

**“ANALISIS INDEKS KERENTANAN KAWASAN PESISIR
KECAMATAN GALESONG KABUPATEN TAKALAR”**

SKRIPSI

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Meraih Gelar Strata 1 (S1)

Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknik

Univeristas Hasanuddin



DISUSUN

MUHAMMAD ALIF ALIM ARIFKI

D321 16 508

DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2021

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

“ANALISIS INDEKS KERENTANAN KAWASAN PESISIR KECAMATAN GALESONG KABUPATEN TAKALAR”

Disusun dan Diajukan Oleh:

MUHAMMAD ALIF ALIM ARIFKI

D321 16 508

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Program Sarjana Program Studi Teknik Kelautan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Pada tanggal 18 Oktober 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



Dr. Taufiqur Rachman, ST., MT.

196908021997021001



Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST., MT.

197506052002121001

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Kelautan



Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST., MT.

197506052002121001

LEMBAR PENGESAHAN KOMISI PENGUJI

“ANALISIS INDEKS KERENTANAN KAWASAN PESISIR KECAMATAN GALESONG KABUPATEN TAKALAR”

OLEH :

MUHAMMAD ALIF ALIM ARIFKI

D321 16 508

Telah diperiksa dan disetujui oleh dosen pembimbing pada :

Tanggal : 18 Oktober 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 : Sabaruddin Rahman, ST., MT., Ph.D.
4. Anggota 2 : Dr. Hasdinar Umar, ST., MT.

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Kelautan


Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST., MT.

197506052002121001

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : MUHAMMAD ALIF ALIM ARIFKI
NIM : D321 16 508
Departemen : Teknik Kelautan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis saya yang berjudul **“Analisis Indeks Kerentanan Kawasan Pesisir Kecamatan Galesong 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, 18 Oktober 2021



Muhammad Alif Alim Arifki

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 "*Analisis Indeks Kerentanan Kawasan Pesisir Kecamatan Galesong Kabupaten Takalar*".

Perjalanan panjang telah penulis lalui dalam rangka perampungan penulisan skripsi ini. Banyak hambatan yang dihadapi dalam penyusunannya, namun berkat kehendak-Nya 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 Almarhum Ayahanda (Hj. A. Titik Yudhawaty Alim Bachrie dan Alm. H. Boerhan Darwis) tercinta yang senantiasa mendoakan tanpa 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 keempat Saudara-Saudari saya (Siti Maryam Awlya, Siti Satilah Amaliya, Muhammad Nuzul Qalbi Alim, Siti Rabilah Syalsabila Ayla) 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 Besse Rania Qarima terima kasih telah menemani dalam setiap langkah yang penulis lalui.
9. Untuk Saudara seperjuangan Labo Pantai dan Lingkungan 2016 (Adil, Maulid, Denis, Andika dan Didi). Penulis sangat berterima kasih atas bantuan dalam pengerjaan skripsi ini baik dalam pengambilan data maupun penulisan serta segala pengalaman dan cerita selama pengerjaan skripsi ini.
10. Saudara dan Saudari Teknik Kelautan 2016. Terima kasih untuk canda dan tawa selama masa perkuliahan penulis. Terima kasih untuk setiap kenangan dan bantuan untuk menyelesaikan tugas-tugas yang didapatkan selama perkuliahan.
11. Seluruh Anggota dan Pengurus HMTK FT-UH, OKFT-UH, HMI Komisariat Teknik Unhas, HIPMI-PT Unhas dan Unit Kegiatan Mahasiswa Fotografi Universitas Hasanuddin yang telah memberikan banyak pengalaman dan cerita di luar ruang-ruang kelas selama menjadi mahasiswa.

Gowa, 18 Oktober 2021

Muhammad Alif Alim Arifki

ABSTRAK

Muhammad Alif Alim Arifki, Analisis Indeks Kerentanan Kawasan Pesisir Kecamatan Galesong Kabupaten Takalar. (Dibimbing oleh **Dr. Taufiqur Rachman, ST., MT.**, dan **Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST., MT.**)

Permasalahan di wilayah pesisir sangat sensitif dan rentan terhadap fenomena alam karena merupakan suatu wilayah yang rentan terhadap faktor lingkungan antara lain laju perubahan garis pantai, kemiringan pantai, gelombang, pasang surut dan kenaikan muka air laut. Kawasan Pesisir Kecamatan Galesong merupakan wilayah pemukiman dan terdapat Pelabuhan Boddia dimana keberadaannya sangat vital dalam menopang ekonomi masyarakat sekitar. Kawasan pesisir Kecamatan Galesong juga menjadi objek wisata dan pembuatan kapal termasuk perbaikan kapal nelayan yang rusak. Mengingat tingginya pembangunan dan pemanfaatan wilayah pesisir Kecamatan Galesong maka secara tidak langsung kawasan pesisir Kecamatan Galesong rentan terhadap bencana di wilayah pesisir termasuk akibat perubahan iklim. Indeks Kerentanan Pesisir adalah suatu metode yang digunakan untuk menilai kerentanan pesisir. Penilaian tingkat kerentanan pesisir pada penelitian ini menggunakan metode CVI (Coastal Vulnerability Index). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kerentanan pesisir Kecamatan Galesong dan menentukan solusi atas tingkat kerentanan pesisir Kecamatan Galesong. Penelitian ini juga diharapkan dapat bermanfaat bagi pemerintah daerah sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan kebijakan perencanaan tata ruang wilayah khususnya pada penataan penggunaan lahan pesisir di Kecamatan Galesong.

Pada penelitian ini dilakukan studi dokumenter, yaitu menyaring dan menganalisis data sekunder dari berbagai aplikasi, web dan jurnal yang relevan dengan penelitian ini serta dilakukan survei lapangan secara langsung untuk mengetahui kondisi eksisting terkait fenomena visual yang ada.

Tingkat kerentanan pesisir Kecamatan Galesong menggunakan metode CVI berada di satu kategori yaitu kerentanan tinggi. Terdapat lima desa yang ada di kawasan pesisir Kecamatan Galesong yaitu Desa Palalakkang, Desa Galesong Baru, Desa Galesong Kota, Desa Boddia dan Desa Mappakalompo. Solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah kerentanan kawasan pesisir Kecamatan Galesong yaitu dengan melakukan penataan pemukiman/fasilitas umum, memodifikasi bangunan pelindung pantai yang telah ada dan membangun struktur pelindung pantai. Struktur pelindung yang disarankan untuk dibangun adalah revetment dan detached breakwater.

Kata Kunci: CVI, kerentanan pesisir, revetment, detached breakwater.

ABSTRACT

Muhammad Alif Alim Arifki, Analysis of Vulnerability Index of Coastal Area, Galesong District, Takalar Regency. (Supervised by **Dr. Taufiqur Rachman, ST., MT.**, and **Dr. Ir. Chairul Paontonan, ST., MT.**)

Problems in coastal area are very sensitive and vulnerable to natural phenomena because it is an area which is vulnerable to environmental factors including coastline rate of change, beach slope, waves, tides and sea level rise. The coastal area of Galesong District is a settlement area and the place of a port named Boddia where its existence is very vital in supporting economy of the surrounding community. The coastal area of Galesong District is also become a tourist attraction and shipbuilding, including repairing of damaged fishing boats. Considering the high rate of development and utilization of the coastal area of Galesong District, indirectly this area is vulnerable to disasters including the disasters due to climate change. Coastal Vulnerability Index is a method used to rate coastal vulnerability. Assessment of coastal vulnerability level in this study using the CVI (Coastal Vulnerability Index) method. This study aims to determine the level of Galesong District coastal vulnerability and determine solutions to the level of Galesong District coastal vulnerability. This study also expected to be useful for local governments as consideration in regional spatial planning policies, especially in coastal land use in Galesong District.

In this study, a documentary study was conducted, a study to filter and analyze secondary data from various application, web and journal relevant to this study and conduct a direct field survey to determine existing condition related to existing visual phenomena.

The level of Galesong District coastal vulnerability using the CVI method is in one category, high vulnerability. There are five villages in Galesong District coastal area, namely Palalakkang Village, Galesong Baru Village, Galesong Kota Village, Boddia Village and Mappakalombo Village. Solutions that can be done to overcome the problem of coastal area vulnerability are by organizing settlements/public facilities, modifying existing coastal protective buildings and building protective structures of coast. Recommended protective structures to be built are revetment and detached breakwater.

Keywords: CVI, coastal vulnerability, revetment, detached breakwater.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	1
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
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 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Letak Geografis dan Wilayah Administratif	6
2.3 Wilayah Pesisir	10
2.3.1 Karakteristik Kawasan Pesisir	10
2.3.2 Manfaat dan Fungsi Wilayah Pesisir	12
2.4 Perubahan Garis Pantai	13
2.5 Indeks Kerentanan Pesisir	14
2.6 Parameter Perubahan Garis Pantai	16
2.6.1 Abrasi	19
2.6.2 Akresi	19
2.7 Hidro-Oseanografi	20
2.7.1 Gelombang	20
2.7.2 Pasang Surut	22
2.8 Penginderaan Jauh	22
2.8.1 Citra <i>Google Earth</i>	24

2.8.2 Citra Landsat	28
2.8.3 Batimetri Nasional	29
2.8.4 Sistem Informasi Geografis.....	30
2.8.5 Aplikasi Digital Shoreline Analysis System	30
2.9 Penilaian Prioritas dan Penanganan Kerusakan Pantai	31
2.9.1 Tolok Ukur Kerusakan Pantai.....	31
2.9.2 Tolok Ukur Kepentingan Pantai.....	39
2.9.3 Prosedur Pembobotan dan Prioritas Penanganan Kerusakan Pantai....	39
BAB III METODE PENELITIAN.....	42
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	42
3.2 Alat dan Bahan.....	43
3.3 Metode pengumpulan data	43
3.4 Pengolahan data	44
3.5 Diagram Alur Penelitian	48
BAB IV HASIL PEMBAHASAN	49
4.1 Parameter Indeks Kerentanan Pesisir Kecamatan Galesong.....	49
4.1.1 Perubahan Garis Pantai	49
4.1.2 Kemiringan Pantai.....	69
4.1.3 Tinggi gelombang	72
4.1.4 Tunggang Pasang Surut.....	74
4.2 Analisis Indeks Kerentanan Pesisir Kecamatan Galesong.....	79
4.3 Penilaian Kerusakan Pantai dan Prioritas Penanganannya di Pesisir Kecamatan Galesong.....	83
4.3.1 Desa Palalakkang	84
4.3.2 Desa Galesong Baru	85
4.3.3 Desa Galesong Kota.....	87
4.3.4 Muara Sungai Galesong Kota	88
4.3.5 Desa Boddia	89
4.3.6 Desa Mappakalompo.....	91
4.4 Korelasi metode IKP dan SE Menteri PU Nomor 08/SE/M/2010 dalam penilaian kerusakan pantai	92
BAB V PENUTUP.....	97
5.1 Kesimpulan.....	97
5.2 Saran.....	97

DAFTAR PUSTAKA	98
LAMPIRAN	102

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta Administrasi Kabupaten Takalar.....	8
Gambar 2.2 Peta Indeks Kerentanan Pesisir Indonesia.....	17
Gambar 2.3 Profil Pantai	18
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	42
Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian	48
Gambar 4.1 Peta Overlay Garis Pantai Tahun 2000-2020.....	51
Gambar 4.2 Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2000-2005.....	53
Gambar 4.3 Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2005-2010.....	55
Gambar 4.4 Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2010-2015.....	57
Gambar 4.5 Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2015-2020.....	59
Gambar 4.6 Pembagian Segmen Kecamatan Galesong.....	60
Gambar 4.7 Peta Perubahan Garis Pantai Segmen A.....	61
Gambar 4.8 Peta Perubahan Garis Pantai Segmen B.....	62
Gambar 4.9 Peta Perubahan Garis Pantai Segmen C.....	63
Gambar 4.10 Peta Perubahan Garis Pantai Segmen D.....	64
Gambar 4.11 Peta Perubahan Garis Pantai Segmen E.....	65
Gambar 4.12 Peta Perubahan Garis Pantai Segmen F.....	66
Gambar 4.13 Peta Perubahan Garis Pantai Segmen G.....	67
Gambar 4.14 Peta Batimetri.....	70
Gambar 4.15 Cross section pantai Kecamatan Galesong.....	71
Gambar 4.16 Wind rose pesisir Kecamatan Galesong.....	72
Gambar 4.17 Wave rose pesisir Kecamatan Galesong.....	73
Gambar 4.18 Tunggang Pasang Surut.....	78
Gambar 4.19 Grafik Pasang Surut pesisir Kecamatan Galesong.....	78
Gambar 4.20 Peta Indeks Kerentanan Pesisir Kecamatan Galesong.....	80
Gambar 4.21 Areal pemukiman dan Kondisi eksisting pesisir di Desa Palalakkang.....	84
Gambar 4.22 Kondisi Pantai di Desa Galesong Baru dan Areal pemukiman di sempadan pantai.....	86

Gambar 4.23 Kondisi Pantai di Desa Galesong Kota dan Areal pemukiman di sempadan pantai.....	87
Gambar 4.24 Kondisi Muara sungai di Desa Galesong.....	89
Gambar 4.25 Kondisi dermaga di Desa Boddia dan Areal sempadan pantai.....	90
Gambar 4.26 Areal sempadan pantai di Desa Mappakalompo.....	91

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Luas Wilayah Kabupaten Takalar.....	7
Tabel 2.2 Narasi Peta Administrasi Kabupaten Takalar.....	9
Tabel 2.3 Penggunaan Lahan.....	10
Tabel 2.4 Klasifikasi Indeks Kerentanan Pesisir.....	15
Tabel 2.5 Klasifikasi Tingkat IKP.....	16
Tabel 2.6 Tingkat Kepentingan.....	40
Tabel 2.7 Bobot Tingkat Kerusakan.....	41
Tabel 3.1 Alat dan Bahan.....	43
Tabel 3.2 Jenis Data.....	44
Tabel 4.1 Perubahan Garis Pantai Tahun 2000-2005.....	52
Tabel 4.2 Perubahan Garis Pantai Tahun 2005-2010.....	54
Tabel 4.3 Perubahan Garis Pantai Tahun 2010-2015.....	56
Tabel 4.4 Perubahan Garis Pantai Tahun 2015-2020.....	58
Tabel 4.5. Hasil Perhitungan Laju Perubahan Garis Pantai Tahun 2000-2020.....	68
Tabel 4.6 Kemiringan Pantai Kecamatan Galesong.....	71
Tabel 4.7 Tinggi Gelombang Kawasan Pesisir Kecamatan Galesong.....	74
Tabel 4.8 Data Pasang Surut Kecamatan Galesong Kabupaten Takalar.....	76
Tabel 4.9. Hasil Analisis Harmonik Pasang Surut.....	75
Tabel 4.10 Analisis IKP Kecamatan Galesong.....	79
Tabel 4.11 Penilaian Kerusakan Pantai di Kecamatan Galesong.....	81
Tabel 4.12 Analisis Prioritas Penanganan di Kecamatan Galesong.....	82
Tabel 4.13 Matriks Korelasi IKP dan SE Menteri PU No.8 Tahun 2010.....	96

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.....	103
Lampiran 2 Citra Landsat 4-5 Tanggal 12 Juli Tahun 2000.....	109
Lampiran 3 Citra Landsat 4-5 Tanggal 9 September 2005.....	110
Lampiran 4 Citra Landsat 4-5 Tanggal 24 Juli 2010.....	111
Lampiran 5 Citra Landsat 8 Tanggal 15 September 2015.....	112
Lampiran 6 Citra Landsat 8 Tanggal 20 Agustus 2020.....	113

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Wilayah pesisir merupakan kawasan yang sangat dibutuhkan oleh penduduk untuk berbagai kegiatan diantaranya sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari misalnya digunakan untuk tempat pemanfaatan sumber daya alam dan lahan pesisir. Pesisir merupakan wilayah yang memiliki multifungsi seperti pusat pemerintahan, pemukiman, industri, pelabuhan, pertambangan, pertanian dan pariwisata. Multifungsi wilayah pesisir tersebut mengakibatkan peningkatan kebutuhan lahan dan prasarana lainnya, sehingga akan timbul masalah-masalah baru di wilayah pesisir. Masalah-masalah tersebut seperti perubahan morfologi pantai seperti terjadinya abrasi dan akresi.

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 kenaikan muka air laut adalah bentuk geomorfologi dan elevasi wilayah pesisir (Kaly, Pratt, & Mitchell 2004).

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). Garis pantai pada umumnya mengalami perubahan dari waktu ke waktu sejalan dengan perubahan alam seperti adanya aktivitas dari gelombang, angin, pasang surut, arus dan sedimentasi. Perubahan garis pantai juga terjadi akibat gangguan ekosistem pantai seperti pembuatan tanggul dan kanal serta bangunan-bangunan yang ada di sekitar pantai (Yulius dan Ramdhan, 2013).

Proses lainnya yang dapat berpengaruh terhadap tingkat kerentanan wilayah pesisir antara lain laju perubahan garis pantai, kemiringan pantai, gelombang,

pasang surut dan kenaikan muka air laut (Agustin, Syamsidik, & Fatimah, 2016; Joesidawati, 2016; Sakka, Paharuddin, & Rupang, 2014).

Geomorfologi atau bentuk lahan pesisir menandakan ketahanan suatu wilayah pesisir terhadap erosi dan akresi akibat kenaikan muka air laut. Terkait dengan dampak kenaikan muka air laut, tipe bentuk lahan perlu diketahui untuk mengindikasikan bentuk ketahanan atau resistensi suatu bagian pantai atau pesisir terhadap erosi atau akresi sebagai akibat kenaikan muka laut (Pendleton, Thieler, & Williams, 2005) sedangkan elevasi atau ketinggian wilayah pesisir berkaitan dengan kelemahan wilayah pesisir terhadap bahaya genangan dan kecepatan maju atau mundurnya garis pantai.

Galesong sebagai salah satu kecamatan yang terletak disebelah selatan dan berjarak kurang lebih 17 kilometer dari ibukota Kabupaten Takalar. Ibu kota Kecamatan Galesong terletak di Desa Boddia yang sebelah utara berbatasan dengan Kecamatan Galesong Utara, sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Gowa, sebelah selatan berbatasan dengan Kecamatan Galesong Selatan dan sebelah barat berbatasan dengan Selat Makassar. Luas wilayah Kecamatan Galesong sekitar 25,93 km² atau sebesar 4,57 persen dari total Kabupaten Takalar yang memiliki 14 desa. (BPS, 2019)

Jumlah penduduk Kecamatan Galesong pada tahun 2018 sekitar 41.421 jiwa, yang terdiri dari 20.452 laki-laki dan 20.969 jiwa perempuan. Kepadatan penduduk Kecamatan Galesong dalam kurun waktu 2017 hingga 2018, nampak tetap, dari 1.579 jiwa/km² tahun 2017 menjadi 1 579 jiwa/km² tahun 2018. (BPS, 2019)

Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk analisis perubahan garis pantai di kawasan pesisir Kecamatan Galesong dan analisis indeks kerentanan pesisir. Dari penelitian tersebut dapat dimanfaatkan untuk pengambilan langkah kebijakan yang berhubungan dengan pemanfaatan serta pengelolaan kawasan pesisir di Kecamatan Galesong. Pemantauan perubahan garis pantai dilakukan dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh yaitu citra *Landsat* dan menghitung indeks kerentanan pesisir dengan mengolah data-data yang digunakan untuk menentukan indeks kerentanan pesisir.

1.2 Rumusan Masalah

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

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

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui tingkat kerentanan pesisir Kecamatan Galesong
2. Menemukan solusi kerentanan pesisir Kecamatan Galesong

1.4 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.
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.
3. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi masyarakat dalam memberikan informasi tentang luas lahan dan penggunaan lahan di pesisir Kecamatan Galesong.

1.5 Batasan Masalah

Untuk memperjelas dari rumusan masalah yang telah dikemukakan di atas terkait kerentanan pesisir maka pada penelitian ini menggunakan metode CVI dari *Remiery et all* yang meliputi parameter, perubahan garis pantai, kemiringan pantai,

rata-rata tunggang pasang surut, dan tinggi gelombang. Dalam metode ini hanya mempertimbangkan aspek kondisi alam, tanpa memperhitungkan besarnya kerugian yang diakibatkan.

1.6 Sistematika Penulisan

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 CVI, *Citra Google Earth*, 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 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 selatan Yogyakarta pada tahun 2012 dengan metode penelitian menggunakan metode *Coastal Vulnerability Index (CVI)*, dengan parameter geomorfologi, elevasi, perubahan garis pantai, tunggang pasang surut rata-rata kenaikan muka laut relatif dan tinggi gelombang (Hastuti, 2012). Hasil parameter tersebut kemudian di skoring dengan persamaan CVI. Hasil penelitiannya yaitu tingkat kerentanan wilayah pesisir selatan Yogyakarta terhadap ancaman kenaikan muka air laut dikategorikan dalam tidak rentan, sedang, dan rentan. Wilayah pesisir dengan kategori tidak rentan terdapat di Kecamatan Panjatan, kategori sedang di Kecamatan Temon dan Wates, sedangkan kategori rentan terdapat di Kecamatan Galur dan Srandakan. Hasil penghitungan variabel proses fisik menunjukkan bahwa parameter yang sangat berpengaruh terhadap kerentanan wilayah pesisir di selatan Yogyakarta adalah perubahan garis pantai.
2. 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.
3. 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 Ha dan akresi terjadi sebesar 106,55 hektar. Perubahan tutupan lahan terbesar berupa penurunan luas pertanian lahan kering dan hutan sebesar 1530,80 Ha dan 726,92 Ha. Penambahan luasan terbesar terjadi pada perkebunan yaitu sebesar 741,02 Ha (Tiara T. Surya, 2017).

Perbedaan penelitian terdahulu dengan penelitian yang penulis lakukan adalah dari penghitungan variable, dimana penulis mempertimbangkan beberapa variable seperti Perubahan Garis Pantai, Kemiringan Pantai, Tinggi Gelombang, dan Tunggang Pasang Surut sedangkan penelitian terdahulu hanya memakai beberapa variable seperti Perubahan Garis Pantai. Serta penggunaan metode perhitungan Indeks Kerentanan Pesisir yang tidak dikorelasikan dengan SE Menteri PU No.8 Tahun 2010.

2.2 Letak Geografis dan Wilayah Administratif

Kabupaten Takalar merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Sulawesi Selatan yang terletak pada bagian selatan. Berdasarkan RT/RW Kabupaten Takalar letak astronomis Kabupaten Takalar berada pada posisi 5°30' – 5°38' Lintang Selatan dan 119°22'–119°39' Bujur Timur, dengan luas wilayah tercatat 566,51 km². Jarak ibukota Kabupaten Takalar dengan Provinsi Sulawesi Selatan mencapai 45 Km yang melalui Kabupaten Gowa. Secara administrasi Kabupaten Takalar memiliki wilayah berbatasan dengan:

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

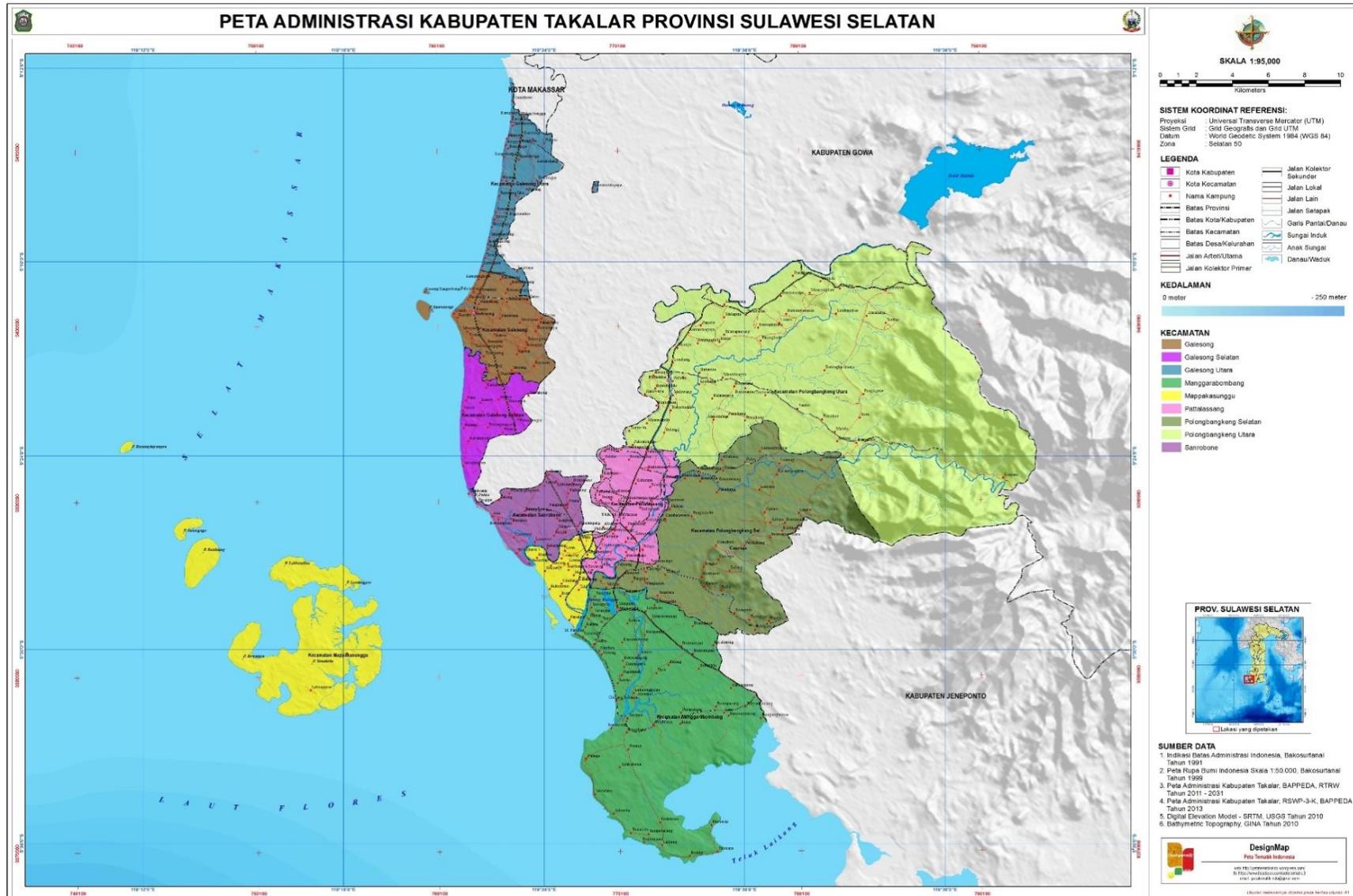
Kondisi iklim wilayah Kabupaten Takalar dan sekitarnya secara umum ditandai dengan jumlah hari hujan dan curah hujan yang relatif tinggi, dan sangat dipengaruhi oleh angin musim. Pada dasarnya angin musim di Kabupaten Takalar dipengaruhi oleh letak geografis wilayah yang merupakan pertemuan Selat Makassar 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.

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: Kabupaten Takalar dalam Angka, 2020)

Tabel 2. 2 Narasi Peta Administrasi Kabupaten Takalar

Uraian	Narasi
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)

Lokasi penelitian ini dilakukan pada salah satu wilayah permukiman pesisir Kabupaten Takalar yaitu Kecamatan Galesong. Luas wilayah Kecamatan Galesong sekitar 25,93 Km² atau sebesar 4,57 persen dari total Kabupaten Takalar yang memiliki 14 desa. Berdasarkan BPS Kecamatan Galesong lokasi penelitian terletak di bagian utara dan berjarak ±27 km dari ibukota Kabupaten Takalar. Luas wilayah Kecamatan Galesong sekitar 25,93 Km². Secara astronomis berada diantara 5° 19'5,62" LS dan 119° 22'27,49" BT.

Berdasarkan letak geografisnya Kecamatan Galesong memiliki batas-batas sebagai berikut:

1. Sebelah Utara : Kecamatan Galesong Utara
2. Sebelah Selatan : Kecamatan Galesong Selatan
3. Sebelah Barat : Selat Makassar
4. Sebelah Timur : Kabupaten Gowa

Kecamatan Galesong memiliki empat belas desa yaitu Desa Bontoloe, Desa Kalenna Bontongape, Desa Bontomngape, Desa Parambambe, Desa Pattinoang, Desa Boddia, Desa Parangmata, Desa Galesong Kota, Desa Galesong Baru, Palalakkang, Desa Pa'rasangan Beru, Desa Kalukuang, Desa Mappakalompo, Desa Campagaya. Masing-masing desa dan kelurahan memiliki luas wilayah yang beragam, desa yang memiliki luas paling besar yaitu Desa Boddia dengan luas 3,57 Km² dan Desa Campagaya yang memiliki luas paling kecil yakni 0,66 Km².

Secara umum penggunaan lahan di pesisir Kabupaten Takalar terdiri atas pemanfaatan permukiman, sungai, tegalan/ladang, sawah, semak belukar, tubuh air, pasir, rawa, dan bakau.

Tabel 2.3 Penggunaan Lahan

No	Guna Lahan	Luas (Ha)
1	Permukiman	707
2	Sungai	335
3	Lahan	7473
4	Sawah	9136
5	Semak Belukar	1196
6	Tubuh Air	45
7	Pasir	496
8	Rawa	1282
9	Bakau	1843

Sumber: BPS Kabupaten Takalar (2018)

Berdasarkan tabel di atas, penggunaan lahan terbesar pada pesisir Kabupaten Takalar adalah guna lahan sawah yaitu seluas 9136 Ha. Sedangkan untuk Penggunaan lahan terkecil adalah tubuh air yaitu hanya seluas 45 Ha.

2.3 Wilayah Pesisir

Pengertian wilayah pesisir menurut kesepakatan terakhir internasional adalah merupakan wilayah peralihan antara laut dan daratan, ke arah darat mencakup daerah yang masih terkena pengaruh percikan air laut atau pasang surut, dan ke arah laut meliputi daerah paparan benua (*continental shelf*) (Dahuri, dkk, 2001).

Wilayah pesisir menurut UU 27 Tahun 2007 tentang pengelolaan Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil; pasal (1) mengatakan bahwa wilayah pesisir adalah peralihan antara ekosistem darat dan laut yang dipengaruhi oleh perubahan di darat dan laut, serta daerah pertemuan antara darat dan laut. Wilayah pesisir dapat dijadikan sebagai suatu kawasan pada satu batas administratif pemerintahan, maupun wilayah lintas batas administratif sesuai dengan kepentingan pengelolaan wilayah pesisir.

2.3.1 Karakteristik Kawasan Pesisir

Karakteristik Kawasan pesisir secara garis besar dipengaruhi oleh alam yang akan memberikan karakteristik yang spesifik suatu kawasan/kota. Faktor alam ini mencakup iklim, topografi, sesimocity, geomorfologi, aliran, kelembaban, suhu udara, flora-fauna dan sebagainya.

1. Kondisi Geomorfologi

Proses geomorfologi merupakan proses alami yang berlangsung di permukaan bumi sehingga terjadi perubahan bentuk lahan di permukaan bumi. Perubahan bentuk lahan tersebut, menghasilkan bentukan pada permukaan bumi

yang berbeda satu dengan yang lainnya, dengan demikian akan mempunyai susunan dan julat karakteristik fisik dan visual yang berbeda pula. Perbedaan tersebut dapat diidentifikasi secara jelas melalui karakteristik relief/morfologi, struktur/litologi, dan proses-proses geomorfologi (Sakka, 2010).

Wilayah pesisir yang merupakan daerah pertemuan antara daratan dan lautan memiliki morfologi dan bentang pantai yang terjadi akibat dari proses geologi / tektonik, komponen oseanografi terutama penghasil gelombang, serta aktivitas manusia. Batuan di sepanjang pantai yang tererosi menghasilkan pasir oleh arus laut yang diangkut sepanjang garis pantai dan diendapkan di wilayah pantai membentuk bentang alam tertentu. Contoh geomorfologi di daerah pesisir adalah delta, dataran alluvial, tanjung, teluk, lagoo, bertebing tinggi, rendah. Estuary, pantai berpasir, pantai berkerikil, dsb.

2. Kondisi Hidro-Oseanografi

Kondisi hidro oseanografi kawasan pesisir dapat digambarkan melalui berbagai fenomena alam seperti pasang surut, arus, gelombang (ombak), suhu, angin dan salinitas. Fenomena tersebut membentuk karakteristik kawasan yang khas sehingga terdapat perbedaan kondisi fisik pada masing-masing kawasan pesisir.

a) Pasang Surut

Pasang surut digunakan untuk menentukan elevasi muka air yang akan digunakan untuk merancang dimensi bangunan fasilitas pelabuhan, untuk melengkapi kebutuhan penggambaran peta bathimetri (kontur kedalaman laut), untuk menentukan pola pasut selama pengamatan. Data elevasi muka air tertinggi (pasang) dan terendah (surut) juga digunakan untuk merencanakan bangunan-bangunan dermaga. Sebagai contoh, elevasi puncak bangunan pemecah gelombang, dermaga, dan sebagainya (Diposaptono, 2007).

b) Arus Pantai

Arus merupakan gerakan air yang sangat luas yang terjadi pada seluruh lautan di dunia. Pengamatan arus bertujuan untuk mendapatkan data arah dan kecepatan arus pada area rencana konstruksi di laut setiap saat sehingga didapatkan gambaran arah arus dominan dan besaran arus setiap waktu (Bambang, 2003).

c) Gelombang (ombak)

Gelombang terbentuk karena adanya proses alih energi dari angin ke permukaan laut dan gempa di dasar laut. Gelombang merambat ke seluruh arah yang kemudian dilepaskan ke pantai dalam bentuk hampasan ombak dan dapat merusak kestabilan pantai. Gelombang merupakan parameter utama dalam proses erosi atau sedimentasi. Besarnya proses tersebut sangat tergantung pada besarnya energi yang dihempaskan gelombang ke pantai.

d) Angin

Angin merupakan gerakan udara yang disebabkan oleh perbedaan tekanan udara pada suatu wilayah. Produk penting angin pada kawasan berupa gelombang yang menghantam pantai serta deretan bukit pasir yang penting bagi perlindungan pantai.

3. Kondisi Klimatologi

Klimatologi adalah ilmu terkait iklim yakni melukiskan atau menguraikan dan menerangkan hakekat iklim, distribusinya terhadap ruang serta variasinya terhadap waktu dan hubungannya dengan berbagai unsur lain dari lingkungan alam dan aktivitas manusia. Klimatologi menelaah tentang karakteristik iklim antara wilayah dengan menekankan pada rata-rata dari unsur iklim yang terjadi menjadi ciri dari suatu wilayah sehingga dapat digunakan sebagai pendugaan keadaan suhu, kelembapan udara, intensitas cahaya, curah hujan dan angin pada suatu wilayah dalam kurun waktu tertentu.

2.3.2 Manfaat dan Fungsi Wilayah Pesisir

Wilayah pesisir memiliki arti strategis karena merupakan wilayah peralihan (interface) antara ekosistem darat dan laut, serta memiliki potensi sumberdaya alam dan jasa-jasa lingkungan yang sangat kaya (Clark, 1996).

Pesisir merupakan perbatasan antara daratan dan lautan umumnya merupakan suatu garis yang tidak didefinisikan secara jelas pada sebuah peta, namun hal tersebut terjadi sebagai suatu wilayah transisi bertahap. Sebutan yang diberikan untuk wilayah transisi tersebut biasanya adalah “zona pesisir”.

Jika kemampuan fungsi wilayah pesisir dapat terpelihara maka akan tercipta pembangunan wilayah pesisir yang berkelanjutan. Sehingga penggunaan lahan tidak hanya diperuntukkan sebagai zona pemanfaatan tetapi juga diperuntukkan sebagai zona preservasi dan konservasi.

Sumberdaya alam di wilayah pesisir terbagi dua, yaitu: pertama sumberdaya alam yang dapat diperbaharui (*renewable resources*), seperti: sumberdaya perikanan (perikanan tangkap dan budidaya), mangrove dan terumbu karang, dan kedua sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui (*nonrenewable resources*), seperti: minyak bumi, gas dan mineral dan bahan tambang lainnya. Selain menyediakan dua sumberdaya tersebut, wilayah pesisir memiliki berbagai fungsi, seperti: transportasi dan pelabuhan, kawasan industri, agribisnis dan agroindustri, jasa lingkungan, rekreasi dan pariwisata, serta kawasan permukiman dan tempat pembuangan limbah.

2.4 Perubahan Garis Pantai

Pada dasarnya proses perubahan pantai meliputi proses erosi dan akresi. Erosi pada sekitar pantai dapat terjadi apabila angkutan sedimen yang keluar ataupun yang pindah meninggalkan suatu daerah lebih besar dibandingkan dengan angkutan sedimen yang masuk, apabila terjadi sebaliknya maka yang terjadi adalah sedimentasi (Triatmodjo,1999).

Garis pantai merupakan batas pertemuan antara daratan dengan bagian laut saat terjadi air laut pasang tertinggi. Garis ini bisa berubah karena beberapa hal seperti abrasi dan sedimentasi yang terjadi di pantai, pengikisan ini akan menyebabkan berkurangnya areal daratan, sehingga menyebabkan berubahnya garis pantai.

Secara sederhana proses perubahan garis pantai disebabkan oleh angin dan air yang bergerak dari suatu tempat ke tempat lain, mengikis tanah dan kemudian mengendapkannya di suatu tempat secara kontinu. Proses pergerakan gelombang datang pada pantai secara esensial berupa osilasi. Angin yang menuju ke pantai secara bersamaan dengan gerak gelombang yang menuju pantai berpasir secara tidak langsung mengakibatkan gesekan antara gelombang dan dasar laut, sehingga terjadi gelombang pecah dan membentuk turbulensi yang kemudian membawa material disekitar pantai termasuk yang mengakibatkan pengikisan pada daerah sekitar pantai (erosi).

Perubahan garis pantai sangat dipengaruhi oleh interaksi antara angin, gelombang, arus, pasang surut, jenis dan karakteristik dari material pantai yang

meliputi bentuk, ukuran partikel dan distribusinya di sepanjang pantai sehingga mempengaruhi proses sedimentasi di sekitar pantai.

Tahapan proses dari proses sedimentasi yang mengarah pada terjadinya perubahan garis pantai adalah:

- a. Teraduknya material kohesif dari dasar hingga tersuspensi, atau lepasnya material non kohesif dari dasar laut.
- b. Perpindahan material secara kohesif.
- c. Pengendapan kembali material tersebut.

Selain dari tahapan di atas, semuanya tergantung pada gerakan air dan karakteristik material pantai yang terangkut. Pada daerah pesisir pantai gerakan dari air dapat terjadi karena adanya kombinasi dari gelombang dan arus. Gelombang dan arus memiliki peranan yang sama besarnya dalam mengaduk dan memindahkan material ke tempat lain.

2.5 Indeks Kerentanan Pesisir

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 (Kalay dkk, 2004).

Terkait dengan dampak kenaikan muka air laut, tipe bentuk lahan perlu diketahui untuk mengindikasikan bentuk ketahanan atau resistensi suatu bagian pantai atau pesisir terhadap erosi atau akresi sebagai akibat kenaikan muka laut (Pendleton dkk, 2005), 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 laju perubahan garis pantai, kemiringan pantai, gelombang, pasang surut dan kenaikan muka air laut (Agustin dkk, 2016; Joesidawati, 2016; Sakka dkk, 2014).

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 (Kaiser, 2007).

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

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 2.4 berikut.

Tabel 2. 4 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 2.5.

Tabel 2. 5 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)

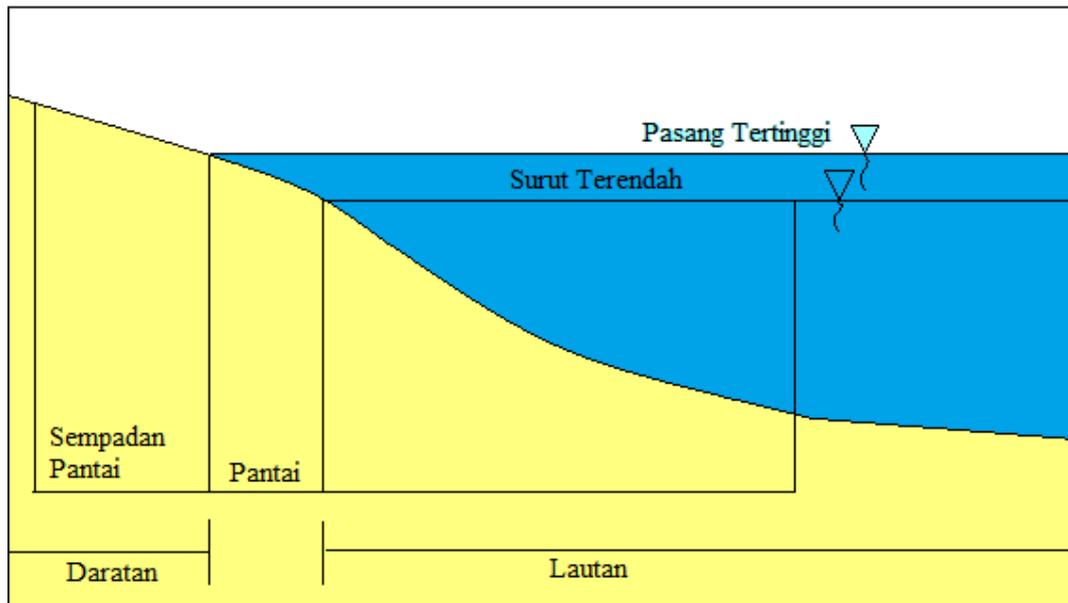
Dalam menentukan peta kerentanan Nasional Pusat Riset Kelautan (Pusriskel) menggunakan metode IKP oleh Thieler and Hammar-Klose pada tahun 1999. Dimana parameter yang digunakan ada 6 yaitu geomorfologi, perubahan garis pantai, kemiringan dasar pantai, tinggi gelombang signifikan, rata-rata pasang surut 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.

2.6 Parameter Perubahan Garis Pantai

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 (Hidayati, 2017).

Secara sederhana proses perubahan garis pantai disebabkan oleh angin dan air yang bergerak dari suatu tempat ke tempat lain, mengikis tanah dan kemudian mengendapkannya di suatu tempat secara kontinyu. Proses pergerakan gelombang datang pada pantai secara esensial berupa osilasi.

Angin yang menuju ke pantai secara bersamaan dengan gerak gelombang yang menuju pantai berpasir secara tidak langsung mengakibatkan gesekan antara gelombang dan dasar laut, sehingga terjadi gelombang pecah dan membentuk turbulensi yang kemudian membawa material di sekitar pantai termasuk yang mengakibatkan pengikisan pada daerah sekitar pantai (erosi) (Kusumaningtyas, 2020).



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).

Perubahan garis pantai sangat dipengaruhi oleh interaksi antara angin, gelombang, arus, pasang surut, jenis dan karakteristik dari material pantai yang meliputi bentuk, ukuran partikel dan distribusinya di sepanjang pantai sehingga mempengaruhi proses sedimentasi di sekitar pantai (Zakinah, 2019).

2.6.1 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.

2.6.2 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.

2.7 Hidro-Oceanografi

Hidro-Oceanografi kawasan pesisir dapat digambarkan melalui berbagai fenomena alam seperti gelombang (ombak), pasang surut, arus, suhu, angin dan salinitas. Fenomena tersebut membentuk karakteristik kawasan yang khas sehingga terdapat perbedaan kondisi fisik pada masing-masing kawasan pesisir.

2.7.1 Gelombang

Gelombang dapat menimbulkan energi untuk membentuk pantai, menimbulkan arus dan transport sedimen dalam arah tegak lurus dan sepanjang pantai. Gelombang laut adalah fenomena naik dan penurunan air secara periodik yang terjadi di permukaan air dan disebabkan adanya peristiwa pasang surut.

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).

Pada hakikatnya, gelombang yang terbentuk oleh hembusan angin akan merambat lebih jauh dari daerah yang menimbulkan angin tersebut. Hal ini yang menyebabkan daerah di pantai selatan Pulau Jawa memiliki gelombang yang besar meskipun angin setempat tidak begitu besar. Gelombang besar yang datang itu bisa merupakan gelombang kiriman yang berasal dari badai yang terjadi jauh dibagian selatan Samudera Hindia (Jatilaksono, 2007).

Gelombang/ombak yang terjadi di lautan dapat diklasifikasikan menjadi beberapa macam tergantung kepada gaya pembangkitnya. Pembangkit gelombang laut dapat disebabkan oleh: angin (gelombang angin), gaya tarik menarik bumi-

bulan-matahari (gelombang pasang-surut), gempa (vulkanik atau tektonik) di dasar laut (gelombang tsunami), ataupun gelombang yang disebabkan oleh gerakan kapal.

Gelombang yang sehari-hari terjadi dan diperhitungkan dalam bidang teknik pantai adalah gelombang angin dan pasang-surut (pasut). Gelombang dapat membentuk dan merusak pantai dan berpengaruh pada bangunan-bangunan pantai. Energi gelombang akan membangkitkan arus dan mempengaruhi pergerakan sedimen dalam arah tegak lurus pantai (cross-shore) dan sejajar pantai (longshore). Pada perencanaan teknis bidang teknik pantai, gelombang merupakan faktor utama yang diperhitungkan karena akan menyebabkan gaya-gaya yang bekerja pada bangunan pantai.

Ketinggian dan periode gelombang tergantung kepada panjang fetch pembangkitannya. Fetch adalah jarak perjalanan tempuh gelombang dari awal pembangkitannya. Fetch ini dibatasi oleh bentuk daratan yang mengelilingi laut. Semakin panjang jarak fetchnya, ketinggian gelombangnya akan semakin besar. Durasi angin juga mempunyai pengaruh yang penting pada ketinggian gelombang.

Gelombang yang menjalar dari laut dalam (deep water) menuju ke pantai akan mengalami perubahan bentuk karena adanya perubahan kedalaman laut. Apabila gelombang bergerak mendekati pantai, pergerakan gelombang di bagian bawah yang berbatasan dengan dasar laut akan melambat. Ini adalah akibat dari friksi/gesekan antara air dan dasar pantai. Sementara itu, bagian atas gelombang di permukaan air akan terus melaju. Semakin menuju ke pantai, puncak gelombang akan semakin tajam dan lembahnya akan semakin datar. Fenomena ini yang menyebabkan gelombang tersebut kemudian pecah (Acehpedia, 2009).

Ada dua tipe gelombang, bila dipandang dari sisi sifat-sifatnya, yaitu:

1. Gelombang pembangun/pembentuk pantai (*constructive wave*).
2. Gelombang perusak pantai (*destructive wave*).

Yang termasuk gelombang pembentuk pantai bercirikan mempunyai ketinggian kecil dan kecepatan rambatnya rendah. Sehingga saat gelombang tersebut pecah di pantai akan mengangkut sedimen (material pantai). Material pantai akan tertinggal di pantai (*deposit*) ketika aliran balik dari gelombang pecah meresap ke dalam pasir atau pelan-pelan mengalir kembali ke laut.

2.7.2 Pasang Surut

Fenomena pasang surut adalah naik turunnya muka laut secara berulang dengan periode tertentu akibat adanya gaya tarik benda-benda angkasa terutama matahari dan bulan terhadap massa air di bumi. Pasang surut laut merupakan hasil dari gaya tarik gravitasi dan efek sentrifugal. Efek sentrifugal adalah dorongan ke arah luar pusat rotasi. Gravitasi bervariasi secara langsung dengan massa tetapi berbanding terbalik terhadap jarak. Meskipun ukuran bulan lebih kecil dari matahari, gaya tarik gravitasi bulan dua kali lebih besar daripada gaya tarik matahari dalam membangkitkan pasang surut laut karena jarak bulan lebih dekat daripada jarak matahari ke bumi. Gaya tarik gravitasi bumi menarik air laut ke arah bulan dan matahari menghasilkan dua tonjolan (*bulge*) pasang surut gravitasional di laut lintang dari tonjolan pasang surut ditentukan oleh deklinasi, yaitu sudut antara sumbu rotasi bumi dan bidang orbital bulan dan matahari.

Pasang surut merupakan salah satu bentuk gelombang, pasang surut memiliki komponen seperti komponen gelombang, yaitu: Komponen pasang identik dengan komponen gelombang, pasang surut memiliki tinggi pasang surut yang merupakan jarak vertikal antara air tertinggi (puncak pasang) dan air terendah (lembah air surut) yang berurutan. Periode pasang surut adalah waktu yang diperlukan dari posisi muka air rata-rata ke posisi sama berikutnya (Triatmodjo, 2003).

Periode pasang surut bisa bervariasi dari satu tempat dengan tempat lainnya, perbedaan periode pasang surut ini biasa dikenal dengan nama tipe pasang surut. Periode dimana muka air naik disebut pasang, sedangkan periode dimana muka air laut turun disebut surut. Variasi muka air laut menimbulkan arus yang disebut arus pasang surut. Arus pasang surut mengangkut massa air dalam jumlah yang sangat besar. Arus pasang terjadi pada waktu periode pasang dan arus surut terjadi pada waktu periode air surut. Titik balik (*slack*) adalah dimana dimana arus berbalik antara arus pasang dan arus surut. Titik balik ini bisa terjadi pada saat muka air tertinggi dan muka air terendah. Pada saat tersebut kecepatan arus adalah nol (Triatmodjo, 2003).

2.8 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh merupakan ilmu yang digunakan untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah atau gejala, melalui data yang diperoleh dengan

menggunakan alat, tanpa kontak langsung dengan objek, daerah atau gejala yang akan dikaji (Lillesand and Kiefer, 1990). Penginderaan jauh dilakukan dengan pengukuran nilai gelombang elektromagnetik pantulan (*reflection*) maupun pancaran (*emission*) dari objek yang diamati. Obyek di permukaan bumi akan memantulkan energi gelombang elektromagnetik, yang selanjutnya akan ditangkap dan direkam oleh sensor (Bakara, 2014).

Data penginderaan jauh yang diperoleh dari satelit adalah teknik yang baik dalam pemetaan daerah bencana yang menggambarkan distribusi spasial pada suatu periode tertentu. Dengan karakteristik resolusi spasial, temporal, dan spektral tertentu. Data penginderaan jauh dapat direlasikan dengan data lain, sehingga dapat juga digunakan untuk penyajian data bencana. Metode perolehan data dapat dengan 2 cara, yaitu dengan interpretasi visual dan pengolahan citra digital seperti teknik klasifikasi.

Kemampuan citra satelit dalam mendeteksi objek dan fenomena alam yang terjadi sangat tergantung dari resolusinya, baik spasial, spektral, radiometrik, dan temporal. 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.

Sistem penginderaan jauh memiliki empat komponen dasar yaitu; objek, sumber energi, alur transmisi, serta sensor. Keempat komponen tersebut bekerja bersamaan untuk mengukur dan mencatat informasi dari objek yang diamati. Sumber energi berfungsi sebagai media untuk meneruskan informasi dari target ke sensor, sedangkan sensor merupakan alat yang berfungsi untuk mengumpulkan dan mencatat gelombang elektromagnetik yang dipancarkan atau dipantulkan oleh objek. Data tersebut selanjutnya dikirimkan ke stasiun penerima untuk kemudian diproses menjadi format yang siap dipakai berupa citra. Citra tersebut yang kemudian diinterpretasikan untuk dapat diambil informasinya mengenai objek yang diamati. Terdapat tiga kelompok utama objek permukaan bumi yang dapat dideteksi oleh sensor yaitu: air, tanah, serta vegetasi. Masing-masing obyek tersebut memiliki energi elektromagnetik dengan panjang gelombang berbeda. Sifat-sifat tersebut

yang sering digunakan dalam sistem penginderaan jauh untuk dapat mengenali objek-objek di permukaan bumi.

2.8.1 Citra *Google Earth*

Google Earth merupakan sebuah program globe virtual yang sebenarnya disebut *Earth Viewer* dan dibuat oleh Keyhole, Inc. Program ini memetakan bumi dari superimposisi gambar yang dikumpulkan dari pemetaan satelit, fotografi udara dan globe GIS 3D. Tersedia dalam tiga lisensi berbeda: *Google Earth*, sebuah versi gratis dengan kemampuan terbatas; *Google Earth Plus* (\$20), yang memiliki fitur tambahan; dan *Google Earth Pro* (\$400 per tahun), yang digunakan untuk penggunaan komersial.

Beberapa definisi *Google Earth* menurut situs resminya sebagai berikut:

1. *Google Earth* adalah aplikasi pemetaan interaktif yang memudahkan melihat dunia.
2. *Google Earth* mengamati gambar dari satelit yang menampilkan sketsa dari jalan, bangunan, keadaan geografis, dan data spesifik mengenai lokasi atau tempat tertentu.

Menurut situs resmi *Google Earth*, Awalnya *Google Earth* dikenal sebagai *Earth Viewer*, *Google Earth* dikembangkan oleh Keyhole, Inc., sebuah perusahaan yang diambil alih oleh Google pada tahun 2004. Produk ini, kemudian diganti namanya menjadi *Google Earth* tahun 2005, dan sekarang tersedia untuk komputer pribadi yang menjalankan Microsoft Windows 2000, XP, atau Vista, Mac OS X 10.3.9 dan ke atas, Linux (diluncurkan tanggal 12 Juni 2006) dan FreeBSD. Google juga menambah pemetaan dari basis datanya ke perangkat lunak pemetaan berbasis web. Peluncuran *Google Earth* menyebabkan sebuah peningkatan lebih pada cakupan media mengenai globe virtual antara tahun 2005 dan 2006, menarik perhatian publik mengenai teknologi dan aplikasi geospasial.

Global virtual ini memperlihatkan rumah, warna mobil, dan bahkan bayangan orang dan rambu jalan. Resolusi yang tersedia tergantung pada tempat yang dituju, tetapi kebanyakan daerah (kecuali beberapa pulau) dicakup dalam resolusi 15 meter. Las Vegas, Nevada dan Cambridge, Massachusetts memiliki resolusi tertinggi, pada ketinggian 15 cm (6 inci). *Google Earth* membolehkan pengguna

mencari alamat (untuk beberapa negara), memasukkan koordinat, atau menggunakan mouse untuk mencari lokasi.

Google Earth juga memiliki data model elevasi digital (DEM) yang dikumpulkan oleh Misi Topografi Radar Ulang Alik NASA. Ini bermaksud agar kita dapat melihat Grand Canyon atau Gunung Everest dalam tiga dimensi, daripada 2D di situs/program peta lainnya. Sejak November 2006, pemandangan 3D pada pegunungan, termasuk Gunung Everest, telah digunakan dengan penggunaan data DEM untuk memenuhi gerbang dicakup SRTM.

Banyak orang yang menggunakan aplikasi ini menambah datanya sendiri dan menjadikan mereka tersedia melalui sumber yang berbeda, seperti BBS atau blog. *Google Earth* mampu menunjukkan semua gambar permukaan Bumi. dan juga merupakan sebuah klien Web Map Service. *Google Earth* mendukung pengelolaan data Geospasial tiga dimensi melalui *Keyhole Markup Language* (KML).

Google Earth dalam situs wikipedia dijelaskan memiliki kemampuan untuk memperlihatkan bangunan dan struktur (seperti jembatan) 3D, yang meliputi buatan pengguna yang menggunakan SketchUp, sebuah program pemodelan 3D.

Google Earth versi lama (sebelum Versi 4), bangunan 3d terbatas pada beberapa kota, dan memiliki pemunculan yang buruk tanpa tekstur apapun. Banyak bangunan dan struktur di seluruh dunia memiliki detail 3D-nya; termasuk (tetapi tidak terbatas kepada) di negara Amerika Serikat, Britania Raya, Irlandia, India, Jepang, Jerman, Kanada, Pakistan dan kota Amsterdam dan Alexandria. Bulan Agustus 2007, Hamburg menjadi kota pertama yang seluruhnya ditampilkan dalam bentuk 3D, termasuk tekstur seperti facade. Pemunculan tiga dimensi itu tersedia untuk beberapa bangunan dan struktur di seluruh dunia melalui Gudang 3D Google dan situs web lainnya.

1. Spesifikasi *Google Earth*

Menurut situs resmi *Google Earth*, memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- a) Resolusi *Baseline* - U.S. : 15 m - Global : secara umum 15 m (beberapa area seperti Amerika Selatan, berada pada resolusi yang sangat rendah).
- b) Tipikal resolusi tinggi - U.S. : 1m, 0,6 m, 0,3 m, 0,15 m
- c) Sistem koordinat internal dari *Google Earth* merupakan koordinat geografis pada *World Geodetic System* 1984 (WGS84).

Google Earth menampilkan bumi seakan-akan terlihat dari satelit yang sedang mengorbit. Proyeksi yang digunakan untuk efek ini disebut *General Perspective*. Efek ini mirip dengan proyeksi orthografis.

- d) Usia: Biasanya kurang dari 3 tahun. Tanggal pada gambar bisa saja salah. Minimum usia gambar adalah 2 tahun (disebabkan alasan privasi)
- e) Versi *Google Earth* yang terbaru bisa dijalankan di komputer dengan minimum konfigurasi sebagai berikut:

1. Pentium 3, 500 MHz
2. 128 MB RAM
3. 400 MB *free disk space*
4. Kecepatan *Network* : 128 Kbit/sec 13
5. *3D-capable graphics card*
6. 1024x768, "16-bit High Color" screen
7. Windows XP atau Windows 2000 (tidak bekerja pada Windows ME), Linux, Mac OS X

Spesifikasi di atas, hal yang paling sering bermasalah adalah *insufficient video RAM*. *Software* ini dirancang untuk memperingatkan user jika *graphic card* tidak men-support *Google Earth*. Kemudian hal berikutnya yang biasanya bermasalah adalah kecepatan akses internet. Kecuali bagi para pengguna yang cukup sabar menunggu, *broadband internet (Cable, DSL, dsb)* sangat dibutuhkan.

2. Resolusi dan Akurasi *Google Earth*

Kebanyakan area darat dapat ditangkap oleh sistem pencitraan satelit dengan resolusi kira-kira 15m per pixel. Beberapa pusat populasi juga tertangkap oleh sistem pencitraan pesawat (*orthophotografi*) dengan beberapa pixel per meter. Lautan tertangkap dengan resolusi yang lebih rendah, seperti misalnya beberapa pulau pada Kepulauan Scilly, sebelah barat daya Inggris dapat dilihat dengan resolusi sekitar 500 m.

Nama-nama tempat dan detail jalanan sangat bervariasi dari tiap-tiap tempat. Kebanyakan nama-nama tersebut dan juga detailnya memiliki keakuratan yang tinggi di Amerika Serikat dan Eropa. Google telah menghasilkan banyak ketidakakuratan dalam pemetaan vektor sejak *software* original publik dirilis. Sebuah contoh ketidakakuratan Google adalah tidak adanya wilayah Nunavut di

Canada, sebuah wilayah yang dibuat pada 1 April 1999. Kesalahan ini dikoreksi pada update data di awal tahun 2006. Update-update terbaru juga meningkatkan *coverage* dari fotografi udara secara detail.

Daerah yang tertutup oleh awan dan bayangan bisa mempersulit penglihatan secara detail di beberapa area darat, termasuk bayangan dari sisi gunung-gunung. Bintang-bintang yang terlihat pada background bukan 16 bintang acak yang diatur oleh *Google Earth*. *Google Earth* menggunakan peta bintang asli untuk ditampilkan pada *background*.

3. Ketidakakuratan *Google Earth*

Menurut situs resminya, *Google Earth* adalah sebuah aplikasi kompleks yang merepresentasikan dua dan tiga data dimensional, data vektor, integer dan angka-angka real, dan sebuah variasi dari proyeksi geometris. Pencitraan timbul dari sebuah variasi dari sumber-sumber yang melibatkan banyak orang. Sehingga ketidakakuratan pada data terkait dengan hal tersebut. Google secara kontinyu mengambil input dan meningkatkan kualitas dari data yang ada.

Citra pada *Google Earth* tidak semuanya diambil pada saat yang sama, tapi secara keseluruhan gambar tersebut baru dalam jangka waktu 3 tahun. Set-set gambar kadang-kadang tidak menyatu dengan benar. Update-update pada database fotografi dapat diperhatikan ketika perubahan drastis terjadi pada penampakan *landscape*, seperti contohnya update *Google Earth* yang tidak lengkap pada New Orleans, atau tanda tempat yang muncul secara tidak terduga di permukaan bumi. Walau tanda tempat tidak sesungguhnya dipindah, pencitraan disusun dan disatukan secara berbeda.

Kesalahan biasanya terjadi karena teknologi yang digunakan untuk mengukur tinggi dari permukaan; sebagai contoh, bangunan tinggi di Adelaide menyebabkan satu bagian dari kota di-render sebagai gunung 17 kecil, padahal bentuk aslinya adalah sebuah flat. Tinggi dari Menara Eiffel membuat efek yang mirip pada proses render dari Paris.

Fungsi "*measure*" menunjukkan bahwa panjang dari garis khatulistiwa adalah 40,030.24 Km, memberikan sebuah kesalahan sebesar 0,112 % dibandingkan dengan nilai sebenarnya (40,075.02 Km). Lingkaran meridian, fungsi

tersebut menunjukkan panjang sekitar 39,963.13 Km, yang juga memberikan 0,112% error dibandingkan dengan nilai sebenarnya (40,007.86 Km).

Kutub es Arktik benar-benar tidak terlihat pada versi terbaru *Google Earth*. Berbagai informasi yang dikumpulkan masih sulit untuk menjelaskan tentang hal ini. *Google Earth* melakukan render pada lingkaran Arktik tanpa es, dan geografis kutub utara terlihat melayang di atas Lautan Arktik. *Coverage* pada Benua Antartika memiliki resolusi yang sangat rendah. Perbandingan dengan fotografi sebenarnya menunjukkan bahwa atmosfer pada *Google Earth* menjadi 20 kali lebih tebal.

Jadi *Google Earth* pun adalah sebuah aplikasi yang tidak luput dari kesalahan atau ketidak sempurnaan sebuah aplikasi. Misalnya *Google Earth* fokus memberikan gambaran pada daerah yang dianggap ramai atau dapat dijangkau manusia. Sedangkan daerah-daerah yang terpencil atau sama sekali tidak disentuh oleh manusia akan jarang terjangkau oleh *Google Earth*.

2.8.2 Citra Landsat

Satelit landsat memiliki dua buah sensor yaitu Multi Spectral Scanner (MSS) dan Thematic Mapper (TM). Sensor TM mempunyai resolusi sampai 30 x 30 M, dan bekerja mengumpulkan data permukaan bumi dan luas sapuan 185 Km x 185 Km. sedangkan resolusi radiometriknya 8 bit, yang berarti setiap pixel mempunyai nilai jangkauan data dari 0-225. Sensor TM merupakan system yang sangat kompleks yang memerlukan toleransi (kelonggaran) pembuatan yang sangat kecil, sehingga tidak memungkinkan dibuat penyempurnaan di masa mendatang untuk memperkecil resolusi spasial sampai dibawah 20 M (Butler, S.1988).

Citra Landsat merupakan salah satu jenis citra satelit penginderaan jauh yang dihasilkan dari sistem penginderaan jauh pasif. Landsat memiliki 7 saluran dimana tiap saluran menggunakan panjang gelombang tertentu. Satelit landsat merupakan satelit dengan jenis orbit sunsynkron (mengorbit bumi dengan hampir melewati kutub, memotong arah rotasi bumi dengan sudut inklinasi 98,2 derajat dan ketinggian orbitnya 705 Km dari permukaan bumi. Luas liputan per scene 185 Km x 185 Km. Landsat mempunyai kemampuan untuk meliput daerah yang sama pada permukaan bumi pada setiap 16 hari, pada ketinggian orbit 705 Km (Sitanggang, 1999 dalam Ratnasari, 2000). Fungsi dari satelit landsat adalah untuk pemetaan

penutupan lahan, pemetaan penggunaan lahan, pemetaan tanah, pemetaan geologi, dan pemetaan suhu permukaan laut.

Citra Landsat memiliki resolusi piksel 28,5 M, dengan satu band yang resolusi lebih tinggi dengan ukuran piksel 15 M. Sekali melintas, Satelit Landsat ini menangkap jalur citra selebar 185 Km, diukur di permukaan bumi. Jalur citra ini dipotong untuk mempermudah distribusi dan pengelolaan data. Setiap potongan jalur ('scene') diberikan nomor jalur (path) dan nomor barisan (row).

2.8.3 Batimetri Nasional

Secara umum, hasil pencitraan penginderaan jauh pasif maupun aktif merupakan informasi mengenai objek paling luar dari permukaan bumi yaitu objek penutup lahan. Sehingga ketinggian yang dihasilkan dari citra penginderaan jauh tersebut meliputi ketinggian objek penutup lahan, bukan hanya ketinggian permukaan tanah (Kustiyo et al., 2005 dalam Nugraha, 2012)

Model elevasi digital merupakan bentuk permukaan bumi secara digital. Sebelum diolah lebih lanjut maka hasil perekaman permukaan bumi dalam bentuk digital disebut data Digital Surface Model (DSM). Data digital ini masih memperhatikan keberadaan objek permukaan bumi (Heideman, 2014). Apabila objek permukaan bumi ini dihilangkan maka data tersebut akan menjadi data Digital Elevation Model (DEM) (Campbell dan Wynne, 2011). Apabila data DEM dianalisis lebih lanjut untuk menghasilkan informasi topografi maka data tersebut akan menjadi data Digital Terrain Model (DTM).

Batimetri Nasional dibentuk dari hasil inversi data *gravity anomaly* hasil pengolahan data alimetri 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 BATNAS adalah 6arc-second dengan menggunakan datum MSL.

Batimetri Nasional dengan resolusi 30s, memiliki bias error -12,22 M sedangkan data SRTM30plus dan GEBCO30s masing-masing -18,51 M dan -24,7 M. Selanjutnya, standar deviasi untuk BATNAS, SRTM30plus, dan GEBCO30s masing-masing adalah 47,32 M, 151,4 M dan 171,53 M. Sementara itu, pada resolusi 15 S, data BATNAS mempunyai *bias error* -9,21 M dan standar deviasi 39,75 M. Sementara SRTM15plus mempunyai *bias error* -15,71 M dan standar

deviasi 146,53 M. Datum yang digunakan dalam BATNAS adalah EGM2008 dan MSL. Hubungan antara Geoid dan MSL didefinisikan dengan jelas dalam "*Geodetic World Height System Unification*".

2.8.4 Sistem Informasi Geografis

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 (Alfiani, 2019). Software SIG biasanya mempunyai modul dasar yaitu:

1. masukan data (input).
2. penyimpanan data.
3. keluaran data (output).
4. transformasi data.
5. interaksi dengan pengguna (input query).

2.8.5 Aplikasi Digital Shoreline Analysis System

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.

Digital Shoreline Analysis System (DSAS) adalah suatu perangkat lunak tambahan yang bekerja pada perangkat lunak ArcGIS yang dikembangkan oleh ESRI dan USGS yang dapat diperoleh secara gratis. DSAS digunakan untuk

menghitung perubahan posisi garis pantai berdasarkan waktu secara statistik dan berbasis geospasial (Farrah dkk, 2016).

DSAS menggunakan titik sebagai acuan pengukuran, dimana titik dihasilkan dari perpotongan antara garis transek yang dibuat oleh pengguna dengan garis-garis pantai berdasarkan waktu. Berikut ini perhitungan yang dapat dilakukan dengan DSAS adalah:

1. *Shoreline Change Envelope* (SCE) adalah mengukur total perubahan garis pantai 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 antaragaris pantai terlama dan garis pantai terkini dengan waktunya.
4. *Linear Regression Rate* (LRR) adalah Analisis statistik tingkat perubahan dengan menggunakan regresi linear bisa ditentukan dengan menggunakan garis regresi *least-square* terhadap semua titik perpotongan garis pantai dengan transek.

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 instrusi 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 2.6.

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 2.7.

Tabel 2.6 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	Pariwisata domestik, tempat ibadah, tempat usaha, industri, fasilitas pertahanan dan keamanan, daerah perkotaan, jalan kabupaten, bandar udara, pelabuhan	Kepentingan Provinsi	1,50
4	Pariwisata domestik, 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
7	Lahan tidak dimanfaatkan dan tidak berdampak ekonomis dan lingkungan	Tidak ada kepentingan tertentu dan tidak berdampak	0,50

(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

Tabel 2.7 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)