

**ANALISIS INDEKS KERENTANAN KAWASAN PESISIR
KECAMATAN MANGARABOMBANG KABUPATEN TAKALAR**

SKRIPSI

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Meraih Gelar Strata 1 (S1)

Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknik

Universitas Hasanuddin



OLEH:

DENIS RESTUARDI DUNDU

D321 16 304

DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2021

LEMBAR PENGESAHAN

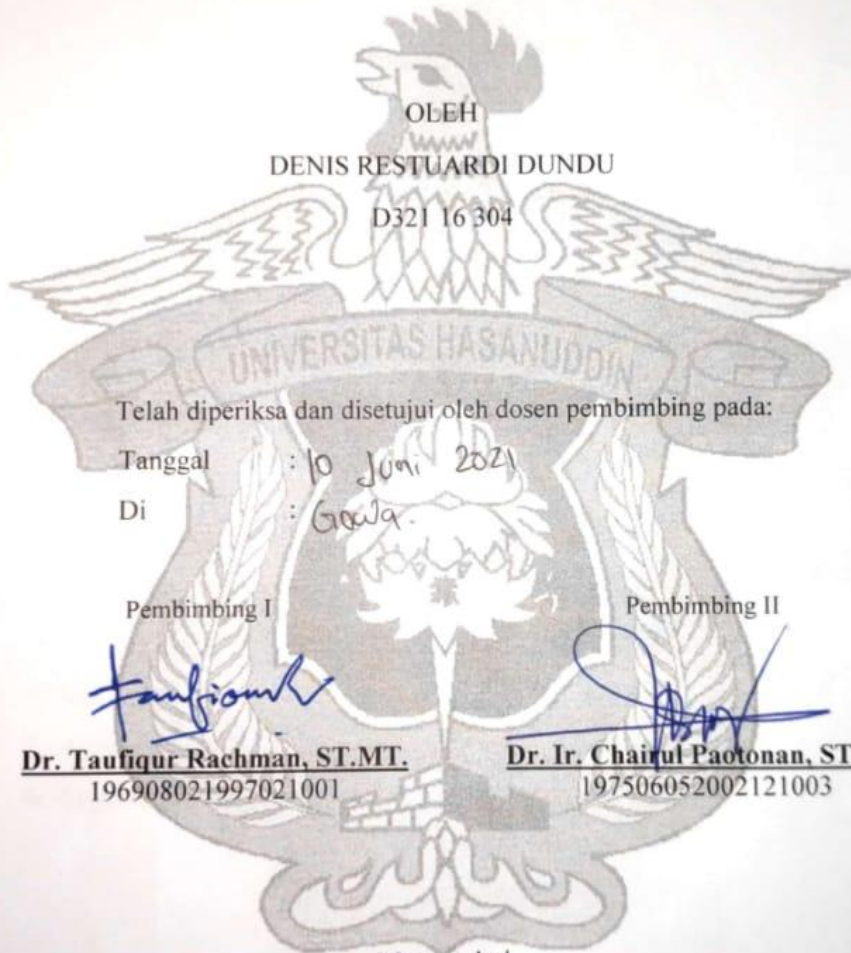
Judul Skripsi:

**ANALISIS INDEKS KERENTANAN KAWASAN PESISIR
KECAMATAN MANGARABOMBANG KABUPATEN TAKALAR**

OLEH

DENIS RESTUARDI DUNDU

D321 16 304



Telah diperiksa dan disetujui oleh dosen pembimbing pada:

Tanggal : 10 Juni 2021

Di : Gowa.

Pembimbing I

Dr. Taufiqur Rachman, ST.MT.
196908021997021001

Pembimbing II

Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST.MT
197506052002121003

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Kelautan



Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST.MT
197506052002121003

LEMBAR PENGESAHAN KOMISI PENGUJI

Judul Skripsi

**ANALISIS INDEKS KERENTANAN KAWASAN PESISIR
KECAMATAN MANGARABOMBANG KABUPATEN TAKALAR**

OLEH

DENIS RESTUARDI DUNDU

D321 16 304

Telah diperiksa dan disetujui oleh dosen pembimbing pada:

Tanggal : 10 Juni 2021

Di : Gowa

Dengan panel ujian skripsi

1. Ketua : Dr. Taufiqur Rachman, ST., MT.
2. Sekretaris : Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST., MT.
3. Anggota 1 : Sabaruddin Rahman, ST., MT., Ph. D.
4. Anggota 2 : Dr. Eng. Firman Husain, ST., MT.

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Kelautan



Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST.MT

197506052002121003

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Denis Restuardi Dundu

NIM : D321 16 304

Program Studi : S1 Teknik Kelautan

ANALISIS INDEKS KERENTANAN KAWASAN PESISIR KECAMATAN MANGARABOMBANG KABUPATEN TAKALAR

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi tugas akhir yang saya tulis ini benar-benar hasil dan karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila di kemudian hari saya terbukti atau tidak dapat dibuktikan bahwa atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 10 Juni 2021



Denis Restuardi Dundu

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh, Salam sejahtera bagi kita semua

Segala puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa Pencipta Langit bumi sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.

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

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 Ibundaku (Herdawaty) dan Ayahku (Yan Dundu) serta seluruh keluarga atas dukungan dan doa yang tak henti-hentinya selalu diberikan kepada penulis sehingga menyelesaikan pendidikan sebagai sarjana. Terima kasih juga telah mendidik, merawat dan membesarkan hingga kini dengan penuh kasih sayang.
2. Bapak Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST. MT. Selaku ketua Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin sekaligus selaku Pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga terselesaikannya penulisan Skripsi ini.
3. Bapak Dr. Taufiqur Rachman, ST. MT. Selaku Pembimbing I yang telah membimbing dan memberikan motivasi kepada penulis.
4. Seluruh Dosen Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmu, pengetahuan, dan bimbingan selama penulis melaksanakan studi.

5. Seluruh Tenaga Pendidikan (Tendik) Teknik Kelautan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin terkhusus (Ibu Marwa, Pak Rio, dan Pak Isran) yang telah memberikan pemahaman dan pelayanan selama penulis melaksanakan studi.
6. Saudara seperjuangan (Adil, Maulid, Andika, Didi dan Alif) penulis sangat berterima kasih atas bantuan saat pembuatan model skripsi di laboratorium Departemen Teknik Kelautan sehingga skripsi ini terselesaikan.
7. Teman kost Pondok Alvira (Fathur, Pendi, Dedi) terima kasih atas kebersamaannya di kost.
8. Sodari Rona Aprilia Balleo terima kasi atas bantuan dalam mengerjakan skripsi.
9. Teman-teman grup TEKLA 2016 terima kasih untuk canda, tawa, dan tangis selama masa perkuliahan penulis. Terima kasih untuk setiap kenangannya.
10. Serta seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terima kasih atas seluruh bantuan moril maupun materil yang telah diberikan.

Akhir kata, tidak ada gading sempurna yang tidak retak. Penulis menyadari bahwa Skripsi ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, baik dari segi sistematika penulisan maupun isinya. Oleh karena itu, dengan tangan terbuka penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif.

Gowa, Juni 2021

Denis Restuardi Dundu

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN KOMISI PENGUJI ...	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR NOTASI.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
ABSTRAK.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Letak Geografis dan Wilayah Administratif.....	6
2.2 Wilayah Pesisir	8
2.2.1 Ekosistem Pesisir.....	8
2.2.2 Kerentanan Wilayah Pesisir	9
2.2.3 Peta Kerentanan Pesisir Nasional.....	10
2.3 Perubahan Garis Pantai	13
2.3.1 Kemiringan Pantai	13
2.3.2 Faktor Hidro-Oseanografi	14
2.3.3 Faktor Antropogenik	16
2.4 Abrasi dan Akresi	17
2.5 Penilaian dan Prioritas Penanganan Kerusakan Pantai	18
2.5.1 Tolak Ukur Kerusakan Pantai	18
2.5.2 Tolak ukur kepentingan pantai.....	26

2.5.3	Prosedur Pembobotan dan Prioritas Penanganan Kerusakan Pantai.....	27
2.6	Citra Penginderaan Jauh (Citra <i>Google Earth</i>).....	28
2.7	Digital Shoreline Analysis System	34
BAB III METODE PENELITIAN		
3.1	Tempat Dan Waktu Penelitian	36
3.2	Alat.....	37
3.3	Metodologi Penelitian.....	37
3.3.1	Pengumpulan data	37
3.3.2	Pengolahan Data.....	38
3.3.3	Analisa.....	40
3.3.4	Kesimpulan.....	41
3.4	Diagram Alur Penelitian	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Parameter Indeks Kerentanan Pesisir Kecamatan Mangarabombang	43
4.1.1	Parameter Perubahan Garis Pantai	43
4.1.2	Parameter Kemiringan Pantai.....	64
4.1.3	Parameter Tinggi Gelombang Laut	65
4.1.4	Parameter Tunggang Pasang Surut.....	68
4.2	Analisa IKP Kecamatan Mangarabombang.....	69
4.3	Penilaian Kerusakan Pantai dan Prioritas Penanganannya di Pesisir Kecamatan Mangarabombang	72
4.3.1	Penilaian Kerusakan Pantai	72
4.3.2	Penilaian prioritas penanganan kerusakan pantai.....	79
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	87
5.2	Saran	87
DAFTAR PUSTAKA		88
LAMPIRAN.....		91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta Administrasi Kabupaten Takalar.....	7
Gambar 2.2 Peta Indeks Kerentanan Pesisir Indonesia.....	9
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	36
Gambar 3.2. Flowchart.....	42
Gambar 4.1 Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2000-2005.....	46
Gambar 4.2 Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2005-2010.....	47
Gambar 4.3 Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2010-2015.....	49
Gambar 4.4 Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2015 - 2020.....	51
Gambar 4.5 Peta Perubahan Garis Pantai Tahun 2000-2020.....	54
Gambar 4.6 Peta Segmen Perubahan Garis Pantai 2000-2020.....	54
Gambar 4.7 Peta Perubahan Garis Pantai Segmen A Tahun 2000-2020.....	55
Gambar 4.8 Peta Perubahan Garis Pantai Segmen B Tahun 2000-2020.....	56
Gambar 4.9 Peta Perubahan Garis Pantai Segmen C Tahun 2000-2020.....	57
Gambar 4.10 Peta Perubahan Garis Pantai Segmen D Tahun 2000-2020.....	58
Gambar 4.11 Peta Perubahan Garis Pantai Segmen E Tahun 2000-2020.....	59
Gambar 4.12 Peta Perubahan Garis Pantai Segmen F Tahun 2000-2020.....	60
Gambar 4.13 Peta Perubahan Garis Pantai Segmen G Tahun 2000-2020.....	61
Gambar 4.14 Peta Perubahan Garis Pantai Segmen H Tahun 2000-2020.....	62
Gambar 4.15 Peta Perubahan Garis Pantai Segmen I Tahun 2000-2020.....	63
Gambar 4.16 Grafik Cross Section di Kecamatan Mangarabombang	64
Gambar 4.17 Mawar Angin Data Tahun 2019.....	66
Gambar 4.18 Mawar Angin Data Tahun 2019.....	66
Gambar 4.19 Grafik Pasang Surut	68
Gambar 4.20 Peta Indeks Kerentanan Pesisir Kecamatan Mangarabombang	71
Gambar 4.21 Pemukiman Penduduk dan Fasilitas Umum.....	74
Gambar 4.22 Pelindung Pantai Breakwater Tumpukan Batu	75
Gambar 4.23 Area Pesisir	76
Gambar 4.24 Kualitas Perairan dan Sedimentasi di Muara	77
Gambar 4.25 Kondisi (a) Pemukiman Warga dan (b) Sedimentasi Di Muara.....	78
Gambar 4.26 Kerusakan (a) Pemukiman Dan Pelindung Pantai (b) Tambak Rumput Laut Masyarakat (c) Hutan Mangrove.....	80

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Luas Wilayah Kabupaten Takalar.....	6
Tabel 2. 2 Luas Wilayah Kecamatan Mangarabombang	7
Tabel 2. 3 Klasifikasi Indeks Kerentanan Pesisir (IKP)	10
Tabel 2. 4 Tingkat Kepentingan.....	27
Tabel 2. 5 Bobot Tingkat Kerusakan	28
Tabel 3. 1 Alat Yang Digunakan Pada Penelitian.....	37
Tabel 3. 2 Sumber Data.....	38
Tabel 4. 1 Perubahan Garis Pantai Tahun 2000-2005.....	44
Tabel 4. 2 Perubahan Garis Pantai Tahun 2005-2010.....	46
Tabel 4. 3 Perubahan Garis Pantai Tahun 2010-2015.....	48
Tabel 4. 4 Perubahan Garis Pantai Tahun 2015-2020.....	50
Tabel 4. 5 Perubahan Garis Pantai Tahun 2000-2020.....	52
Tabel 4. 6 Hasil Analisis Parameter Kemiringan Pantai.....	65
Tabel 4. 7 Nilai Rata-Rata Periode Dan Tinggi Gelombang Signifikan.....	67
Tabel 4. 8 Nilai Harmonik Pasang Surut	68
Tabel 4. 9 Nilai Elevasi Tunggang Pasang Surut.....	69
Tabel 4. 10 Klasifikasi Tingkat IKP	68
Tabel 4. 11 Analisa IKP Kecamatan Mangarabombang.....	68
Tabel 4. 12 Penilaian Kerusakan Pantai Di Kecamatan Mangarabombang.....	73
Tabel 4. 13 Analisis Prioritas Penanganan Di Kecamatan Mangarabombang.....	80
Tabel 4.14 Matriks Indeks Kerentanan Pesisir Dan SE Menteri PU No 08/SE/M/2010.....	85

DAFTAR NOTASI

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

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Data Pasang Surut.....	92
Lampiran 2 : Hasil Wawancara Masyarakat.....	93
Lampiran 3 : Data Kemiringan Pantai.....	94

ABSTRAK

Denis Restuardi Dundu, Analisis Indeks Kerentanan Kawasan Pesisir Kecamatan Mangarabombang Kabupaten Takalar. (Dibimbing oleh, Dr. Taufiqur Rachman, ST. MT., dan Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST. MT.)

Kawasan pesisir Kecamatan Mangarabombang merupakan wilayah pemukiman, wisata, serta tambak rumput laut. Banyaknya masyarakat yang bermukim sempadan pantai serta bergantung pada hasil tambak rumput laut. Dengan adanya faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi kerentanan pesisir dan mengakibatkan timbulnya masalah berupa kerusakan pantai yang berupa erosi pantai yang merusak pemukiman dan prasarana kota, pendangkalan muara sungai dan pencemaran lingkungan akibat area tambak rumput laut atau pemukiman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kerentanan pesisir serta prioritas penanganan kerusakan pantai di wilayah pesisir Kecamatan Mangarabombang.

Penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data studi dokumenter dengan menganalisis data sekunder dalam bentuk wawancara, serta menggunakan teknik observasi untuk mengetahui fenomena visual berupa perubahan garis pantai, pemanfaatan ruang, aktivitas penduduk, dan penyimpangan pemanfaatan ruang yang terjadi. Pengelolaan data penelitian ini menggunakan *tools* DSAS (*Digital Shoreline Analysis System*) pada *software* ArcGIS guna melihat perubahan garis pantai, penentuan kemiringan pantai dilakukan dengan metode *cross section* di setiap desa, dalam menentukan tinggi gelombang menggunakan data tinggi gelombang signifikan dari *European For Medium- Range Weather Forecast* (ECMWF) yang dibaca menggunakan *Ocean Data View* (ODV). Selanjutnya membuat mawar angin dan mawar gelombang di aplikasi *Windrose*, kemudian data pasang surut diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) yang digunakan dalam koreksi garis pantai. Analisis data dilakukan perhitungan menggunakan metode Indeks Kerentanan Pesisir (IKP) oleh Remieri (2011) yang berisi 4 parameter yaitu perubahan garis pantai, kemiringan pantai, tinggi gelombang, dan pasang surut. Serta mengacu pada SE PU No. 08 Tahun 2010 dalam menentukan prioritas penanganannya yang terbagi menjadi 3 kategori yaitu lingkungan, erosi/abrasi, dan sedimentasi.

Hasil yang diperoleh dari metode IKP diketahui bahwa tingkat kerentanan di wilayah pesisir Kecamatan Mangarabombang adalah kerentanan tinggi dengan nilai berkisar 3,06-3,66. Sedangkan pada SE PU No. 08 Tahun 2010 diperoleh prioritas penanganan berdasarkan lingkungan pada Desa Topejawa, Cikoang, dan Punaga dengan prioritas kurang diutamakan, dan pada Desa Laikang tingkat prioritas amat sangat diutamakan (darurat). Berdasarkan kategori kerusakan erosi/abrasi dan bangunan pada Desa Topejawa dengan tingkat sangat diutamakan, Desa Lakatong dan Cikoang berada pada prioritas kurang diutamakan, Desa Punaga dengan tingkat prioritas tidak diutamakan, dan Desa Laikang dengan tingkat prioritas sangat dibutuhkan. Serta berdasarkan kerusakan sedimentasi pada muara sungai di Desa Cikoang dengan prioritas tidak diutamakan dan Desa Punaga dengan prioritas kurang diutamakan.

Kata Kunci: Kecamatan Mangarabombang, IKP, Kerusakan Pantai

ABSTRACT

Denis Restuardi Dundu, Coastal Area Vulnerability Index Analysis, Mangarabombang Sub-District, Takalar Regency. (Supervised by, Dr. Taufiqur Rachman, ST. MT., And Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST. MT.).

The coastal area of Mangarabombang Sub-District is a residential area, tourism area, and seaweed ponds. The number of people who live along the coast and depend on the results of seaweed ponds. With the existence of environmental factors that can affect coastal vulnerability and cause problems in the form of coastal damage in the form of coastal erosion that damages settlements and urban infrastructure, silting of river mouths and environmental pollution due to seaweed ponds or settlements. This study aims to determine the level of coastal vulnerability and the priority of handling coastal damage in the coastal area of Mangarabombang Sub-District.

This study uses a documentary study data collection technique by analyzing secondary data in the form of interviews, and using observation techniques to determine visual phenomena in the form of shoreline changes, space utilization, population activities, and spatial utilization deviations that occur. The management of this research data uses DSAS (Digital Shoreline Analysis System) tools on ArcGIS software to see changes in the coastline, the determination of the beach slope is carried out by the cross section method in each village, in determining wave height using significant wave height data from European For Medium-Range Weather Forecast (ECMWF) which is read using Ocean Data View (ODV). Next, make wind roses and wave roses in the Windrose application, then tidal data is obtained from the Geospatial Information Agency (GIA) which is used in shoreline correction. The data analysis was calculated using the Coastal Vulnerability Index (CVI) method by Remieri (2011) which contains 4 parameters, namely changes in shoreline, beach slope, wave height, and tides. And refers to the SE PU No. 08 of 2010 in determining the priority of handling which is divided into 3 categories, namely the environment, erosion/abrasion, and sedimentation.

The results obtained from the CVI method are known that the level of vulnerability in the coastal area of Mangarabombang Sub-District is high vulnerability with values ranging from 3,06 to 3,66. While in SE PU No. 08 of 2010 obtained priority handling based on the environment in Topejawa, Cikoang, and Punaga villages with less priority, and in Laikang village the priority level is very, very prioritized (emergency). Based on the erosion/abrasion and building damage categories in Topejawa Village with a high priority level, Lakatong and Cikoang villages are in the less priority priority, Punaga village with the least priority level, and Laikang village with a much needed priority level. And based on the damage to sedimentation at the river mouth in Cikoang Village with no priority and Punaga Village with less priority.

Keywords: Mangarabombang Sub-District, CVI, Coastal Damage

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Takalar adalah salah satu kabupaten yang berada di Provinsi Sulawesi Selatan. Dengan luas wilayah Kabupaten Takalar seluruhnya adalah 565,51 km² yang terdiri dari sembilan kecamatan. Selain memiliki wilayah daratan, terdapat 6 kecamatan yang berada di pesisir Kabupaten Takalar yaitu Kecamatan Galesong, Galesong Selatan, Galesong Utara, Sanrobone, Mangarabombang, dan Mangarabombang dengan garis pantai sepanjang 74 km. Dengan panjang garis pantai tersebut Kabupaten Takalar mempunyai potensi yang cukup besar di sektor sumber daya laut dan perikanan. Sebagai wilayah pesisir yang juga telah difasilitasi dengan pelabuhan walaupun masih pelabuhan sederhana maka Kabupaten Takalar memiliki akses perdagangan regional, nasional bahkan internasional. Keunggulan geografis ini menjadikan Takalar sebagai alternatif terbaik untuk investasi atau penanaman modal.

Kecamatan Mangarabombang merupakan salah satu kecamatan yang terletak di sebelah Selatan dan berjarak kurang lebih tujuh kilometer dari ibukota Kabupaten Takalar. Ibukota Kecamatan Mangarabombang terletak di Kelurahan Mangadu yang sebelah Utara berbatasan dengan Kecamatan Polombangkeng Selatan, sebelah Timur berbatasan dengan Kabupaten Jeneponto, sebelah Selatan berbatasan dengan laut Flores dan sebelah Barat berbatasan dengan Kecamatan Mangarabombang. Luas wilayah Kecamatan Mangarabombang sekitar 100,50 km² atau sebesar 17,74 persen dari total Kabupaten Takalar yang terdiri atas 11 desa dan 1 kelurahan.

Wilayah pesisir adalah wilayah pertemuan antara daratan dan laut ke arah darat wilayah pesisir meliputi bagian daratan, baik kering maupun terendam air, yang masih dipengaruhi oleh sifat-sifat laut seperti pasang surut, angin laut, dan perembesan air asin. Sedangkan ke arah laut wilayah pesisir mencakup bagian laut yang masih dipengaruhi oleh proses alami yang terjadi darat seperti sedimentasi dan aliran air tawar, maupun yang disebabkan karena kegiatan manusia di darat seperti penggundulan hutan dan pencemaran (Suprihayano, 2007). Dengan potensi

sumber daya pesisir dan laut Indonesia yang besar dapat memberikan masyarakat sekitar lapangan pekerjaan serta memperbaiki perekonomiannya.

Perubahan lingkungan sekitar wilayah pesisir akan terjadi cepat atau lambat yang dapat dipengaruhi banyak faktor. Perubahan yang terjadi pada wilayah pesisir salah satunya adalah perubahan garis pantai. Perubahan garis pantai itu sendiri adalah suatu proses secara terus menerus melalui berbagai proses baik pengikisan (abrasi) maupun penambahan (akresi) pantai yang diakibatkan oleh pergerakan sedimen, longshore current, dan gelombang (Opa, 2011). Perubahan garis pantai itu sendiri terjadi karena adanya faktor alami maupun faktor dari manusia itu sendiri. Faktor alami sendiri berasal dari pengaruh proses-proses *hidro-oseanografi* yang terjadi di laut seperti hampasan gelombang, perubahan pola arus, variasi pasang surut, curah hujan yang tinggi serta perubahan iklim. Adapun perubahan garis pantai akibat faktor dari manusia itu sendiri salah satunya adalah di Indonesia 60 % penduduknya hidup di wilayah pesisir, peningkatan jumlah penduduk yang hidup di wilayah pesisir memberikan dampak tekanan terhadap sumberdaya alam pesisir seperti degradasi pesisir, pembuangan limbah ke laut, erosi pantai (abrasi), akresi pantai (penambahan pantai) dan sebagainya. Selain itu aktivitas manusia seperti pembukaan lahan, eksploitasi bahan galian di daratan pesisir yang dapat merubah keseimbangan garis pantai melalui suplai muatan sedimen yang berlebihan.

Di Kecamatan Mangarabombang terjadi beberapa kerusakan di kawasan pesisir, seperti abrasi, akresi, rusaknya tambak rumput laut, pemukiman, dan bangunan pelindung pantai. Dengan mempertimbangkan akibat yang akan terjadi terhadap perubahan garis pantai dan lingkungan yang berdampak kepada manusia dan lingkungan di sekitarnya, sehingga perlu dilakukan penelitian tentang kerentanan kawasan pesisir serta perubahan garis pantai khususnya di Kecamatan Manggarabombang. Dari hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan untuk pengelolaan kawasan pesisir. Dalam mengamati perubahan garis pantai dilakukan dengan teknologi penginderaan jauh yaitu citra *Google Earth* dan menghitung indeks kerentanan pesisir dengan mengolah data-data yang digunakan untuk menentukan indeks kerentanan pesisir. Indeks Kerentanan Pesisir (IKP) yang digunakan pada penelitian ini menggunakan 4 parameter yaitu Perubahan garis pantai, Kemiringan pantai, Tinggi gelombang, dan pasang surut. Setelah mendapatkan nilai IKP

selanjutnya dapat ditentukan penilaian dan prioritas penanganan kerusakan pantai menggunakan Surat Edaran Menteri No. 08 Tahun 2010 perihal Pedoman Penilaian Kerusakan Pantai dan Prioritas Pengannya.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam tugas akhir ini adalah:

- a. Bagaimana tingkat kerentanan Pesisir di Kecamatan Manggarabombang, Kabupaten Takalar dengan metode IKP ?
- b. Bagaimana prioritas penanganan kerusakan pantai di wilayah pesisir Kecamatan Mangarabombang, Kabupaten Takalar ?

1.3 Batasan Masalah

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

- a. Penentuan tingkat kerentanan wilayah pesisir pantai Kecamatan Mangarabombang Kabupaten Takalar yang menggunakan metode IKP (Indeks Kerentanan Pesisir) meliputi parameter IKP berupa hidro-oseanografi yang terdiri dari perubahan garis pantai, kemiringan pantai, tinggi gelombang dan tunggang pasang surut (*Remieri et all. (2011) dalam Putra dkk. (2017)*).
- b. Penentuan prioritas penanganan kerusakan pantai yang mengacu pada SE PU Nomor 08 Tahun 2010 tentang pemberlakuan pedoman penilaian perusakan pantai dan prioritas penanganan kerusakan pantai.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah:

- a. Mengetahui Indeks Kerentanan Pesisir di Kecamatan Mangarabombang, Kabupaten Takalar.
- b. Mengetahui Prioritas Penanganan di Kecamatan Mangarabombang, Kabupaten Takalar.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk mengatasi masalah yang sudah dirumuskan sebelumnya, adapun manfaat yang diharapkan adalah sebagai berikut :

- a. Bagi pengembangan ilmu atau para peneliti, penelitian ini dapat menambah pengetahuan dari adanya perubahan garis pantai. Sehingga dapat mengetahui potensi bencana yang meliputi abrasi dan akresi yang terjadi di kawasan pesisir Kecamatan Mangarabombang.
- b. 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 Mangarabombang.
- c. Penelitian ini sendiri diharapkan dapat bermanfaat bagi masyarakat itu sendiri tentang penggunaan lahan di kawasan pesisir khususnya di Kecamatan Mangarabombang.

1.6 Sistematika Penelitian

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, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian 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 Mangarabombang.

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 Letak Geografis dan Wilayah Administratif

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

- a. Sebelah Utara berbatasan dengan Kecamatan Mappakasunggu dan Kecamatan Polombangkeng Selatan;
- b. Sebelah Timur berbatasan dengan Teluk Laikang dan Kabupaten Jeneponto;
- c. Sebelah Barat berbatasan dengan Selat Makassar; dan
- d. Sebelah Selatan berbatasan dengan Teluk Laikang dan Selat Makassar.

Luas wilayah Kabupaten Takalar seluruhnya 565,51 km² yang terdiri dari sembilan kecamatan. Selain memiliki wilayah daratan, terdapat 6 kecamatan yang berada di pesisir Kabupaten Takalar yaitu Kecamatan Galesong, Galesong Selatan, Galesong Utara, Sanrobone, Mangarabombang, dan Mangarabombang dengan garis pantai sepanjang 74 km. Pembagian wilayah Kabupaten Takalar berdasarkan kecamatan dan luasnya dapat dilihat pada Tabel 2.1 :

Tabel 2. 1 Luas Wilayah Kabupaten Takalar

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

(Sumber: Kabupaten Takalar dalam Angka, 2020)



Gambar 2.1 Peta Administrasi Kabupaten Takalar

(Sumber: Kecamatan Mangarabombang dalam angka, 2020)

Pembagian luas wilayah Kecamatan Mangarabombang dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Luas Wilayah Kecamatan Mangarabombang

Desa/Kelurahan	Luas Wilayah (Km ²)	Presentase (%)
Punaga	15,74	15,27
Laikang	19,60	19,57
Cikowang	5,56	5,55
Pattopakang	10,56	10,55
Bontoparang	4,68	4,67
Payangkalang	11,07	11,05
Bontomanai	9,61	9,60
Lakatong	3,56	3,56
Topejawa	4,48	4,47
Banggae	3,74	3,73
Mangadu	2,71	2,71
Lengkese	8,83	8,82
Mangarabombang	100,50	100

(Sumber: Kecamatan Mangarabombang dalam Angka, 2020)

2.2 Wilayah Pesisir

Wilayah pesisir adalah wilayah pertemuan antara daratan dan laut, ke arah darat meliputi bagian daratan yang masih dipengaruhi oleh sifat-sifat laut seperti pasang surut, angin laut dan intrusi garam, sedangkan ke arah laut mencakup bagian laut yang masih dipengaruhi oleh proses alami yang ada di darat seperti sedimentasi dan aliran air tawar serta daerah yang dipengaruhi oleh kegiatan-kegiatan manusia di daratan (Nontji, 2002).

Sedangkan Menurut (Soegiarto (1976) in Dahuri *et al.* (2004)) definisi wilayah pesisir yang digunakan di Indonesia adalah daerah pertemuan antara darat dan laut; ke arah darat wilayah pesisir meliputi bagian daratan baik kering maupun terendam air, yang masih dipengaruhi sifat – sifat laut seperti pasang surut, angin laut, dan perembesan air asin; sedangkan ke arah laut wilayah pesisir mencakup bagian laut yang masih dipengaruhi oleh proses – proses alami yang terjadi di darat seperti sedimentasi dan aliran air tawar, maupun yang disebabkan oleh kegiatan manusia di darat seperti penggundulan hutan dan pencemaran.

Kawasan pesisir dari sudut ekologis sebagai lokasi dari beberapa ekosistem yang unik dan saling terkait, dinamis dan produktif. Ekosistem pesisir mempunyai kemampuan terbatas terhadap masukan limbah. Hal ini sangat tergantung pada volume dan jenis limbah yang masuk. Apabila limbah tersebut melampaui kemampuan asimilasi perairan pesisir, maka kerusakan ekosistem dalam bentuk pencemaran akan terjadi.

2.2.1 Ekosistem Pesisir

Ekosistem pesisir merupakan ekosistem yang dinamis dan mempunyai kekayaan habitat yang beragam, di darat maupun di laut, serta saling berinteraksi antara habitat tersebut. Bengen (2001) menyatakan kawasan pesisir dari sudut ekologis sebagai lokasi dari beberapa ekosistem yang unik dan saling terkait, dinamis dan produktif. Ekosistem pesisir mempunyai kemampuan terbatas terhadap masukan limbah. Hal ini sangat tergantung pada volume dan jenis limbah yang masuk. Apabila limbah tersebut melampaui kemampuan asimilasi perairan pesisir, maka kerusakan ekosistem dalam bentuk pencemaran akan terjadi.

Dalam suatu kawasan pesisir terdapat satu atau lebih ekosistem dan sumberdaya pesisir. Ekosistem pesisir dapat bersifat alami ataupun buatan (*manmade*). Ekosistem alami yang terdapat di kawasan pesisir antara lain : terumbu karang (*coral reef*), hutan mangrove, padang lamun, pantai berpasir (*sandy beach*), formasi *pes-caprae*, formasi baringtonia, estuaria, laguna dan delta. Sementara itu, ekosistem buatan antara lain : tambak, sawah pasang surut, kawasan pariwisata, kawasan industri, agroindustri dan kawasan pemukiman (Dahuri *et al*, 2004).

2.2.2 Kerentanan Wilayah Pesisir

Kerentanan adalah suatu keadaan penurunan ketahanan akibat pengaruh eksternal yang mengancam kehidupan, mata pencaharian, sumber daya alam, infrastruktur, produktivitas ekonomi, dan kesejahteraan. Hubungan antara bencana dan kerentanan menghasilkan suatu kondisi resiko, apabila kondisi tersebut tidak dikelola dengan baik (Wignyosukarto, 2007). Sementara Kerentanan atau *vulnerability* secara konseptual dinyatakan sebagai derajat kerusakan atau kehilangan berskala 0 (tidak ada kerusakan) hingga 1 (kerusakan total) yang terjadi pada elemen risiko bencana akibat suatu besaran ancaman dengan frekuensi tertentu (ISDR, 2004).

Tingkat kerentanan adalah indikator tingkat kerawanan pada kawasan yang belum dimanfaatkan sebagai kawasan budi daya, dengan hanya mempertimbangkan aspek kondisi alam, tanpa memperhitungkan besarnya kerugian yang diakibatkan. Kerentanaan dalam penelitian ini dibagi menjadi beberapa komponen :

- a. Komponen Sosial
- b. Komponen Ekonomi
- c. Komponen Fisik
- d. Komponen Lingkungan

Indeks kerentanan pesisir dapat digunakan sebagai indikator tingkat kerentanan suatu wilayah pesisir. Kerentanan pesisir merupakan suatu kondisi yang menggambarkan keadaan mudah terkena dari suatu sistem alami serta keadaan sosial pesisir (manusia, kelompok atau komunitas) terhadap bencana pantai. Tingkat kerentanan merupakan suatu hal yang penting untuk diketahui karena dapat

berpengaruh terhadap terjadinya bencana. Proporsi setiap kategori indeks kerentanan dapat menjadi petunjuk karakteristik spasial jenis variabel ataupun cakupan tingkat atau kategori kerentanan pada suatu kawasan. Metode (IKP), juga digunakan oleh *European Environment Agency* untuk menganalisa kerentanan pesisir terhadap perubahan iklim di Eropa (Remieri *et al*, 2011).

$$IKP = \Sigma (W_1X_1) + (W_2X_2) + (W_3X_3) + (W_4X_4) \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan:

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 2.3.

Tabel 2. 3 Klasifikasi Indeks Kerentanan Pesisir (IKP)

No	Parameter	Bobot (X)	Variabel				
			SR (1)	R (2)	S (3)	T (4)	ST (5)
1.	Garis Pantai	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 : Remieri et al. 2011; dalam Putra dkk. 2017)

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

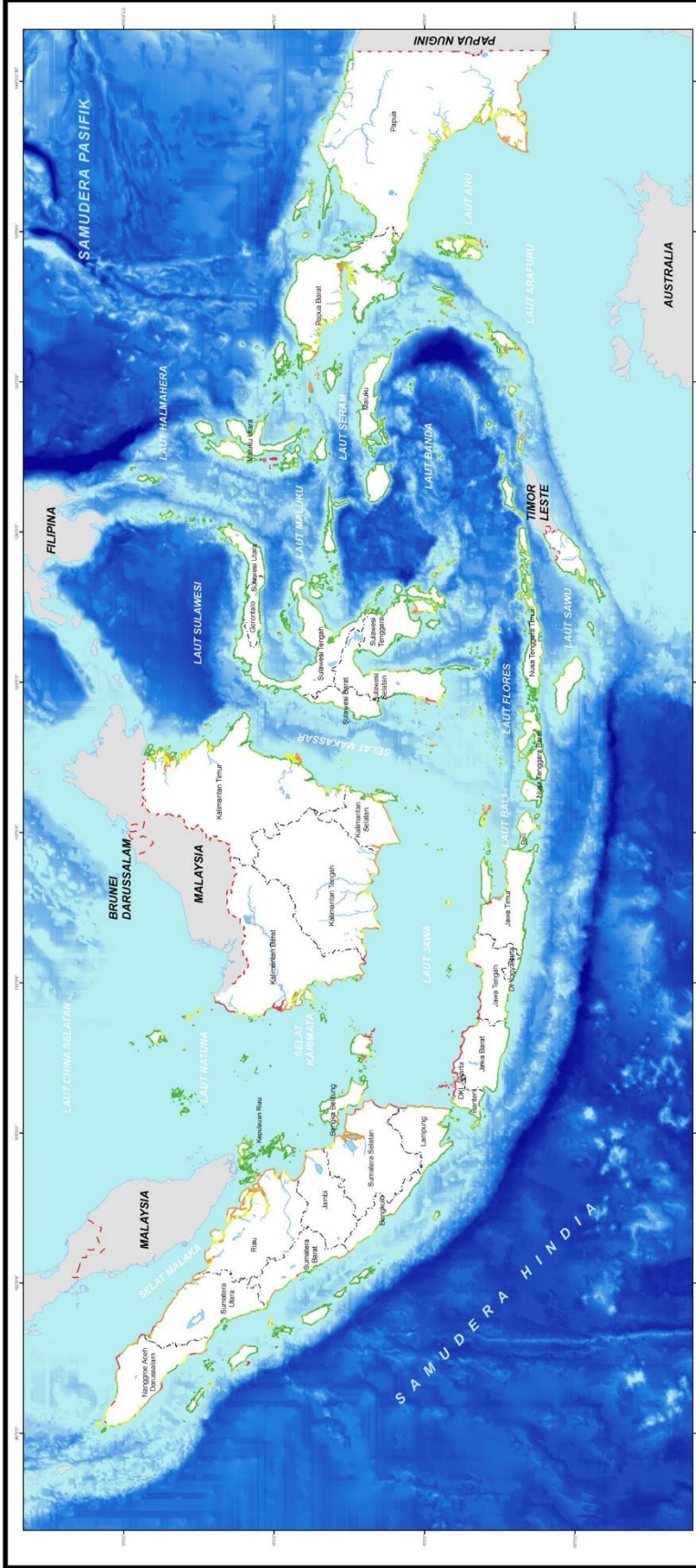
2.2.3 Peta Kerentanan Pesisir Nasional

Dalam menentukan peta kerentanan Nasional Pusat Riset Kelautan (Pusrikel) menggunakan metode IKP yang dikemukakan oleh Thieler and Hammar-Klose pada tahun 1999. Dimana Penentuan nilai *Coastal Vulnerability Index (CVI)* atau

indeks kerentanan pantai setiap sel dilakukan dengan mengkombinasikan beberapa parameter resiko untuk menghasilkan sebuah indikator. Perhitungan nilai skor indeks kerentanan dilakukan berdasarkan orisinalitas konsep perhitungan nilai indeks kerentanan dalam metode CVI, yakni merupakan akar dari perkalian tiap nilai bobot variabel dibagi jumlah variabel sebagai berikut (Thieler *and* Hammar-Klose, 1999):

$$CVI = \sqrt{\frac{(axbxcxdxexf)}{6}} \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana CVI = nilai (skor) Indeks Kerentanan Pantai, a,b,c,d,e dan f adalah bobot variabel yang berturut-turut; geomorfologi, perubahan garis pantai, kemiringan dasar pantai, tinggi gelombang signifikan, rerata kisaran pasang surut, dan perubahan tinggi muka air laut. Klasifikasi kerentanan pantai dibagi menjadi lima kategori, yaitu sangat rendah-rendah-sedang-tinggi-sangat tinggi. Pembagian tersebut didasarkan pada perhitungan indeks kerentanan pantai. Berikut adalah Peta Kerentanan Pesisir Indonesia (Gambar 2.2).



BADAN RISET KELAUTAN DAN PERIKANAN
DEPARTEMEN KELAUTAN DAN PERIKANAN
REPUBLIK INDONESIA
AGENCY FOR MARINE AND FISHERIES RESEARCH
MINISTRY OF MARINE AFFAIRS AND FISHERIES
REPUBLIC OF INDONESIA

PETA INDEKS KERENTANAN PESIR INDONESIA
COASTAL VULNERABILITY INDEX MAP OF INDONESIA

Sumber / Source :
 - Peta Batas Administrasi (Bakosurtanal), diperbaharui tahun 2008
 - Peta Batimetri ETOPCI (National Geophysical Data Center NOAA, 2009)
 - ETOPCI Bathymetric Map (National Geophysical Data Center NOAA, 2009)
 - Hasil Analisis Indeks Kerentanan Pesisir Indonesia, 2009
 - Analysis Results of Coastal Vulnerability Index in Indonesia, 2009

Skala 1 : 7.500.000 / Scale 1 : 7.500.000
 0 125 250 500 750 1000 Km
 Sistem Koordinat / Coordinate System: Geografis / Geographic Datum: WGS 1984

Deskripsi : Indeks Kerentanan Pesisir (IKP) adalah suatu indikator yang menunjukkan tingkat kerentanan pesisir terhadap ancaman perubahan iklim. Indikator ini didasarkan pada analisis kerentanan pesisir yang mempertimbangkan faktor-faktor seperti: (a) Elevasi relatif terhadap permukaan laut, (b) Kemiringan lereng, (c) Kedalaman perairan, (d) Luas wilayah pesisir, (e) Luas wilayah daratan, (f) Luas wilayah perairan, (g) Luas wilayah daratan, (h) Luas wilayah perairan, (i) Luas wilayah daratan, (j) Luas wilayah perairan, (k) Luas wilayah daratan, (l) Luas wilayah perairan, (m) Luas wilayah daratan, (n) Luas wilayah perairan, (o) Luas wilayah daratan, (p) Luas wilayah perairan, (q) Luas wilayah daratan, (r) Luas wilayah perairan, (s) Luas wilayah daratan, (t) Luas wilayah perairan, (u) Luas wilayah daratan, (v) Luas wilayah perairan, (w) Luas wilayah daratan, (x) Luas wilayah perairan, (y) Luas wilayah daratan, (z) Luas wilayah perairan.

Definisi : Coastal Vulnerability Index (CVI) is an indicator of the degree of vulnerability of the coastal zone to sea level rise. It is based on the analysis of physical and biological factors that affect the vulnerability of the coastal zone. The index is calculated based on the following factors: (a) Relative elevation above sea level, (b) Slope, (c) Water depth, (d) Coastal area, (e) Land area, (f) Water area, (g) Land area, (h) Water area, (i) Land area, (j) Water area, (k) Land area, (l) Water area, (m) Land area, (n) Water area, (o) Land area, (p) Water area, (q) Land area, (r) Water area, (s) Land area, (t) Water area, (u) Land area, (v) Water area, (w) Land area, (x) Water area, (y) Land area, (z) Water area.

Modifikasi Indeks Kerentanan Pesisir Indonesia
Modified Coastal Vulnerability Index of Indonesia

No	PARAMETER	INSTRUMEN	Skala	Skala	Skala	Skala	Skala	Skala
No	Parameter	Instrument	Scale	Scale	Scale	Scale	Scale	Scale
01	Skala peta	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000
02	Skala peta	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000
03	Skala peta	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000
04	Skala peta	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000
05	Skala peta	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000
06	Skala peta	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000
07	Skala peta	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000
08	Skala peta	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000
09	Skala peta	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000
10	Skala peta	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000

Referensi :
 - US Army Corps of Engineers, 1982, Manual of Coastal Vulnerability to Storm Surge and Other Primary Hazards for the U.S. Coast, U.S. Geological Survey Open-File Report 82-178, 1 sheet.
 - US Army Corps of Engineers, 1982, Manual of Coastal Vulnerability to Storm Surge and Other Primary Hazards for the U.S. Coast, U.S. Geological Survey Open-File Report 82-178, 1 sheet.

LEGENDA / LEGEND

Indeks Kerentanan Pesisir / Coastal Vulnerability Index

- > 25 (Sangat Tinggi / Very High)
- 15 - 25 (Tinggi / High)
- 10 - 15 (Sedang / Moderate)
- 5 - 10 (Rendah / Low)
- 1 - 5 (Sangat Rendah / Very Low)

--- Batas Negara / Territorial Boundary
 --- Batas Provinsi / Province Boundary
 --- Garis Pantai / Coastal Line
 Sungai / River
 Danau / Lake

DICETAK DESEMBER 2009
 PRINTED DECEMBER 2009
 © Hak Cipta dilindungi Undang-Undang
 © All Rights Reserved

Gambar 2.2 Peta Indeks Kerentanan Pesisir Indonesia
 (Sumber : Pusat Riset Kelautan)

2.3 Perubahan Garis Pantai

Lingkungan pantai merupakan suatu wilayah yang selalu mengalami perubahan. Perubahan lingkungan pantai dapat terjadi secara lambat hingga cepat, tergantung dari faktor-faktor yang mempengaruhinya. Perubahan garis pantai ditunjukkan oleh perubahan kedudukannya, tidak hanya ditentukan oleh suatu faktor tunggal tapi oleh sejumlah faktor beserta interaksinya yang merupakan hasil gabungan dari proses alam dan manusia. Faktor alami berasal dari pengaruh proses-proses hidro-oseanografi yang terjadi di laut seperti hampasan gelombang, perubahan pola arus, variasi pasang surut, serta perubahan iklim. Penyebab terjadinya kerusakan pantai akibat kegiatan manusia (antropogenik) di antaranya konversi dan alih fungsi lahan pelindung pantai untuk sarana pembangunan di kawasan pesisir yang tidak sesuai dengan kaidah yang berlaku sehingga keseimbangan transpor sedimen di sepanjang pantai dapat terganggu, penambangan pasir yang memicu perubahan pola arus dan gelombang (Shuhendry, 2004).

Beberapa pantai yang ada di wilayah Indonesia telah banyak mengalami perubahan garis pantai akibat terjadinya abrasi dan akresi seperti perubahan garis pantai di Kabupaten Bengkulu akibat terjadinya abrasi, perubahan garis pantai di pesisir Kabupaten Demak akibat terjadinya abrasi dan akresi, perubahan garis pantai di Teluk Awur Kabupaten Jepara akibat terjadinya abrasi dan perubahan garis pantai di wilayah pesisir perairan Cisadane, Provinsi Banten akibat terjadinya abrasi dan akresi (Tarigan, 2007).

2.3.1 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. Dengan demikian, keberadaan lereng pantai.

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 di bawah ini:

$$\beta = \tan^{-1} \frac{y}{x} \dots\dots\dots(2.3)$$

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

$$S = \frac{y}{x} \times 100\% \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan:

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, Lopulissa dan Noya (2018) :

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

2.3.2 Faktor Hidro-Oseanografi

Perubahan garis pantai berlangsung manakala proses geomorfologi yang terjadi pada setiap bagian pantai melebihi proses yang biasanya terjadi. Proses geomorfologi yang dimaksud antara lain adalah gelombang, arus dan pasang surut.

a. Gelombang Laut

Gelombang laut Pada dasarnya, terdapat berbagai macam gelombang di laut yang dibedakan berdasarkan pada gaya pembangkitnya. Di antaranya ialah gelombang angin, gelombang pasang surut, gelombang tsunami dan sebagainya.

Gelombang angin dibangkitkan oleh tiupan angin di permukaan laut. Sedangkan gelombang pasang surut dibangkitkan oleh gaya tarik benda-benda langit terutama matahari dan bulan terhadap bumi. Sementara gelombang tsunami dapat terbentuk karena letusan gunung atau gempa di laut. Meskipun demikian, secara umum, istilah gelombang digunakan untuk merujuk pada gelombang angin.

Gelombang yang dibangkitkan oleh angin, mendominasi proses pantai. Gelombang akan mengalami pembiasan pada saat memasuki perairan dangkal dan umumnya lebih sejajar terhadap pantai. Pengaruh gelombang terhadap pantai yang mungkin terjadi adalah pengendapan pasir yang menyebabkan terjadinya penambahan pantai (akresi) serta terjadinya pengikisan pasir atau pemindahan pasir dari pantai ke *offshore* yang menyebabkan erosi (Ross, (1970) dalam Rahayu, (2000)).

b. Pasang Surut

Pasang surut air laut merupakan fluktuasi ritmik muka air laut yang diakibatkan oleh pengaruh gaya tarik benda-benda angkasa terutama oleh bulan dan matahari, terhadap muka air di bumi. Pengaruh gaya tarik bulan terhadap muka air laut di bumi lebih besar 2,34 kali daripada pengaruh gaya tarik matahari (Sunarto, 2003).

Sementara benda angkasa lain dapat diabaikan sebab jaraknya yang lebih jauh dan ukurannya lebih kecil. Faktor *non* astronomi yang mempengaruhi pasang terutama pada perairan tertutup misalnya teluk adalah bentuk garis pantai dan topografi dasar perairan. Sunarto menjelaskan bahwa pada saat berlangsung air pasang disebut air naik (*flood tide*) dan kedudukan muka air laut mencapai puncaknya disebut air tinggi (*high water*). Pada saat air surut disebut air turun (*ebb tide*) dan kedudukan muka laut mencapai titik rendahnya disebut air rendah (*low water*). Beda tinggi antara air tinggi dan air rendah disebut julat pasut atau tunggang air (*tidal range*).

Pasang purnama atau pasang perbani (*spring tide*) terjadi ketika kedudukan bulan segaris dengan matahari, yakni pada saat bulan purnama dan pada saat bulan mati. Pada saat pasang purnama ini terjadi julat pasut terbesar, sehingga terjadi pula kedudukan muka laut tinggi tertinggi (*higest high water*) dan kedudukan muka air

laut rendah terendah (*lowest low water*). Pasang mati (*neap tide*) terjadi seperempat bulan awal dan seperempat bulan akhir, saat itu terjadi julat pasut terkecil.

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

$$F = ((O_1) + (K_1)/(M_2) + (S_2)) \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan:

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:

$$\text{Mean High Water Level (MHWL)} = Z_0 + (M_2 + K_1 + O_1) \dots \dots \dots (2. 5)$$

$$\text{Mean Low Water Level (MLWL)} = Z_0 - (M_2 + K_1 + O_1) \dots \dots \dots (2. 6)$$

$$\text{Rata-rata tunggang pasang surut} = \text{MHWL} - \text{MLWL} \dots \dots \dots (2. 7)$$

dimana Z₀ adalah elevasi muka air rata- rata.

2.3.3 Faktor Antropogenik

Proses antropogenik adalah proses geomorfologi yang diakibatkan oleh aktivitas manusia. Aktivitas manusia di pantai dapat mengganggu kestabilan lingkungan pantai. Gangguan terhadap lingkungan pantai dapat dibedakan menjadi gangguan yang disengaja dan gangguan yang tidak disengaja. Gangguan yang disengaja bersifat protektif terhadap garis pantai dan lingkungan pantai, misalnya dengan membangun jetti, groin, pemecah gelombang atau reklamasi pantai. Aktivitas manusia yang tidak disengaja menimbulkan gangguan negatif terhadap

garis pantai dan lingkungan pantai, misalnya pembabatan hutan bakau untuk dikonversi sebagai tambak (Sutikno, 1993).

2.4 Abrasi dan Akresi

Abrasi merupakan salah satu masalah yang mengancam kondisi pesisir, yang dapat mengancam garis pantai sehingga mundur kebelakang, merusak tambak maupun lokasi persawahan yang berada di pinggir pantai, dan juga mengancam bangunan-bangunan yang berbatasan langsung dengan air laut. Abrasi pantai didefinisikan sebagai mundurnya garis pantai dari posisi asalnya (Triatmodjo, 1999). Abrasi atau erosi pantai disebabkan oleh adanya angkutan sedimen menyusur pantai sehingga mengakibatkan berpindahnya sedimen dari satu tempat ke tempat lain (Hakim *et al*, 2012).

Ongkosongo (2006) dalam Tarigan (2007) mengemukakan bahwa 70% pantai terutama pantai berpasir di dunia mengalami erosi dan penyebab utama adalah aneka ragam pengaruh manusia secara langsung maupun tak langsung yang menyebabkan berkurangnya jumlah ketersediaan cadangan sedimen yang ada di pantai dibandingkan dengan sedimen keluar dari pantai akibat pengaruh alam. Di beberapa bagian pantai di dunia, abrasi pantai yang terjadi telah menimbulkan kerugian yang besar berupa rusaknya daerah pemukiman, pertambakan dan jalan raya.

Tarigan (2007) mengemukakan bahwa abrasi pantai merupakan salah satu masalah serius, degradasi garis pantai yang disebabkan oleh angin, hujan, arus dan gelombang serta akibat aktivitas manusia. Aktivitas manusia seperti pembukaan hutan mangrove, penambangan pasir laut dan penambangan terumbu karang di beberapa lokasi telah memberikan kontribusi penting terhadap erosi pantai, karena hilangnya perlindungan pantai dari hantaman gelombang dan badai

Akresi atau sedimentasi adalah pendangkalan atau penambahan daratan pantai akibat adanya pengendapan sedimen yang dibawa oleh air laut. Akresi dapat merugikan masyarakat pesisir, hal ini dikarenakan dapat menyebabkan pendangkalan muara sungai tempat lalu lintas perahu-perahu nelayan yang hendak Melaut.

Sedimentasi dapat didefinisikan sebagai pengangkutan, melayangnya (*suspensi*) atau mengendapnya material fragmental oleh air. Sedimentasi merupakan akibat dari adanya erosi, dan memberikan dampak yang banyak. Di waduk-waduk, pengendapan sedimen akan mengurangi volume efektifnya. Sebagian besar jumlah sedimen dialirkan oleh sungai-sungai yang mengalir ke waduk, hanya sebagian kecil saja yang berasal dari longsoran tebing-tebing waduk, atau berasal dari longsoran tebing-tebingnya oleh limpasan permukaan (Soemarto, 1987).

Pengendapan akhir atau sedimentasi yang terjadi pada kaki bukit yang relatif datar, sungai, dan waduk. Pada daerah aliran sungai, partikel dan unsur hara yang larut dalam aliran permukaan akan mengalir ke sungai dan waduk, sehingga terjadi pendangkalan pada tempat tersebut. Keadaan tersebut menurut Soemarwoto (1978) akan mengakibatkan daya tampung sungai dan waduk menjadi turun sehingga timbul bahaya banjir dan penyuburan air secara berlebihan atau eutrofikasi.

2.5 Penilaian dan Prioritas Penanganan Kerusakan Pantai

Untuk menilai tingkat kerusakan pantai secara obyektif, diperlukan suatu kriteria kerusakan pantai. Kriteria kerusakan pantai yang dimaksudkan disini adalah penjelasan tentang jenis kerusakan pantai yang akan dinilai (SE PU No. 08 Tahun 2010).

2.5.1 Tolak Ukur Kerusakan Pantai

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

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

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

- 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, dan
- Amat Sangat Berat : >10 rumah berada di sempadan pantai dalam jangkauan gelombang badai.

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

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

b. 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, dan
- Amat Sangat Berat : Areal pertanian mengalami kerusakan berat akibat hempasan gelombang.

c. 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, dan

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

d. 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, dan

Amat Sangat Berat : Perairan pantai terlihat hitam pekat, banyak sampah/minyak dan bau menyengat.

e. 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 gr/ltr terdeteksi pada 1 sumur sampai dengan 5 sumur,
- Sedang : Kadar garam 0,5 g/l sampai dengan 2,5 gr/ltr terdeteksi pada 6 sumur atau lebih,
- Berat : Kadar garam 2,5 g/l sampai dengan 5 gr/ltr terdeteksi pada 1 sumur sampai dengan 5 sumur,
- Amat Berat :Kadar garam 2,5 g/l sampai dengan 5 gr/ltr terdeteksi pada 6 sumur atau lebih, dan
- Amat Sangat Berat : Kadar garam > 5 g/l terdeteksi pada 6 sumur atau lebih.

f. 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, dan
- Amat Sangat Berat : Ketebalan hutan (tanaman) mangrove < 10 m, kondisi tanaman jarang.

g. 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, dan
- Amat Sangat Berat : Kerusakan > 40% luas kawasan.

h. 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), dan
- 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 (SE PU No. 08 Tahun 2010) :

a. 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, dan
- Amat Sangat Berat : Pantai mundur > 3 m/tahun.

b. Kerusakan bangunan

Pada kawasan pantai sering dijumpai infrastruktur buatan manusia yang dibuat dengan tujuan tertentu, misalnya tujuan ekonomi dan transportasi, pertahanan keamanan maupun perlindungan garis pantai. Infrastruktur buatan manusia tersebut dapat berupa bangunan pengaman pantai, jalan, rumah, tempat ibadah dan lainnya.

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

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

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

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

a. 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, dan

Amat Sangat Berat : Muara sungai tidak stabil dan setiap tahun tertutup.

b. 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, dan

Amat Sangat Berat : Perahu tidak dapat masuk karena terjadi penutupan muara.

2.5.2 Tolok ukur kepentingan pantai

Penentuan urutan prioritas penanganan kerusakan pantai tidak hanya dilihat pada bobot kerusakan pantai, tetapi juga didasarkan pada pembobotan tingkat kepentingan pantai tersebut (SE PU No. 08 Tahun 2010). Pembobotan tingkat

kepentingan disajikan dalam tabel berupa koefisien bobot tingkat kepentingan, seperti terlihat pada Tabel 2.4:

Tabel 2. 4 Tingkat Kepentingan

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

(Sumber : SE PU No. 08 Tahun 2010)

2.5.3 Prosedur Pembobotan dan Prioritas Penanganan Kerusakan Pantai

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

a. Prosedur Pembobotan

Penilaian kerusakan pantai dilakukan dengan menilai tingkat kerusakan pada suatu lokasi pantai terpilih terkait dengan masalah erosi/abrasi, kerusakan lingkungan, dan sedimentasi yang ada. Kemudian nilai bobot tersebut dikalikan dengan koefisien pengali berdasar tingkat kepentingan kawasan tersebut. Bobot akhir adalah hasil pengalian antara bobot tingkat kerusakan pantai dengan koefisien

bobot tingkat kepentingan. Agar prosedur pembobotan dan penentuan urutan prioritas menjadi lebih sederhana maka digunakan cara tabulasi. Pembobotan tingkat kerusakan pantai dilakukan dengan skala 50 sampai dengan 250 dengan perincian seperti terlihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2. 5 Bobot tingkat kerusakan

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

(Sumber : SE PU No. 08 Tahun 2010)

b. Penentuan urutan prioritas

Penentuan skala prioritas berdasarkan 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, dan
- 5) Prioritas E (tidak diutamakan) : bobot < 75.

2.6 Citra Penginderaan Jauh (Citra *Google Earth*)

Dalam memantau kondisi awal dari kawasan pesisir yang akan dilihat perubahan lingkungannya yang diakibatkan oleh faktor-faktor yang telah disebutkan sebelumnya maka kita memerlukan suatu metode yang dapat digunakan selain survey langsung ke lokasi, adapun alternatif yang dimaksudkan itu adalah Citra Inderaja (Citra Penginderaan jarak jauh).

Penginderaan jauh itu sendiri adalah ilmu atau seni untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah, atau gejala, dengan cara menganalisis data yang diperoleh atau gejala yang akan dikaji (Lillesand dan Kiefer, 1990).

Penginderaan jauh (atau disingkat inderaja) adalah pengukuran atau akuisisi data dari sebuah objek atau fenomena oleh sebuah alat yang tidak secara fisik melakukan kontak dengan objek tersebut atau pengukuran atau akuisisi data dari sebuah objek atau fenomena oleh sebuah alat dari jarak jauh, (misalnya dari pesawat, pesawat luar angkasa, satelit, kapal atau alat lain. Contoh dari penginderaan jauh antara lain satelit pengamatan bumi, satelit cuaca, memonitor janin dengan ultrasonik dan wahana luar angkasa yang memantau planet dari orbit. Dalam penginderaan jauh yang harus dipahami adalah *system* penginderaan jauh fotografi dan *system* penginderaan jauh non fotografi. Dimana pada *system* fotografi objek yang digunakan adalah berupa foto udara sedangkan pada sistem non fotografi objek yang digunakan meliputi 3 *system* yaitu *system thermal* dengan *output* citra *thermal*, *system* gelombang *mikro* dan radar dengan *output* citra radar gelombang *mikro*, dan terakhir *system* satelit yang paling banyak digunakan mahasiswa dengan *output* meliputi: Landsat, SPOT, IKONOS, Alos dan lainnya.

Citra (*image* atau *scene*) merupakan representasi dua dimensi dari suatu objek di dunia nyata. Dalam penginderaan jauh, citra merupakan gambaran bagian permukaan bumi sebagaimana terlihat dari ruang angkasa (satelit) atau dari udara (pesawat terbang) (Eddy Prahasta, 2008). Citra itu sendiri dapat berupa bentuk analog maupun digital. Salah satu contoh dari bentuk citra analog adalah foto udara atau peta foto (*hardcopy*), sedangkan satelit yang merupakan data hasil rekaman sistem sensor merupakan bentuk citra *digital*.

Berdasarkan misinya, satelit penginderaan jauh dapat dikelompokkan menjadi dua macam: satelit cuaca dan satelit sumberdaya. Sedangkan berdasarkan cara mengorbitnya, dibedakan menjadi satelit geostasioner yang diorbitkan pada ketinggian lebih kurang 36.000 km di atas bumi dan satelit sinkron matahari yang mengorbit bumi dengan hampir melewati kutub, memotong arah rotasi bumi dan biasa disebut sebagai satelit berorbit polar. Contoh satelit geostasioner adalah satelit GOES dan GMS. Sedangkan satelit sinkron matahari contohnya adalah Landsat, SPOT, ERS, dan JERS (Spasiatama, 2004).

Beberapa definisi google earth menurut situs resminya adalah sebagai berikut:

- *Google Earth* adalah aplikasi pemetaan interaktif yang memudahkan melihat dunia.
- *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.

a. Spesifikasi *Google Earth*

Menurut situs resmi google earth, memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- 1) Resolusi *Baseline* - U.S. : 15 m - Global : secara umum 15 m (beberapa area seperti Amerika Selatan, berada pada resolusi yang sangat rendah).
- 2) Tipikal resolusi tinggi - U.S. : 1m, 0.6m, 0.3m, 0.15m
- 3) Sistem koordinat dan proyeksi

- Sistem koordinat internal dari Google Earth merupakan koordinat geografis pada *World Geodetic System 1984 (WGS84)*.
 - Google Earth menampilkan bumi seakan-akan terlihat dari satelit yang sedang mengorbit. Proyeksi yang digunakan untuk efek ini disebut *General Perspective*. Efek ini mirip dengan proyeksi orthografis.
- 4) Usia : Biasanya kurang dari 3 tahun. Tanggal pada gambar bisa saja salah. Minimum usia gambar adalah 2 tahun (disebabkan alasan privasi)
- 5) Versi *Google Earth* yang terbaru bisa dijalankan di komputer dengan minimum konfigurasi sebagai berikut :
- Pentium 3, 500 MHz
 - 128 MB RAM
 - 400 MB free disk space
 - Kecepatan *Network* : 128 Kbit/sec 13
 - 3D-capable graphics card
 - 1024x768, “16-bit *High Color*” screen
 - *Windows XP* atau *Windows 2000* (tidak bekerja pada *Windows ME*), Linux, Mac OS X

Spesifikasi di atas, hal yang paling sering bermasalah adalah *insufficient* video RAM. *Software* ini dirancang untuk memperingatkan user jika *graphic card* tidak men-*support Google Earth*. Kemudian hal berikutnya yang biasanya bermasalah adalah kecepatan akses internet. Kecuali bagi para pengguna yang cukup sabar menunggu, *broadband internet (Cable, DSL, dsb)* sangat dibutuhkan. Permasalah resolusi, beberapa kota seperti St.Petersburg hanya dapat terlihat sebagian pada resolusi tinggi.

b. Resolusi dan Akurasi *Google Earth*

Kebanyakan area darat dapat ditangkap oleh sistem pencitraan satelit dengan resolusi kira-kira 15m per pixel. Beberapa pusat populasi juga tertangkap oleh

sistem pencitraan pesawat (*orthophotografi*) dengan beberapa pixel per meter. Lautan tertangkap dengan resolusi yang lebih rendah, seperti misalnya beberapa pulau pada Kepulauan Scilly, sebelah Barat daya Inggris dapat dilihat dengan resolusi sekitar 500 m.

Nama-nama tempat dan detail jalanan sangat bervariasi dari tiap-tiap tempat. Kebanyakan nama-nama tersebut dan juga detailnya memiliki keakuratan yang tinggi di Amerika Serikat dan Eropa. *Google* telah menghasilkan banyak ketidakakuratan dalam pemetaan vektor sejak *software* original publik dirilis. Sebuah contoh ketidakakuratan *Google* adalah tidak adanya wilayah Nunavut di Canada, sebuah wilayah yang dibuat pada 1 April 1999. Kesalahan ini dikoreksi pada *update* data di awal tahun 2006. *Update-update* terbaru juga meningkatkan *coverage* dari fotografi udara secara detail.

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

c. 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*.

2.7 Digital Shoreline Analysis System

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, Bandi, Sasmito, 2016).

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

1. *Shoreline Change Envelope* (SCE) adalah mengukur total perubahan garis pantai mempertimbangkan semua posisi garis pantai yang tersedia dan melaporkan jaraknya, tanpa mengacu pada tanggal tertentu.
2. *Net Shoreline Movement* (NSM) adalah mengukur jarak perubahan garis pantai antara garis pantai yang terlama dan garis pantai terbaru.
3. *End Point Rate* (EPR) adalah menghitung laju perubahan garis pantai dengan membagi jarak antaragaris pantai terlama dan garis pantai terkini dengan waktunya.
4. *Linear Regression Rate* (LRR) adalah Analisis statistik tingkat perubahan dengan menggunakan regresi linear bisa ditentukan dengan menggunakan garis regresi *least-square* terhadap semua titik perpotongan garis pantai dengan transek.