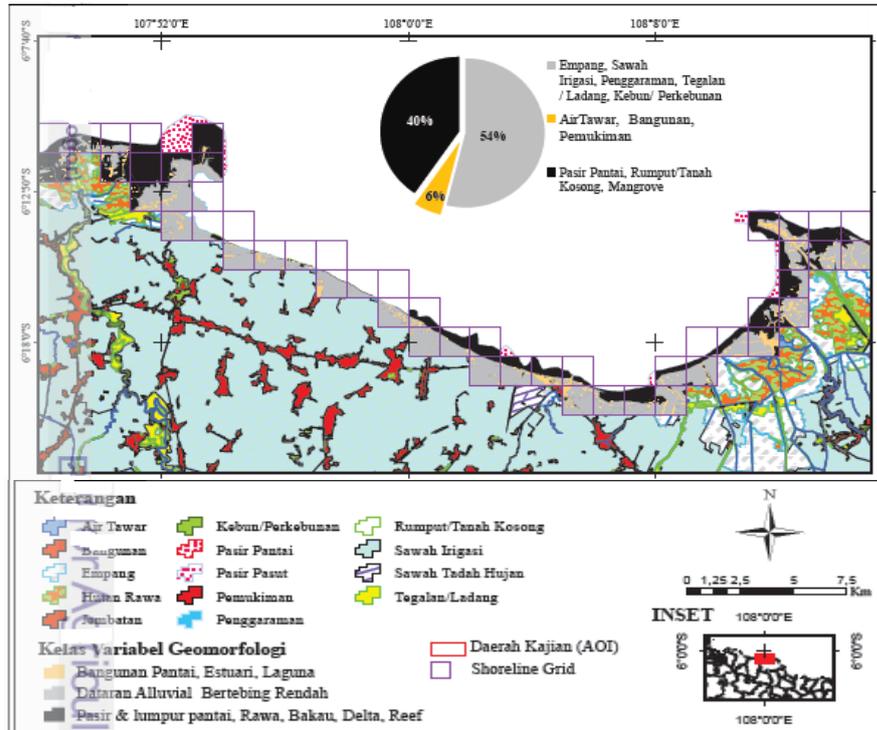
No	Parameter <sup>a</sup>	Kategori <sup>a</sup>	Kelas <sup>a</sup>	Peringkat <sup>b</sup>	Kriteria <sup>a</sup>	Keterangan <sup>a</sup>
1	Tingkat Pengaruh Energi Gelombang dan Arus Pasut	Gelombang laut tinggi ( $h > 1$ m) & arus pasut kuat sepanjang musim	Tinggi	1	Tingkat kesulitan dalam membersihkan tumpahan minyak dari permukaan	Semakin tinggi gelombang, energi semakin besar sehingga minyak semakin mudah dibersihkan
		Gelombang laut dan arus pasut mempunyai pola musiman	Sedang	2		
		Gelombang laut dan arus pasut terlindung morfologi pantai	Rendah	3		
2	Kemiringan Pantai	- Slope $> 30^\circ$	Curam	1	Tingkat kesulitan dalam membersihkan tumpahan minyak dari permukaan	Semakin landai, semakin sulit membersihkan minyak
		- $5^\circ < \text{Slope} < 30^\circ$	Sedang	2		
		- Slope $< 5^\circ$	Datar	3		
3	Tipe Substrat	Bedrock	Besar	1	Tingkat kesulitan dalam membersihkan tumpahan minyak dari permukaan	Semakin besar penetrasi minyak, semakin sulit membersihkan minyak
		Material buatan	Sedang	2		
		Sedimen	Kecil	3		
4	Produktifitas Biologi dan Sensitivitasnya	Area hutan bakau, rawa, air payau, terumbu karang, dan padang lamun		3		Dampak tumpahan minyak pada ekosistem pesisir

Sumber: NOAA Ocean Service, 2002

## **LAMPIRAN 2**

### **Peta Sebaran Geomorfologi Indramayu**

Lampiran 2. Peta Sebaran Geomorfologi Indramayu



## **LAMPIRAN 3**

### **Tipe Substrat**

### Lampiran 3. Tipe Substrat

Stasiun	Posisi		D <sub>50</sub>				Parameter Statistik Ukuran Butir		Deskripsi	Tipe Sedimen	Nama Sedimen	Tekstur	Distribusi Ukuran Butir (%)				
			D <sub>50</sub>		D <sub>50</sub>		Folk & Ward						Gravel	Pasir	Lumpur		
			( $\mu\text{m}$ )	( $\phi$ )	( $\mu\text{m}$ )	( $\phi$ )	Geo( $\mu\text{m}$ )	Log (D)									
1	6°19'35"	108°05'00"	18,98	5,9	29,1	7,6	$\bar{X}$	14,1	6,2	Medium Silt	Trimodal						
							$\sigma$	2,1	1,1	Moderately Sorted	Moderately Sorted	Coarse Silt	Silt	0,0	3,68	96,32	
							Sk	0,5	0,5	Very Fine Skewed							
							K	0,6	0,6	Very Platykurtic							
2	6°19'10"	108°05'20"	21,6	5,7	30,0	7,2	$\bar{X}$	21,2	5,6	Coarse Silt	Trimodal						
							$\sigma$	1,8	0,8	Moderately Sorted	Moderately Sorted	Coarse Silt	Silt	0,0	5,7	94,3	
							Sk	0,5	0,1	Symmetrical							
							K	2,6	2,5	Very Leptokurtic							
3	6°19'00"	108°05'20"	500,2	1,0	2376,3	2,7	$\bar{X}$	550	0,9	Coarse Sand	Polymodal	Very Fine					
							$\sigma$	2,9	1,7	Poorly Sorted	Poorly Sorted	Gravelly Medium Sand	Gravelly Sand	21,1	79,1	0,2	
							Sk	0,13	-0,13	Coarse Skewed	Sorted						
							K	0,79	0,79	Platykurtic							
4	6°19'05"	108°05'10"	339,0	1,7	2411,4	3,3	$\bar{X}$	470	1,2	Medium Sand	Polymodal	Very Fine					
							$\sigma$	3,5	1,9	Poorly Sorted	Poorly Sorted	Gravelly Medium Sand	Gravelly Sand	22,3	77,2	0,5	
							Sk	0,4	-0,3	Coarse Skewed	Sorted						
							K	0,7	0,7	Platykurtic							
5	6°19'00"	108°05'00"	310	1,6	10222	2,8	$\bar{X}$	532	0,8	Coarse Sand	Polymodal	Very Fine					
							$\sigma$	3	1,6	Poorly Sorted	Poorly Sorted	Gravelly Medium Sand	Gravelly Sand	17,7	82,3	0,0	
							Sk	0,029	-0,029	Symmetrical	Sorted						
							K	0,8	0,8	Platykurtic							
6	6°19'05"	108°04'55"	510	1	1150	2,8	$\bar{X}$	993	0,0	Coarse Sand	Polymodal	Sandy					
							$\sigma$	2,6	1,3	Poorly Sorted	Poorly Sorted	Very Fine Gravelly	Gravelly Sand	48	52	0,0	
							Sk	-0,4	0,4	Very Fine Skewed	Sorted						
							K	0,7	0,8	Platykurtic							
7	6°19'10"	108°04'50"	300	1,8	1013	2,6	$\bar{X}$	340	1,5	Medium Sand	Trimodal	Slightly Very Fine Gravelly	Slightly Gravelly	4,1	95,9	0,0	
							$\sigma$	1,8	0,7	Moderately Sorted	Moderately Sorted						
							Sk	0,4	-0,4	Very Coarse Skewed	Sorted						
							K	3,8	3,8	Extremely Leptokurtic							

Sumber: Bakosurtanal (2001)

## **LAMPIRAN 4**

### **Perhitungan Indeks Kerentanan Lingkungan Kecamatan Losarang**

Lampiran 4. Perhitungan Indeks Kerentanan Lingkungan Kecamatan  
Losarang

Wilayah Kecamatan	Luas (Km <sup>2</sup> )	Paramater						Total	Nilai Indeks	Tingkat Kerentanan
		SE	TG	KP	TS	TP	JP			
LOSARANG	137.679	5	2	5	5	2	1	20	9.128709292	RENTAN

$$\begin{aligned}
 \text{CVI losarang} &= \sqrt{\frac{SE \times TG \times KP \times TS \times TP \times JP}{6}} \\
 &= \sqrt{\frac{5 \times 2 \times 5 \times 5 \times 2 \times 1}{6}} \\
 &= 9.128709292
 \end{aligned}$$

## **LAMPIRAN 5**

### **Perhitungan Indeks Kerentanan Lingkungan Kecamatan Cantigi**

Lampiran 5. Perhitungan Indeks Kerentanan Lingkungan Kecamatan  
Cantigi

Wilayah Kecamatan	Luas (Km <sup>2</sup> )	Paramater						Total	Nilai Indeks	Tingkat Kerentanan
		SE	TG	KP	TS	TP	JP			
CANTIGI	89.885	3	2	5	5	2	1	18	7.071067812	AGAK RENTAN

$$\begin{aligned}
 \text{CVI cantigi} &= \sqrt{\frac{SE \times TG \times KP \times TS \times TP \times JP}{6}} \\
 &= \sqrt{\frac{3 \times 2 \times 5 \times 5 \times 2 \times 1}{6}} \\
 &= 7.071067812
 \end{aligned}$$

## **LAMPIRAN 6**

### **Perhitungan Indeks Kerentanan Lingkungan Kecamatan Pasekan**

Lampiran 6. Perhitungan Indeks Kerentanan Lingkungan Kecamatan  
Pasekan

Wilayah Kecamatan	Luas (Km <sup>2</sup> )	Paramater						Total	Nilai Indek	Tingkat Kerentanan
		SE	TG	KP	TS	TP	JP			
PASEKAN	68.0273	1	2	5	3	2	1	14	3.16227766	KURANG RENTAN

$$\begin{aligned}
 \text{CVI pasekan} &= \sqrt{\frac{SE \times TG \times KP \times TS \times TP \times JP}{6}} \\
 &= \sqrt{\frac{1 \times 2 \times 5 \times 3 \times 2 \times 1}{6}} \\
 &= 3.16227766
 \end{aligned}$$

**LAMPIRAN 7**

**Perhitungan Indeks Kerentanan Lingkungan Kecamatan  
Indramayu**

Lampiran 7. Perhitungan Indeks Kerentanan Lingkungan Kecamatan  
Indramayu

Wilayah Kecamatan	Luas (Km <sup>2</sup> )	Paramater						Total	Nilai Indeks	Tingkat Kerentanan
		SE	TG	KP	TS	TP	JP			
INDRAMAYU	51.3203	1	2	5	3	3	1	15	3.872983346	KURANG RENTAN

$$\begin{aligned}
 \text{CVI indramayu} &= \sqrt{\frac{SE \times TG \times KP \times TS \times TP \times JP}{6}} \\
 &= \sqrt{\frac{1 \times 2 \times 5 \times 3 \times 3 \times 1}{6}} \\
 &= 3.872983346
 \end{aligned}$$

## **LAMPIRAN 8**

### **Perhitungan Indeks Kerentanan Lingkungan Kecamatan Balongan**

Lampiran 8. Perhitungan Indeks Kerentanan Lingkungan Kecamatan  
Balongan

Wilayah Kecamatan	Luas (Km <sup>2</sup> )	Paramater						Total	Nilai Indeks	Tingkat Kerentanan
		SE	TG	KP	TS	TP	JP			
BALONGAN	34.519	1	2	5	3	5	5	21	11.18033989	SANGAT RENTAN

$$\begin{aligned}
 \text{CVI balongan} &= \sqrt{\frac{SE \times TG \times KP \times TS \times TP \times JP}{6}} \\
 &= \sqrt{\frac{1 \times 2 \times 5 \times 3 \times 5 \times 5}{6}} \\
 &= 11.18033989
 \end{aligned}$$

## **LAMPIRAN 9**

### **Perhitungan Indeks Kerentanan Lingkungan Kecamatan Juntinyuat**

Lampiran 9. Perhitungan Indeks Kerentanan Lingkungan Kecamatan  
Juntinyuat

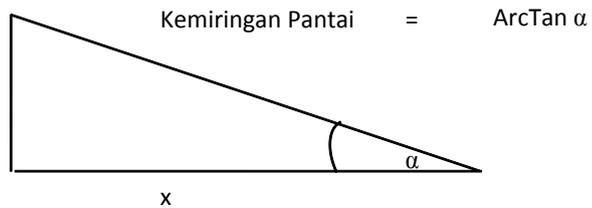
Wilayah Kecamatan	Luas (Km <sup>2</sup> )	Paramater						Total	Nilai Indeks	Tingkat Kerentanan
		SE	TG	KP	TS	TP	JP			
JUNTINYUAT	52.099	4	3	5	3	1	4	20	10.95445115	SANGAT RENTAN

$$\begin{aligned}
 \text{CVI balongan} &= \sqrt{\frac{SE \times TG \times KP \times TS \times TP \times JP}{6}} \\
 &= \sqrt{\frac{4 \times 3 \times 5 \times 3 \times 1 \times 4}{6}} \\
 &= 10.9544511
 \end{aligned}$$

**LAMPIRAN 10**

**Tabel Kemiringan Pantai Wilayah Pesisir Kabupaten Indramayu**

Lokasi	x <sub>autocad</sub>	x (m)	y (m)	Gradien	Sudut kemiringan(°)
Losarang	1094.837	252.4411	2	0.007923	0.453944
Cantigi	1204.594	277.7481	2	0.007201	0.4126
Pasekan	954.5086	220.085	2	0.009087	0.520632
Indramayu	1746.346	402.6621	2	0.004967	0.28459
Balongan	646.1013	148.9742	2	0.013425	0.7691
Juntinyuat	700.5844	161.5366	2	0.012381	0.70934



Keterangan:

- x<sub>autocad</sub> = Jarak dari bibir pantai ke kedalaman 2 meter pada autocad
- x = Jarak sebenarnya dari bibir pantai ke kedalaman 2 meter
- y = Kedalaman (m)
- $\alpha$  = Kemiringan Pantai (°)

## **LAMPIRAN 11**

**Pipa Distribusi Yang Menuju Jakarta Di Kecamatan Juntinyuat**

Lampiran 11. Pipa Distribusi yang menuju Jakarta di Kecamatan Juntinyuat



**LAMPIRAN 12**

**Pipa Distribusi Yang Menuju Jakarta Di Kecamatan Juntinyuat**

Lampiran 12. Pipa Distribusi yang menuju Jakarta di Kecamatan Juntinyuat



**LAMPIRAN 13**

**Pipa Distribusi Yang Menuju Jakarta Di Kecamatan Juntinyuat**

Lampiran 13. Pipa Distribusi yang menuju Jakarta di Kecamatan Juntinyuat



**LAMPIRAN 14**

**Papan Peringatan Distribusi yang Menuju Jakarta Di Kecamatan  
Juntinyuat**

Lampiran 14. Papan peringatan Pipa Distribusi yang menuju Jakarta di Kecamatan Juntinyuat



**LAMPIRAN 15**

**Papan Peringatan Pipa Distribusi Yang Menuju Jakarta Di  
Kecamatan Juntinyuat**

Lampiran 15. Papan peringatan Pipa Distribusi yang menuju Jakarta di Kecamatan Juntinyuat



**LAMPIRAN 16**

**Pantai Di Balongan**

Lampiran 16. Pantai di Balongan



**LAMPIRAN 17**

**Pantai Di Juntinyuat**

Lampiran 17. Pantai di Juntinyuat



**LAMPIRAN 18**

**Peta Bathymetri**



## BIODATA PENULIS



Maharani Cahya Bidari, lahir di Surabaya, 5 November 1991. Pendidikan formal dari Sekolah Dasar hingga Sekolah Menengah Akhir ditempuh di Surabaya. Setelah lulus dari SMA Negeri 5 Surabaya pada tahun 2009, Penulis melanjutkan studi S1 di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan - Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya melalui jalur PMDK - PRESTASI. Selama menempuh masa kuliah penulis sempat aktif di beberapa kegiatan sebagai panitia maupun peserta. Berbagai pelatihan dan seminar pernah diikuti Penulis dalam rangka untuk pengembangan diri. Penulis memiliki minat di bidang teknik pantai dan ilmu kelautan sehingga tugas akhir yang diambil berhubungan dengan lingkungan pesisir dan lingkungan laut.