

SKRIPSI

**ANALISIS INDEKS KERENTANAN DI KAWASAN PESISIR
KECAMATAN BATANG DAN KECAMATAN TAROWANG
KABUPATEN JENEPONTO**

Disusun dan diajukan oleh:

**HASTUTI
D08 118 1010**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS INDEKS KERENTANAN DI KAWASAN PESISIR
KECAMATAN BATANG DAN KECAMATAN TAROWANG
KABUPATEN JENEPONTO

Disusun dan diajukan oleh

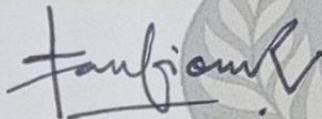
Hastuti
D08 118 1010

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana pada Program Studi Teknik Kelautan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 3 April 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Kedua,



Dr. Ir. Taufiqur Rachman, ST., MT.
NIP 196908021997021001



Fuad Mahfud Assidiq, ST., MT.
NIP 199509292021015001

Ketua Program Studi,



Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST., MT.
NIP 197606052002121003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Hastuti
NIM : D081181010
Program Studi : Teknik Kelautan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**ANALISIS INDEKS KERENTANAN KAWASAN PESISIR KECAMATAN BATANG
DAN KECAMATAN TAROWANG KABUPATEN JENEPONTO**

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

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

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

Gowa,

Yang Menyatakan Tanda Tangan



ABSTRAK

Hastuti. *Analisis Indeks Kerentanan di Kawasan Pesisir Kecamatan Batang dan Kecamatan Tarowang Kabupaten Jeneponto.* (Dibimbing oleh, Dr. Ir. Taufiqur Rachman, ST. MT., dan Fuad Mahfud Assidiq, ST., MT.)

Batang dan Tarowang merupakan kecamatan yang berada di pesisir Kabupaten Jeneponto. Kondisi wilayah pesisir Kecamatan Batang dan Tarowang mengalami kerusakan yang disebabkan oleh faktor lingkungan. Adapun faktor yang mempengaruhi kerentanan suatu wilayah pesisir yaitu perubahan garis pantai, kemiringan pantai, tunggang pasang surut dan tinggi gelombang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui indeks kerentanan pesisir di kecamatan Batang dan Kecamatan Tarowang serta prioritas penanganannya dan menghitung valuasi ekonomi pada kawasan pesisir Kecamatan Batang dan Kecamatan Tarowang. Penelitian ini menggunakan metode teknik pengumpulan data berupa survei lokasi dan wawancara serta data sekunder yang diperoleh dari *google earth*, batnas (BIG), data pasang surut (SRGI) dan data gelombang (ECMWF). Perhitungan perubahan garis pantai menggunakan aplikasi *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) pada software ArcGIS. Perhitungan dalam DSAS yang di gunakan adalah NSM (*Net Shoreline Movement*) dan EPR (*Shoreline Change Envelope*). Hasil yang diperoleh yaitu tingkat kerentanan di wilayah pesisir Kecamatan Batang dan Kecamatan Tarowang menggunakan metode IKP sebesar 3,03-4,10 berada disatu kategori yaitu kerentanan tinggi dengan prioritas penanganan kerusakan diutamakan. Perubahan penggunaan lahan di kawasan pesisir Kecamatan Batang dan Kecamatan Tarowang yang cukup pesat terutama untuk lahan pemukiman. Dari hasil perhitungan valuasi ekonomi perubahan alih fungsi lahan tambak menjadi pemukiman mengakibatkan valuasi ekonomi di wilayah ini terjadi penambahan sebesar ± Rp. 517.124.000,00 selama 20 tahun.

Kata Kunci: IKP, Penggunaan Lahan, Perubahan Garis Pantai, Valuasi Ekonomi

ABSTRACT

Hastuti. *Coastal Area Vulnerability Index Analysis, Batang District and Tarowang District, Jeneponto Regency.* (Supervised by, Dr. Ir. Taufiqur Rachman, ST. MT., And Fuad Mahfud Assidiq, ST., MT.).

Batang and Tarowang are sub-districts on the coast of Jeneponto Regency. The condition of the coastal areas of Batang and Tarowang Districts suffered damage caused by environmental factors. The factors that affect the vulnerability of a coastal area are shoreline changes, beach slope, tidal range and wave height. The purpose of this study was to determine the coastal vulnerability index in Batang and Tarowang Districts as well as the priority of handling and calculate the economic valuation in the coastal areas of Batang District and Tarowang District. This research uses data collection techniques in the form of site surveys and interviews as well as secondary data obtained from google earth, national batnas (BIG), tidal data (SRGI) and wave data (ECMWF). The calculation of shoreline changes uses the Digital Shoreline Analysis System (DSAS) application) on ArcGIS software. The calculations in DSAS used are NSM (Net Shoreline Movement) and EPR (Shoreline Change Envelope). The results obtained are the level of vulnerability in the coastal areas of Batang District and Tarowang District using the IKP method of 3.03-4.10 in one category, namely high vulnerability with prioritized damage handling. Changes in land use in the coastal areas of Batang District and Tarowang District are quite rapid, especially for residential land. From the results of the calculation of the economic valuation, the change in the function of pond land into settlements resulted in an increase in the economic valuation in this area of ± Rp. 517.124.000,00 for 20 years.

Keywords: IKP, Land Use, Shoreline Change, Economic Valuation

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN KOMISI PENGUJI.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	xii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR NOTASI.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian yang Relevan.....	6
2.2 Letak Geografis dan Wilayah Administratif	7
2.3 Wilayah Pesisir.....	8
2.3.1 Karakteristik Kawasan Pesisir.....	9
2.3.2 Batasan Wilayah Pesisir	10
2.3.3 Manfaat dan Fungsi Wilayah Pesisir.....	11
2.4 Indeks Kerentanan Pesisir (IKP).....	12
2.4.1 Perubahan Garis Pantai	15
2.4.2 Kemiringan Pantai	15
2.4.3 Gelombang.....	16
2.4.4 Pasang Surut.....	18

2.5	Penginderaan Jauh	18
2.5.1	Citra Google earth	19
2.5.2	Peta Batimetri Nasional (BATNAS).....	23
2.6	Aplikasi Digital Shoreline Analysis System	24
2.7	Penilaian kerusakan pantai dan prioritas penanganannya	25
2.7.1	Tolak Ukur Penilaian Kerusakan Pantai.....	25
2.7.2	Penilaian Kerusakan Pantai.....	32
2.8	Penggunaan Lahan	34
2.8.1	Perubahan Penggunaan Lahan	34
2.8.2	Faktor-faktor Perubahan Penggunaan Lahan	35
2.9	Valuasi Ekonomi	35
BAB 3 METODE PENELITIAN.....		37
3.1.	Tempat dan waktu penelitian.....	37
3.2.	Alat.....	38
3.3.	Prosedur Penelitian.....	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		44
4.1	Parameter Indeks Kerentanan Pesisir Kecamatan Batang dan Kecamatan Tarawang	44
4.2	Analisis IKP Kecamatan Batang dan Kecamatan Tarawang.....	60
4.3	Penilaian Kerusakan Pantai dan Prioritas Penanganannya di pesisir Kecamatan Batang dan Kecamatan Tarawang	62
4.4	Penilaian Kerusakan Pantai dan Prioritas Penanganannya di pesisir Kecamatan Batang dan Kecamatan Tarawang	77
4.5	Perubahan Penggunaan Lahan di Kawasan Pesisir Kecamatan Batang dan Kecamatan Tarawang Tahun 2002 dan Tahun 2022.....	80
4.6	Valuasi Ekonomi dan Persentas Laju Perubahan Luasan Tambak Garam di Kawasan Pesisir Kecamatan Batang dan Kecamatan Tarawang Tahun 2002 dan Tahun 2022	81
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		84
5.1	KESIMPULAN	84
5.2	SARAN	85
DAFTAR PUSTAKA.....		86
LAMPIRAN		89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Batasan Wilayah Pesisir.....	11
Gambar 2. 2 Peta Indeks Kerentanan Pesisir Indonesia	14
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian	37
Gambar 3. 2 Diagram Alur Penelitian.....	43
Gambar 4. 1 Grafik Cross Section Kelurahan Balang Baru.....	50
Gambar 4. 2 Mawar Angin Data Tahun 2002-2021	57
Gambar 4. 3 Mawar Gelombang tahun 2002-2021	57
Gambar 4. 4 Grafik Pasang Surut.....	59
Gambar 4. 5 Kondisi Lingkungan pada Kelurahan Bungeng.....	64
Gambar 4. 6 Kondisi Pemukiman pada Kelurahan Bungeng	64
Gambar 4. 7 Kondisi Area Perkebunan pada Kelurahan Bungeng.....	65
Gambar 4. 8 Kondisi Pemukiman pada Kelurahan Pao	66
Gambar 4. 9 Kondisi Lingkungan pada Kelurahan Pao.....	66
Gambar 4. 10 Kondisi Dermaga kayu di Kelurahan Pao	67
Gambar 4. 11 Kondisi Pemukiman Kelurahan Balang Baru	67
Gambar 4. 12 Kondisi Lingkungan Kelurahan Balang Baru	68
Gambar 4. 13 Kondisi Tambak Kelurahan Balang Baru.....	68
Gambar 4. 14 Kondisi Pemukiman Kelurahan Balang Loe.....	69
Gambar 4. 15 Kondisi Lingkungan Kelurahan Balang Loe.....	69
Gambar 4. 16 Kondisi Pemukiman Kelurahan Bonto Ujung	70
Gambar 4.17 Kondisi Lingkungan Kelurahan Bonto Ujung	70
Gambar 4.18 Kondisi Pemukiman Kelurahan Tino.....	71
Gambar 4.19 Kondisi Lingkungan Kelurahan Tino	72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Luas Wilayah Kabupaten Jeneponto.....	8
Tabel 2. 2 Klasifikasi Indeks Kerentanan Pesisir (IKP).....	12
Tabel 2. 3 Klasifikasi Tingkat IKP.....	13
Tabel 2. 4 Bobot Tingkat Kerusakan.....	33
Tabel 2. 5 Koefisien Tingkat Kepentingan.....	33
Tabel 3. 1 Alat yang digunakan pada penelitian.....	38
Tabel 3. 2 Sumber Data.....	39
Tabel 4. 1 Perubahan Garis Pantai Tahun 2002-2007	45
Tabel 4. 2 Perubahan Garis Pantai Tahun 2007-2012	46
Tabel 4. 3 Perubahan Garis Pantai Tahun 2012-2017	47
Tabel 4. 4 Perubahan Garis Pantai Tahun 2017-2022	48
Tabel 4. 5 Perubahan Garis Pantai Tahun 2002-2022	49
Tabel 4. 6 Hasil Analisis Kemiringan Pantai Pada Kelurahan Bungeng	50
Tabel 4. 7 Hasil Analisis Kemiringan Pantai Pada Kelurahan Pao	51
Tabel 4. 8 Hasil Analisis Kemiringan Pantai Pada Kelurahan Balang Baru	52
Tabel 4. 9 Hasil Analisis Kemiringan Pantai Pada Kelurahan Balang Loe.....	53
Tabel 4. 10 Hasil Analisis Kemiringan Pantai Pada Kelurahan Bonto Ujung	54
Tabel 4. 11 Hasil Analisis Kemiringan Pantai Pada Kelurahan Tino.....	55
Tabel 4. 12 Hasil Analisis Parameter Kemiringan Pantai	56
Tabel 4. 13 Nilai Rerata periode dan tinggi gelombang signifikan	58
Tabel 4. 14 Konstanta Pasang Surut	59
Tabel 4. 15 Nilai Elevasi Tunggang Pasang Surut	60
Tabel 4. 16 Klasifikasi Tingkat IKP.....	61
Tabel 4. 17 Analisa IKP Kecamatan Batang dan Kecamatan Tarowang.....	61
Tabel 4. 18 Penilaian Kerusakan Pantai di Kecamatan Batang dan Kecamatan Tarowang	63
Tabel 4. 19 Tabel Pembahasan Penilaian Kerusakan Pantai.....	72
Tabel 4. 20 Analisis Prioritas penanganan di Kecamatan Batang dan Kecamatan Tarowang	74
Tabel 4. 21 Matriks Korelasi IKP dan SE Menteri PU No.8 Tahun 2010	78
Tabel 4. 22 Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 20002 dan 2022	80
Tabel 4. 23 Perubahan Penggunaan Lahan Pemukiman dan Tambak	81

DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
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 (s)
V	Laju Alih Fungsi lahan (%)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2002-2007	90
Lampiran 2 Lanjutan Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2002-2007	91
Lampiran 3 Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2007-2012.....	92
Lampiran 4 Lanjutan Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2007-2012	93
Lampiran 5 Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2012-2017	94
Lampiran 6 Lanjutan Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2012-2017	95
Lampiran 7 Peta Perubahan garis pantai Tahun 2017-2022	96
Lampiran 8 Lanjutan Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2017-2022	97
Lampiran 9 Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2002-2022.....	98
Lampiran 10 Peta Perubahan Garis Pantai Kelurahan Bungeng Tahun 2002- 2022.....	99
Lampiran 11 Peta Perubahan Garis Pantai Kelurahan Pao Tahun 2002-2022.	100
Lampiran 12 Peta Perubahan Garis Pantai Kelurahan Balang Baru Tahun 2002- 2022.....	101
Lampiran 13 Peta Perubahan Garis Pantai Kelurahan Balang Loe Tahun 2002- 2022.....	102
Lampiran 14 Peta Perubahan Garis Pantai Kelurahan Bonto Ujung Tahun 2002 - 2022.....	103
Lampiran 15 Peta perubahan Garis Pantai Kelurahan Tino Tahun 2002-2022	104
Lampiran 16 Peta Batimtri Kecamatan Batang dan Kecamatan Tarowang	105
Lampiran 17 Peta Indeks Kerentanan Pesisir Kecamatan Batang dan Kecamatan Tarowang	106
Lampiran 18 Peta Penggunaan lahan Tahun 2002 Kecamatan Batang dan Kecamatan Tarowang	107
Lampiran 19 Peta Penggunaan Lahan Tahun 2022 Kecamatan Batang dan Kecamatan Tarowang	108
Lampiran 20 Data Pasang Surut.....	109
Lampiran 21 Dokumentasi Wawancara	110
Lampiran 22 Dokumentasi Pengambilan Titik GPS.....	110
Lampiran 23 Kuisisioner	111

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah Subhanahu Wata'ala. Dzat yang hanya kepada-Nya memohon pertolongan. Alhamdulillah atas segala rahmat, dan kasih sayang-Nya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

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 Batang dan Kecamatan Tarowang Kabupaten Jeneponto**".

Dengan terselesaikannya skripsi ini, tak lupa penulis menyampaikan rasa terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan arahan, bimbingan serta motivasi dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada:

1. Kepada kedua orang tua tercinta **Ibuku (Hasnawati)** dan **Ayahku (Antu')** atas dukungan dan doa yang tak henti-hentinya selalu diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan sebagai sarjana. Terima kasih juga telah mendidik, merawat dan membesarkan saya hingga kini dengan penuh kasih sayang.
2. Bapak **Dr. Taufiqur Rachman, ST. MT.** Selaku Pembimbing utama yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga terselesaikannya penulisan Skripsi ini.
3. Bapak **Fuad Mahfud Assidiq, ST., MT.** selaku Pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan motivasi kepada penulis.
4. Bapak **Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST. MT.** Selaku ketua Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin dan Bapak **Dr. Eng. Firman Husain, ST., MT.** dan **Dr. Hasdinar Umar, ST., MT.** sebagai penguji seminar.
5. Seluruh **Dosen** Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmu, pengetahuan, dan bimbingan selama penulis melaksanakan studi.
6. Seluruh Staff dan Karyawan Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin terkhusus **Ibu Marwah, Pak Rio, Pak Isran dan**

Pak Amar yang telah memberikan pemahaman dan pelayanan selama penulis melaksanakan studi.

7. Untuk Kakak dan Adik-adikku, **Haswan, S.kom, Hasmar, Hasrian, hasrum dan Hasfian** yang senantiasa memberi semangat dan dukungan kepada penulis.
8. Untuk **Nenek, Kakek Tante, Om**, dan **Sepupu** yang telah memberikan doa, semangat serta dukungannya. Semoga Allah membalas semua kebaikannya baik moral maupun materi.
9. Teman Seperjuangan (**Delvi, Fahrul, Fika, Herni, Indah, Rahmat, Rini, Rizki**) penulis sangat berterima kasih atas bantuan saat pembuatan data skripsi di ruang riset Pantai dan Lingkungan departemen Teknik kelautan sehingga skripsi ini terselesaikan.
10. Teman-teman **Teknik Kelautan 2018** dan teman-teman **Labo Pantai** terima kasih untuk canda, tawa, dan tangis selama masa perkuliahan penulis. Terima kasih untuk setiap kenangannya.
11. Kakak-kakak senior Labo Pantai 2016 (**Kak Maulid, Kak Adil dan Kak Denis**) penulis sangat berterima kasih atas waktu, bantuan dan pengarahan dalam pembuatan skripsi ini hingga terselesaikan.
12. Serta seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terima kasih atas seluruh bantuan moril maupun materil yang telah diberikan.

Penulis tentunya tidak akan dapat memberikan balasan yang setimpal terhadap semua bantuan dan bimbingan yang telah diberikan oleh semua pihak, kecuali berdoa semoga Allah Swt melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua. Akhir kata semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca pada umumnya.

Gowa, 3 April 2023

Hastuti

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 (Arifki, 2021).

Pantai adalah daerah pertemuan antara darat, laut dan udara dimana terjadi interaksi dinamis antara air, angin dan material penyusun didalamnya. Hal ini menjadi penyebab pantai rentan terhadap perubahan, dimana perubahan tersebut dapat menjadi penyebab kerusakan pada daerah pesisir pantai (Dauhan dkk, 2013).

Perubahan garis pantai dapat di sebabkan oleh faktor alam maupun disebabkan oleh manusia, Menurut (Arifki, 2021) 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.

Perubahan garis pantai juga merupakan salah satu dari beberapa indikator yang menjadi penyebab kerentanan pesisir, menurut (Alfiani, 2019) perubahan bentuk garis pantai yang mempengaruhi kerentanan wilayah pesisir di masa depan. Salah satu aspek yang berpengaruh dalam mengevaluasi proses kerentanan pesisir adalah bentuk geomorfologi juga tingkat elevasi daerah pesisir. Geomorfologi atau bentuk bumi daerah pesisir menunjukkan ketahanan kawasan pesisir terhadap erosi maupun akresi yang diakibatkan oleh perubahan garis pantai. Adapun mengenai dampak perubahan pesisir, bentuk lahan seharusnya diketahui sebagai bahan dalam menunjukkan bentuk resistensi

terhadap bagian pesisir yang terkena erosi maupun akresi yang diakibatkan oleh perubahan garis pantai. Adapun proses lain yang dapat mempengaruhi tingkat kerentanan wilayah pesisir yaitu gelombang, pasang surut, termasuk kemiringan pantai dan kenaikan permukaan air laut.

Dampak lain yang disebabkan oleh perubahan garis pantai yaitu peralihan penggunaan lahan yang berada di pesisir pantai. Perubahan penggunaan lahan juga diakibatkan oleh pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat setiap tahunnya sehingga peralihan penggunaan lahan mengalami perubahan, (Harahab, 2011) menyatakan akibat adanya perubahan penggunaan lahan maka nilai valuasi ekonomi juga akan dipengaruhi. Nilai total valuasi ekonomi tersebut sangat penting diketahui dan diintegrasikan dalam perencanaan wilayah. Dengan kata lain, perencanaan wilayah pesisir dengan berbagai macam aktivitas penggunaan lahan harus memperhitungkan nilai ekonomi suatu sumberdaya tersebut. Batang dan Tarowang adalah Kecamatan yang ada di Kabupaten Jenepono. Kecamatan Batang memiliki luas wilayah sekitar 33,04 km² atau sebesar 4,41% dari total Kabupaten Jenepono yang memiliki 6 desa yang dimana berbatasan langsung dengan Kecamatan Kelara di sebelah utara, Kecamatan Tarowang di sebelah timur, Kecamatan Arungkeke di sebelah selatan dan Kecamatan Binamu di sebelah barat (Kecamatan Batang Dalam Angka 2020, 2020). Kecamatan Tarowang sendiri memiliki luas wilayah sekitar 40,68 km² atau sebesar 5,43% dari total Kabupaten Jenepono yang memiliki 8 desa/kelurahan yang dimana berbatasan langsung dengan Kecamatan Kelara di sebelah utara, Kabupaten Bantaeng di sebelah timur, laut Flores di sebelah selatan dan Kecamatan Batang di sebelah barat (Kecamatan Tarowang Dalam Angka 2020, 2020).

Batang dan Tarowang adalah kecamatan yang ada di Kabupaten Jenepono. Kecamatan Batang memiliki luas wilayah sekitar 33,04 km² atau sebesar 4,41% dari total Kabupaten Jenepono yang memiliki 6 desa yang dimana berbatasan langsung dengan Kecamatan Kelara di sebelah utara, Kecamatan Tarowang di sebelah timur, Kecamatan Arungkeke di sebelah selatan dan Kecamatan Binamu di sebelah barat. (Kecamatan Batang Dalam Angka 2020, 2020). Kecamatan Tarowang sendiri memiliki luas wilayah sekitar 40,68 km² atau sebesar 5,43% dari total Kabupaten Jenepono yang memiliki 8 desa/kelurahan yang dimana berbatasan langsung dengan Kecamatan Kelara di sebelah utara, Kabupaten

Bantaeng di sebelah timur, laut Flores di sebelah selatan dan Kecamatan Batang di sebelah barat (Kecamatan Tarowang Dalam Angka 2020, 2020).

Selain metode IKP juga dibutuhkan penilaian kerusakan pantai dan prioritas penanganannya berdasarkan pada SE PU Nomor 8 Tahun 2010. Dalam rangka mengetahui tingkat kerusakan pantai dan menentukan prioritas penanganannya. Oleh sebab itu, penulis mengangkat penelitian dengan judul “Analisis Indeks Kerentanan Kawasan Pesisir Kecamatan Batang dan Kecamatan Tarowang Kabupaten Jeneponto”.

1.2. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana tingkat kerentanan pesisir di Kecamatan Batang dan Kecamatan Tarowang ?
2. Bagaimana prioritas penanganan tingkat kerentanan pesisir di Kecamatan Batang dan Kecamatan Tarowang ?
3. Bagaimana perubahan penggunaan lahan di Kecamatan Batang dan Kecamatan Tarowang tahun 2002 dan 2022?
4. Bagaimana valuasi ekonomi perubahan alih fungsi lahan tambak menjadi pemukiman di kawasan pesisir Kecamatan Batang dan Kecamatan Tarowang?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui Indeks Kerentanan Pesisir di Kecamatan Batang dan Kecamatan Tarowang, Kabupaten Jeneponto.
2. Menemukan solusi Penanganan Indeks Kerentanan Pesisir di Kecamatan Batang dan Kecamatan Tarowang, Kabupaten Jeneponto.
3. Mengetahui perubahan penggunaan lahan di Kecamatan Batang dan Kecamatan Tarowang tahun 2002 dan 2022.
4. Mengetahui valuasi ekonomi perubahan alih fungsi lahan tambak menjadi pemukiman di kawasan pesisir Kecamatan Batang dan Kecamatan Tarowang.

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

1.5. Batasan Masalah

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

1. Penentuan tingkat kerentanan wilayah pesisir pantai Kecamatan Batang dan Kecamatan Tarawang Kabupaten Jeneponto dengan menggunakan IKP (Indeks Kerentanan Pesisir) yang meliputi parameter IKP yaitu hidro-oseanografi yang terdiri dari :
 - a. Perubahan garis pantai yang didapatkan berdasarkan digitasi peta *google earth* dengan analisis DSAS (*Digital Shoreline Analysis System*).
 - b. Kemiringan pantai berdasarkan jarak 1 km dari garis pantai .
 - c. Tunggang pasang surut dan Tinggi gelombang pada laut dalam.
2. Penentuan prioritas penanganan kerusakan pantai mengacu pada SE PU Nomor 08 Tahun 2010 tentang pemberlakuan pedoman penilaian kerusakan pantai dan prioritas penanganan kerusakan pantai.

3. Perubahan penggunaan lahan serta valuasi ekonomi (Pertanian dan Tambak) di pesisir Kecamatan Batang dan Kecamatan Tarowang, Kabupaten Jeneponto.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah melihat dan mengetahui pembahasan pada penelitian ini, maka diperlukan sistematika yang merupakan kerangka dan pedoman penulisan skripsi, adapun penulisannya sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Menguraikan latar belakang penulisan, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA,

Menguraikan lokasi penelitian, wilayah pesisir, indeks kerentanan pesisir (IKP), parameter perubahan garis pantai, kemiringan pantai, tinggi gelombang, tunggang pasang surut, penilaian dan prioritas kerusakan pantai, penginderaan jauh, sistem informasi geografis (SIG) dan digital *shoreline analysis system* (DSAS)

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tentang tempat dan waktu lokasi, alat yang digunakan, prosedur penelitian dan diagram alur penelitian.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Menguraikan tentang indeks kerentanan pesisir (IKP), penilaian dan penanganan kerusakan pantai yang terjadi di kawasan pesisir Kecamatan Batang dan Kecamatan Tarowang.

BAB V : PENUTUP

Merupakan bab akhir dalam penulisan tugas akhir yang berisi kesimpulan dan saran-saran dari penelitian ini

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian yang Relevan

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

Penelitian yang berjudul Kerentanan Pesisir Terhadap Perubahan Iklim di Timur Laut Provinsi Bali oleh Putra, A., Husrin, S., Tanto, T. A. dan Pratama, R. (2015). Metode penelitiannya menggunakan metode Indeks Kerentanan Pesisir (IKP) dimana data-data yang digunakan terdiri dari data geospasial dan data oseanografi yang diolah menjadi angka-angka secara kuantitatif. Hasil analisa data penelitian didapatkan, pesisir timur laut Bali dikategorikan sebagai wilayah dengan kerentanan pesisir sedang-sangat tinggi, dimana dari 20 titik pengamatan dengan panjang garis pantai ± 60 km.

Penelitian di kawasan pesisir Kota Pasuruan Jawa Timur oleh Alfiani V. (2019) 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.

Penelitian yang berjudul Analisis Perubahan Garis Pantai Terhadap Eksistensi Mangrove Menggunakan Penginderaan Jauh dan Aplikasi *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)* Tahun 2014-2018 (Studi Kasus: Kabupaten Kendal). Penelitian ini mempunyai tujuan untuk mengetahui hubungan antara kepadatan mangrove terhadap perubahan garis pantai di wilayah pesisir Kabupaten Kendal (Hazazi, dkk, 2019).

Penelitian di Pesisir Makassar pada tahun 2019 dengan metode penelitian menggunakan metode Indeks Kerentanan Pesisir (IKP), dengan parameter geomorfologi, elevasi, perubahan garis pantai, tunggang pasang surut rata-rata kenaikan muka laut relatif dan tinggi gelombang (Rizky, 2019). Hasil penelitiannya yaitu menguraikan tentang perubahan garis pantai yang terjadi di kawasan pesisir Kecamatan Mariso tahun 2000 sampai dengan tahun 2018, perubahan penggunaan lahan tahun 2000 dan 2018, valuasi ekonomi tambak menjadi pemukiman, serta alasan dilakukannya tindakan reklamasi CPI.

Perbedaan penelitian terdahulu dengan penelitian yang penulis lakukan adalah dari perhitungan variabel, dimana penulis mempertimbangkan beberapa variabel seperti Perubahan Garis Pantai, Kemiringan Pantai, Tinggi Gelombang, dan Tunggang Pasang Surut sedangkan penelitian terdahulu hanya memakai beberapa variabel seperti Perubahan Garis Pantai. Serta penggunaan metode perhitungan Indeks Kerentanan Pesisir yang tidak dikorelasikan dengan SE Menteri PU Nomor 8 Tahun 2010.

2.2. Letak Geografis dan Wilayah Administratif

Secara astronomis, Kabupaten Jeneponto terletak di antara $5^{\circ}23'12''$ - $5^{\circ}42'1,2''$ Lintang Selatan dan $119^{\circ}29'12''$ - $119^{\circ}56'44,9''$ Bujur Timur. Berdasarkan posisi geografisnya, Kabupaten Jeneponto memiliki batas-batas sebagai berikut:

- a. Sebelah Utara berbatasan dengan Kabupaten Gowa dan Takalar,
- b. Sebelah Timur berbatasan dengan Kabupaten Bantaeng,
- c. Sebelah Selatan berbatasan dengan Laut Flores,
- d. Sebelah Barat berbatasan dengan Kabupaten Takalar.

Luas wilayah Kabupaten Jeneponto seluruhnya adalah 749,79 km² yang terdiri dari 11 kecamatan. Selain memiliki wilayah daratan, terdapat 7 kecamatan yang berada di pesisir Kabupaten Jeneponto yaitu Kecamatan Bangkala Barat, Bangkala, Tamalatea, Binamu, Batang, Arungkeke dan Tarowang. Dengan panjang pantai berkisar 114 km.

Tabel 2.1. Luas Wilayah Kabupaten Jeneponto

Kecamatan	Luas Wilayah	
	Luas (Km ²)	Persentase (%)
Bangkala	121,82	16,25
Bangkala Barat	152,96	20,40
Tamalatea	57,58	7,68
Bontoramba	88,30	11,78
Binamu	69,49	9,27
Turatea	53,76	7,17
Batang	33,04	4,41
Arungkeke	29,91	3,99
Tarawang	40,68	5,43
Kelara	43,95	5,86
Rumbia	58,30	7,78
Jeneponto	749,79	100,00

(Sumber : Kabupaten Jeneponto dalam angka 2018)

2.3. Wilayah Pesisir

Wilayah pesisir merupakan wilayah peralihan antara ekosistem daratan dan laut yang ditentukan oleh 12 mil batas wilayah ke arah perairan dan batas kabupaten/kota ke arah pedalaman. 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).

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.

Wilayah pesisir secara sederhana dapat dipandang sebagai wilayah yang berbatasan dengan laut dan daratan. Menurut Setyawan dkk. (2015), kawasan pesisir adalah daerah peralihan atau tempat pertemuan antara daratan dan laut, yang mencakup lingkungan tepi pantai dan perairan pantai. La Sara (2014) menjelaskan, bahwa secara ekologi wilayah pesisir merupakan ecotone mewakili transisi dari daratan ke pengaruh-pengaruh dari laut. Wibisono (2011), secara rinci menjelaskan, pengertian pesisir bisa dijabarkan dari dua segi yang berlawanan, yakni dari segi daratan; wilayah pesisir adalah wilayah daratan

sampai wilayah laut yang masih dipengaruhi sifat-sifat darat (seperti angin darat, drainase air tawar dari sungai, sedimentasi), dan dari segi laut; wilayah pesisir adalah wilayah laut sampai wilayah darat yang masih dipengaruhi sifat-sifat laut (seperti pasang surut, salinitas, intrusi air laut ke wilayah daratan, angin laut dan lain-lain) (Zamdial dkk, 2017).

2.3.1 Karakteristik Kawasan Pesisir

Karakteristik Kawasan pesisir secara garis besar dipengaruhi oleh faktor alam yang memberikan karakteristik secara spesifik mengenai suatu kawasan/kota. Faktor alam ini berupa iklim, topografi, sesimocity, 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.

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.

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.

b) Arus Pantai

Arus merupakan gerakan air yang sangat luas yang terjadi pada seluruh lautan di dunia. Arus ditimbulkan oleh beberapa faktor seperti pergerakan angina, perbedaan kerapatan air laut akibat pemanasan matahari, aktivitas 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 hampasan ombak dan dapat merusak kestabilan pantai. Gelombang merupakan parameter utama dalam proses erosi atau sedimentasi.

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 hakikat iklim, distribusinya terhadap ruang serta variasinya terhadap waktu dan hubungannya dengan berbagai unsur lain dari lingkungan alam dan aktivitas manusia (Adyatma, 2012).

2.3.2 Batasan wilayah Pesisir

Saat ini, penentuan batas-batas wilayah pesisir di dunia berdasarkan pada tiga kriteria, yaitu (Dahuri dkk, 1996):

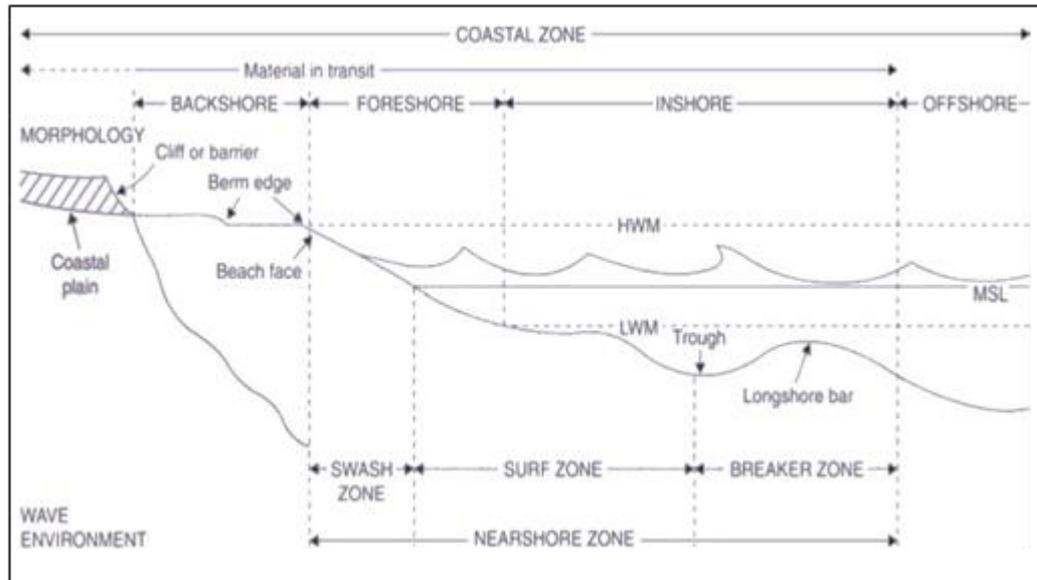
1. Garis linier secara arbitrer tegak lurus terhadap garis pantai (*coastline* atau *shoreline*).
2. Batas-batas administratif dan hukum negara.
3. Karakteristik dan dinamika ekologis (biofisik) yakni atas dasar sebaran spasial dari karakteristik alamiah (*natural features*) atau kesatuan proses-proses 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 (Dahuri dkk, 1996):

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) (Subagiyo, dkk. 2017). Berikut batasan wilayah pesisir dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. 1 Batasan Wilayah Pesisir
(Sumber : Haslett, 2009; dalam Subagiyo, dkk. 2017)

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.

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. Indeks Kerentanan Pesisir (IKP)

Kerentanan adalah suatu keadaan penurunan ketahanan akibat pengaruh eksternal yang mengancam kehidupan, mata pencaharian, sumber daya alam, infrastruktur, dan kesejahteraan. Hubungan antara bencana dan kerentanan menghasilkan suatu kondisi resiko, apabila kondisi tersebut tidak dikelola dengan baik (Wignyosukarto, 2007).

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. Tingkat kerentanan merupakan suatu hal yang penting untuk diketahui karena dapat berpengaruh terhadap terjadinya bencana. Proporsi setiap parameter IKP dapat menjadi petunjuk karakteristik spasial jenis variabel ataupun cakupan tingkat atau kategori kerentanan pada suatu kawasan. Metode IKP, juga digunakan oleh *European Environment Agency* untuk menganalisa kerentanan pesisir terhadap perubahan iklim di Eropa (Mutmainah dan Putra, 2017).

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

dimana:

IKP = Indeks Kerentanan Pesisir

W_1 = Perubahan Garis Pantai

X_1 = Bobot Perubahan Garis Pantai

W_2 = Kemiringan Pantai

X_2 = Bobot Kemiringan Pantai

W_3 = Tinggi Gelombang Signifikan

X_3 = Bobot Tinggi Gelombang

W_4 = Tunggang Pasang Surut

X_4 = Bobot Pasang Surut

Nilai-nilai yang didapat dari perhitungan tersebut kemudian diklasifikasikan menurut tingkat kerentanan pesisir sebagaimana pada tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Klasifikasi Indeks Kerentanan Pesisir (IKP)

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	< 2,0
3.	Tinggi Gelombang (m)	0,29	< 0,5	0,5 – 1,0	1 – 1,5	1,5 – 2,0	> 2,0
4.	Pasang Surut (m)	0,11	< 0,5	0,5 – 1,0	1 – 1,5	1,5 – 2,0	> 2,0

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

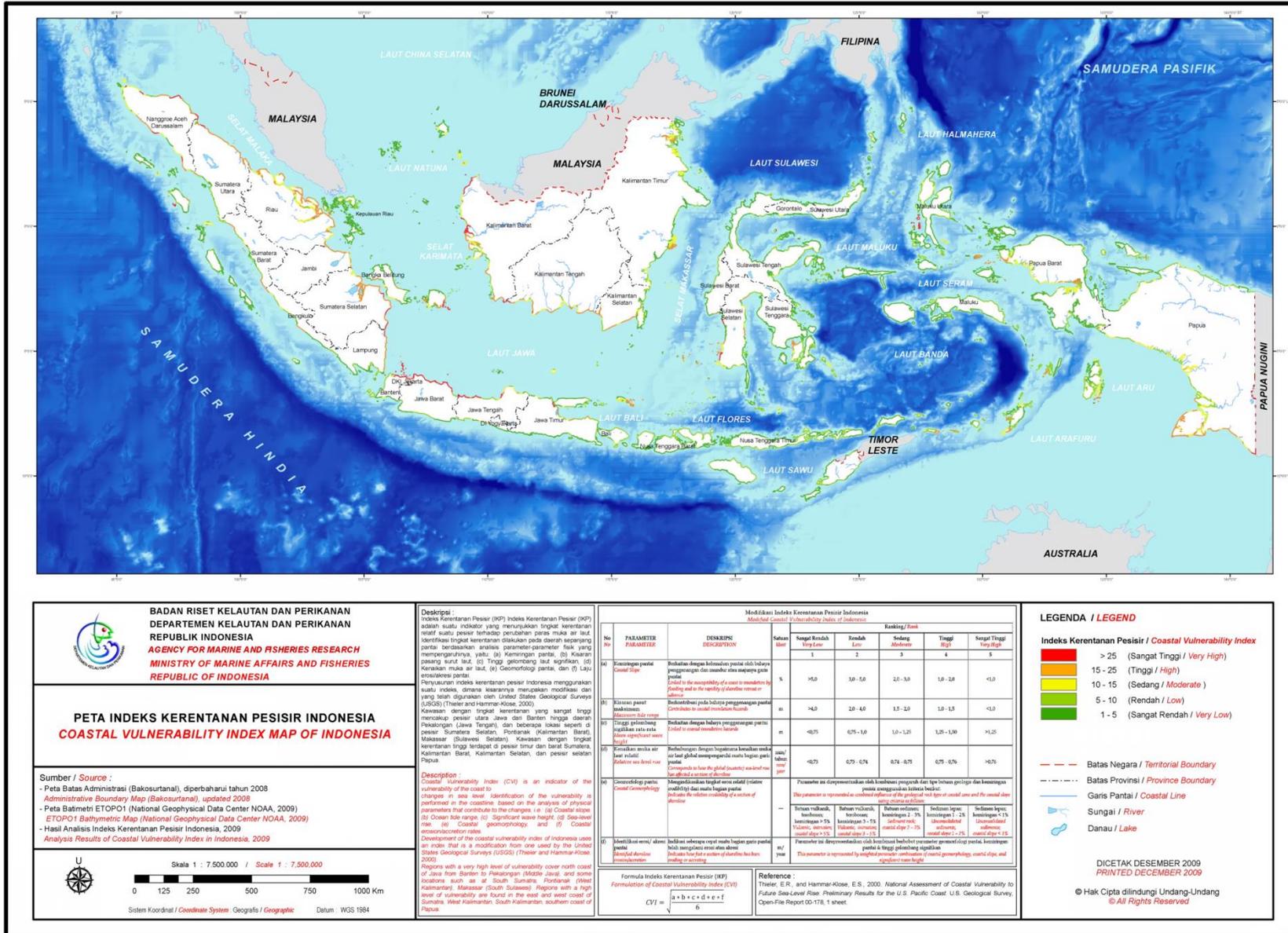
Keterangan : SR (Sangat Rendah), R (Rendah), S (Sedang), T (Tinggi) dan ST (Sangat Tinggi).

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 2.3.

Tabel 2. 3 Klasifikasi Tingkat IKP

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

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



Gambar 2. 2 Peta Indeks Kerentanan Pesisir Indonesia (Sumber : Pusat Riset Kelautan)

2.4.1 Perubahan garis pantai

Garis pantai merupakan batas pertemuan antara daratan dan perairan yang akan mengalami perubahan dari waktu ke waktu. Proses perubahan garis pantai diakibatkan oleh faktor pengikisan (abrasi) dan penambahan/akresi (Fuad, 2019).

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).

Pada dasarnya proses perubahan pantai meliputi proses erosi dan akresi. Erosi di sekitar pantai dapat terjadi bila 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).

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.

2.4.2 Kemiringan pantai

Lereng adalah permukaan bumi yang membentuk sudut kemiringan tertentu dengan bidang horizontal. 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 (batimetri) dapat terjadi dalam rentang waktu yang sangat singkat maupun dalam rentang waktu yang lebih lama (Weaver 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 persentase kemiringan lereng, menggunakan persamaan dibawah ini:

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

dimana:

- β = Kemiringan lereng pantai (°)
- 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 (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. 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 di bagian 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 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*).

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, 2012). Tentu saja karena 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 ke posisi sama berikutnya (Triatmodjo, 2012).

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.

2.5. Penginderaan Jauh

Secara prinsip, setiap objek 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.

Menyebutkan sekurang-kurangnya ada enam alasan yang melandasi meningkatnya penggunaan citra penginderaan jauh, yaitu (Sutanto 1986:18) :

1. Citra menggambarkan objek, 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 pengamatannya menggunakan alat yang disebut stereoskop.
3. Karakteristik objek 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.

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.

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 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. : 1 m, 0,6 m, 0,3 m, 0,15 m
- 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
- 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 mensupport *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. Permasalahan 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 15 m per pixel. Beberapa pusat populasi juga tertangkap oleh sistem pencitraan pesawat (*orthophotography*) 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.

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 6 arc-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.

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 m. 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*".

2.6. 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 antara 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.

2.7.1 Tolok ukur penilaian kerusakan pantai

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

- a. 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:

- 1) Ringan, setara 1 rumah sampai dengan 5 rumah, daerah layanan lokal.
- 2) Sedang, setara 6 rumah sampai dengan 10 rumah, daerah layanan skala sedang.
- 3) Berat, setara >10 rumah daerah layanan luas. 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.

b. 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. 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.

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

Ringan : Kadar garam 0,5 g/l sampai dengan 2,5 g/l terdeteksi pada 1
sumur sampai dengan 5 sumur.

Sedang : Kadar garam 0,5 g/l sampai dengan 2,5 g/l terdeteksi pada 6
sumur atau lebih.

Berat : Kadar garam 2,5 g/l sampai dengan 5 g/l terdeteksi pada 1
sumur sampai dengan 5 sumur.

Amat Berat : Kadar garam 2,5 g/l sampai dengan 5 g/l terdeteksi pada 6 sumur atau lebih.

Amat Sangat Berat : Kadar garam > 5 g/l terdeteksi pada 6 sumur atau lebih.

d. 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.

e. Rob - kawasan pesisir

Rob kawasan pesisir terutama disebabkan karena penurunan tanah dan kenaikan muka air laut. Hal ini mengakibatkan sistem drainase 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 drainase lokal penuh saat terjadi rob.

Sedang : Saluran drainase 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 2m/tahun.

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

Amat sangat berat : Pantai mundur > 3 m/tahun.

2. Kerusakan bangunan

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. Akibat gerusan adalah penurunan kestabilan dan penurunan bangunan yang lambat laun akan mengakibatkan keruntuhan sebagian atau bahkan seluruh struktur. Gerusan yang terjadi pada pondasi 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.

1. 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.

2.7.2 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. Nilai bobot pada tingkat kerusakan dapat dilihat pada Tabel 2.4.

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. 4 Bobot Tingkat Kerusakan

No	Tingkat kerusakan	Lingkungan	Jenis kerusakan 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)

Tabel 2. 5 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	0,50

dan tidak berdampak

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

2.8 Penggunaan Lahan

Pengertian penggunaan lahan adalah segala campur tangan manusia, baik secara permanen maupun secara siklus terhadap suatu kelompok sumberdaya alam dan sumber daya buatan, yang secara keseluruhan disebut lahan, dengan tujuan untuk mencukupi kebutuhan-kebutuhannya baik secara kebendaan maupun spiritual ataupun kedua-duanya (Malingreau, 1977). Dalam rangka pembangunan nasional dan sektoral pengelolaan sumber daya lahan dan aspek pendukungnya menempati posisi yang semakin penting. Kenyataan ini ditunjukkan dengan makin tingginya kegiatan pemerintah dan masyarakat yang langsung berhubungan dengan fungsi lahan. Penggunaan lahan berubah menurut ruang dan waktu, hal ini disebabkan karena lahan sebagai salah satu sumber daya alam merupakan unsur yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Bertambahnya jumlah manusia yang mendiami permukaan bumi diikuti perkembangan kegiatan usaha dan budayanya maka semakin bertambah pula tuntutan kehidupan yang dikehendaki untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya.

Penggunaan lahan adalah bentuk penggunaan kegiatan manusia terhadap lahan (aktifitas manusia di atas lahan) termasuk keadaan alamiah yang belum terpengaruh oleh kegiatan manusia. Aktifitas tersebut menyebabkan terjadinya penggunaan lahan yang sangat beraneka ragam sesuai dengan peruntukannya (Herlina, 2011).

2.8.1 Perubahan Penggunaan Lahan

Pola pemanfaatan lahan pada hakikatnya adalah hasil perpaduan antara faktor sejarah, faktor fisik, faktor sosial budaya dan ekonomi. Pola pemanfaatan lahan di suatu wilayah mencerminkan pada orientasi kehidupan masyarakat di wilayah tersebut, seperti tingkat kehidupan sosial dan ekonomi, budaya dan teknologi. Jumlah penduduk dan perubahan, penyebaran dan bidang nafkah adalah sesuatu yang merupakan faktor penentu di dalam pola maupun orietasi pemanfaatan lahan (Iqhwaniul Haq, 2019)

Perubahan penggunaan lahan tidak dapat dihindari sehingga menjadi suatu bentuk resiko yang logis dari adanya pertumbuhan ataupun transformasi

dari struktur sosial ekonomi masyarakat. Terlihat dari perubahan pemanfaatan sumber daya lahan maupun terjadinya pergeseran fungsi-fungsi tertentu ke bentuk fungsi lain baik lahan produktif maupun lahan tidak produktif.

Masalah ketersediaan lahan semakin parah dengan adanya kasus-kasus seperti lahan yang semula dialokasikan untuk suatu kegiatan tertentu, namun hasil implementasinya sering digunakan kegiatan yang lainnya. Perubahan juga mempunyai dampak yang besar terhadap pengeluaran publik jika perubahan itu untuk guna lahan yang lebih komersial seperti daerah wisata dan lain sebagainya (Ade et al., 1999).

2.8.2 Faktor-Faktor Penggunaan Lahan

Sifat perubahan pemanfaatan lahan secara garis besar dapat dibagi dua yaitu bersifat musiman dan permanen. Perubahan pemanfaatan lahan musiman biasanya terjadi pada lahan pertanian tanaman pangan yang juga disebut rotasi tanaman.

Perubahan pemanfaatan lahan musiman ini tidak hanya karena faktor musim saja, tetapi kehendak manusia juga akan menentukan perubahan pemanfaatan lahan. Sedangkan perubahan pemanfaatan lahan yang bersifat permanen yaitu perubahan pemanfaatan lahan dalam periode waktu relatif lama. Perubahan pemanfaatan lahan yang bersifat lama ini disebabkan karena faktor perubahan alam, atau karena faktor kehendak manusianya sendiri.

2.9 Valuasi Ekonomi

Valuasi ekonomi merupakan suatu cara yang digunakan untuk memberikan nilai kuantitatif terhadap barang dan jasa yang dihasilkan sumber daya alam dan lingkungan terlepas baik dari nilai pasar (*market value*) atau non pasar (*non market value*). Dalam konteks ilmu ekonomi sumberdaya dan lingkungan, perhitungan-perhitungan tentang biaya lingkungan sudah cukup berkembang.

Pemahaman tentang konsep valuasi ekonomi memungkinkan para pengambil kebijakan dapat menentukan penggunaan SDA dan lingkungan yang efektif dan efisien. Hal tersebut karena valuasi ekonomi SDA dan lingkungan dapat digunakan untuk menunjukkan keterkaitan antara konservasi SDA dan pembangunan ekonomi, sehingga dengan demikian valuasi ekonomi dapat

menjadi suatu alat (*tool*) penting dalam upaya peningkatan apresiasi dan kesadaran masyarakat terhadap SDA dan lingkungan.

Metode analisis valuasi ekonomi menggunakan nilai ekonomi total (NET). Kuantifikasi ini dilakukan dengan pendekatan nilai pasar terhadap manfaat yang telah bernilai di pasar dan penggunaan harga tidak langsung terhadap manfaat yang belum memiliki harga pasar, dengan rumus perhitungan sebagai berikut.

$$\text{NET} = \text{NML} + \text{NMTL} + \text{NP} + \text{NK} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana:

NML = Nilai Manfaat Langsung

NMTL = Nilai Manfaat Tidak langsung

NP = Nilai Pilihan

NK = Nilai Keberadaan

Nilai manfaat langsung dihitung dari jenis manfaat yang biasa dimanfaatkan oleh masyarakat lalu dilakukan pendekatan harga pasar untuk penjumlahan harga panen atau nilai dari produksi tambak ikan bandeng. Perhitungan nilai ekonomi penghasil tambak, menggunakan perkalian luasan lahan, produktivitas dan harga produk. Nilai ekonomi (Rp) sebagai fungsi penghasil pertanian (NFPP) (Irawan, 2006).

Harga yang berlaku di petani sama pada setiap petani, hal ini disebabkan karena sudah ada kesepakatan harga yang ditentukan oleh petani.

$$\text{NFPP} = \sum_i^n = 1(A_i \times P_i \times H_i) \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana:

A = Luas Lahan (Ha)

P = Produktivitas (t/Ha)

H = Harga (Rp/t)

I = Indeks Komoditas (1)