

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

SKRIPSI

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

Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknik

Univeristas Hasanuddin



DISUSUN

ADIL FARHAN PRASETYO

D321 16 005

DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2021

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi:

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

OLEH

ADIL FARHAN PRASETYO

D321 16 005

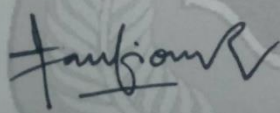
Telah diperiksa dan disetujui oleh dosen pembimbing pada :


Tanggal : 21 April 2021

Di : Gowa

Pembimbing I

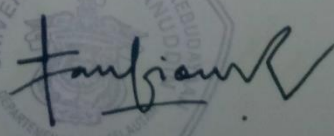
Pembimbing II


Dr. Taufiqur Rachman, ST., MT.
Nip. 196908021997021001


Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST., MT
Nip: 197506052002121003

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Kelautan


Dr. Taufiqur Rachman, ST, MT
Nip. 196908021997021001

LEMBAR PENGESAHAN KOMISI PENGUJI

Judul Skripsi :

**"ANALISIS INDEKS KERENTANAN KAWASAN PESISIR
KECAMATAN GALESONG UTARA KABUPATEN TAKALAR "**

OLEH

ADIL FARHAN PRASETYO

D321 16 005

Telah diperiksa dan disetujui oleh dosen pembimbing pada :

Tanggal : 21 April 2021

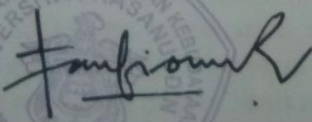
Di : Gowa

Dengan Panel Ujian Skripsi

1. Ketua : Dr. Taufiqur Rachman, ST., MT
2. Sekertaris : Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST., MT
3. Anggota 1 : Dr. Hasdinar Umar, ST., MT.
4. Anggota 2 : Sabaruddin Rahman, ST., MT., Ph.D

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Kelautan



Dr. Taufiqur Rachman, ST., MT
19690802199702100

ABSTRAK

Adil Farhan Prasetyo, Analisis Indeks Kerentanan Kawasan Pesisir Kecamatan Galesong Utara 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. 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. Kawasan Pesisir Kecamatan Galesong Utara merupakan wilayah pemukiman dan terdapat Pelabuhan Pendaratan Ikan (PPI Beba) dimana keberadaannya sangat vital dalam menopang ekonomi masyarakat. Kawasan pesisir Kecamatan Galesong Utara juga menjadi objek wisata dan pembuatan kapal termasuk perbaikan kapal nelayan yang rusak. Mengingat tingginya pembangunan dan pemanfaatan wilayah pesisir Kecamatan Galesong Utara maka secara tidak langsung kawasan pesisir Kecamatan Galesong Utara rentan terhadap bencana di wilayah pesisir termasuk akibat perubahan iklim. Indeks Kerentanan Pesisir adalah suatu metode yang digunakan untuk menilai kerentanan pesisir. Analisis penentuan kerentanan wilayah pesisir dapat dilakukan dengan penilaian terhadap kondisi fisik daerah pesisir. Penilaian tingkat kerentanan pesisir pada penelitian ini menggunakan metode CVI (*Coastal Vulnerability Index*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kerentanan pesisir Kecamatan Galesong Utara dan menentukan solusi atas tingkat kerentanan pesisir Kecamatan Galesong Utara.

Pada penelitian ini dilakukan studi dokumenter, yakni 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 Utara menggunakan metode CVI berada di dua kategori yaitu sedang dan tinggi. Dari lima desa yang ada di kawasan pesisir Kecamatan Galesong Utara yaitu Desa Aeng Batu-batu dan Desa Bontokaddopepe berada pada tingkat kerentanan sedang. Kategori tingkat kerentanan tinggi berada pada Desa Tamalate, Desa Tamasaju dan Desa Bontosunggu. Solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah kerentanan kawasan pesisir Kecamatan Galesong Utara 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

Adil Farhan Prasetyo, Analysis of Coastal Vulnerability Index for Coastal Areas, Galesong Utara District, Takalar Regency. (Supervised by **Dr. Taufiqur Rachman, ST., MT.** And **Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST., MT.**)

The problem in coastal areas is very sensitive and vulnerable to natural phenomena. The coastal area is an area that is weak or vulnerable to environmental factors such as climate variability, climate change and to rising sea levels. The impact received by coastal areas due to this phenomenon is something that needs to be studied to identify spatially the level of coastal vulnerability and project changes in the vulnerability of coastal areas in the future. The Coastal Zone of Galesong Utara District is a residential area and there is a Fish Landing Port (PPI Beba) where its existence is very vital in supporting the community's economy. The coastal area of North Galesong District is also a tourist attraction and shipbuilding including repair of damaged fishing boats. Given the high development and utilization of the coastal areas of North Galesong District, indirectly the coastal areas of North Galesong District are vulnerable to disasters in the coastal areas, including the consequences of climate change. Coastal Vulnerability Index is a method used to assess coastal vulnerability. Analysis of the determination of the vulnerability of coastal areas can be done by assessing the physical conditions of the coastal areas. Assessment of the level of coastal vulnerability in this study uses the CVI (Coastal Vulnerability Index) method. This study aims to determine the level of coastal vulnerability in the District of North Galesong and determine the solution to the level of vulnerability of the coast of the District of North Galesong.

In this study, a documentary study was carried out, namely filtering and analyzing secondary data from various applications, webs and journals relevant to this study and conducted direct field surveys to determine existing conditions related to existing visual phenomena.

The level of coastal vulnerability in Galesong Utara District using the CVI method falls into two categories, namely medium and high. Of the five villages in the coastal area of North Galesong District, namely Aeng Batu-batu Village and Bontokaddopepe Village, they are at a moderate level of vulnerability. The high level of vulnerability category is in Tamalate Village, Tamasaju Village and Bontosunggu Village. Solutions that can be done to overcome the problem of vulnerability in the coastal area of Galesong Utara District are by arranging housing / public facilities, modifying existing coastal protection structures and building coastal protection structures. The recommended protective structures to be built are revetments and detached breakwaters.

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

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : ADIL FARHAN PRASETYO

NIM : D32116005

Departemen : Teknik Kelautan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul :

**“Analisis Indeks Kerentana Kawasan Pesisir Kecamatan Galesong Utara
Kabupaten Takalar”**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar merupakan karya saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi adalah hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 22 April 2021



Adil Farhan Prasetyo

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT, atas limpahan rahmat, hidayah dan nikmat-Nya yakni berupa nikmat kesehatan rohani dan jasmani yang diberikan kepada penulis, sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini sesuai dengan yang diharapkan. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Baginda Rasulullah SAW, sahabat, keluarga, serta orang-orang yang senantiasa istiqomah di jalan-Nya. Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana pada Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Dalam proses penyusunan sampai dengan terselesaikannya skripsi yang berjudul “**Analisis Indeks Kerentanan Kawasan Pesisir Kecamatan Galesong Utara Kabupaten Takalar**” penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu sampai terselesaikannya skripsi ini.

Teristimewa penulis haturkan terima kasih kepada ibunda **Herawaty** dan ayahanda **Drs. Rahman** selaku orang tua dan juga Kakak dan Adik kandung penulis yang selama ini memberikan kasih sayang, dukungan dan doa yang tak henti-hentinya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan pendidikan sebagai sarjana.

Dengan rasa terima kasih dan rendah hati penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak **Dr. Taufiqur Rachman, ST., MT.** selaku Ketua Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin sekaligus Pembimbing I yang telah memberi bimbingan dan arahan dari awal penelitian hingga terselesaikannya penulisan skripsi ini.
2. Bapak **Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST., MT.** selaku Pembimbing II telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga terselesaikannya penulisan skripsi ini.

3. Segenap **Dosen-dosen** dan **staf akademik** Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin telah membantu penulis selama menjalani perkuliahan.
4. Teman-teman **Teknik Kelautan angkatan 2016** yang telah bersama-sama berjuang selama perkuliahan.
5. Teman-teman **Laboratorium Pantai dan Lingkungan** yang telah bersama-sama mengerjakan skripsi.
6. Dan semua orang yang tak sempat penulis sebutkan satu-persatu, terima kasih atas seluruh bantuan moril maupun materil yang telah diberikan.

Penulis menyadari keterbatasannya sehingga mungkin dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat beberapa kekurangan dan kesalahan yang perlu diberi saran dan kritik yang membangun dari semua pihak.

Akhir kata penulis berharap apa yang telah dipaparkan dalam tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca, khususnya bagi mahasiswa/i yang akan melakukan penelitian dalam bidang yang serupa. Aamiin.

Gowa, 19 April 2021

Penulis

DAFTAR ISI

SAMPUL	
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR KOMISI PENGUJI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
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.....	4
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	8
2.4 Kerentanan Pesisir metode CVI (<i>Coastal Vulnerability Indeks</i>)	11
2.5 Penginderaan Jauh	22
2.6 Aplikasi DSAS (<i>Digital Shoreline Analysis System</i>)	29
2.7 Penilaian kerusakan pantai dan prioritas penanganannya berdasarkan SE Menteri PU Nomor 08/SE/M/2010	30
BAB III METODE PENELITIAN	40
3.1 Tempat dan waktu penelitian	40

3.2 Jenis Data	41
3.3 Alat dan Bahan	41
3.4 Metode Pengumpulan Data	42
3.5 Prosedur Penelitian	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Tingkat kerentanan pesisir Kecamatan Galesong Utara dengan metode CVI (<i>Coastal Vulnerability Indeks</i>).....	45
4.2 Analisa Indeks Kerentanan Pesisir Kecamatan Galesong Utara.....	80
4.3 Penilaian kerusakan pantai dan prioritas penanganannya berdasarkan SE Menteri PU Nomor 08/SE/M/2010 beserta solusi teknisnya.....	83
BAB V PENUTUP	103
5.1 Kesimpulan	103
5.2 Saran	103
DAFTAR PUSTAKA	104
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Batasan wilayah pesisir	11
Gambar 2.2 <i>Neap tide</i>	20
Gambar 2.1 <i>Spring tide</i>	20
Gambar 3.1 Peta administrasi Kabupaten Takalar	40
Gambar 3.2 Lokasi penelitian.....	41
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> penelitian	44
Gambar 4.1 Peta garis pantai Tahun 2000-2019	47
Gambar 4.2 Peta perubahan garis pantai Tahun 2000-2005	49
Gambar 4.3 Peta perubahan garis pantai Tahun 2005-2010	51
Gambar 4.4 Peta perubahan garis pantai Tahun 2010-2015	53
Gambar 4.5 Peta perubahan garis pantai Tahun 2015-2020	55
Gambar 4.6 Pembagian segmen Pantai Kecamatan Galesong Utara.....	57
Gambar 4.7 Segmen A pantai Kecamatan Galesong Utara	58
Gambar 4.8 Segmen B pantai Kecamatan Galesong Utara.....	59
Gambar 4.9 Segmen C pantai Kecamatan Galesong Utara.....	60
Gambar 4.10 Segmen D pantai Kecamatan Galesong Utara	61
Gambar 4.11 Segmen E pantai Kecamatan Galesong Utara	62
Gambar 4.12 Segmen F pantai Kecamatan Galesong Utara	63
Gambar 4.13 Segmen G pantai Kecamatan Galesong Utara	64
Gambar 4.14 Segmen H pantai Kecamatan Galesong Utara	65
Gambar 4.15 Segmen I pantai Kecamatan Galesong Utara	66
Gambar 4.16 Segmen J pantai Kecamatan Galesong Utara.....	67
Gambar 4.17 Perubahan garis pantai Kecamatan Galesong Utara tahun 2000- 2020	69
Gambar 4.18 Peta batimetri Kecamatan Galesong Utara	71
Gambar 4.19 <i>Cross section</i> pantai Kecamatan Galesong Utara.....	72
Gambar 4.20 <i>Wind rose</i> peisisir Kecamatan Galesong Utara	74

Gambar 4.21 <i>Wave rose</i> pesisir Kecamatan Galesong Utara.....	74
Gambar 4.22 Tunggang Pasut	79
Gambar 4.23 Grafik pasang surut pesisir Kecamatan Galesong Utara.....	80
Gambar 4.24 Peta indeks kerentanan pesisir Kecamatan Galesong Utara	82
Gambar 4.25 Kerusakan pantai di Desa Aeng Batu-batu	84
Gambar 4.26 Lokasi kerusakan pantai	88
Gambar 4.27 Kerusakan pantai di Desa Tamalate.....	90
Gambar 4.28 Kerusakan pantai di Desa Bontokaddopepe.....	92
Gambar 4.29 Kerusakan pantai di Desa Tamasaju	94
Gambar 4.30 Kerusakan pantai di Desa Tamasaju	97

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Variabel indeks kerentanan pesisir.....	13
Tabel 2.2 Bobot tingkat kerusakan	38
Tabel 2.3 Koefisien tingkat kepentingan	39
Tabel 3.1 Jenis data beserta sumbernya.....	41
Tabel 3.2 Alat dan bahan	41
Tabel 4.1 Hasil perhitungan jarak dan laju perubahan garis pantai Tahun 2000-2005	48
Tabel 4.2 Hasil perhitungan jarak dan laju perubahan garis pantai Tahun 2005-2010	50
Tabel 4.3 Hasil perhitungan jarak dan laju perubahan garis pantai Tahun 2010-2015	52
Tabel 4.4 Hasil perhitungan jarak dan laju perubahan garis pantai Tahun 2015-2020	56
Tabel 4.5 Hasil perhitungan laju perubahan garis pantai Tahun 2000-2020	68
Tabel 4.6 Kemiringan pantai Kecamatan Galesong Utara.....	72
Tabel 4.7 Tinggi gelombang kawasan pesisir Kecamatan Galesong Utara.....	75
Tabel 4.8 Data pasang surut Kecamatan Galesong Utara.....	77
Tabel 4.9 Hasil analisis harmonik pasang surut	78
Tabel 4.10 Analisis IKP pesisir Kecamatan Galesong Utara.....	81
Tabel 4.11 Penilaian kerusakan pantai	85
Tabel 4.12 Analisis penilaian kerusakan pantai dan penentuan prioritasnya.....	86
Tabel 4.13 Matriks korelasi penanganan pantai	101

DAFTAR NOTASI

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

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Citra Google Earth tahun 2000	109
Lampiran 2. Citra Google Earth tahun 2005	110
Lampiran 3. Citra Google Earth tahun 2010	111
Lampiran 4. Citra Google Earth tahun 2015	112
Lampiran 5. Citra Google Earth tahun 2020	113

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Wilayah pesisir Indonesia memiliki potensi sumber daya yang cukup besar. Untuk mengoptimalkan pemanfaatan potensi sumber daya di wilayah tersebut dan menjadikan sektor ini sebagai *prime mover* pembangunan ekonomi nasional, diperlukan upaya percepatan dan terobosan dalam pembangunan kelautan dan perikanan yang didukung dengan kebijakan politik dan ekonomi serta iklim sosial yang kondusif. Masalah yang terkait sumber daya pesisir di Indonesia diantaranya adalah masih kurangnya kegiatan penelitian dan penerapan IPTEK yang terkait dengan sumber daya pesisir beserta kerentanannya (Hidayat, 2014).

Upaya perlindungan, pelestarian, dan pemanfaatan sumber daya pesisir di Indonesia sesuai dengan ketentuan yang terdapat dalam Pasal 28 UU Nomor 27/2007 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 CVI (*Coastal Vulnerability Index*). CVI 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 CVI 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.

Luas wilayah Kecamatan Galesong Utara sekitar 15,11 km² atau sebesar 2,67% dari total Kabupaten Takalar yang memiliki 9 desa dan 1 kelurahan. Laju perkembangan Kecamatan Galesong Utara yang berlangsung cepat salah satunya disebabkan oleh pertumbuhan penduduk sebesar 1,31% (BPS, 2017) yang berada diatas pertumbuhan penduduk Kabupaten Takalar yaitu 1,07% yang dapat menimbulkan berbagai konsekuensi yang kurang menguntungkan bagi perkembangan wilayah akibat permintaan akan lahan meningkat sedangkan daya tampung lahan bersifat tetap.

Berdasarkan hasil observasi awal pada kawasan pesisir Kecamatan Galesong Utara, 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 Utara Kabupaten Takalar”.

I.2 Rumusan Masalah

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

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

I.3 Tujuan Penelitian

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

I.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 Utara.
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 Utara.

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

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

I.6 Sistematika Penulisan

- 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 Utara 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 penelitian yang dilaksanakan di pesisir timur Pulau Pagai Utara dengan metode penelitian survei primer dan sekunder. Survei primer dilakukan dengan pengukuran lapangan, wawancara dan pengamatan pada 22 titik lokasi yang meliputi 2 kecamatan, 3 desa dan 12 dusun di pesisir timur Pulau Pagai Utara pada April dan September 2016 yang kemudian diklasifikasikan pada peta Indeks Kerentanan Pesisir (IKP) yang dihasilkan dari pengolahan data-data dan peta-peta citra berbasis GIS (Herdiana dan Aprizon, 2017). Metode IKP mengacu pada *Remiery et all.*, (2011) yaitu secara kuantitatif melalui pengolahan data-data menjadi angka-angka yang menunjukkan tingkat Indeks Kerentanan Pesisir. Hasil penelitiannya membuktikan bahwa Pesisir timur Pulau Pagai Utara memiliki 2 (dua) kategori kerentanan yaitu tinggi dan sangat tinggi. Pada Desa Saumanganya dan Desa Matobe memiliki kategori kerentanan tinggi hingga sangat tinggi (IKP 3,2 - 3,5 dan 4,2) sedangkan Desa Sikakap memiliki kategori kerentanan sangat tinggi (IKP 4,2) dengan status kerentanan yaitu abrasi. Material pantai pada umumnya terbagi 2 (dua) yaitu pasir putih berkarang di sisi utara dan pasir hitam berlumpur di sisi tengah hingga selatan. *Slope* atau kemiringan pantai berkisar antara $0,3^{\circ}$ hingga $1,1^{\circ}$. Pantai-pantai sempit dan miring umumnya dijumpai di Dusun Polaga dan Pasapat. Garis pantai yang sangat rentan berada di Desa Matobe hingga Desa Sikakap. Kombinasi topografi dan morfologi pesisir yang kompleks, lempeng subduksi, pantai yang terbuka dan populasi yang padat menyebabkan sebagian besar wilayah pesisir timur rawan terhadap tsunami dan abrasi. Secara umum Pulau Pagai Utara adalah lokasi yang rentan terhadap bencana pesisir.

Pada penelitian yang dilaksanakan 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.

Pada penelitian yang dilaksanakan di pesisir Kabupaten Tuban dengan metode penelitian yang digunakan yaitu dengan pengumpulan data *hidrooseanografi* dan data geologi dan informasi dari kerusakan pesisir dari data sekunder dan survei lapangan secara langsung. Terdapat sepuluh parameter fisik yang digunakan, yaitu: geomorfologi, elevasi, tunggan pasut rata-rata, tinggi gelombang signifikan, kenaikan muka air laut relatif, perubahan garis pantai, penggunaan lahan, litologi, luas kerusakan pantai, dan lebar sabuk hijau. Hasil penelitiannya yaitu diperoleh nilai CVI wilayah pesisir pesisir utara Kabupaten Tuban dikelompokkan menjadi 4 kategori kerentanan terhadap ancaman kerusakan, yaitu: kerentanan sangat tinggi (220- 275), kerentanan tinggi (165-220), kerentanan sedang (110-165), dan kurang rentan (55-110). Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa secara umum kawasan Utara Tuban memiliki kerentanan sedang.

2.2 Letak geografis dan wilayah administratif

Kabupaten Takalar merupakan salah satu wilayah kabupaten di Provinsi Sulawesi Selatan yang terletak pada bagian selatan. Berdasarkan RTRW 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 :

Sebelah Utara	: Kabupaten Gowa
Sebelah Selatan	: Selat Makassar
Sebelah Barat	: Laut Flores
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.

Lokasi penelitian ini dilakukan pada salah satu wilayah permukiman pesisir Kabupaten Takalar yaitu Kecamatan Galesong Utara. Berdasarkan BPS Kecamatan Galesong Utara lokasi penelitian terletak di bagian utara dan berjarak ±27 km dari Ibukota Kabupaten Takalar. Luas wilayah Kecamatan Galesong Utara sekitar 15,11 km² atau sebesar 2,67% dari luas total Kabupaten Takalar. Secara astronomis berada diantara 5°12'55,19" LS - 5°18'5,85" LS dan 119°23'1,77" BT - 119°22'50,80" BT. Berdasarkan letak geografisnya Kecamatan Galesong Utara memiliki batas-batas sebagai berikut :

Sebelah Utara	: Kota Makassar
Sebelah Selatan	: Kecamatan Galesong
Sebelah Barat	: Selat Makassar
Sebelah Timur	: Kabupaten Gowa

Kecamatan Galesong Utara memiliki tujuh desa dan satu kelurahan yaitu Desa Pakabba, Desa Aeng Batu-batu, Desa Tamasaju, Desa Tamalate, Desa Bontosunggu, Desa Bontolanra, Desa Aeng Towa dan Kelurahan Bontolebang. Masing-masing desa dan kelurahan memiliki luas wilayah yang beragam, desa/kelurahan yang memiliki luas paling besar yakni Kelurahan Bontolebang

dengan luas 3,80 km² dan Desa Tamalate yang memiliki luas paling kecil yakni 0,70 km².

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*).

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 (UU nomor 27 tahun 2007 pasal (1))

Wilayah pesisir terancam rusak karena pengaruh erosi akibat dari gelombang badai, angin dan gelombang. Selain itu faktor lain yang mengancam rusaknya wilayah pesisir yaitu kenaikan permukaan laut, hilangnya habitat lingkungan seperti lingkungan basah yang dapat memberikan perlindungan dari kerusakan akibat badai dan erosi (Wamsley, dkk, 2009).

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, *seismicity*, geomorfologi, aliran, kelembaban, suhu udara, flora-fauna dan sebagainya.

1. Kondisi Geomorfologi

Geomorfologi merupakan ilmu yang mempelajari tentang bentuk permukaan bumi atau bentang alam yang meliputi sifat dan karakteristik dari morfologi, klasifikasi dan perbedaannya serta proses yang berhubungan terhadap morfologi tersebut. Pada dasarnya morfologi mempelajari bentang alam atau bentuk lahan suatu kawasan.

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, lagoon, bertebing tinggi, rendah. Estuaria, 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

Pasut adalah proses naik turunnya muka air laut yang disebabkan oleh gaya tarik bulan dan matahari. Kisaran pasut adalah perbedaan tinggi muka air laut pada saat maksimum dengan tinggi muka air pada saat surut maksimum yang rata-rata berkisar 1-3 meter. Fenomena pasut tidak hanya berdampak dan mempengaruhi lahan atas saja melainkan seluruh massa air dan memiliki energi besar.

b) Arus Pantai

Arus merupakan gerakan air yang sangat luas yang terjadi pada seluruh lautan di dunia. Arus ditimbulkan oleh beberapa faktor seperti pergerakan angin, perbedaan kerapatan air laut akibat pemanasan matahari, aktifitas pasang surut dan pergerakan gelombang (ombak). Arus pantai sangat berpengaruh terhadap proses sedimentasi dan abrasi pantai.

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 hempasan 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.

2.3.2 Batasan wilayah Pesisir

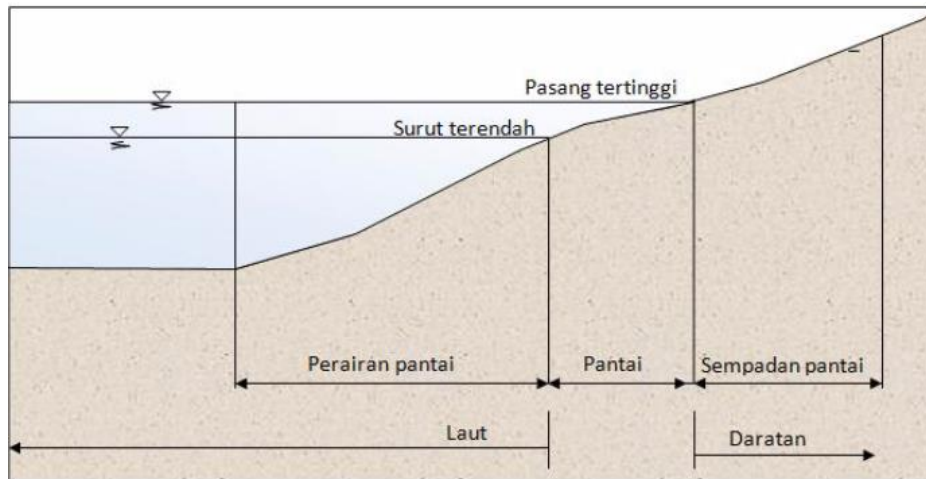
Saat ini, penentuan batas-batas wilayah pesisir di dunia berdasarkan pada tiga kriteria, yaitu:

1. Garis linier secara arbitrer tegak lurus terhadap garis pantai (*coastline* atau *shoreline*).
2. Batas-batas administratif dan hukum negara.
3. Karakteristik dan dinamika ekologis (biofisik) yakni atas dasar sebaran spasial dari karakteristik alamiah (*natural features*) atau kesatuan proses-proses ekologis (seperti aliran sungai, migrasi biota dan pasang surut).

Maksud dari uraian berbagai definisi tentang wilayah pesisir adalah memperkaya wawasan tentang pengertian yang lebih mendasar, batas-batas dan karakteristik kawasan pesisir. Dari berbagai uraian definisi tersebut, dapat ditengarai beberapa unsur/elemen yang mendasar, yaitu:

1. Pertemuan antara daratan dan perairan/laut.
2. Keterlibatan berbagai ekosistem yang berbeda.
3. Adanya interaksi dan keterkaitan antara berbagai ekosistem.
4. Adanya pemanfaatan sumber daya pesisir dan lautan.
5. Terdapat batas-batas (*boundary*).

Pengelolaan wilayah pesisir dan Pulau-pulau kecil menjelaskan wilayah pesisir terdiri atas *backshore* (tepi laut dengan batasan langsung dengan wilayah darat), *foreshore* (tepi laut yang berhadapan langsung dengan laut), *inshore* (pantai dalam), dan *offshore* (perairan lepas pantai). Selain itu, bagian-bagian wilayah pesisir juga dapat dibedakan berdasarkan lokasi terjadinya gelombang, yaitu *swash zone*, *surf zone*, dan *breaker zone*. Batasan wilayah pesisir dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



(Sumber : Triatmodjo, 1999)

Gambar 2.1 Profil pantai

2.3.3 Manfaat dan Fungsi Wilayah Pesisir

Secara umum fungsi pokok wilayah pesisir dapat diklasifikasikan berdasarkan manfaatnya, yaitu manfaat ekologis, manfaat ekonomi dan manfaat sosial. Secara ekologis wilayah pesisir bermanfaat sebagai penyedia sumber daya alam secara berkelanjutan. Secara ekonomi bermanfaat memberikan produktivitasnya bagi berbagai aktivitas perekonomian masyarakat. Sedangkan secara sosial bermanfaat akan tersedianya sumber mata pencaharian bagi masyarakat pesisir yang berdampak pada pendapatan.

Wilayah pesisir memiliki empat fungsi pokok bagi manusia, yaitu, sebagai penyedia jasa-jasa lingkungan, jasa-jasa kenyamanan, sumber daya alam dan sebagai penerima limbah. 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.

2.4 Kerentanan Pesisir metode CVI (*Coastal Vulnerability Indeks*)

Kerentanan atau *vulnerability* telah muncul sebagai suatu konsep sentral dalam memahami akibat bencana alam serta untuk mengembangkan strategi pengelolaan risiko bencana. Definisi secara umum kerentanan adalah tingkatan suatu sistem yang mudah terkena atau tidak mampu menanggulangi bencana. Tingkat kerentanan dapat ditinjau dari aspek fisik, sosial kependudukan dan ekonomi.

Kerentanan fisik menggambarkan suatu kondisi fisik yang rawan terhadap faktor bahaya (*hazard*) tertentu.

Tingkat kerentanan dengan metode CVI oleh *Remiery et all* (2011) yaitu indikator tingkat kerawanan pada kawasan pesisir yang belum dimanfaatkan sebagai kawasan budi daya, dengan hanya mempertimbangkan aspek kondisi alam, tanpa memperhitungkan besarnya kerugian yang diakibatkan.

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 (Herdiana dan Aprizon, 2007),. 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 CVI juga digunakan oleh *European Environment Agency* untuk menganalisa kerentanan pesisir terhadap perubahan iklim di Eropa (*Remieri et all*, 2011).

$$IKP = \Sigma (W_1X_1) + (W_2X_2) + (W_3X_3) + (W_4 X_4) \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana :

- IKP = Indeks kerentanan pesisir
- W_1 = Perubahan garis pantai
- W_2 = Kemiringan pantai
- W_3 = Tinggi gelombang
- W_4 = Pasang surut
- X_1 = Bobot perubahan garis pantai
- X_2 = Bobot kemiringan pantai
- X_3 = Bobot tinggi gelombang
- X_4 = Bobot pasang surut

Nilai-nilai yang didapat dari perhitungan tersebut kemudian diklasifikasikan menurut tingkat kerentanan pesisir sebagaimana pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Variabel indeks kerentanan pesisir

No	Variabel	X	SR (1)	R (2)	S (3)	T (4)	ST (5)
1	Garis Pantai (Laju perubahan)	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	0,29	< 0,5	0,5 - 1	1 - 1,5	1,5 - 2	> 2
4	Pasang Surut	0,11	< 0,5	0,5 - 1	1 - 1,5	1,5 - 2	> 2

(Sumber : *Remiery et all*, 2011)

2.4.1 Perubahan garis pantai

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.

Posisi garis pantai adalah indikator keadaan pantai utama yang digunakan untuk mengukur kemunduran garis pantai, pengamatan perubahan garis pantai dari tahun ke tahun serta pengamatan variabilitasnya sangat penting dalam menentukan strategi pengelolaan pantai (Arzaburu, dkk, 2009).

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 pergesekan 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).

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, 1991).

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).

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

1. Teraduknya material kohesif dari dasar hingga tersuspensi, atau lepasnya material non kohesif dari dasar laut.
2. Perpindahan material secara kohesif.
3. 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.

Dalam banyak perencanaan jangka panjang terkait pengambilan kebijakan, khususnya dalam pengelolaan wilayah pesisir diperlukan perkiraan posisi garis pantai di masa depan. Hal ini dicapai dengan menyesuaikan tren linier dengan laju erosi tahunan rata-rata yang diamati di masa lalu, kemudian memperkirakan N-tahun ke depan (dengan ukuran N bervariasi dengan lokasi geografis), tidak memberikan pertimbangan untuk proses morfologi aktual yang memaksa perubahan garis pantai. (Dougias dalam Davidson, dkk, 2010).

2.4.2 Kemiringan pantai

Lereng adalah permukaan bumi yang membentuk sudut kemiringan tertentu dengan bidang horisontal. Kemiringan lereng 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. Perubahan lereng (batimteri) dapat terjadi dalam

rentang waktu yang sangat singkat maupun dalam rentang waktu yang lebih lama (Waver dan Slinn, 2009).

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. Penentuan besar sudut kemiringan pantai menggunakan persamaan dibawah ini:

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

Sedangkan menghitung presentase kemiringan lereng, menggunakan persamaan dibawah ini:

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

dimana:

β = Kemiringan lereng pantai ($^{\circ}$)

S = Kemiringan lereng pantai (%)

y = Jarak vertikal bidang pantai

x = bidang datar atau lebar pantai (yang diukur dari tebing pantai ke arah laut)

Adanya perbedaan kemiringan pada setiap pantai diklasifikasikan tertentu. Klasifikasi kemiringan lereng didasarkan pada kriteria Van Zuidam, (1989) dalam Kalay, dkk (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 %

2.4.3 Gelombang

Gelombang adalah peristiwa naik turunnya permukaan air laut dari ukuran kecil (riak) sampai yang paling panjang (pasang surut). Penyebab utama terjadinya gelombang adalah angin. Gelombang dipengaruhi oleh kecepatan angin, lamanya angin bertiup, dan jarak tanpa rintangan saat angin bertiup (*fetch*).

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 (Pasomba, 2019).

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 (Pasomba, 2019).

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 (Sarbidi, 2010). 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.

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 $0^\circ / 360^\circ$, Timur ke 90° , Selatan ke 180° dan Barat hingga 270° .

Mawar Gelombang merupakan suatu gambar berbentuk lingkaran persentase gelombang, memiliki penyebaran kelopak seperti mawar di tengah lingkarannya dengan variasi warna berbeda-beda yang menandakan perbedaan tinggi gelombang yang terjadi pada gambar yang memetakan ketinggian dan arah tinggi gelombang pada daerah dan waktu yang telah di tentukan. Mawar gelombang menghasilkan nilai tinggi gelombang air laut (cm atau m).

2.4.4 Pasang surut

Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut sebagai fungsi waktu karena adanya gaya tarik benda-benda di langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Meskipun massa bulan jauh lebih kecil dari massa matahari, tetapi karena jaraknya terhadap bumi jauh lebih dekat, maka pengaruh gaya tarik bulan terhadap bumi lebih besar daripada pengaruh gaya tarik matahari. Pasang

surut merupakan salah satu bentuk dari gelombang dengan periode gelombang panjang 3 jam hingga 1 hari (Triatmodjo, 1999). Tentu saja karena pasang surut merupakan salah satu bentuk gelombang, pasang surut memiliki komponen seperti komponen gelombang, yaitu: Komponen pasut 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 rerata ke posisi sama berikutnya (Triatmodjo, 1999). Periode pasang surut juga adalah waktu puncak air tinggi ke puncak air tinggi berikutnya, atau waktu antara lembah air surut ke lembah air surut berikutnya.

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 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, 1999). Sedangkan kecepatan arus mencapai maksimal saat elevasi air rerata baik menuju pasang maupun menuju surut. Komponen arus di pantai didominasi oleh arus pasang surut (Idris, 2009).

Pasang surut laut (*ocean tide*) adalah fenomena naik dan turunnya permukaan air laut secara periodik yang disebabkan oleh pengaruh gravitasi benda benda langit terutama bulan dan matahari. Pengaruh gravitasi benda benda langit terhadap bumi tidak hanya menyebabkan pasang surut laut, tetapi juga mengakibatkan perubahan bentuk bumi dan atmosfer (Pasomba, 2019).

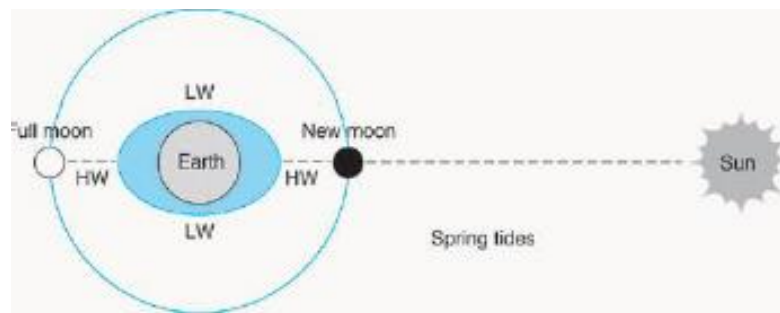
Pasang purnama (*spring tide*) (gambar 2) adalah pasang surut yang terjadi pada saat posisi matahari, bumi, dan bulan berada dalam suatu garis lurus. Pada saat itu dihasilkan pasang maksimum yang sangat tinggi dan surut minimum yang sangat rendah, juga dikenal dengan pasang besar. Sedangkan, Pasang perbani (*neap tide*) (gambar 1) adalah pasang surut yang terjadi pada saat posisi bulan dan

matahari membentuk sudut tegak lurus terhadap bumi. Pada saat itu dihasilkan pasang maksimum yang rendah dan surut minimum yang tinggi, juga dikenal dengan pasang kecil.



(Sumber: ife.bio.sunysb.edu)

Gambar 2.2 Neap tide



(Sumber: ife.bio.sunysb.edu)

Gambar 2.3 Spring tide

Menurut Wyrcki dalam Verinda (2019), 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.

Komponen pasang surut digunakan untuk menentukan pasang surut didasarkan pada bilangan pada bilangan *formzahl*:

$$F = ((O1) + (K1)/(M2) + (S2)) \dots\dots\dots (2.4)$$

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 sifat pasang surut tersebut adalah:

- $F \leq 0,25$ = semi diurnal
- $0,25 < F \leq 1,5$ = campuran condong semi diurnal
- $1,5 < F \leq 3,0$ = campuran condong diurnal
- $F > 3,0$ = diurnal

Untuk mengetahui nilai rata-rata tunggang pasang surut dengan metode *least square*, digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Mean High Water Level (MHWL)} = Z_0 + (M2 + K1 + O1) \dots\dots\dots (2.5)$$

$$\text{Mean Low Water Level (MLWL)} = Z_0 - (M2 + K1 + O1) \dots\dots\dots (2.6)$$

$$\text{Rata-rata tunggang pasang surut} = \text{MHWL} - \text{MLWL} \dots\dots\dots (2.7)$$

dimana Z_0 adalah elevasi muka air rata-rata.

2.5 Penginderaan 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 (Ardyodyantoro, 2014). 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.

Ada lima alasan yang melandasi meningkatnya penggunaan citra penginderaan jauh, yaitu (Yulius, 2013) :

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.

Citra sering dibuat pada periode ulang yang pendek, yaitu misal 16 hari bagi citra Landsat 4 dan 5, dua kali tiap hari bagi citra NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*). 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 adalah :

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. Banyak satelit dengan perbedaan sistem sekarang ini, 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

2.5.1 Citra Google Earth

Beberapa definisi google earth menurut situs resminya adalah 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.

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.

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 di cakupan 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, 0.6m, 0.3m, 0.15m
- c) Sistem koordinat dan proyeksi
 1. Sistem koordinat internal dari Google Earth merupakan koordinat geografis pada *World Geodetic System* 1984 (WGS84).
 2. 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 diatas, 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. Permasalah resolusi, beberapa kota seperti St.Petersburg hanya dapat terlihat sebagian pada resolusi tinggi.

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 (*orthofotografi*) 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.

2.5.2 Peta Batimetri Nasional (BATNAS)

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 BATNAS adalah 6arc-second dengan menggunakan datum MSL.

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).

Hasil uji akurasi menunjukkan bahwa *marine gravity model* yang dikembangkan mempunyai akurasi yang memadai, sebagai dasar untuk estimasi model batimetri pada resolusi 1m (*1 minute*) sebelum dilakukan iterasi asimilasi data pemeruman, dari resolusi 1m sampai 6-*arcsecond*.

Hasil survei hidrografi pada kegiatan *Digital Marine Resource Mapping* (DMRM) digunakan sebagai validator data model *gridded* Batimetri Nasional, dari resolusi 1m, *30-seconds*, *15-seconds*. Sebagai pembanding, uji akurasi ini juga dilakukan terhadap data batimetri global yang ada, misalnya

GEBCO30s edisi tahun 2014, SRTM30 dan SRTM15 plus. Validasi di daerah pantai yang sebagian besar sudah ditambahkan data hasil survei Pusat Kelautan dan 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.

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*".

1.6. Aplikasi *Digital Shoreline Analysis System*

Auto Shoreline Mapper (ASM) adalah prosedur pemetaan otomatis yang dikombinasikan dengan gelombang lepas pantai dan data ketinggian muka air, mengumpulkan data ketinggian gelombang dari gambar eksposur waktu tanpa pengawasan pengguna (Uunk dkk, 2010). Salah satu aplikasi yang dapat digunakan dalam ASM adalah DSAS.

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 antar garis 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.

2.7 Penilaian kerusakan pantai dan prioritas penanganannya

Sesuai dengan Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum Nomor 08 Tahun 2010, dalam menilai kerusakan pantai, pendekatan yang digunakan ada 3 (tiga) macam yaitu:

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

A. Tolok ukur penilaian kerusakan pantai

Dalam mengkaji kerusakan lingkungan akan ditinjau kerusakan lingkungan yang diakibatkan oleh:

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 permukiman 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:

- a) Ringan, setara 1 rumah sampai dengan 5 rumah, daerah layanan lokal.
- b) Sedang, setara 6 rumah sampai dengan 10 rumah, daerah layanan skala sedang.
- c) 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/minyak sedang, dan tidak berbau. |
| Berat | : Perairan pantai yang terlihat coklat, kandungan sampah/minyak sedang, dan berbau namun belum mengganggu. |
| Amat berat | : Perairan pantai terlihat hitam, kandungan sampah/minyak sedang dan bau cukup mengganggu. |
| Amat sangat berat | : Perairan pantai terlihat hitam pekat, banyak sampah/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.

Untuk mengkaji kerusakan pantai akibat adanya erosi/abrasi atau gerusan dan rusaknya bangunan pantai akan ditinjau dua hal saja, yaitu :

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. Gerusan yang terjadi pada struktur bangunan pantai diakibatkan oleh gelombang dan arus atau kombinasi keduanya. 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. Akibat gerusan adalah penurunan kestabilan dan penurunan bangunan yang lambat laun akan mengakibatkan keruntuhan sebagian atau bahkan seluruh struktur. 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.

Sedangkan dalam mengkaji permasalahan sedimentasi akan ditinjau dua hal, yaitu:

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.

B. Penilaian kerusakan pantai

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.

Tabel 2.2 Bobot tingkat kerusakan

No	Tingkat kerusakan	Jenis kerusakan		
		Lingkungan	Erosi/abrasi dan kerusakan bangunan	Sedimentasi
1	Ringan (R)	50	50	50
2	Sedang (S)	100	100	100
3	Berat (B)	150	150	150
4	Amat Berat (AB)	200	200	200
5	Amat Sangat Berat (ASB)	250	250	250

Sumber : SE Menteri PU nomor 08/SE/M/2010

Dalam menentukan skala prioritas dilakukan berdasarkan data dari peninjauan lapangan dan analisis sensitivitas maka prioritas penanganan pantai dapat dikelompokkan menjadi:

1. Prioritas A (amat sangat diutamakan - darurat) : bobot > 300
2. Prioritas B (sangat diutamakan) : bobot 226 sampai dengan 300
3. Prioritas C (diutamakan) : bobot 151 sampai dengan 225
4. Prioritas D (kurang diutamakan) : bobot 76 sampai dengan 150
5. Prioritas E (tidak diutamakan) : bobot < 75

Tabel. 2.3 Koefisien tingkat kepentingan

No	Jenis pemanfaatan ruang	Skala kepentingan	Koefisien tingkat kepentingan
1	Konservasi warisan dunia (seperti pura Tanah Lot)	Internasional	2,00
2	Pariwisata yang mendatangkan devisa, tempat ibadah, tempat usaha, industri,	Kepentingan Negara	1,75
3	fasilitas pertahanan dan keamanan, daerah perkotaan, jalan negara, bandar udara, pelabuhan, pulau-pulau terluar	Kepentingan Provinsi	1,50
4	Pariwisata domestik, tempat ibadah, tempat usaha, industri, fasilitas pertahanan dan keamanan, daerah perkotaan, jalan provinsi, bandar udara, Pelabuhan	Kepentingan Kabupaten/Kota	1,25
5	Permukiman, pasar desa, jalan desa, tempat ibadah	Kepentingan lokal terkait dengan penduduk dan kegiatan perekonomian	1,00
6	Lahan pertanian (perkebunan, persawahan dan pertambakan) rakyat	Kepentingan lokal 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 Menteri PU nomor 08/SE/M/2010