

**ANALISIS INDEKS KERENTANAN KAWASAN PESISIR
KECAMATAN GALESONG SELATAN KABUPATEN TAKALAR**

SKRIPSI

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Meraih Gelar Strata 1 (S1)

Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknik

Universitas Hasanuddin



OLEH:

MUHAMMAD ANDIKA SAMUDERA AWAD

D321 16 505

DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2021

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi:

**ANALISIS INDEKS KERENTANAN KAWASAN PESISIR
KECAMATAN GALESONG SELATAN KABUPATEN TAKALAR**

OLEH
MUHAMMAD ANDIKA SAMUDERA AWAD
D321 16 505

Telah diperiksa dan disetujui oleh dosen pembimbing pada:

Tanggal : 10 Juni 2021

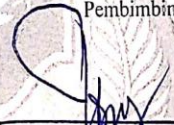
Di : Gowa

Pembimbing I



Dr. Taufiqur Rachman, ST.MT.
196908021997021001

Pembimbing II



Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST.MT
197506052002121003

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Kelautan



Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST.MT
197506052002121003

LEMBAR PENGESAHAN KOMISI PENGUJI

Judul Skripsi

**ANALISIS INDEKS KERENTANAN KAWASAN PESISIR
KECAMATAN GALESONG SELATAN KABUPATEN TAKALAR**

OLEH

MUHAMMAD ANDIKA SAMUDERA AWAD

D321 16 505

Telah diperiksa dan disetujui oleh dosen pembimbing pada:

Tanggal : 10 Juni 2021

Di : Gowa

Dengan panel ujian skripsi

1. Ketua : Dr. Taufiqur Rachman, ST., MT.
2. Sekertaris : Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST., MT
3. Anggota 1 : Ashury, ST., MT.
4. Anggota 2 : Dr. Eng. Firman Husain, ST., MT.

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Kelautan


Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST.MT
197506052002121003

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:


Nama : MUHAMMAD ANDIKA SAMUDERA AWAD

NIM : D321 16 505

Departemen : Teknik Kelautan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis saya yang berjudul “**Analisis Indeks Kerentanan Kawasan Pesisir Kecamatan Galesong Selatan Kabupaten Takalar**”. Adalah asli karya tulis saya sendiri dan bukan pengambil alihan karya tulis orang lain serta skripsi ini benar merupakan karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi adalah hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas tindakan tersebut.

Gowa, 01 Juni 2021

METERAY
KEMPEL
DADAJX201887471
Muhammad Andika Samudera Awad

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim. Assalamu'alaikum warahmatulahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT dengan pujian yang sebanding dengan nikmat-nikmat-Nya dan menjamin tambahannya. Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberi rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada baginda kita Nabi Muhammad SAW yang telah mengantarkan manusia dari zaman kegelapan ke zaman yang terang benderang ini.

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Dalam proses penyusunan sampai dengan terselesaikannya skripsi yang berjudul *“Analisa Indeks Kerentanan Kawasan Pesisir Kecamatan Galesong Kabupaten Takalar Sulawesi Selatan”*.

Perjalanan panjang telah penulis lalui dalam rangka perampungan penulisan skripsi ini. Banyak hambatan yang dihadapi dalam penyusunannya, namun berkat kehendak-Nyalah sehingga penulis berhasil menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati dan ketulusan dari hati yang terdalam, pada kesempatan ini patutlah kiranya penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibunda dan Ayahandaku (Andi Adriani Kumba' dan Awad Djewed) tercinta yang telah mendo'akanku dengan tiada henti-hentinya dan juga telah mendukung disaat susah maupun senang hingga telah mengantar saya sampai menyelesaikan Pendidikan sarjana sampai saat ini.
2. Bapak Dr. Taufiqur Rachman, ST. MT. selaku Pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, pengarahan dan motivasi mulai dari awal penelitian hingga terselesaikannya penulisan Skripsi ini
3. Bapak Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST. MT. Selaku ketua Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin sekaligus selaku Pembimbing

II yang telah banyak memberikan saran-saran dengan bimbingan beserta motivasi kepada penulis.

4. Seluruh Dosen Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmu, pengetahuan, dan bimbingan selama penulis melaksanakan studi.
5. Seluruh Staff dan Karyawan Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin terkhusus Ibu Marwa, Pak Rio, dan Pak Isran yang telah memberikan pemahaman dan pelayanan selama penulis melaksanakan studi.
6. Kepada kedua Saudari saya (Fadillah Ramadhani dan Milda Fadiah Awad) yang senantiasa memberi semangat dan dukungan kepada penulis.
7. Untuk Kakek, Tante, Om dan Sepupu yang telah memberikan doa, semangat serta dukungannya. Semoga Allah membalas semua kebaikannya baik moral maupun materi.
8. Untuk Saudara seperjuanganku Labo Pantai 2016 (Adil, Alif, Denis, Didi, Maulid, Alifpu dan Fatur). Penulis sangat berterima kasih atas bantuan dalam pengerjaan skripsi ini baik dalam pengambilan data maupun penulisan serta atas segala canda tawa selama pengerjaan skripsi ini.
9. Saudara dan Saudariku dari grup TEKLA 2016 Terima kasih untuk canda, tawa, dan tangis selama masa perkuliahan penulis. Terima kasih untuk setiap kenangannya.

Gowa, 01 Juni 2021

Muhammad Andika Samudera Awad

ABSTRAK

Muhammad Andika Samudera Awad, Analisis Indeks Kerentanan Kawasan Pesisir Kecamatan Galesong Selatan Kabupaten Takalar. (Dibimbing oleh, **Dr. Taufiqur Rachman, ST. MT., dan Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST. MT.**)

Galesong Selatan merupakan wilayah yang aktivitasnya bergantung pada wilayah pesisir. Kondisi ini tentunya mempengaruhi kerentanan pesisir dan berpotensi menimbulkan masalah berupa kerusakan pantai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kerentanan kawasan pesisir di Kecamatan Galesong Selatan dan penilaian kerusakan pantai serta prioritas penanganannya.

Dalam penelitian ini meliputi analisis tingkat kerentanan wilayah pesisir menggunakan metode IKP (Indeks Kerentanan Pesisir) oleh Remiery et al yang terdiri dari empat parameter yaitu parameter perubahan garis pantai, parameter kemiringan pantai, parameter tinggi gelombang dan parameter tunggang pasang surut. Sedangkan penilaian kerusakan pantai yang mengacu pada SE Menteri PU No. 08 Tahun 2010 dimana terdiri dari tiga kriteria penilaian kerusakan pantai yaitu kriteria lingkungan, kriteria erosi/abrasi dan kerusakan bangunan serta kriteria sedimentasi muara sungai. Sumber data yang digunakan untuk memenuhi parameter-parameter yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data primer dari pengamatan lapangan dan data sekunder yang bisa diperoleh dari situs-situs yang menyediakan kebutuhan data.

Hasil analisis kerentanan pesisir dengan menggunakan metode IKP maka diketahui bahwa tingkat kerentanan di wilayah pesisir Kecamatan Galesong Selatan berada di satu kategori yang sama yaitu kerentanan tinggi dimana berkisar dari 3,31-3,56. Sedangkan untuk prioritas penanganan kerusakan pantai di wilayah Kecamatan Galesong Selatan dengan menggunakan SE Menteri PU No. 08 Tahun 2010 maka diketahui pada setiap Desa berdasarkan kategori kerusakan lingkungan memiliki prioritas amat sangat diutamakan (darurat) dan sangat diutamakan, untuk kategori kerusakan erosi/abrasi memiliki tingkat prioritas kurang diutamakan, diutamakan dan sangat diutamakan, sedangkan untuk kategori kerusakan akibat sedimentasi muara sungai tidak dicantumkan dalam penelitian ini karena tidak adanya muara sungai di kawasan pesisir Galesong Selatan.

Kata kunci: Indeks Kerentanan Pesisir (IKP), Kerusakan Pantai, Prioritas Penanganan

ABSTRACT

Muhammad Andika Samudera Awad, Analysis of vulnerability index for coastal area on South Galesong District of Takalar Regency. (Guided by, **Dr. Taufiqur Rachman, ST. MT., dan Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST. MT.**)

South Galesong is an area whose most of the activities depend on the coastal area. This condition certainly affects coastal vulnerability and has the potential to cause problems that will damage the coast. This study aims to determine the level of vulnerability of coastal areas in South Galesong District and assessment of coastal damage and the priority of handling.

This study includes an analysis of the level of vulnerability of coastal areas using the CVI (Coastal Vulnerability Index) method by Remiery et al which consists of four parameters, namely shoreline change parameters, beach slope parameters, wave height parameters and tidal parameters. While the assessment of coastal damage which refers to the SE Minister of Public Works Number. 08 of 2010 which consists of three assessment criteria for coastal damage, namely environmental criteria, erosion/abrasion criteria and building damage and river estuary sedimentation criteria. Sources of data used to meet the parameters needed in this study are primary data from field observations and secondary data that can be obtained from sites that provide data needs.

The results of coastal vulnerability analysis using the CVI method, it is known that the level of vulnerability in the coastal area of South Galesong District is in the same category, namely high vulnerability which ranges from 3.31-3.56. As for the priority of handling coastal damage in the South Galesong District, using the Minister of Public Works Decree Number. 08 of 2010 it is known that each village based on the category of environmental damage has a very high priority (emergency) and is highly prioritized, for the erosion/abrasion damage category it has a priority level of less priority, priority and is highly prioritized, while for the category of damage due to river estuary sedimentation it is not included in this study because there is no river estuary in the coastal area of South Galesong.

Keywords: Coastal Vulnerability Index (CVI), Coastal Damage, Priority for Handling

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN KOMISI PENGUJI	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Peneletian Terdahulu	5
2.2 Letak Geografis dan Wilayah Administratif	6
2.3 Wilayah Pesisir.....	9
2.4 Indeks Kerentanan Pesisir.....	10
2.5 Parameter Perubahan Garis Pantai.....	14
2.5.1 Abrasi	16
2.5.2 Akresi	16
2.6 Parameter Kemiringan Pantai.....	17
2.7 Parametri Tinggi Gelombang Laut	18
2.7.1 Mawar Angin (Wind Rose).....	20

2.7.2	Mawar Gelombang (Wave Rose).....	21
2.8	Parameter Tunggang Pasang Surut.....	21
2.9	Penilaian Prioritas dan Penanganan Kerusakan Pantai	24
2.9.1	Tolok Ukur Kerusakan Pantai	24
2.9.2	Tolok Ukur Kepentingan Pantai.....	32
2.9.3	Prosedur Pembobotan dan Prioritas Penanganan Kerusakan Pantai	33
2.10	Pengindraan Jauh	34
2.10.1	Citra Landsat	36
2.10.2	Batimetri Nasional.....	37
2.11	Sistem Informasi Geografis (SIG)	38
2.12	Digital Shoreline Analysis System (DSAS).....	39
2.13	Bangunan Pelindung Pantai.....	40
BAB III METODE PENELITIAN.....		42
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian	42
3.2	Alat	43
3.3	Tahapan Penelitian.....	43
3.4	Diagram Alur Penelitian	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		49
4.1	Parameter Indeks Kerentanan Pesisir Kecamatan Galesong Selatan	49
4.1.1	Parameter Perubahan Garis Pantai	49
4.1.2	Parameter Kemiringan Pantai.....	69
4.1.3	Parameter Tinggi Gelombang	72
4.1.4	Parameter Tunggang Pasang Surut	74
4.2	Analisis IKP Kecamatan Galesong Selatan.....	76
4.3	Penilaian Kerusakan Pantai dan Prioritas Penanganannya di Pesisir Kecamatan Galesong Selatan.....	79
4.3.1	Penilaian Kerusakan Pantai	80
4.3.2	Penilaian Prioritas Penanganan Kerusakan Pantai	85
4.4	Korelasi Metode IKP dan SE Menteri PU No. 08 Tahun 2010 Dalam Penilaian Kerusakan Pantai.....	87
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		92
5.1	Kesimpulan	92

5.2	Saran	92
	DAFTAR PUSTAKA	93
	LAMPIRAN.....	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Peta Administrasi	8
Gambar 2.2	Peta Indeks Kerentanan Pesisir Indonesia	13
Gambar 2.3	Profil Pantai	15
Gambar 3.1	Lokasi Penelitian	42
Gambar 3.2	Diagram Alur Penelitian	48
Gambar 4.1	Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2000-2005	51
Gambar 4.2	Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2005-2010	53
Gambar 4.3	Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2010-2015	55
Gambar 4.4	Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2015-2020	57
Gambar 4.5	Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2000-2020	59
Gambar 4.6	Peta Perubahan Garis Pantai Dalam Segmen Tahun 2000-2020	61
Gambar 4.7	Peta Perubahan Garis Pantai Segmen A Tahun 2000-2020	62
Gambar 4.8	Peta Perubahan Garis Pantai Segmen B Tahun 2000-2020	63
Gambar 4.9	Peta Perubahan Garis Pantai Segmen C Tahun 2000-2020	64
Gambar 4.10	Peta Perubahan Garis Pantai Segmen D Tahun 2000-2020	65
Gambar 4.11	Peta Perubahan Garis Pantai Segmen E Tahun 2000-2020	66
Gambar 4.12	Peta Perubahan Garis Pantai Segmen F Tahun 2000-2020	67
Gambar 4.13	Peta Perubahan Garis Pantai Segmen G Tahun 2000-2020	68
Gambar 4.14	Grafik Kemiringan Pantai Galesong Selatan	69
Gambar 4.15	Peta Batimetri Kecamatan Galesong Selatan	71
Gambar 4.16	<i>Wind Rose</i> Tahun 2000-2020	72
Gambar 4.17	<i>Wave Rose</i> Tahun 2000-2020	73
Gambar 4.18	Grafik Pasang Surut Tahun 2020	75
Gambar 4.19	Peta Indeks Kerentanan Pesisir Galesong Selatan Tahun 2000-2020	78
Gambar 4.21	Kerusakan pantai akibat pola kehidupan masyarakat tidak mengindahkan kaidah lingkungan berkelanjutan	83
Gambar 4.22	Kerusakan Pantai Akibat Rusaknya Bangunan Pelindung Pantai	84
Gambar 4.23	Kerusakan Pantai Akibat Erosi	85

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Luas Wilayah Kabupaten Takalar.....	7
Tabel 2.2 Narasi Peta	9
Tabel 2.3 Klasifikasi Indeks Kerentanan Pesisir	12
Tabel 2.4 Klasifikasi Tingkat IKP	12
Tabel 2.5 Tingkat Kepentingan	33
Tabel 2.6 Bobot Tingkat Kerusakan	34
Tabel 3.1 Alat dan Bahan	43
Tabel 3.2 Sumber data	44
Tabel 4.1 Perubahan garis pantai tahun 2000-2005	50
Tabel 4.2 Perubahan garis pantai tahun 2005-2010	52
Tabel 4.3 Perubahan garis pantai tahun 2010-2015	54
Tabel 4.4 Perubahan garis pantai tahun 2015-2020	56
Tabel 4.5 Perubahan garis pantai tahun 2000-2020	58
Tabel 4.6 Hasil analisis kerentanan pesisir berdasarkan Kemiringan Pantai	70
Tabel 4.7 Nilai rata-tata periode dan tinggi gelombang signifikan	74
Tabel 4.8 Nilai Harmonik Pasang Surut Kecamatan Galesong Selatan	75
Tabel 4.9 Nilai Penting Elevasi Pasang Surut Kecamatan Galesong Selatan	76
Tabel 4.10 Analisa IKP Pesisir Kecamatan Galesong Selatan	77
Tabel 4.11 Penilaian kerusakan pantai Kecamatan Galesong Selatan	81
Tabel 4.12 Analisis penilaian prioritas penanganan wilayah pesisir Kecamatan Galesong Selatan	86
Tabel 4.13 Matriks Korelasi IKP Dan SE Menteri PU No. 08/SE/M/2010	91

DAFTAR NOTASI

β	= Kemiringan Pantai	($^{\circ}$)
S	= Kemiringan lereng pantai	(%)
y	= Elevasi pantai	(m)
x	= Jarak Pengukuran pantai	(m)
H_s	= Tinggi Gelombang Signifikan	(m)
T_s	= Periode Gelombang Signifikan	(m)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Wawancara	98
Lampiran 2 Data analisis kemiringan pantai di Kecamatan Galesong Selatan	104
Lampiran 3 Data pasang surut di Kecamatan Galesong Selatan	109
Lampiran 4 Citra Landsat 4-5 Tanggal 12 Juli Tahun 2000	111
Lampiran 5 Citra Landsat 4-5 Tanggal 9 September 2005	112
Lampiran 6 Citra Landsat 4-5 Tanggal 24 Juli 2010	113
Lampiran 7 Citra Landsat 8 Tanggal 15 September 2015	114
Lampiran 8 Citra Landsat 8 Tanggal 20 Agustus 2020	115

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Wilayah pesisir merupakan wilayah yang mudah mengalami perubahan fisik. Perubahan tersebut dapat terlihat dari maju atau mundurnya garis pantai. Perubahan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti aktivitas manusia dan fenomena alam. Aktivitas pemanfaatan wilayah pantai sebagai kawasan pemukiman, industri, daerah wisata memberikan dampak yang serius terhadap bentuk garis pantai. Di sisi lain fenomena alam yang dimaksud di antaranya angin, gelombang, arus, pasang surut. Masalah yang terkait kawasan pesisir di Indonesia diantaranya adalah masih kurangnya kegiatan penelitian dan penerapan IPTEK yang terkait dengan perubahan kawasan pesisir beserta kerentanannya (Hidayat, 2014).

Upaya perlindungan, pelestarian, dan pemanfaatan kawasan pesisir di Indonesia sesuai dengan ketentuan yang terdapat dalam Pasal 28 UU Nomor 27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil yang menyebutkan bahwa pengelolaan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil meliputi kegiatan perencanaan, pemanfaatan, pengawasan, dan pengendalian terhadap interaksi manusia dalam memanfaatkan sumber daya pesisir dan pulau-pulau kecil serta proses alamiah secara berkelanjutan dalam upaya meningkatkan kesejahteraan masyarakat dalam menjaga keutuhan Negara Kesatuan Republik Indonesia (Westplat, dkk, 2019).

Permasalahan di wilayah pesisir sangat sensitif dan rentan terhadap fenomena alam. Wilayah pesisir merupakan suatu wilayah yang lemah atau rentan terhadap faktor lingkungan seperti variabilitas iklim, perubahan iklim dan terhadap naiknya permukaan laut. Dampak yang diterima wilayah pesisir akibat fenomena ini merupakan hal yang perlu dikaji untuk mengidentifikasi secara spasial tingkat kerentanan pantai dan memproyeksikan perubahan kerentanan wilayah pesisir di masa yang akan datang. Salah satu aspek yang berpengaruh dalam penilaian proses kerentanan wilayah pesisir terhadap perubahan garis pantai adalah bentuk geomorfologi dan elevasi wilayah

pesisir. Geomorfologi atau bentuk lahan pesisir menandakan ketahanan suatu wilayah pesisir terhadap erosi dan akresi akibat perubahan garis pantai. Terkait dengan dampak perubahan garis pantai, tipe bentuk lahan perlu diketahui untuk mengindikasikan bentuk ketahanan atau resistensi suatu bagian pantai atau pesisir terhadap erosi atau akresi sebagai akibat perubahan garis pantai sedangkan elevasi atau ketinggian wilayah pesisir berkaitan dengan kelemahan wilayah pesisir terhadap bahaya genangan dan kecepatan maju atau mundurnya garis pantai. Proses lainnya yang dapat berpengaruh terhadap tingkat kerentanan wilayah pesisir antara lain kemiringan pantai, gelombang, pasang surut dan kenaikan muka air laut (Verinda, 2019).

Upaya mencegah dampak yang ditimbulkan akibat bencana di kawasan pesisir dapat dilakukan dengan melakukan analisis kerentanan wilayah tersebut. Penentuan kerentanan wilayah pesisir dapat dilakukan dengan penilaian terhadap kondisi fisik daerah pesisir. Salah satu metode yang dapat digunakan ialah IKP (Indeks Kerentanan Pesisir). IKP adalah metode ranking relatif berbasis skala indeks dari parameter fisik seperti: Perubahan Garis Pantai, Kemiringan pantai, Pasang Surut, dan Tinggi Gelombang (*Remiery at all* dalam Herdiana dan Aprizon, 2012). Nilai indeks kerentanan atau IKP kemudian diintegrasikan dalam Sistem Informasi Geografis (SIG), sehingga diperoleh kerentanan wilayah pesisir berupa informasi spasial.

Selain penilaian indeks kerentanan pesisir selanjutnya dibutuhkan penilaian kerusakan terhadap pantai. Penilaian kerusakan pantai dapat dinilai berdasarkan Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum Nomor 08/SE/M/2010 sekaligus penentuan prioritas penanganan kerusakan pantai.

Berdasarkan hasil observasi awal pada kawasan pesisir Kecamatan Galesong Selatan, peneliti menemukan bahwa begitu dekatnya pemukiman warga dengan garis pantai, tinggi gelombang yang cukup tinggi, telah ada beberapa bangunan pelindung pantai yang rusak, dan tingginya abrasi di kawasan tersebut sehingga penulis mengangkat penelitian dengan judul “Analisis indeks kerentanan kawasan pesisir Kecamatan Galesong Selatan Kabupaten Takalar”.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan beberapa masalahnya, yaitu:

1. Bagaimana tingkat kerentanan pesisir Kecamatan Galesong Selatan dengan menggunakan metode IKP dan SE Menteri PU Nomor 08/SE/M/2010 ?
2. Apakah solusi tingkat kerentanan pesisir Kecamatan Galesong Selatan ?

1.3 Batasan Masalah

Untuk memperjelas dari rumusan masalah yang telah dikemukakan di atas adapun lingkup batasan dalam penelitian ini sebagai berikut

1. Parameter yang digunakan dalam metode IKP (Remieri et all. 2011; *dalam* Putra dkk. 2015) adalah perubahan garis pantai, kemiringan pantai, tinggi gelombang dan tunggang pasut.
2. Faktor yang digunakan untuk penentuan dan penilaian prioritas penanganan kerusakan pantai yang mengacu pada SE PU Nomor 08 Tahun 2010 adalah kerusakan pada pemukiman dan fasilitas umum, kualitas air tanah akibat instruksi air laut, perubahan garis pantai serta kerusakan bangunan pelindung pantai.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan penelitian tugas akhir ini diantara lain:

1. Mengetahui kerentanan pesisir di wilayah pesisir yang terjadi di wilayah pesisir Kecamatan Galesong Selatan.
2. Mengetahui prioritas penanganan kerusakan pantai di wilayah pesisir Kecamatan Galesong Selatan.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan jawaban dari permasalahan-permasalahan yang telah dirumuskan sehingga dapat memberikan kegunaan sebagai berikut:

1. Bagi pengembangan ilmu atau para peneliti, penelitian ini dapat menambah pengetahuan terkait kerentanan kawasan pesisir. Sehingga dapat mengetahui potensi bencana yang terjadi di kawasan pesisir Kecamatan Galesong Selatan.
2. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi pemerintah daerah sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan kebijakan perencanaan tata ruang wilayah khususnya pada penataan penggunaan lahan pesisir. Selain itu dapat mengoptimalkan potensi yang ada di pesisir sehingga diharapkan dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat pesisir di Kecamatan Galesong Selatan.
3. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi masyarakat dalam memberikan informasi tentang luas lahan dan penggunaan lahan di pesisir Kecamatan Galesong Selatan.

1.6 Sistematika Penelitian

Untuk mempermudah melihat dan mengetahui pembahasan yang ada pada tugas akhir ini secara menyeluruh, maka perlu dikemukakan sistematika yang merupakan kerangka dan pedoman penulisan skripsi. Adapun penulisannya sebagai berikut:

- BAB I Pendahuluan, membahas latar belakang penulisan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.
- BAB II Tinjauan Pustaka, dalam bab ini menguraikan tentang lokasi penelitian, wilayah pesisir, kerentanan pesisir dengan metode IKP, Citra Landsat, *DSAS*
- BAB III Metodologi Penelitian, meliputi metode-metode yang akan digunakan dalam penelitian, penjelasan tentang spesifikasi dan analisis data, serta diagram alur penelitian.
- BAB IV Hasil dan Pembahasan menguraikan tentang indeks kerentanan wilayah pesisir yang terjadi di kawasan pesisir Kecamatan Galesong Selatan beserta solusi atas kerentanan wilayah pesisir.
- BAB V Penutup, meliputi kesimpulan serta saran dari penulis atas permasalahan yang telah dibahas pada bab sebelumnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Dalam melakukan penelitian ini diperlukan referensi-referensi dari penelitian serupa yang sudah pernah dilakukan oleh orang lain di Kawasan yang berbeda ataupun sama. Berikut adalah penelitian terdahulu yang serupa dengan penelitian ini:

1. Penelitian di pesisir Kabupaten Asahan mencakup sembilan desa, yaitu Silo Baru, Pematang Sei Baru, Sei Apung, Asahan Mati, Bagan Asahan, Sei Tempurung, Sarang Helang, Sei Sembilang, dan Bangun Baru. Kawasan Pesisir adalah suatu kawasan yang mudah mengalami perubahan, karena merupakan tempat bertemunya daratan dan lautan, dimana garis pertemuan itu dinamakan garis pantai. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan garis pantai dan perubahan tutupan lahan pada kawasan pesisir. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *overlay* garis pantai dari data citra satelit Landsat 5 tahun 2006 dan citra satelit Landsat 8 OLI tahun 2016, serta klasifikasi tutupan lahan menggunakan pendekatan klasifikasi terbimbing dan monogram Sumatera Utara. Penelitian ini menunjukkan perubahan garis pantai antara tahun 2006 dan tahun 2016, yaitu abrasi terjadi sebesar 58,28 hektar dan akresi terjadi sebesar 106,55 hektar. Perubahan tutupan lahan terbesar berupa penurunan luas pertanian lahan kering dan hutan sebesar 1530,80 hektar dan 726,92 hektar. Penambahan luasan terbesar terjadi pada perkebunan yaitu sebesar 741,02 hektar (Tiara T. Surya, 2017).
2. Penelitian yang berjudul Analisis Perubahan Garis Pantai Terhadap Eksistensi Mangrove Menggunakan Penginderaan Jauh Dan Aplikasi *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)* Tahun 2014-2018 (Studi Kasus: Kabupaten Kendal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara kerapatan mangrove terhadap perubahan garis pantai di pesisir Kabupaten Kendal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata perubahan garis pantai di Kabupaten Kendal dengan menggunakan aplikasi *DSAS* mengalami penambahan sebesar 10,487 m.

Perubahan luasan mangrove di pesisir Kabupaten Kendal mengalami kenaikan pada tahun 2014-2018 sebesar 427,50 ha. Kecamatan yang mengalami penambahan luas mangrove paling besar adalah Kecamatan Kaliwungu sebesar 152,32 hektar (Hazazi, dkk, 2019)

3. Penelitian di Kawasan pesisir Kota Pasuruan Jawa Timur yang berjudul Analisis Tingkat Kerentanan Wilayah Pesisir Terhadap Bencana Banjir di Kota Pasuruan, Jawa Timur. Penelitian ini bertujuan untuk mencegah dampak yang ditimbulkan akibat bencana di kawasan pesisir dapat dilakukan dengan melakukan analisis kerentanan wilayah pesisir. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa tingkat kerentanan pesisir Kota Pasuruan tergolong pada kerentanan sedang. Daerah yang berada pada kategori ini berada di desa Gadingrejo dengan nilai CVI yang berada di kisaran 0,377- 7, 600. Sedangkan pada desa Tambaan, Ngemplarejo, Panggungrejo, Mandaranrejo, Kepel, dan Blandonga memiliki nilai CVI lebih dari 7,600. Nilai tersebut menunjukkan bahwa desa Tambaan, Ngemplarejo, Panggungrejo, Mandaranrejo, Kepel, dan Blandongan memiliki tingkat kerentanan rentan.

2.2 Letak Geografis dan Wilayah Administratif

Secara astronomis, Kabupaten Takalar terletak antara 5°30'- 5°38' Lintang Selatan dan 119°22'-119°39' Bujur Timur. Berdasarkan posisi geografisnya, Kabupaten Takalar memiliki batas-batas sebagai berikut:

1. Sebelah Utara berbatasan dengan Kabupaten Gowa;
2. Sebelah Timur berbatasan dengan Kabupaten Gowa dan Kabupaten Jeneponto;
3. Sebelah Barat berbatasan dengan Laut Flores; dan
4. Sebelah Selatan berbatasan dengan Selat Makassar.

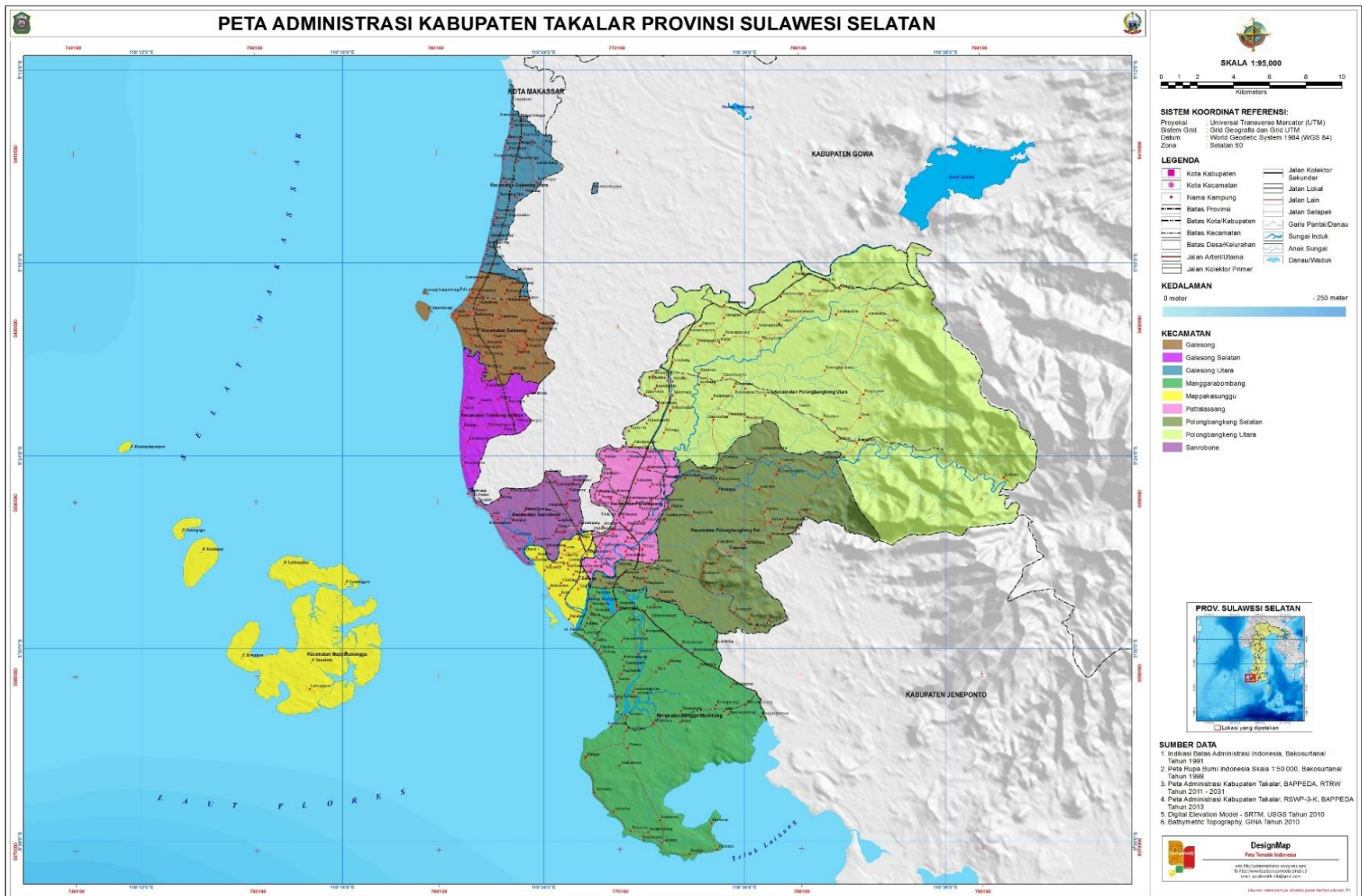
Luas wilayah Kabupaten Takalar seluruhnya 565,51 km² yang terdiri dari Sembilan kecamatan. Selain memiliki wilayah daratan, terdapat 6 Kecamatan yang berada di pesisir Kabupaten Takalar yaitu Kecamatan Galesong, Galesong Selatan, Galesong Utara, Sanrobone, Galesong Selatan, dan Mangarabombang dengan garis

pantai sepanjang 74 km. Pembagian wilayah Kabupaten Takalar berdasarkan kecamatan dan luasnya dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan Gambar 2.1

Tabel 2. 1 Luas Wilayah Kabupaten Takalar

Kecamatan	Luas Wilayah (Km²)	Presentase (%)
Mangarabombang	100,50	17,74
Mappakasunggu	45,27	7,99
Sanrobone	29,36	5,18
Polangbengkeng Selatan	88,07	15,55
Pattalassang	25,31	4,47
Polangbengkeng Utara	212,25	37,47
Galesong Selatan	24,71	4,36
Galesong	25,93	4,58
Galesong Utara	15,11	2,67
Takalar	566,51	100

(Sumber : Kabupaten Takalar dalam Angka, 2020)



Gambar 2. 1 Peta Administrasi Kabupaten Takalar
 (Sumber : BPS Kabupaten Takalar Tahun 2020)

Tabel 2. 2 Narasi Peta

Narasi Peta	
Judul Peta	Peta Administrasi Kabupaten Takalar
Tahun	2020
Sumber	BPS Tahun 2020
Ukuran Kertas	Landscape-A1
Skala	1 : 95.000
Proyeksi	Geographic
Sistem Grid	Grid Geographic dan Grid UTM
Datum	World Geodetic System 1984 (WGS 84)
Zona	50 Selatan

(Sumber : BPS Takalar Tahun 2020)

Kondisi iklim wilayah Kabupaten Takalar dan sekitarnya secara umum ditandai dengan jumlah hari hujan dan curah hujan yang relatif tinggi, dan sangat dipengaruhi oleh angin musim. Pada dasarnya angin musim di Kabupaten Takalar dipengaruhi oleh letak geografis wilayah yang merupakan pertemuan Selat Makassar dan Laut Flores, kondisi ini berdampak pada putaran angin yang dapat berubah setiap waktu. Berdasarkan hasil pengamatan stasiun hujan di Kabupaten Takalar, menunjukkan suhu udara minimum rata-rata 22,2°C hingga 20,4°C pada bulan Februari - Agustus dan suhu udara maksimum mencapai 30,5°C hingga 33,9°C pada bulan September - Januari. Curah hujan terjadi karena dipengaruhi oleh keadaan iklim dan perputaran atau pertemuan arus udara. Pada lokasi penelitian rata-rata hari hujan dalam setahun sekitar 12 hari dengan rata-rata curah hujan setahun sekitar 162 mm. Jumlah hari hujan banyak terjadi di bulan Februari dan bulan Desember.

Lokasi penelitian ini dilakukan pada salah satu wilayah permukiman pesisir Kabupaten Takalar yaitu Kecamatan Galesong Selatan. Luas wilayah Kecamatan Galesong Selatan dengan luas wilayah sekitar 45,27 km² yang terdiri dari 8 desa dan 1 kelurahan.

2.3 Wilayah Pesisir

Definisi wilayah pesisir bisa berbeda-beda, karena belum ditemukan suatu istilah paten untuk mengartikannya. Wilayah pesisir telah didefinisikan sebagai wilayah peralihan antara ekosistem daratan dan laut yang ditentukan oleh 12 mil batas wilayah ke arah perairan dan batas kabupaten/kota ke arah pedalaman. Menurut kesepakatan

umum di dunia bahwa wilayah pesisir adalah suatu wilayah peralihan antara daratan dan lautan (UU No.27 tahun 2007). Wilayah pesisir juga merupakan suatu wilayah peralihan antara daratan dan lautan. Apabila ditinjau dari garis pantai (*coastal*), maka suatu wilayah pesisir memiliki dua macam batas (*boundaries*), yaitu batas yang sejajar garis pantai (*longshore*) dan batas yang tegak lurus terhadap garis pantai (*cross-shore*) (Dahuri, 2001).

Transisi antara daratan dan lautan di wilayah pesisir telah membentuk ekosistem yang beragam dan sangat produktif serta memberikan nilai ekonomi yang luar biasa terhadap manusia. Konsekuensi dari tekanan terhadap pesisir ini adalah masalah pengelolaan yang berasal dari konflik pemanfaatan yang timbul akibat berbagai kepentingan yang ada di wilayah pesisir. Karakteristik umum wilayah laut dan pesisir adalah sebagai berikut.

1. Pesisir merupakan kawasan yang strategis karena memiliki topografi yang relatif mudah dikembangkan dan memiliki akses yang sangat baik (dengan memanfaatkan laut sebagai “prasarana” pergerakan).
2. Pesisir merupakan kawasan yang kaya akan sumber daya alam, baik yang terdapat di ruang daratan maupun ruang lautan, yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan manusia

2.4 Indeks Kerentanan Pesisir

Kerentanan adalah suatu keadaan penurunan ketahanan akibat pengaruh eksternal yang mengancam kehidupan, mata pencaharian, sumber daya alam, infrastruktur, produktivitas ekonomi, dan kesejahteraan. Hubungan antara bencana dan kerentanan menghasilkan suatu kondisi resiko, apabila kondisi tersebut tidak dikelola dengan baik (Wignyosukarto, 2007). Kerentanan (*vulnerability*) adalah rangkaian kondisi yang menentukan apakah bahaya (baik bahaya alam maupun bahaya buatan) yang terjadi akan dapat menimbulkan bencana (*disaster*) atau tidak. Rangkaian kondisi, umumnya dapat berupa kondisi fisik, sosial dan sikap yang mempengaruhi kemampuan

masyarakat dalam melakukan pencegahan, mitigasi, persiapan dan tindak-tanggap terhadap dampak bahaya.

Indeks kerentanan pesisir dapat digunakan sebagai indikator tingkat kerentanan suatu wilayah pesisir. Kerentanan pesisir merupakan suatu kondisi yang menggambarkan keadaan mudah terkena dari suatu sistem alami serta keadaan sosial pesisir (manusia, kelompok atau komunitas) terhadap bencana pantai. Tingkat kerentanan merupakan suatu hal yang penting untuk diketahui karena dapat berpengaruh terhadap terjadinya bencana. Proporsi setiap kategori indeks kerentanan dapat menjadi petunjuk karakteristik spasial jenis variabel ataupun cakupan tingkat atau kategori kerentanan pada suatu kawasan. Metode (IKP), juga digunakan oleh *European Environment Agency* untuk menganalisa kerentanan pesisir terhadap perubahan iklim di Eropa (Remieri *et al*, 2011).

$$IKP = (W_1 * X_1) + (W_2 * X_2) + (W_3 * X_3) + (W_4 * X_4) \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana:

- IKP = Indeks Kerentanan Pesisir
- W₁ = Perubahan Garis Pantai
- W₂ = Kemiringan Pantai
- W₃ = Tinggi Gelombang Signifikan
- W₄ = Tunggang Pasang Surut
- X₁ = Bobot Perubahan Garis Pantai
- X₂ = Bobot Kemiringan Pantai
- X₃ = Bobot Tinggi Gelombang
- X₄ = Bobot Pasang Surut

Nilai-nilai yang didapat dari perhitungan tersebut kemudian diklasifikasikan menurut tingkat kerentanan pesisir sebagaimana pada Tabel 2.3 berikut.

Tabel 2. 3 Klasifikasi Indeks Kerentanan Pesisir

No	Parameter	Bobot (X)	Variabel				
			SR (1)	R (2)	S (3)	T (4)	ST (5)
1.	Perubahan Garis Pantai (m/thn)	0,25	>2,0	+1,0 – 2,0	-1,0 – 1,0	-1,0 - -2,0	< -2,0
			akresi	akresi	stabil	abrasi	abrasi
2.	Kemiringan Pantai (°)	0,35	> 10	6 – 9,9	4 – 5,9	2 – 3,9	< 2
3.	Tinggi Gelombang (m)	0,29	< 0,5	0,5 – 1	1 – 1,5	1,5 – 2	> 2
4.	Pasang Surut (m)	0,11	< 0,5	0,5 – 1	1 – 1,5	1,5 – 2	> 2

(Sumber : Remieri et al. 2011; dalam Mutmainah dan Putra, 2017)

Keterangan : SR (Sangat Rendah), R (Rendah), S (Sedang), T (Tinggi) dan ST (Sangat Tinggi).

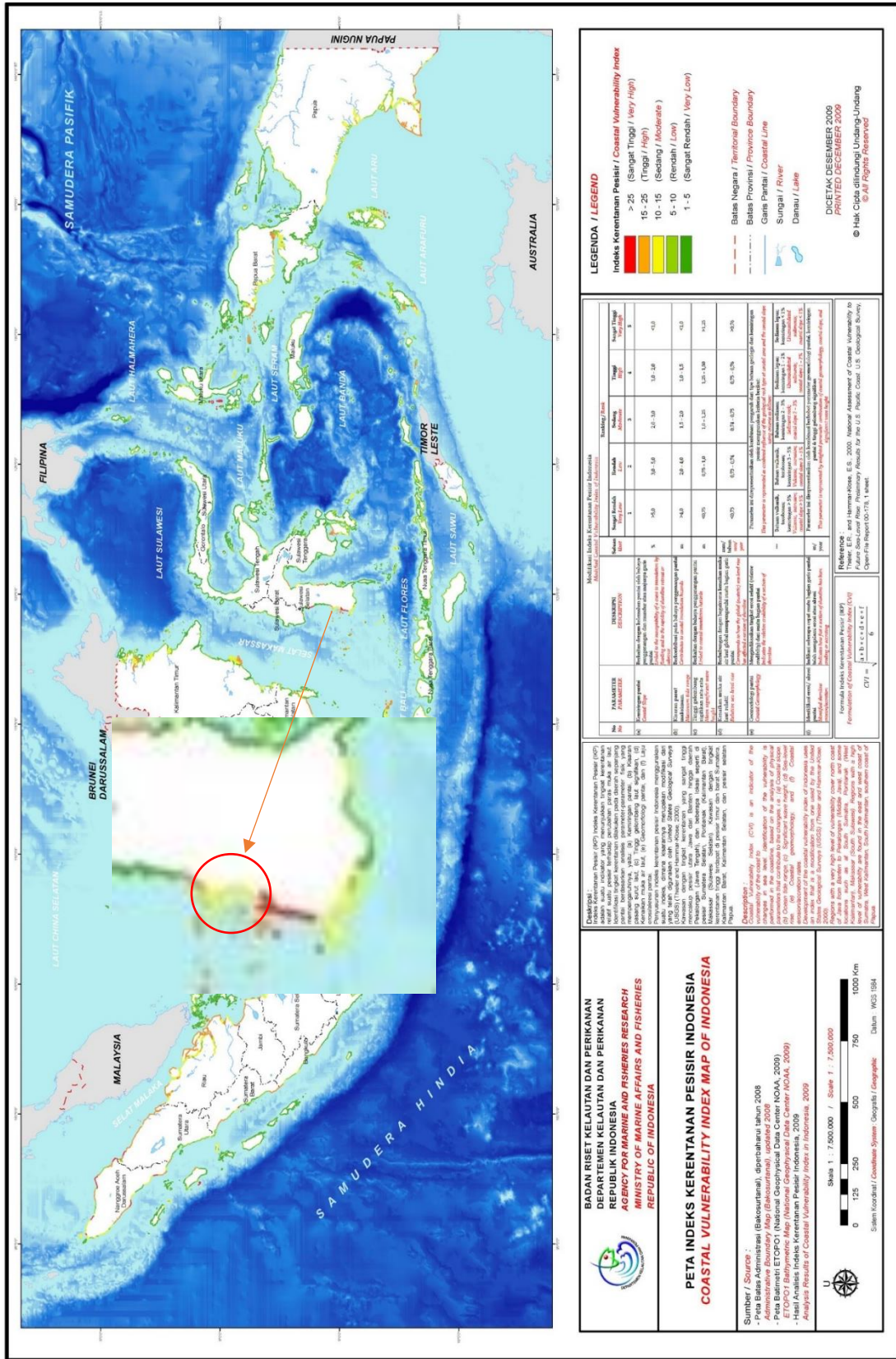
Setelah melakukan pengkelasan pada setiap parameter di lokasi studi, dilakukan pengklasifikasian. Klasifikasi tingkat IKP pada penelitian ini diperoleh, jika nilai IKP 1–2 poin dalam kategori kerentanan rendah, nilai IKP berada antara 2–3 poin dalam kategori kerentanan sedang, nilai IKP berada antara 3–4 poin dalam kategori kerentanan tinggi, dan jika nilai IKP berada antara 4–5 poin dalam kategori kerentanan sangat tinggi. Hasil dari perhitungan tingkat IKP dari seluruh parameter ditunjukkan dalam Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Klasifikasi Tingkat IKP

Nilai IKP	Tingkat Kerentanan
1-1,99	Sangat Rendah
2-2,99	Rendah
3-3,99	Sedang
4-4,99	Tinggi
>5	Sangat Tinggi

(Sumber : Doukakis, 2005; dalam Mutmainah dan Putra, 2017)

Dalam menentukan peta kerentanan Nasional Pusat Riset Kelautan (Pusriskel) menggunakan metode IKP oleh Thieler and Hammar-Klose pada tahun 1999. Dimana parameter yang digunakan ada 6 yaitu geomorfologi, perubahan garis pantai, kemiringan dasar pantai, tinggi gelombang signifikan, rata-rata pasang surut dan perubahan tinggi muka air laut. Klasifikasi kerentanannya dibagi menjadi 5 kategori yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Pembagian tersebut didasarkan pada perhitungan IKP. Berikut adalah peta kerentanan pesisir Indonesia pada Gambar 2.2.

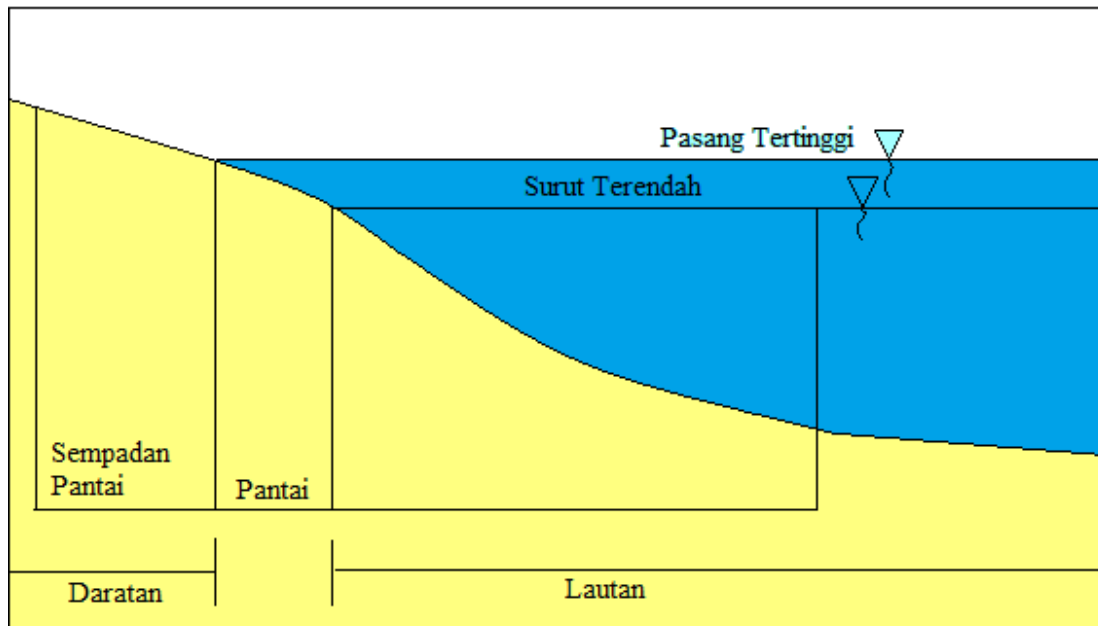


Gambar 2.2 Peta Indeks Kerentanan Pesisir Indonesia

2.5 Parameter Perubahan Garis Pantai

Perubahan garis pantai adalah suatu proses tanpa henti (terus-menerus) melalui berbagai proses alami di pantai yang meliputi pergerakan sedimen, arus menyusur pantai (*longshore current*), aksi gelombang permukaan laut dan penggunaan lahan (Arief et al, 2011). Garis pantai adalah garis batas pertemuan antara daratan dan air laut, dimana posisinya tidak tetap dan dapat berpindah sesuai dengan pasang surut air laut dan erosi pantai yang terjadi (Triatmodjo, 1999). Perubahan garis pantai terjadi pada skala detik sampai jutaan tahun (Sulaiman dan Soehardi, 2008). Perubahan garis pantai sangat bervariasi antara satu tempat dengan tempat lainnya dan dipengaruhi oleh beberapa faktor (Istiono, 2011).

Secara umum pantai merupakan suatu daerah yang meluas dari titik terendah air laut pada saat surut hingga ke arah daratan sampai mencapai batas efektif dari gelombang seperti pada Gambar 2.3 Berdasarkan jenis material sedimen dasar penyusunnya, tipe pantai dapat di bagi menjadi 3 (tiga) yaitu pantai berpasir, pantai berlumpur dan pantai berbatu. Masing-masing tipe pantai mempunyai karakteristik yang berbeda-beda, dan juga mempunyai pola reaksi yang berbeda pula terhadap kondisi hidro-oseanografi yang ada (Hidayanti, 2017).



Gambar 2.3 Profil Pantai
(Sumber : Triatmodjo, 1999)

Garis pantai merupakan pertemuan antara pantai (daratan) dan air (lautan). Suatu tinggi muka air tertentu dipilih untuk menjelaskan posisi garis pantai, yaitu garis air tinggi (*high water level*) sebagai garis pantai dan garis air rendah (*low water level*) sebagai acuan kedalaman. Proses dinamis pantai sangat dipengaruhi oleh *littoral transport*, yang didefinisikan sebagai gerak sedimen di daerah dekat pantai (*nearshore zone*) oleh gelombang dan arus. *Littoral transport* dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu transport sepanjang pantai (*longshore-transport*) dan transport tegak lurus pantai (*onshore-offshore transport*). Material (pasir) yang di transpor disebut dengan *littoral drift* (Triatmodjo, 1999).

Bentuk profil pantai sangat dipengaruhi oleh serangan gelombang, sifat-sifat sedimen seperti rapat massa dan tahanan terhadap erosi, ukuran dan bentuk partikel, kondisi gelombang dan arus, serta bathimetri pantai. Pantai dapat terbentuk dari material dasar yang berupa lumpur, pasir atau kerikil (*gravel*). Kemiringan dasar pantai tergantung pada bentuk dan ukuran material dasar. Pantai lumpur mempunyai kemiringan sangat kecil sampai mencapai 1:5000. Kemiringan pantai berpasir lebih

besar berkisar antara 1:20–1:50. Sedangkan kemiringan pantai berkerikil bisa mencapai 1:4. (Triadmodjo, 1999).

Penambahan dan pengurangan areal pantai tiap tahun dapat dihitung dan dipantau. Pada umumnya kebanyakan daerah pantai, perubahan alam terjadi lebih cepat dari pada perubahan alam di lingkungan yang lain kecuali di daerah-daerah yang mengalami gempa bumi, daerah banjir dan gunung api. Perubahan garis pantai ada dua macam, yaitu perubahan maju (akresi) dan perubahan mundur (abrasi). Garis pantai dikatakan maju apabila ada petunjuk adanya pengendapan dan atau pengangkatan daratan. Sedangkan garis pantai dikatakan mundur apabila ada proses abrasi dan atau penenggelaman daratan. Garis pantai dapat dipetakan sepanjang siklus pasang surut yang menghasilkan serangkaian elevasi kontur dari *intertidal* pantai (Uunk, dkk, 2010).

2.5.1 Abrasi

Abrasi merupakan peristiwa terkikisnya alur-alur pantai akibat gerusan air laut. Gerusan ini terjadi karena permukaan air laut mengalami peningkatan. Naiknya permukaan air laut ini disebabkan mencairnya es di daerah kutub akibat pemanasan global dan faktor angin yang dapat mendorong gelombang sehingga mengakibatkan naiknya permukaan air laut.

Abrasi disebabkan oleh naiknya permukaan air laut diseluruh dunia karena mencairnya lapisan es di daerah kutub bumi. Mencairnya lapisan es merupakan dampak dari pemanasan global. Suhu di kutub akan meningkat dan membuat es di kutub mencair, air lelehan es itu mengakibatkan permukaan air di seluruh dunia akan mengalami peningkatan dan daerah yang permukaannya rendah terkena terkena dampak dari peningkatan permukaan air tersebut.

2.5.2 Akresi

Akresi atau sedimentasi merupakan suatu proses pendangkalan atau dapat disebut juga proses perluasan daratan baru dengan kecenderungan menuju ke arah laut karena terjadinya sedimen yang mengalami pengendapan yang kemudian terbawa oleh

air laut. Masyarakat pesisir dapat mengalami kerugian sebab adanya akresi tersebut dapat berpengaruh pada garis pantai menjadi tidak stabil.

Akresi pantai dinyatakan sebagai berubahnya garis pantai ke arah laut lepas dikarenakan terjadinya proses sedimentasi/pengendapan menuju arah laut dari sungai atau daratan. Penyebab dari proses pengendapan di daratan adalah adanya pembukaan area lahan, hujan yang berkepanjangan yang menyebabkan limpasan air tawar dengan volume yang besar dan adanya *transport* atau perpindahan endapan ke arah laut dari badan sungai. Akresi pantai dapat pula mengakibatkan terjadinya penipisan daratan secara merata menuju ke laut yang lama kelamaan akan terbentuknya suatu dataran yaitu tanah timbul atau delta. Biasanya proses terjadinya akresi pantai berada pada daerah perairan pantai yang terdapat banyak muara sungai dan juga energi gelombang yang kecil serta daerah yang persentase kemungkinan terjadinya badai kecil.

2.6 Parameter Kemiringan Pantai

Lereng adalah permukaan bumi yang membentuk sudut kemiringan tertentu dengan bidang horizontal. Kemiringan pantai merupakan faktor penting yang berpengaruh terhadap perubahan profil pantai, karena keterjalan atau kemiringan lereng pantai sangat menentukan besarnya pengaruh gelombang (energinya) terhadap perubahan pantai. (Romimohtarto dan Juwana, 2009; *dalam* Tutupary, Pieter. 2018). Penentuan kemiringan pantai merupakan indikasi kerentanan relatif terhadap genangan dan potensi kecepatan kemunduran garis pantai karena daerah pantai dengan kemiringan rendah harus mundur lebih cepat daripada daerah yang lebih curam (Pilkey dan Davis, 1987; *dalam* Pendleton, dkk, 2005).

Kemiringan lereng merupakan ukuran kemiringan lahan terhadap bidang datar yang biasa dinyatakan dalam satuan persen atau derajat. Pengukuran Panjang lereng dilakukan di antara pasang tertinggi (*high tide*) dan pasang terendah (*low tide*) dan tegak lurus terhadap garis pantai. (Tutupary dan Pieter, 2018). Penentuan besar sudut kemiringan pantai menggunakan rumus menurut Romimohtarto dan Juwana, (2009) *dalam* Tutupary dan Pieter, (2018):

$$\beta = \tan^{-1} \frac{y}{x} \dots\dots\dots(2.2)$$

Sedangkan menghitung presentase kemiringan lereng, menggunakan persamaan di bawah ini:

$$S = \frac{y}{x} \times 100\% \dots\dots\dots(2.3)$$

dimana:

β = Kemiringan lereng pantai (°)

S = Kemiringan lereng pantai (%)

y = Elevasi pantai (m)

x = Jarak Pengukuran (m)

Adanya perbedaan kemiringan pada setiap pantai diklasifikasikan tertentu. Klasifikasi kemiringan lereng didasarkan pada kriteria menurut Van Zuidam, (1989) dalam Kalay, Lopulissa dan Noya (2018):

1. Pantai datar = 0-3 %
2. Pantai landai = 3-8 %
3. Pantai miring = 8- 14 %
4. Pantai sangat miring = 14-21 %
5. Pantai curam = 21-56 %
6. Pantai sangat curam = 56-140 %
7. Pantai terjal = > 140 %

2.7 Parameter Tinggi Gelombang Laut

Gelombang laut adalah satu fenomena alam yang sering terjadi di laut. Gelombang laut merupakan peristiwa naik turunnya permukaan laut secara vertikal yang membentuk kurva/grafik sinusoidal (Mulyabakti dkk, 2016). Gelombang terdiri dari panjang gelombang, tinggi gelombang, periode gelombang, kemiringan gelombang dan frekuensi gelombang. Panjang gelombang adalah jarak berturut-turut antara dua puncak atau dua buah lembah. Tinggi gelombang adalah jarak vertikal

antara puncak dan lembah gelombang. Periode gelombang adalah waktu yang dibutuhkan gelombang untuk kembali pada titik semula. Kemiringan gelombang adalah perbandingan antara tinggi dan panjang gelombang. Frekuensi gelombang adalah jumlah gelombang yang terjadi dalam satu satuan waktu (Jatilaksono, 2007).

Gelombang di laut dapat dibedakan menjadi beberapa macam tergantung pada daya pembangkitnya. Gelombang tersebut adalah gelombang angin yang dibangkitkan oleh tiupan angin di permukaan laut, gelombang pasang surut dibangkitkan oleh gaya tarik benda-benda langit terutama matahari dan bulan terhadap bumi, gelombang tsunami terjadi karena letusan gunung berapi atau gempa di laut, gelombang yang dibangkitkan oleh kapal yang bergerak.

Gelombang dapat menimbulkan energi untuk membentuk pantai, menimbulkan arus dan transport sedimen dalam arah tegak lurus dan sepanjang pantai (Triatmodjo, 1999). Bentuk gelombang akan berubah dan akhirnya pecah ketika sampai di pantai. Hal ini disebabkan oleh adanya gesekan dari dasar laut di perairan dangkal sehingga bentuknya berubah dimana tinggi gelombang meningkat dan panjang gelombang menurun. Perubahan bentuk ini menjadi tidak stabil dan akhirnya pecah ketika sampai di pantai. Gelombang yang akan mendekati pantai akan mengalami pemusatan (*convergence*) apabila mendekati tanjung (*head land*) atau menyebar (*divergence*) apabila menemui teluk (*bay*) (Stewart, 2006).

Gelombang merupakan parameter utama dalam proses erosi atau sedimentasi. Besarnya tergantung dari besarnya energi yang dihempaskan oleh gelombang ke pantai. Besarnya energi gelombang ditentukan oleh tinggi gelombang sebelum pecah. Nilai tinggi gelombang dalam kerentanan pantai dapat mempengaruhi perubahan garis pantai dan kondisi geomorfologi daerah tersebut. Selain itu, ketinggian gelombang berkaitan dengan bahaya penguapan air laut dan transport sedimen di pantai (Pendleton et al, 2005). pola perubahan gelombang konsisten dengan perubahan permukaan air, menunjukkan gelombang pecah bergantung pada kedalaman (Wamsley et al, 2009). Vegetasi meningkatkan gesekan dan redaman gelombang dan dapat mengurangi pembentukan gelombang (Dean dan Bender, 2006).

2.7.1 Mawar Angin (*Wind Rose*)

Wind Rose adalah alat grafis yang digunakan oleh ahli meteorologi untuk memberikan gambaran kecepatan dan arah angin yang biasanya terdapat di lokasi tertentu. Secara historis, *Wind Rose* adalah pendahulu dari kompas mawar, karena tidak ada perbedaan antara arah mata angin dan angin yang bertiup dari arah tersebut. Menggunakan sistem koordinat kutub gridding, frekuensi angin selama periode waktu tertentu oleh arah angin, dengan pita warna yang menunjukkan rentang kecepatan angin. Arah bicara terpanjang menunjukkan arah angin dengan frekuensi terbesar.

Sebelum *Wind Rose* ada, dahulu untuk mengetahui arah dan kecepatan angin kencang, orang-orang harus memasukkan arah tersebut ke dalam peta agar pembaca tahu arah 8 angin utama (dan terkadang 8 angin setengah dan 16 angin seperempat). Tidak ada perbedaan yang dibuat antara arah mata angin dan angin yang bertiup dari arah tersebut. Utara digambarkan dengan *fleur de lis*.

Disajikan dalam format melingkar, *Wind Rose* menunjukkan frekuensi angin bertiup dari arah tertentu selama periode tertentu. Panjang masing-masing lingkaran berhubungan dengan frekuensi tiupan angin dari arah tertentu per satuan waktu. Setiap lingkaran konsentris mewakili frekuensi yang berbeda, yang berasal dari nol di pusat untuk meningkatkan frekuensi di lingkaran luar. Plot angin berisi informasi tambahan, di mana masing-masing angin dipecah menjadi arsiran warna yang menunjukkan rentang kecepatan angin. *Wind Rose* atau Mawar Angin biasanya menggunakan 16 arah mata angin, seperti utara (N), NNE, NE, dll., Meskipun mereka dapat dibagi menjadi sebanyak 32 arah. Dalam hal pengukuran sudut dalam derajat, Utara sesuai dengan 0° / 360° , Timur ke 90° , Selatan ke 180° dan Barat hingga 270° .

Wind Rose dapat diaplikasikan untuk penentuan landasan pacu pesawat. Pesawat membutuhkan informasi arah dan kecepatan angin untuk proses pesawat terbang dan mendarat. Hal ini dikarenakan pesawat membutuhkan arah angin yang tepat agar dapat terbang secara sempurna. *Weather station* juga dapat mendeteksi kecepatan dan arah angin sehingga dapat digunakan untuk membuat grafis *Wind Rose*.

2.7.2 Mawar Gelombang (*Wave Rose*)

Wave rose menggambarkan frekuensi kejadian pada tiap arah mata angin dan kelas ketinggian gelombang pada lokasi dan waktu yang telah ditemukan. *Wave rose* juga diperjelas dengan menampilkan grafik dari kecenderungan arah pergerakan gelombang dan persentasenya pada suatu wilayah dengan cepat. *Wave rose* menghasilkan nilai tinggi gelombang air laut dalam satuan sentimeter atau meter.

Mawar gelombang merupakan suatu gambar berbentuk lingkaran sebagai persentase gelombang, memiliki penyebaran kelopak seperti mawar di tengah lingkarannya dengan variasi warna berbeda-beda menandakan perbedaan tinggi gelombang yang terjadi atau suatu gambar yang memetakan ketinggian dan arah gelombang dengan sederhana (Fitriansyah, 2014).

2.8 Parameter Tunggang Pasang Surut

Pasang surut laut adalah suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda-benda astronomi terutama oleh matahari, bumi dan bulan. Pengaruh benda angkasa lainnya dapat diabaikan karena jaraknya lebih jauh atau ukurannya lebih kecil. Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut karena adanya gaya tarik benda-benda di langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut bumi (Triatmodjo, 1999). Pasang surut laut adalah gelombang yang dibangkitkan oleh adanya interaksi antara bumi, matahari dan bulan.

Macam pasang surut berdasarkan kedudukan bumi, bulan dan matahari yang pertama ialah pasang purnama (*spring tide*) terjadi ketika bumi, bulan dan matahari berada dalam suatu garis lurus. Sedangkan yang kedua pasang perbani (*neap tide*) terjadi ketika bumi, bulan dan matahari membentuk sudut tegak lurus. Menurut Triatmodjo (1999), pasang surut di Indonesia dibagi menjadi 4 yaitu:

1. Pasang surut harian ganda (*Semi Diurnal Tide*). Dalam sehari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut secara berurutan. Periode pasang surut rata-rata 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 perairan selat karimata.
3. Pasang surut campuran condong ke harian ganda (*Mixed Tide Prevailing Semidiurnal*). Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, tetapi tinggi periodenya berbeda. Pasang surut jenis ini banyak terdapat perairan Indonesia Timur.
4. Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*Mixed Tide Prevailing Diurnal*). Pada tipe ini dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut, tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda. Pasang surut jenis ini biasa terdapat di daerah selat Kalimantan dan pantai utara Jawa Barat.

Pengolahan metode *admiralty* ini berupa amplitudo (A) dan fase (g) dari tiap komponen pasang surut, bilangan Formzahl (F) dan elevasi muka air (Ongkosongo & Suyarso, 1989). Tipe pasang surut dapat ditentukan dengan mengetahui nilai Formzahl dengan rumus :

$$F = \frac{A(K_1)+A(O_1)}{A(M_2)+A(S_2)} \dots\dots\dots(2.4)$$

dimana:

- F = bilangan Formzahl.
- K₁ = konstanta harmonik tunggal oleh deklinasi bulan dan matahari.
- O₁ = konstanta harmonik tunggal oleh deklinasi bulan.
- M₂ = konstanta harmonik ganda oleh bulan.
- S₂ = konstanta harmonik ganda oleh matahari.

Klasifikasi tipe pasang surut menurut Ongkosongo & Suyarso (1989) sesuai dengan nilai Formzahl tersebut yaitu:

1. Pasang surut harian ganda jika $F \leq 0,25$;
2. Pasang surut campuran ganda jika $0,25 < F \leq 1,5$;
3. Pasang surut campuran tunggal jika $1,5 < F \leq 3$;

4. Pasang surut harian tunggal jika $F > 3$

Hasil penentuan konstanta pasang surut yaitu amplitudo dan fase komponen pasang surut ini yang kemudian dapat menentukan prediksi elevasi pasang surut (Khatimah et al., 2016 dalam Amalina, Atmodjo & Pranowo, 2019). Berdasarkan komponen pasang surut didapatkan nilai kedudukan muka air laut. Rumus yang digunakan menurut Hariadi dan Setiyono (2017) adalah sebagai berikut:

$$\text{MSL} = S_0 \dots\dots\dots (2.5)$$

$$\text{LLWL} = S_0 - [M_2 + K_1 + O_1 + P_1 + K_2] \dots\dots\dots (2.6)$$

$$\text{HHWL} = S_0 + [M_2 + K_1 + O_1 + P_1 + K_2] \dots\dots\dots (2.7)$$

Untuk mengetahui nilai tunggang pasang surut dapat dilihat pada persamaan di bawah ini :

$$\text{Tunggang pasang surut} = \text{HHWL} - \text{LLWL} \dots\dots\dots (2.8)$$

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 (Triatmodjo, 1999). 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.

2.9 Penilaian Prioritas dan Penanganan Kerusakan Pantai

Dalam menilai tingkat kerusakan pantai secara obyektif, diperlukan suatu kriteria kerusakan pantai. Kriteria kerusakan pantai yang di maksudkan di sini adalah penjelasan tentang jenis kerusakan pantai yang akan dinilai. Kriteria kerusakan pantai yang di pergunakan ada tiga macam yaitu : kriteria kerusakan lingkungan pantai, kriteria erosi dan kerusakan bangunan dan kriteria sedimentasi (PU No. 08/SE/M/2010).

2.9.1 Tolok Ukur Kerusakan Pantai

Dalam menilai kerusakan pantai, pendekatan yang digunakan ada 3 (tiga) macam yaitu (SE PU No. 08 Tahun 2010):

1. kerusakan lingkungan pantai,
2. erosi atau abrasi, dan kerusakan bangunan, serta
3. permasalahan yang timbul akibat adanya sedimentasi.

a. Tolok Ukur Penilaian Kerusakan Lingkungan Pantai

Dalam mengkaji kerusakan lingkungan akan ditinjau kerusakan lingkungan yang diakibatkan oleh (SE PU No. 08 Tahun 2010):

- 1) Permukiman dan fasilitas umum

Keberadaan permukiman dan fasilitas umum yang berada terlalu dekat dengan garis pantai (berada di daerah sempadan pantai), sehingga permukiman/fasilitas tersebut mudah terjangkau oleh hempasan gelombang. Tolok ukur kerusakan lingkungan pantai akibat letak pemukiman adalah jumlah rumah yang terkena dampak dan keberadaan bangunan di sempadan pantai sebagai berikut:

Ringan	: 1 rumah sampai dengan 5 rumah berada di sempadan pantai, tidak terjangkau gelombang badai.
Sedang	: 6 rumah sampai dengan 10 rumah berada di sempadan pantai, tidak terjangkau gelombang badai.
Berat	: 1 rumah sampai dengan 5 rumah berada di sempadan pantai dalam jangkauan gelombang badai.
Amat Berat	: 6 rumah sampai dengan 10 rumah berada di sempadan pantai dalam jangkauan gelombang badai.
Amat Sangat Berat	: >10 rumah berada di sempadan pantai dalam jangkauan gelombang badai.

Sedangkan tolok ukur untuk fasilitas umum yang terlalu dekat dengan pantai (berada di daerah sempadan pantai) adalah tingkat kepentingan dan cakupan daerah layanan fasilitas umum yang terkena dampak serta keberadaannya di sempadan pantai. Apabila ditinjau dari ukuran fasilitas umumnya, maka tolok ukur kerusakannya adalah: Ringan, setara 1 rumah sampai dengan 5 rumah, daerah layanan lokal.

Sedang, setara 6 rumah sampai dengan 10 rumah, daerah layanan skala sedang.

Berat, setara >10 rumah daerah layanan luas.

2) Areal pertanian (persawahan, perkebunan dan pertambakan)

Areal pertanian yang berada terlalu dekat dengan garis pantai (berada di daerah sempadan pantai), sehingga areal pertanian tersebut mudah terjangkau oleh hempasan gelombang. Berikut ini adalah tolok ukur penilaian kerusakan pantai untuk areal pertanian :

Ringan	: Areal pertanian berada pada pantai yang tidak mudah tererosi, lokasi 0 m sampai dengan 100 m.
Sedang	: Areal pertanian berada pada pantai yang mudah tererosi, lokasi 0 m sampai dengan 100 m.
Berat	: Areal pertanian mengalami kerusakan ringan akibat hempasan gelombang.

Amat Berat : Areal pertanian mengalami kerusakan sedang akibat hempasan gelombang.

Amat Sangat Berat : Areal pertanian mengalami kerusakan berat akibat hempasan gelombang.

3) Kawasan gumuk pasir

Penambangan pasir yang dilakukan pada gumuk pasir dapat berdampak pada hilangnya perlindungan alami pantai. Penambangan pasir akan mengakibatkan hilangnya bukit-bukit pasir yang berada di sepanjang pantai yang berfungsi sebagai tembok/tanggul laut dan sebagai sumber sedimen yang bekerja sebagai pemasok pasir pada saat terjadi badai. Oleh karena itu penambangan pasir dapat menyebabkan lemahnya perlindungan pantai. Tolok ukur kerusakan lingkungan pantai akibat penambangan pasir di kawasan pesisir adalah letak lokasi penambangan pasir terhadap garis pantai dan peralatan yang digunakan untuk menambang. Berikut ini adalah tolok ukur kerusakan pantai untuk penambangan pasir di kawasan pesisir.

Ringan : Lokasi penambangan berada pada jarak antara 200 m sampai dengan 500 m dari garis pantai, dilakukan dengan alat berat (mekanik).

Sedang : Lokasi penambangan pada jarak 100 m sampai dengan 200 m dari garis pantai, dilakukan dengan alat tradisional.

Berat : Lokasi penambangan pada jarak 100 m sampai dengan 200 m dari garis pantai, dilakukan dengan alat berat (mekanik).

Amat Berat : Lokasi penambangan pada jarak kurang dari 100 m dari garis pantai, dengan alat tradisional.

Amat Sangat Berat : Lokasi penambangan pada jarak kurang dari 100 m dari garis pantai, dengan alat berat (mekanik).

4) Perairan pantai

Pencemaran lingkungan perairan pantai yang akan dikaji adalah pencemaran yang disebabkan oleh tumpahan minyak, pembuangan limbah perkotaan dan

kandungan material halus di perairan tersebut. Pencemaran lingkungan perairan pantai ini dapat berdampak buruk terhadap kehidupan biota pantai dan masyarakat yang bermukim di sekitar pantai tersebut. Tolok ukur penilaian kerusakan lingkungan pantai akibat pencemaran limbah perkotaan dan minyak adalah dilihat dari tingkat kandungan limbah yang ditunjukkan oleh warna, kandungan sampah dan bau limbah tersebut. Dengan demikian pencemaran perairan yang ditinjau hanya merupakan indikasi awal pencemaran lingkungan yang harus ditindaklanjuti dengan survei berikutnya untuk mendapatkan informasi yang lebih detail. Berikut ini adalah tolok ukur penilaian kerusakan pantai untuk pencemaran lingkungan perairan pantai:

- | | |
|-------------------|---|
| Ringan | : Perairan pantai terlihat keruh, sedikit sampah, dan tidak ada bau. |
| Sedang | : Perairan terlihat keruh, kandungan sampah atau minyak sedang, dan tidak berbau. |
| Berat | : Perairan pantai yang terlihat coklat, kandungan sampah atau minyak sedang, dan berbau namun belum mengganggu. |
| Amat Berat | : Perairan pantai terlihat hitam, kandungan sampah atau minyak sedang dan bau cukup mengganggu. |
| Amat Sangat Berat | : Perairan pantai terlihat hitam pekat, banyak sampah atau minyak dan bau menyengat. |

5) Air tanah

Pencemaran air tanah akibat intrusi air laut terhadap sumur-sumur penduduk dan sumber pengambilan air baku di sekitar pantai dapat menimbulkan gangguan terhadap penyediaan air baku dan air bersih di wilayah tersebut. Dan pada tingkat pencemaran yang tinggi dapat membahayakan kehidupan manusia.

Tolok ukur penilaian kerusakan lingkungan pantai akibat intrusi air laut terhadap air tanah adalah besaran kadar garam pada sumur-sumur penduduk dan sumber pengambilan air baku di luar sempadan pantai. Dengan demikian pencemaran air tanah yang ditinjau hanya merupakan indikasi awal pencemaran lingkungan yang harus ditindaklanjuti dengan survei berikutnya untuk mendapatkan informasi yang lebih

detail. Cara menentukan kadar garam yang terkandung di air sumur dilakukan sesuai dengan SNI 06-2412-1991, tentang metode pengambilan contoh uji kualitas air. Berikut ini adalah tolok ukur penilaian kerusakan pantai untuk intrusi air laut:

Ringan	: Kadar garam 0,5 g/L sampai dengan 2,5 g/l terdeteksi pada 1 sumur sampai dengan 5 sumur.
Sedang	: Kadar garam 0,5 g/L sampai dengan 2,5 g/l terdeteksi pada 6 sumur atau lebih.
Berat	: Kadar garam 2,5 g/L sampai dengan 5 g/l terdeteksi pada 1 sumur sampai dengan 5 sumur.
Amat Berat	: Kadar garam 2,5 g/L sampai dengan 5 g/l terdeteksi pada 6 sumur atau lebih.
Amat Sangat Berat	: Kadar garam > 5 g/L terdeteksi pada 6 sumur atau lebih.

6) Hutan (tanaman) mangrove

Pengurangan/hilangnya mangrove pada kawasan pantai akibat penebangan dapat mengakibatkan melemahnya perlindungan alami pantai dan kerusakan biota pantai. Tolok ukur penilaian kerusakan lingkungan pantai akibat penebangan tersebut adalah ketebalan dan kerapatan hutan mangrove yang tersisa. Berikut ini adalah tolok ukur penilaian kerusakan pantai untuk hutan mangrove:

Ringan	: Ketebalan hutan (tanaman) mangrove masih 30 m sampai dengan 50 m kondisi tanaman jarang.
Sedang	: Ketebalan hutan (tanaman) mangrove 10 m sampai dengan 30 m, kondisi tanaman rapat
Berat	: Ketebalan hutan (tanaman) mangrove 10 m sampai dengan 30 m, kondisi tanaman jarang.
Amat Berat	: Ketebalan hutan (tanaman) mangrove < 10 m, kondisi tanaman rapat.
Amat Sangat Berat	: Ketebalan hutan (tanaman) mangrove < 10 m, kondisi tanaman jarang.

7) Terumbu karang

Kerusakan terumbu karang pada perairan pantai akibat perusakan/pengambilan terumbu karang dapat memberikan ancaman berupa melemahnya perlindungan alami pantai dan kerusakan biota pantai. Tolok ukur penilaian kerusakan lingkungan pantai akibat kerusakan terumbu karang adalah luasan terumbu karang yang rusak karena ditambang. Berikut ini adalah tolok ukur penilaian kerusakan pantai untuk terumbu karang:

Ringan	: Kerusakan akibat penambangan di bawah 10% luas kawasan.
Sedang	: Kerusakan akibat penambangan berkisar antara 10% sampai dengan 20% luas kawasan.
Berat	: Kerusakan akibat penambangan berkisar antara 20% sampai dengan 30% luas kawasan.
Amat Berat	: Kerusakan akibat penambangan berkisar antara 30% sampai dengan 40% luas kawasan.
Amat Sangat Berat	: Kerusakan > 40% luas kawasan.

8) Rob - kawasan pesisir

Rob kawasan pesisir terutama disebabkan karena penurunan tanah dan kenaikan muka air laut. Hal ini mengakibatkan sistem drainasi menjadi tidak berfungsi, terganggunya aktivitas penduduk, dan terganggunya perekonomian kota. Tolok ukur penilaian kerusakan lingkungan pantai akibat rob adalah tinggi genangan dan luas daerah yang tergenang. Berikut ini adalah tolok ukur penilaian kerusakan pantai untuk rob kawasan pesisir:

Ringan	: Saluran drainasi lokal penuh saat terjadi rob.
Sedang	: Saluran drainasi lokal meluap pada tempat-tempat tertentu pada saat terjadi rob.

Berat : Tinggi genangan di jalan antara 0 cm sampai dengan 20 cm pada skala sedang (paling tidak satu jalur jalan utama tergenang).

Amat Berat : Tinggi genangan di jalan antara 0 cm sampai dengan 20 cm pada skala luas (paling tidak dua jalur jalan utama tergenang).

Amat Sangat Berat : Tinggi genangan > 20 cm pada skala luas.

b. Tolok Ukur Kerusakan Erosi atau Abrasi, dan Kerusakan Bangunan

Untuk mengkaji kerusakan pantai akibat adanya erosi/abrasi atau gerusan dan rusaknya bangunan pantai akan ditinjau dua hal saja, yaitu SE PU No. 08 Tahun 2010:

1) Perubahan garis pantai

Terjadinya perubahan terhadap garis pantai dapat disebabkan oleh gangguan terhadap angkutan sedimen menyusur pantai, pasokan sedimen berkurang, adanya gangguan bangunan, dan kondisi tebing yang lemah sehingga tidak tahan terhadap hempasan gelombang. Perubahan terhadap garis pantai ini berdampak pada mundurnya garis pantai dan terancamnya fasilitas yang ada di kawasan pantai. Tolok ukurnya adalah laju mundurnya pantai. Berikut ini adalah tolok ukur penilaian kerusakan pantai untuk perubahan garis pantai:

Ringan : Garis pantai maju mundur, tetapi masih stabil dinamis.

Sedang : Pantai mundur < 1 m/tahun.

Berat : Pantai mundur 1 m/tahun sampai dengan 2 m/tahun.

Amat Berat : Pantai mundur 2 m/tahun sampai dengan 3 m/tahun.

Amat Sangat Berat : Pantai mundur > 3 m/tahun.

2) Kerusakan bangunan

Pada kawasan pantai sering dijumpai infrastruktur buatan manusia yang dibuat dengan tujuan tertentu, misalnya tujuan ekonomi dan transportasi, pertahanan keamanan

maupun perlindungan garis pantai. Infrastruktur buatan manusia tersebut dapat berupa bangunan pengaman pantai, jalan, rumah, tempat ibadah dan lainnya.

Bangunan yang dibangun pada material mudah tererosi seperti pasir atau jenis tanah lainnya kemungkinan besar sangat rentan terhadap bahaya kerusakan akibat gerusan. Pada umumnya gerusan terjadi pada bagian-bagian tertentu yang diakibatkan keberadaan struktur, terjadi konsentrasi gelombang dan arus, yang akan memperbesar tegangan geser dasar di bagian tersebut.. Gerusan yang terjadi pada fondasi bangunan dan kerusakan bangunan akibat gempuran gelombang menyebabkan bangunan tidak efektif dan membahayakan lingkungan atau masyarakat sekitar.

Tolok ukur penilaian kerusakan pantai akibat gerusan dan kerusakan bangunan dapat dilihat dari kenampakan bangunan itu sendiri seperti keruntuhan bangunan, abrasi bangunan, kemiringan bangunan, dan fungsi bangunan. Berikut ini adalah tolok ukur penilaian kerusakan pantai untuk gerusan dan kerusakan bangunan:

Ringan	: Bangunan masih dapat berfungsi baik di atas 75
Sedang	: Bangunan masih berfungsi 50% sampai dengan 75%.
Berat	: Bangunan berfungsi tinggal 25% sampai dengan 50% tetapi tidak membahayakan lingkungan.
Amat Berat	: Bangunan berfungsi tinggal 25% sampai dengan 50% dan membahayakan lingkungan.
Amat Sangat Berat	: Bangunan sudah rusak parah dan membahayakan lingkungan.

c. Tolok Ukur Akibat Sedimentasi

Sedangkan dalam mengkaji permasalahan sedimentasi akan ditinjau dua hal, yaitu (SE PU No. 08 Tahun 2010):

1) Sedimentasi muara sungai tidak untuk pelayaran

Tolok ukur penilaian kerusakan pantai karena sedimentasi dan pendangkalan muara sungai yang tidak digunakan untuk pelayaran didasarkan pada stabilitas muara dan persentase penutupan:

Ringan	: Muara sungai relatif stabil dan alur muara tinggal 50% sampai dengan 75%.
Sedang	: Muara sungai tidak stabil dan alur muara tinggal 50% sampai dengan 75%.
Berat	: Muara sungai tidak stabil dan alur muara tinggal 25% sampai dengan 50%.
Amat Berat	: Muara sungai tidak stabil dan kadang kadang tertutup.
Amat Sangat Berat	: Muara sungai tidak stabil dan setiap tahun tertutup.

2) Sedimentasi muara sungai untuk pelayaran

Tolok ukur kerusakan pantai karena sedimentasi dan pendangkalan muara sungai tidak stabil / berpindah-pindah dan muara sungai untuk pelayaran:

Ringan	: Muara sungai stabil alur menyempit dan perahu masih dapat masuk.
Sedang	: Muara sungai tidak stabil, alur menyempit tetapi perahu masih dapat masuk.
Berat	: Muara sungai tidak stabil, alur menyempit tetapi perahu sulit masuk.
Amat Berat	: Muara sungai tidak stabil, perahu hanya dapat masuk pada saat pasang.
Amat Sangat Berat	: Perahu tidak dapat masuk karena terjadi penutupan muara.

2.9.2 Tolok Ukur Kepentingan Pantai

Penentuan urutan prioritas penanganan kerusakan pantai tidak hanya dilihat pada bobot kerusakan pantai, tetapi juga didasarkan pada pembobotan tingkat kepentingan pantai tersebut (SE PU No. 08 Tahun 2010). Pembobotan tingkat kepentingan disajikan dalam tabel berupa koefisien bobot tingkat kepentingan, seperti terlihat pada Tabel 2.5

Tabel 2. 5 Tingkat Kepentingan

No.	Jenis Pemanfaatan Ruang	Skala Kepentingan	Koefisien bobot tingkat kepentingan (f)
1	Konservasi warisan dunia (seperti pura Tanah Lot)	Internasional	2,0
2	Pariwisata yang mendatangkan devisa, tempat ibadah, tempat usaha, industri, fasilitas pertahanan dan keamanan, daerah perkotaan, jalan negara, bandar udara, pelabuhan, pulau-pulau terluar	Kepentingan Negara	1,75
3	Pariwisatadomestik, tempat ibadah, tempat usaha, industri, fasilitas pertahanan dan keamanan, daerah perkotaan, jalan kabupaten, bandar udara, pelabuhan	Kepentingan Provinsi	1,50
4	Pariwisatadomestik, tempat ibadah, tempat usaha, industri, fasilitas pertahanan dan keamanan, daerah perkotaan, jalan kabupaten, bandar udara, pelabuhan	Kepentingan Kabupaten/Kota	1,25
5	Permukiman, pasar desa, jalan desa, tempat ibadah	Kepentingan local terkait dengan penduduk dan kegiatan perekonomian	1,00
6	Lahan pertanian (perkebunan, persawahan dan pertambakan) rakyat	Kepentingan local terkait dengan pertanian	0,75
No.	Jenis Pemanfaatan Ruang	Skala Kepentingan	Koefisien bobot tingkat kepentingan (f)
7	Lahan tidak di manfaatkan dan tidak berdampak ekonomis dan lingkungan	Tidak ada kepentingan tertentu dan tidak berdampak	0,50

(Sumber : SE PU No. 08 Tahun 2010)

2.9.3 Prosedur Pembobotan dan Prioritas Penanganan Kerusakan Pantai

Prosedur pembobotan dan prioritas penanganan kerusakan pantai sebagai berikut (SE PU No. 08 Tahun 2010):

1. Prosedur Pembobotan

Penilaian kerusakan pantai dilakukan dengan menilai tingkat kerusakan pada suatu lokasi pantai terpilih terkait dengan masalah erosi/abrasi, kerusakan

lingkungan, dan sedimentasi yang ada. Kemudian nilai bobot tersebut dikalikan dengan koefisien pengali berdasar tingkat kepentingan kawasan tersebut. Bobot akhir adalah hasil pengalian antara bobot tingkat kerusakan pantai dengan koefisien bobot tingkat kepentingan. Agar prosedur pembobotan dan penentuan urutan prioritas menjadi lebih sederhana maka digunakan cara tabulasi. Pembobotan tingkat kerusakan pantai dilakukan dengan skala 50 sampai dengan 250 dengan perincian seperti terlihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2. 6 Bobot tingkat kerusakan

No.	Tingkat Kerusakan	Jenis kerusakan		
		Lingkungan	Erosi/abrasi dan kerusakan bangunan	Sedimentasi
1	Ringan	50	50	50
2	Sedang	100	100	100
3	Berat	150	150	150
4	Amat Berat	200	200	200
5	Amat Sangat Berat	250	250	250

(Sumber : SE PU No. 08 Tahun 2010)

2. Penentuan urutan prioritas

Penentuan skala prioritas berdasarkan dari peninjauan lapangan dan analisis sensitivitas maka prioritas penanganan pantai dapat di kelompokkan menjadi:

- a. Prioritas A (amat sangat diutamakan - darurat) : bobot > 300
- b. Prioritas B (sangat diutamakan) : bobot 226 sampai dengan 300
- c. Prioritas C (diutamakan) : bobot 151 sampai dengan 225
- d. Prioritas D (kurang diutamakan) : bobot 76 sampai dengan 150
- e. Prioritas E (tidak diutamakan) : bobot < 75

2.10 Pengindraan Jauh

Secara prinsip, setiap obyek dan fenomena alam yang berada di ruang permukaan bumi dapat dideteksi dari citra satelit. Kemampuan citra satelit dalam mendeteksi objek

dan fenomena alam yang terjadi sangat tergantung dari resolusinya, baik spasial, spektral, radiometrik, dan temporal. Bencana geologi pada umumnya berhubungan dengan proses geologi, yaitu proses-proses yang berasal dari permukaan bumi (*eksogen*) atau di bawah permukaan bumi (*endogen*) yang melibatkan material batuan penyusunnya. Dengan bantuan citra penginderaan jauh, dapat dibuat pemetaan berupa faktor-faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya bencana dan manajemen dalam menghadapi bencana pada suatu daerah. Hal ini sangat penting dalam pengelolaan suatu wilayah yang rawan dengan bencana, sehingga dapat mengurangi dampak dari bencana yang terjadi.

Sekurang-kurangnya ada enam alasan yang melandasi meningkatnya penggunaan citra penginderaan jauh menurut Sutanto (1986):

1. Citra menggambarkan obyek, daerah, dan gejala di permukaan bumi dengan:
 - a. Wujud dan letak obyek yang mirip wujud dan letaknya di permukaan bumi
 - b. Relatif lengkap
 - c. Meliputi daerah yang luas
 - d. Permanen
2. Dari jenis citra tertentu dapat ditimbulkan gambaran tiga dimensional apabila penamatannya menggunakan alat yang disebut stereoskop.
3. Karakteristik obyek yang tidak tampak dapat diwujudkan dalam bentuk citra sehingga dimungkinkan pengenalan obyeknya.
4. Citra dapat dibuat secara cepat meskipun untuk daerah yang sulit dijelajahi secara *terrestrial*.
5. Merupakan satu-satunya cara untuk pemetaan daerah bencana.

Dengan demikian maka citra merupakan alat yang baik sekali untuk pemantauan perubahan cepat seperti pembukaan daerah hutan, pemekaran kota, perubahan kualitas lingkungan, dan perluasan lahan garapan. Informasi permukaan bumi yang diperoleh dari citra penginderaan jauh, antara lain menurut Sutanto (1986):

1. bentuk dan penggunaan lahan

2. perubahan penggunaan lahan
3. kondisi geologi dan geomorfologi
4. lokasi kebakaran hutan

Data penginderaan jauh yang diperoleh dari satelit adalah teknik yang baik dalam pemetaan daerah bencana yang menggambarkan distribusi spasial pada suatu periode tertentu. Data penginderaan jauh dapat direlasikan dengan data lain, sehingga dapat juga digunakan untuk penyajian data bencana.

2.10.1 Citra Landsat

Landsat merupakan program penangkapan citra bumi dengan satelit Landsat. Landsat merupakan program yang berjalan paling lama yakni sejak tahun 1972, satelit-satelit Landsat telah menangkap jutaan citra satelit untuk seluruh dunia, sehingga Landsat merupakan satelit yang memiliki koleksi citra yang paling lengkap. Studi kerentanan ini menggunakan data dari Landsat 5 dan Landsat 8. Citra Landsat menghasilkan citra dengan resolusi 30 meter, sehingga jauh lebih banyak detail yang bisa dilihat dan dibandingkan pada citra satelit dengan resolusi 1 km. Citra landsat 5 digunakan untuk pemetaan penutupan lahan, perubahan garis pantai, pemetaan wilayah mitigasi bencana, pemetaan penggunaan lahan, dan lain-lain. Berikut adalah komposisi band pada citra landsat 5 menurut Sabins (1986) *dalam* Alfiani (2018):

1. *Band 1* (0.45-0.52 m; biru) - berguna untuk membedakan kejernihan air dan juga membedakan antara tanah dengan tanaman.
2. *Band 2* (0.52-0.60 m; hijau) - berguna untuk mendeteksi tanaman.
3. *Band 3* (0.63-0.69 m; merah) - band yang paling berguna untuk membedakan tipe tanaman.
4. *Band 4* (0.76-0.90 m; *reflected IR*) - berguna untuk meneliti biomas tanaman dan membedakan batas tanah-tanaman dan daratan-air.
5. *Band 5* (1.55-1.75 m; *reflected IR*) - menunjukkan kandungan air tanaman dan tanah, berguna untuk membedakan tipe tanaman dan kesehatan tanaman.
6. *Band 7* (2.08-2.35 m; *reflected IR*) - berhubungan dengan mineral; *ration* antara *band 5* dan *7* berguna untuk mendeteksi batuan dan deposit mineral.

7. *Band 6* (10.4-12.5 m; *thermal IR*) - berguna untuk mencari lokasi kegiatan *geothermal*, mengukur tingkat *stress* tanaman, kebakaran, dan kelembaban tanah.

2.10.2 Batimetri Nasional

Batimetri yaitu ilmu yang mempelajari pengukuran kedalaman lautan, laut atau tubuh perairan lainnya, dan peta batimetri adalah peta yang menggambarkan perairan serta kedalamannya (Setiyono, 1996; *dalam* Kusumawati, Handoyo dan Hariadi, 2015). Batimetri Nasional dibentuk dari hasil inversi data *gravity anomaly* hasil pengolahan data *almetri* dengan menambahkan data pemeruman (*sounding*) yang dilakukan oleh BIG, NGDC, BODC, BPPT, LIPI, P3GL dan lembaga lainnya dengan survei *single* maupun *multibeam*. Resolusi spasial data Batimetri Nasional adalah *6 arc-second* dengan menggunakan datum MSL (URL <http://tides.big.go.id/DEMNAS/#info>, diakses pada tanggal 02 Januari 2021 pukul 22.26 WITA).

Data *gridded* batimetri nasional dari 90 sampai 150BT dan dari 20LS sampai 20LU. Data batimetri ini mempunyai keunggulan di daerah pesisir dan perairan dangkal dengan menggunakan survei dari Pusat Kelautan dan Lingkungan Pantai (PKLP), BIG. Pengembangan data model *gridded* Batimetri Nasional dimulai dari perhitungan data *free air gravity anomaly*, sampai menjadi data batimetri dengan menggunakan *Gravity-Geological Method* (GGM). Validasi di daerah pantai yang sebagian besar sudah ditambahkan data hasil survei Pusat Kelautandan Lingkungan Pantai (PKLP), BIG, tidak lagi diperlukan. Asimilasi data pemeruman di perairan dangkal dan daerah pantai menjadikan data *gridded* Batimetri yang dikembangkan oleh Tim DEMNAS BIG, akan mempunyai akurasi terbaik di daerah pantai Kepulauan Indonesia, dibanding data model batimetri lainnya (URL <http://tides.big.go.id/DEMNAS/#info>, diakses pada tanggal 02 Januari 2021 pukul 22.26 WITA).

Batimetri nasional dengan resolusi 30s, memiliki bias *error* -12,22m sedangkan data SRTM30plus dan GEBCO30s masing-masing -18,51m dan -24,7m. Selanjutnya, standar deviasi untuk BATNAS, SRTM30plus, dan GEBCO30s masing-masing adalah 47,32m, 151,4m dan 171,53m. Sementara itu, pada resolusi 15s, data BATNAS mempunyai bias *error* -9,21m dan standar deviasi 39,75. Sementara SRTM15plus mempunyai bias *error* -15,71m dan standar deviasi 146,53m. Datum yang digunakan dalam BATNAS adalah EGM2008 dan MSL. Hubungan antara *Geoid* dan MSL didefinisikan dengan jelas dalam “*Geodetic World Height System Unification*”. Dalam menghitung MSL di perairan Indonesia, BIG menggunakan HYCOM (URL <http://tides.big.go.id/DEMNAS/#info>, diakses pada tanggal 02 Januari 2021 pukul 22.26 WITA).

2.11 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis (SIG), merupakan sistem informasi berbasis komputer yang digunakan untuk mengolah dan menyimpan data atau informasi geografis. Secara umum pengertian SIG adalah Suatu komponen yang terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, data geografis dan sumberdaya manusia yang bekerja bersama secara efektif untuk memasukan, menyimpan, memperbaiki, memperbaharui, mengelola, memanipulasi, mengintegrasikan, menganalisa dan menampilkan data (Prahasta, 2002; dalam Alfiani, 2019).

Perangkat lunak merupakan komponen untuk mengintegrasikan berbagai macam data masukan yang akan diproses dalam SIG. Perangkat keras berupa komputer, yang dilengkapi dengan peralatan digitasi, *scanner*, *plotter*, monitor, dan *printer*. Sumberdaya manusia merupakan pengguna sistem dan yang mengoperasikan *software* maupun *hardware*, serta data yang digunakan untuk diolah maupun dianalisis sesuai kebutuhan. *Software* SIG biasanya mempunyai modul dasar yaitu (Alfiani, 2019):

1. masukan data (*input*),
2. penyimpanan data,
3. keluaran data (*output*),
4. transformasi data, dan

5. interaksi dengan pengguna (*input query*).

2.12 *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)*

Digital Shoreline Analysis System (DSAS) merupakan perangkat lunak komputer yang pada dasarnya digunakan untuk menghitung perubahan posisi garis pantai dan permasalahan lain terkait perubahan posisi maupun batas suatu wilayah dari waktu ke waktu. *DSAS* merupakan suatu perangkat sistem informasi geografis yang dapat bekerja pada perangkat lunak *ArcGIS*.

DSAS awal mula dikembangkan pada awal tahun 1990-an. *DSAS* versi 1.0 dikeluarkan pada tahun 1992, versi 2.0 untuk *ArcGIS* 3 dikeluarkan pada tahun 2003, versi 3.0 untuk *ArcGIS* 9 dikeluarkan pada tahun 2005, versi 4.0 untuk *ArcGIS* 9 dikeluarkan pada tahun 2009 (USGS dalam Setiani, 2017). Versi terbaru dari *DSAS* ialah versi 4.3 yang telah dirilis pada bulan April 2012 dan hanya dapat aplikasikan pada *ArcGIS* 10 dan perangkat harus didukung oleh sistem operasi *Windows XP*, *Vista* atau *Windows 7* (Thieler and Himmelstoss, 2012; dalam Setiani, 2017).

DSAS pada analisis perubahan garis pantai digunakan untuk menghitung secara otomatis perubahan posisi garis pantai berdasarkan waktunya menggunakan data berbasis geospasial (Setiani, 2017). Metode perhitungan yang dapat digunakan untuk melakukan perhitungan laju perubahan garis pantai pada *DSAS* menurut Thieler and Himmelstoss (2012) dalam Setiani (2017), yaitu:

Dalam menghitung perubahan garis pantai, *DSAS* menggunakan titik sebagai acuan pengukuran, dimana titik dihasilkan dari perpotongan antara garis transek yang dibuat oleh pengguna dengan garis-garis pantai berdasarkan waktu. ini perhitungan yang dapat dilakukan dengan *DSAS* (Hazazi, G., Sasmito, B. dan Firdaus, H. S., 2019):

1. *Shoreline Change Envelope (SCE)* adalah mengukur total perubahan garis pantai dengan mempertimbangkan semua posisi garis pantai yang tersedia dan melaporkan jaraknya tanpa mengacu pada tanggal tertentu.
2. *Net Shoreline Movement (NSM)* adalah mengukur jarak perubahan garis pantai antara garis pantai yang terlama dan garis pantai terbaru.

3. *End Point Rate* (EPR) adalah menghitung laju perubahan garis pantai dengan membagi jarak antargaris pantai terlama dan garis pantai terkini dengan waktunya.

2.13 Bangunan Pelindung Pantai

Bangunan pelindung pantai pada umumnya digunakan sebagai infrastruktur yang berfungsi sebagai pelindung pantai. Akibat pengaruh dari beberapa faktor seperti pasang surut air laut, akan mudah menggerakkan sedimen-sedimen di sekitar garis pantai, sehingga akan sering terjadi erosi pada pantai. Bangunan pantai digunakan untuk melindungi pantai terhadap kerusakan karena serangan gelombang dan arus. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk melindungi pantai yaitu memperkuat pantai atau melindungi pantai agar mampu menahan kerusakan dengan membangun beberapa struktur bangunan pantai antara lain ;

1. *Groin* adalah struktur pengaman pantai yang dibangun menjorok relatif tegak lurus terhadap arah pantai. Menurut Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 07/SE/M/2010 tentang Pemberlakuan Pedoman Pelaksanaan Konstruksi Bangunan Pengaman Pantai dijelaskan bahwa *Groin* adalah bangunan yang dibuat tegak lurus atau kira-kira tegak lurus pantai, berfungsi mengendalikan erosi yang disebabkan oleh terganggunya keseimbangan angkutan pasir sejajar pantai (*longshore sand drift*)
2. *Sea Wall* menurut Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 07/SE/M/2010 tentang Pemberlakuan Pedoman Pelaksanaan Konstruksi Bangunan Pengaman Pantai dijelaskan bahwa *Sea Wall* adalah struktur pengaman pantai yang dibangun dalam arah sejajar pantai dengan tujuan untuk melindungi pantai terhadap hempasan gelombang dan mengurangi limpasan genangan areal pantai yang berada di belakangnya.
3. *Break water* atau dalam hal ini pemecah gelombang lepas pantai adalah bangunan yang dibuat sejajar pantai dan berada pada jarak tertentu dari garis pantai. Menurut Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 07/SE/M/2010 tentang Pemberlakuan Pedoman Pelaksanaan Konstruksi Bangunan Pengaman

Pantai dijelaskan bahwa *Break Water* adalah konstruksi pengaman pantai yang posisinya sejajar atau kira-kira sejajar garis pantai dengan tujuan untuk meredam gelombang datang.