

PENGUKURAN DINAMIKA PANTAI, MASALAH, DAN STRATEGI PENGELOLAAN SUMBERDAYA PESISIR DAN LAUTAN



PERPUSTAKAAN UNIV. NEGERI PADANG	
TANGGAL TGL :	21-9-2006
SUMBER HARGA :	Hodiah
KOLEKSI :	KI
NO. INVENTARIS :	206/K/2006-p2/2
KLASIFIKASI :	551.46Ki p:2

Oleh:

Triyatno, S.Pd, M.Si

MILIK PERPUSTAKAAN
UNIV. NEGERI PADANG

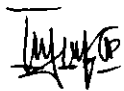
**JURUSAN GEOGRAFI
FAKULTAS ILMU-ILMU SOSIAL
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
AGUSTUS 2006**

MAKALAH
PENGUKURAN DINAMIKA PANTAI, MASALAH, DAN STRATEGI
PENGELOLAAN SUMBERDAYA PESISIR DAN LAUTAN

Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

Triyatno, S.Pd, M.Si

Penulis



Triyatno, S.Pd, M.Si
NIP 132 308 025

Editor



Drs. Sutarman Karim, M.Si
NIP 131 129 399

KATA PENGANTAR

Makalah Penentuan Dinamika Pantai dan Permasalahan Pembangunan di Wilayah Pesisir dan Lautan ini disusun sebagai bahan referensi bagi mahasiswa pada Jurusan Geografi terutama dalam mata kuliah Manajemen Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Makalah ini bersisikan materi tentang formula penentuan dinamika pantai, karakteristik fisik daerah atau wilayah yang sangat mempengaruhi dinamika pantai dan permasalahan pembangunan wilayah pesisir dan lautan serta strategi dalam pengelolaan sumberdaya pesisir dan lautan secara terpadu.

Berkembangnya masalah di wilayah pesisir dan lautan disebabkan karena telah berkurangnya sumberdaya yang ada di daratan. Eksploitasi yang berlebihan di wilayah pesisir dan lautan dapat mempercepat proses alam yang ada di sekitar pantai sehingga menyebabkan cepatnya perubahan di wilayah pesisir yang akan berdampak kepada kehidupan di sekitarnya.

Makalah yang telah penulis selesaikan ini tentunya masih terdapat kekurangan-kekurangan. Kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan oleh penulis demi perbaikan makalah ini. Semoga makalah ini dapat memberikan manfaat bagi yang membacanya.

Padang, Agustus 2006

Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	ii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan.....	4
1.4. Manfaat.....	4
BAB II. KAJIAN TEORI.....	6
2.1. Penentuan Dinamika Pantai.....	6
2.2. Permasalahan Pembangunan di Wilayah Pesisir dan Kelautan.....	14
2.2.1. Pencemaran	15
2.3. Pengelolaan Sumberdaya Pantai dan Pesisir Secara Terpadu	23
2.3.1. Strategi Pengelolaan Terpadu Wilayah Pesisir dan Kalautan	26

Daftar Tabel

Tabel 2.1 <i>Relationship between Terrain Unit and Various terrain Characteristic</i>	9
Tabel 2.2 Hasil Pengukuran dan Perhitungan Parameter Gelombang	13
Tabel 2.3 Hasil Perhitungan Parameter Gelombang	14
Tabel 2.4 Sumber Pencemar (<i>Pollutan</i>) di Wilayah Pesisir dan Lautan	16
Tabel 2.5 Perkiraan Beban Pencemaran yang Berasal dari Kegiatan Industri Rumah Tangga, Pertanian Terhadap Perairan Pesisir	17
Tabel 2.6 Indeks Kerawanan Jenis-Jenis Ekosistem Pesisir terhadap Kerusakan Oleh Minyak dan Cara Pembersihan yang Disarankan	19

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia memiliki lebih dari 17.000 pulau, dengan garis pantai sepanjang 80.791 km (Anonim, 1995). Secara genetik pulau-pulau di Indonesia berbeda yang tercermin pada kondisi geologi, geomorfologi, hidrologi dan terletak pada daerah tropis basah, maka di sepanjang jalur garis pantainya terbentuk berbagai jenis bentuklahan asal marin dan berbagai tipe ekosistem pantai. Sebagai negara kepulauan, Indonesia mempunyai banyak daerah pesisir dan pantai yang sangat potensial bagi pengembangan ekonomi nasional, baik karena potensi ruang dan kekayaan alamnya maupun nilai estetikanya. Dengan demikian kegiatan ekonomi penduduk Indonesia di wilayah pantai masih berorientasi pada daratan.

Persoalan pembangunan wilayah pantai dan lautan hanya terletak pada masalah pemanfaatan sumberdaya, tetapi juga sekaligus harus dilihat dalam hubungannya dengan upaya perlindungan dan pelestarian lingkungan. Daerah pesisir dan pantai memegang peranan biogeofisik yang sangat penting, yaitu sebagai daerah penyangga (*buffer zone*) bagi kehidupan aneka ragam biota laut dan daratan yang mempunyai nilai ekonomi penting bagi kehidupan manusia. Secara ekologis, daerah pantai merupakan media perkembangbiakan berbagai jenis ikan, udang, dan biota laut lainnya. Secara hidrologis, daerah pesisir dan pantai juga memegang peranan penting bagi kelestarian sumberdaya airtanah di daratan (*groundwater*). Daerah pesisir dan pantai merupakan daerah penyangga alami untuk mencegah intrusi air laut ke dalam sistem airtanah di daratan. Kerusakan ekosistem pesisir dan pantai dapat pada umumnya terjadi karena semakin intensifnya pemanfaatan kekayaan alam yang disertai dengan perubahan tataguna ruang, sehingga melampaui daya dukungnya. Daerah pesisir dan pantai juga sangat peka terhadap pencemaran dan gangguan lingkungan lainnya yang timbul sebagai akibat dari berbagai kegiatan, seperti pengembangan daerah perkotaan, permukiman, perindustrian, pelabuhan, perikanan, pertambangan, dan lain-lain. Kegiatan-kegiatan tersebut menimbulkan pengaruh

terhadap lingkungan pesisir dan pantai antara lain yang ditimbulkan oleh buangan industri dari darat yang terbawa aliran sungai ke laut dan pencemaran laut oleh kegiatan perkapalan atau operasi instalasi lepas pantai. Pengaruh yang ditimbulkan oleh berbagai kegiatan tersebut satu sama lainnya seringkali bersifat saling merugikan (Damayanti, 2001).

Sutikno 1993 menyatakan lingkungan pesisir dan pantai merupakan wilayah yang selalu mengalami perubahan, karena wilayah tersebut menjadi tempat bertemunya dua kekuatan, yaitu yang berasal dari daratan dan dari lautan. Perubahan lingkungan pesisir dan pantai dapat terjadi secara lambat hingga cepat, tergantung pada imbang daya antara topografi, batuan dan sifat-sifatnya dengan gelombang, pasang surut dan angin. Perubahan lingkungan pesisir dan pantai sangat bervariasi antara satu tempat dengan tempat lainnya, sehingga kajian keruangan dari lingkungan pesisir dan pantai diperlukan dalam rangka pengelolaan lingkungan. Lingkungan pesisir dan pantai perlu dikelola dengan baik mengingat fungsinya dalam kehidupan manusia sangat besar sejak zaman dahulu hingga sekarang dan bahkan hingga masa datang.

Wilayah pesisir dan pantai mempunyai potensi sumberdaya alam yang tinggi, wilayah pesisir dan pantai juga mempunyai faktor pembatas atau penghambat untuk pengembangannya. Faktor pembatas yang dimaksud adalah proses geomorfologi yang dinamik, yang dapat menyebabkan perubahan yang cepat terhadap garis pantainya. Perubahan garis pantai tentu akan diikuti oleh perubahan wilayah pantai, seperti abrasi/erosi, runtuh dan sedimentasi. Apabila proses tersebut terjadi pada suatu tempat, maka sulit diatasinya, karena proses tersebut biasanya bekerja dengan frekuensi yang sangat tinggi dalam waktu yang lama. Oleh sebab itu dalam mengembangkan wilayah pantai harus memperhatikan kesesuaian antara peruntukan yang direncanakan dengan karakteristik/wataknya.

Banyak contoh kejadian pengembangan wilayah pantai yang menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungannya. Pengambilan sedimen pantai dan dasar perairan dekat pantai selalu mengakibatkan erosi pantai, misalnya yang terjadi di

Pasuruan, Tanjung Pasir, Kali lama, Marunda, Pangandaran, Bali dan Lombok. Dalam Buku kualitas Lingkungan di Indonesia Tahun 1990, yang diterbitkan oleh Kantor Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup disebutkan bahwa kasus yang paling parah terjadi di Marunda, Jawa Barat. Kasus di Marunda tersebut terjadi sebagai akibat pengambilan material pantai untuk pembangunan Stadion Senayan dan pembangunan jalan *by pass*, sehingga mengaktifkan erosi pantai sebesar 57,7 m antara tahun 1963-1971. pengambilan cangkang *Crassotrea* di daerah Makmur di sebelah timur Marunda menambah aktifnya erosi di Marunda tersebut, seperti antara tahun 1979 hingga 1986 Marunda masih terjadi erosi pantai dengan kecepatan 3,6 m per tahun dan di Segara Makmur dengan laju 10,7 m per tahun (Sutikno, 1993).

Perubahan pantai terjadi apabila proses geomorfologi yang terjadi pada suatu segmen pantai melebihi proses yang biasa terjadi. Perubahan proses geomorfologi tersebut sebagai akibat dari sejumlah faktor lingkungan, seperti: faktor geologi, geomorfologi, iklim, biotik, pasang surut, gelombang, arus laut dan salinitas.

Faktor geologi dan geomorfologi jelas pengaruhnya pada pantai yang terjal (*cliff*), ditunjukkan oleh kenampakan yang terkait dengan struktur, batuan pada lahan buritan, pantai dan zone perairan dangkal. Pantai deposisional terpengaruh oleh faktor geologi, yaitu dengan sumber sedimen keadaan daerah aliran sungai atau dasar sungainya.

Faktor iklim, berpengaruh terhadap proses pelapukan pada batuan di wilayah pantai, yang dapat menyebabkan pelapukan mekanik, kimia dan biologi yang bervariasi menurut kedudukannya. Selanjutnya iklim juga berpengaruh terhadap proses erosi, longsor, aliran lumpur atau rayapan, yang kesemuanya dapat berpengaruh terhadap pantai. Faktor biologi juga terpengaruh oleh kondisi iklim, karena binatang atau hewan pertumbuhannya tergantung pada kondisi iklimnya. Flora dan fauna pantai dapat mempengaruhi proses pelapukan, erosi, transportasi dan pengendapan di lingkungan pantai.

Faktor angin mempunyai pengaruh terhadap pembentukan dan perkembangan *sand dune* pantai. Selain itu angin merupakan penggerak utama terhadap gelombang dan arus permukaan air laut. Secara bersama-sama dengan pasang-surut dapat mempengaruhi proses erosi dan sedimentasi di pantai. Variasi angin dapat mempengaruhi mode evolusi perkembangan garis pantai.

Untuk mengetahui perubahan pantai atau dinamika pantai perlu mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhinya dan proses dalam sistem morfogenetik pantai, seperti perubahan pola garis pantai, sumber sedimen, aliran sedimen yang meliputi arah, jumlah dalam waktu tertentu. Pengaruh faktor-faktor tersebut akan tercermin pada morfologi atau bentuklahan pantai. Atas dasar uraian di atas untuk mencegah terjadinya dinamika pantai secara cepat perlu adanya pengelolaan wilayah pesisir dan pantai secara terpadu.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas permasalahan dalam makalah ini dapat dirinci sebagai berikut;

1. bagaimanakah cara menentukan dinamika pantai ?
2. bagaimanakah permasalahan pembangunan di wilayah pesisir dan lautan?
3. bagaimanakah strategi pengelolaan sumberdaya pesisir dan pantai secara terpadu?

1.3. Tujuan Makalah

Berdasarkan perumusan masalah yang telah dikemukakan di atas, maka yang menjadi tujuan dalam makalah ini adalah sebagai berikut;

1. mengetahui cara menentukan dinamika pantai,
2. mengetahui permasalahan pembangunan di wilayah pesisir dan kelautan,
3. mengetahui strategi pengelolaan sumberdaya pesisir dan pantai secara terpadu.

1.4. Manfaat atau Kegunaan Makalah

Berdasarkan latar belakang dan tujuan penulisan makalah ini, maka makalah ini diharapkan dapat bermanfaat dalam;

1. sebagai bahan refensi bagi penulis lainnya yang tertarik dengan masalah pesisir dan pantai,
2. sebagai bahan masukan dalam membahas masalah dinamika pantai,
3. sebagai bahan masuk bagi instansi terkait dalam membahas masalah pesisir dan pantai.

BAB II PEMBAHASAN

2.1. Penentuan Dinamika Pantai

Dinamika pantai merupakan suatu proses alamiah untuk menuju keseimbangan alamiah, karena proses yang terjadi pada suatu tempat juga terjadi pada tempat lain. Jika suatu tempat mengalami erosi pantai maka di tempat lainnya akan mengalami deposisi atau sedimentasi. Indonesia terletak di daerah iklim tropis basah, sehingga proses pelapukan, erosi pada lahan atas aktif. Proses tersebut akan menghasilkan muatan sedimen yang diangkut oleh air sungai cukup besar dan bervariasi. Sudah barang tentu hasil sedimentasi yang mencapai pantai akan berpengaruh besar terhadap perkembangan garis pantai dan lingkungan pantainya.

Sutikno (1993) menyatakan pertumbuhan pantai di Indonesia bagian barat sangat bervariasi. Hal ini ditunjukkan oleh perkembangan (a) muara Jambi (1822-1922) = 75 m/th, (b) muara sungai Kwantan (1600-1922) = 360 m/th, (c) pantai Semarang = 8-12 m/th, (d) delta Bodri (1913-1929) = 200 m/th, (e) Sungai Landak Kalimantan Barat = 110 m/th, (f) sungai Cimanuk = 108 m/th, (g) pantai Sumatera Timur rata-rata = 125 m/th, (h) pantai Utara Jawa = 200 m/th disamping itu yang tererosi 10-20 m/th. Faktor yang mempengaruhi perbedaan pertumbuhan atau dinamika pantai tersebut adalah; ukuran sungai, ukuran daerah aliran sungai, volume *silt* yang terangkut, arus memanjang pantai, badai, topografi dasar laut, konfigurasi dasar laut, tektonik dan vulkanik, vegetasi (*land use*).

Dinamika atau pertumbuhan pantai dapat diidentifikasi melalui beberapa cara, yaitu;

1. melalui interpretasi foto udara dan atau citra penginderaan jauh (Landsat, Spot),
2. melalui analisis peta tematik yang ada,
3. melalui pengamatan dan pengukuran lapangan.

Pengukuran dinamika pantai melalui interpretasi foto udara dapat dilakukan dengan menggunakan foto udara multi temporal, baik foto udara berwarna maupun foto udara pankromatik dengan skala yang sama. Foto udara tersebut dioverlaykan kemudian diamati dinamika pantainya, yaitu meliputi perkembangan muara sungai atau estuaria, garis pantai (*shore line*), akresi, abrasi/erosi pantai, arah muatan sedimentasi dari sungai. Foto udara sering digunakan untuk interpretasi dinamika pantai untuk daerah yang sempit dengan skala yang lebih besar. Sedangkan penggunaan citra satelit sering digunakan untuk pengamatan dinamika pantai untuk daerah yang luas dengan skala yang relatif kecil. Pengamatan dinamika pantai melalui citra satelit ini biasanya dilakukan dengan bantuan perangkat komputer dengan *soft ware* pengolah citra seperti ErMapper, Envi, dan Ilwis. Pengamatan dilakukan terhadap dinamika pantai tersebut dilakukan dengan mengubah komposit saluran yang digunakan pada *soft ware* pengolah citra (*image prosesing*).

Pengamatan dinamika pantai melalui analisis peta tematik tertentu dapat dilakukan menggunakan peta tematik multi temporal yang memiliki skala yang sama, misalnya dengan menggunakan peta topografi terbitan Jantop, 1985 sebagai peta dasar dengan peta terbitan Belanda yaitu tahun 1943. Untuk pengamatan dinamika pantai tersebut biasanya digunakan titik kunci sebagai pengontrol koordinat geografis di lapangan. Titik kontrol di lapangan tersebut biasanya dalam bentuk bangunan atau persimpangan jalan, dan *monument*. Kedua peta tematik tersebut di overlaykan kemudian diamati dinamika atau perubahan terhadap garis pantainya, yaitu luasan perubahan garis pantai terhadap daratan, jarak garis pantai terhadap titik kontrol lapangan dalam satuan meter (m) atau kilometer (km).

Pengamatan dinamika pantai melalui pengamatan dan pengukuran lapangan dapat dilakukan dengan pendekatan geomorfologi yaitu pengamatan satuan lahan (*land unit*) pada lahan pantai. Menurut Sutikno (1993) pendekatan satuan lahan (*land unit*) dapat digunakan untuk dasar evaluasi suatu lahan pantai untuk tujuan tertentu. Kerangka dasar dalam penyusunan satuan lahan (*land unit*) adalah bentuklahan, yang nantinya digunakan sebagai satuan evaluasinya. Unsur yang digunakan untuk

membuat satuan bentuklahan adalah proses, material, dan relief. Pada daerah pantai, ketiga aspek bentuklahan tersebut dapat diidentifikasi dari foto udara atau citra penginderaan jauh. Satuan lahan (*land unit*) dapat dibuat dengan membagi satuan bentuklahan, lereng, tanah, dan vegetasi. Atas dasar variabel-variabel tersebut dapat diketahui bahwa setiap satuan lahan mempunyai kemiripan karakteristik. Kemiripan karakteristik dalam satuan lahan dapat dijadikan dasar untuk penilaian terhadap aspek lingkungan fisik. Satuan lahan (*land unit*) di daerah pantai dapat dibedakan menjadi dua arah, yaitu tegak lurus terhadap pantai, dan paralel terhadap garis pantai. Mintakat yang tegak lurus terhadap pantai meliputi; *backshore*, *foreshore*, *offshore*, *swash*, I, dan pecahnya gelombang, sedangkan mintakat yang paralel terhadap garis pantai meliputi; *headland*, *barrier*, *spit*, pulau penghalang, rataan pasang-surut, *longsor bars*, *berm*, dan *dand dune*. Sebagai contoh penggunaan karakteristik satuan lahan (*land unit*) untuk menganalisis dinamika pantai dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Relationship between terrain Unit and various Terrain Characteristics

Terrain Unit		Terrain Characteristics					
Code	Name	Relief-morphology	Processes	Rock Type	Soil	Hydrologic Situation	Vegetation-Land Use
a	Beaches	Almost flat terrain, gently sloping towards the sea		Mud, sand or pebbles in tropical countries, beach rock may be formed by sedimentation of the clastic material	No soil development	Rain or sea water may be ponded and ground water may seep out near the scarp with the hinterland incidently	Typical absence of vegetation: no agriculture, fish ponds or salt pans may be found in a tropical environmental
a-1	Muddy, sandy, pebbly	Smooth surface	Active marine aggradation may be more predominant than degradation	Mud, sand, or pebbles in tropical countries, beach rock may be formed by sedimentation of the clastic materials			
a-2	Rocky	Frequently rough surface	Active marine degradation is predominant	All kind of rock			
b.	Beach ridges	Elongated ridges, more or less parallel to one another, varying to height. The surface may be smooth, or irregular if eroded or reworked by wind action. Elongated, almost flat bottomed depressions may separate the ridge	In general, slow denudational process. If unvegetated and strong wind action, deflation will be active, transforming the ridges into coastal dunes. The interridge depressions may be flooded from time to time	Basically sand, but gravel and shells may be included or dominant. The interridge depressions may contain finer sediments.	Young beach ridges may have a vary limited soil development. Older ridges, especially in the humid tropics, may have deep soils. The interridge depressions may display soil development	In principle, in drained ground water may be available, particularly in intensive beach ridge complexes. The interridge depressions are frequently wet	Cover of natural vegetation typically ranges from open to dense. In the humid tropics the (older) ridges are the best places to live and are used for gardening, etc. The interridge depressions are densely vegetated or in agriculture use (e.g. rice in the tropics).
c.	coastal dunes	Sloping to steeply sloping, irregular terrain.	Wind action is the dominant process, sand is blown away or silted up, depending on the vegetation cover.	Sand, maybe some small pebbles or shell fragments	Initial soil development, depending on the age of dunes and the climate (see b)	Basically well drained. In the depressions (blown outs) ground water may be near or at the surface; an aquifer may be found	Cover of natural vegetation typically range from open (wind-active parts) to dense (inactive parts; depressions). Agriculture mostly absent

Sumber: Sutikno, 1993

Pengukuran dinamika pantai di lapangan dapat dilakukan dengan mengukur beberapa karakteristik suatu pantai yang mempengaruhi kecepatan laju dinamika pantai (Pethick 1984). Karakteristik fisik pantai yang diukur di lapangan yaitu, berupa:

1. panjang gelombang (L)

panjang gelombang di daerah pantai dapat diukur dengan menggunakan formula:

$$L = (gT^2/2\pi) \times r \dots\dots\dots (1a)$$

Atau

$$L = 1,56 T^2 \dots\dots\dots (1b)$$

2. untuk mengetahui kecepatan gelombang (c) digunakan formula sebagai berikut:

$$c = L/T \dots\dots\dots (2a)$$

$$\text{atau } c = 1,56 T \dots\dots\dots (2b)$$

$$\text{untuk perairan dalam } C = gT/2\pi \dots\dots\dots (2c)$$

3. untuk mengetahui energi gelombang (E) digunakan formula sebagai berikut:

$$E = \frac{1}{8} \rho g H^2 \dots\dots\dots (3)$$

4. untuk mengetahui indeks hempasan gelombang digunakan formula sebagai berikut:

$$I = H_b / gm T^2 \dots\dots\dots (4)$$

5. untuk mengetahui kecepatan arus sepanjang pantai (*longshore current*) (v)

digunakan formula sebagai berikut:

$$v = 20,7 \operatorname{tg} \beta (g H_b)^{1/2} \sin 2\alpha_b \dots\dots\dots (5a)$$

$$\text{atau } vt = 1,19 (g \times H_b)^{1/2} \sin \alpha_b \cos \alpha_b \dots\dots\dots (5b)$$

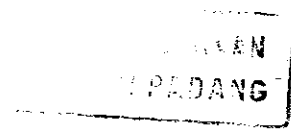
6. untuk mengetahui laju angkutan atau transportasi sedimen (Q) digunakan formula

$$Q = 1,646 \times 10^6 H_b^2 \dots\dots\dots (6)$$

$$\text{Atau total angkutan sedimen } Q = 6,8 Pe \dots\dots\dots (6b)$$

7. untuk menentukan kecepatan angin pada ketinggian 10 m digunakan formula sebagai berikut:

$$U_{10} = U_{(z)} (10/z)^{1/7} \dots\dots\dots (7)$$



8. untuk menentukan kecepatan angin di muka laut digunakan formula sebagai berikut:

$$U = R_T \times R_L (U_{10}), U = U_w \dots\dots\dots (8)$$

9. untuk menentukan tinggi gelombang digunakan formula sebagai berikut:

$$H = 0,031(U)^2 \dots\dots\dots (9)$$

10. untuk menentukan periode gelombang digunakan formula sebagai berikut;

$$T = \sqrt{(2\pi L/g)} \text{ atau } T^2 = 2\pi L/g \dots\dots\dots (10)$$

11. untuk menentukan tinggi hempasan gelombang digunakan formula sebagai berikut;

$$H_b = 0,39 \times g^{1/5} (T \times H^2)^{2/5} \dots\dots\dots (11)$$

12. untuk menentukan amplitudo gelombang digunakan formula sebagai berikut;

$$a = \frac{1}{2} H \dots\dots\dots (12)$$

13. untuk menentukan kekuatan gelombang digunakan formula sebagai berikut;

$$P_e = (EC_n) \sin \alpha_b \cos \alpha_b$$

14. untuk mengetahui faktor penentu akresi atau erosi/abrasi pantai digunakan formula:

$$G_0 = \{(H_0/L_0) + \text{tg}\delta\}^{0,27} (d_{50}/L_0)^{-0,67} \dots\dots\dots (14)$$

Keterangan:

L : panjang gelombang (m)

T : periode gelombang (detik)

z : ketinggian pengukuran kecepatan angin (m)

U : kecepatan angin terkoreksi di muka laut (m/dt)

R_T : faktor koreksi, dipengaruhi oleh beda suhu laut dan udara, dicari dari grafik/nomogram (jika tidak ada data suhu, diasumsikan $R_T = 1,1$)

R_L : faktor koreksi, dipengaruhi oleh letak anemometer, dicari dari grafik/nomogram (jika letak anemometer dekat pantai, nilai $R_L = 1,1$)

H : tinggi gelombang (m)

F : *fetch* (jarak antara timbulnya angin hingga lokasi gelombang) dalam km

a : amplitudo gelombang

- g : kecepatan gravitasi (9,8 m/dt²)
 π : 3,14159
 vt : kecepatan arus sepanjang pantai (m/dt)
 C : kecepatan gelombang pada perairan dalam (m/dt)
 Pe : kekuatan gelombang (watts/meter)
 E : energi gelombang
 P : berat jenis air laut (1,025 kg/m³)
 n : fungsi kedalaman air (0,5 untuk air dalam; 1 untuk air dangkal)
 α_b : sudut datang hempasan (derajat 0⁰)
 Q : total angkutan sedimen (m³/hari)
 H_b : hempasan
 H_o : tinggi gelombang maksimum di lapangan (m)
 L_o : panjang gelombang
 D_{50} : median ukuran butir atau ukuran persentil ke-50 dari sampel sedimen
 B : sudut lereng dasar tepi pantai = sudut lereng gisik (derajat)
 Go : faktor penentu akresi atau erosi pantai (tanpa satuan)

Untuk menentukan besaran mean, standar deviasi, dan *skewness* atau kemencengan dari sampel sedimen marin digunakan formula sebagai berikut:

$$\mu = \frac{(\phi 16 + \phi 50 + \phi 84)}{3} \quad \text{mean ukuran butir}$$

$$\sigma = \frac{\phi 84 - \phi 16}{4} + \frac{\phi 95 - \phi 5}{6,6} \quad \text{Standar deviasi ukuran butir}$$

$$sk = \frac{\phi 16 + \phi 84 - 2\phi 50}{2(\phi 84 - \phi 16)} + \frac{\phi 5 + \phi 95 - 2\phi 50}{2(\phi 95 - \phi 5)} \quad \text{Kemencengan (skewness)}$$

Jika $Go < 0,0556$, maka pantai mengalami erosi

Jika $Go > 0,1111$, maka pantai mengalami akresi

Jika $0,0556 \leq 0,1111$, maka pantai berada dalam suatu keseimbangan dinamis (*dynamic equilibrium*).

Adapun hasil pengukuran lapangan yang pernah dilakukan di Pantai Krakal, Pantai Drini dan Pantai parangkusumo dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Hasil Pengukuran dan Perhitungan Parameter Gelombang

No	Parameter Gelombang	Pantai Krakal	Pantai Drini	Pantai Parangkusumo
1.	Periode panjang gelombang (T): detik	13,25	11	1,5
2.	Tinggi gelombang (H):meter	1,5	1,5	1,75
3.	Tinggi hempasan gelombang (H _b):meter	1,75	1,75	19%=0,19
4.	Kemiringan dasar pantai/gisik (m):% (tg α dalam $^{\circ}$)	21,7%=0,217	22,5%=0,225	10,8
5.	Sudut lereng gisik (β): $^{\circ}$	12,3	12,6	15-20
6.	Sudut antara puncak gelombang dengan garis pantai (α_b): $^{\circ}$	15-20	25-30	10,8
7.	Sudut kemiringan tepi pantai (δ): $^{\circ}$	12,3	12,6	
8.	Kecepatan angin :cm/dt	1,37	6,6	
9.	Arah angin	110 $^{\circ}$ NE		
10.	Arah arus sepanjang pantai	238 $^{\circ}$ NE		

Sumber: Damayanti, 2001

Hasil pengukuran dan perhitungan data lapangan tentang parameter gelombang dapat dilihat pada Tabel 2.3 sebagai berikut:

Tabel 2.3. Hasil Perhitungan Parameter Gelombang

No	Parameter Gelombang	Pantai Krakal	Pantai Drini	Muara Opak
1.	Panjang gelombang (L): meter	273,87	188,76	156
2.	Energi gelombang (E): joule	2828,04	2828,4	2828,04
3.	Indeks hempasan gelombang (I)	0,004	0,006	0,0025
4.	Kecepatan arus sepanjang pantai (v) :m/dt	9,3-11,96	9,65-12,4	8,15-10,47
5.	Laju angkutan sedimen/transportasi sedimen (Q) : x 10 ⁶ m ³ /th	5,04	5,04	5,04
6.	Faktor penentu akresi atau erosi/abrasi (Go)	686,71	767,52	191,71

Sumber: damayanti, 2001

Dari data di atas dapat dilihat bahwa Pantai Krakal, Pantai Drini, dan Pantai Parangkusumo atau di Muara Kali Opak mengalami akresi. Hal ini dapat dilihat dari nilai faktor penentu akresi atau erosi/abrasi (Go) > 0,1111. akresi ini menunjukkan bahwa ketiga pantai di atas mengalami penambahan daratan karena adanya sedimen yang terangkut oleh gelombang, arus, dan pasang surut air laut. Sedangkan untuk menentukan sumber sedimen pantai dapat dilihat dari ukuran butir sedimen tersebut. Jika sedimen pantai berbentuk bulat dan berupa bahan andesit hal ini menunjukkan bahwa sumber sedimen berasal dari daratan, sedangkan jika butiran sedimen tersebut berbentuk pipih dan memanjang serta adanya sisa kulit binatang laut hal ini menunjukkan bahwa sumber sedimen tersebut berasal dari dasar laut yang terbawa oleh arus, gelombang, pasang surut air laut.

2.2. Permasalahan Pembangunan di Wilayah Pesisir dan Lautan

Dari sudut pandang pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*), pengelolaan sumberdaya pesisir dan lautan di Indonesia dihadapkan pada kondisi yang mendua atau berada di persimpangan jalan. Di satu pihak, ada beberapa kawasan pesisir yang telah dikembangkan dengan intensif, sehingga indikasi telah terlampauinya dayadukung atau kapasitas keberlanjutan (potensi lestari) dari ekosistem pesisir dan lautan, seperti pencemaran, penangkapan ikan yang berlebihan

(*over fishing*), degradasi fisik habitat pesisir dan abrasi pantai. Dari segi kejadian, jenis-jenis kerusakan lingkungan tersebut ada yang berasal dari luar sistem wilayah pesisir dan ada yang berlangsung di dalam wilayah pesisir itu sendiri. Pencemaran dapat berasal dari limbah yang dibuang oleh berbagai kegiatan pembangunan (seperti tambak, perhotelan, permukiman, dan industri) yang terdapat di dalam wilayah pesisir, dan juga berupa kiriman dari berbagai kegiatan pembangunan di daerah lahan atas (*upper land*). Sedimentasi atau pelumpuran yang terjadi di perairan pesisir sebagian besar berasal dari bahan sedimen di lahan atas (akibat penebangan hutan dan praktek pertanian yang tidak mengindahkan asas konservasi lahan dan lingkungan), yang terangkut aliran air sungai atau air limpasan dan diendapkan di perairan pesisir. Sementara itu, kerusakan lingkungan berupa degradasi fisik habitat pesisir (mangrove, terumbu karang, dan padang lamun), eksploitasi yang berlebihan (*over exploitation*) sumberdaya alam, abrasi pantai, konservasi kawasan lindung, dan bencana alam, hampir semua terjadi di wilayah pesisir.

Menurut Dahuri dkk, 1996 secara garis besar gejala kerusakan lingkungan yang mengancam kelestarian sumberdaya pesisir dan lautan di Indonesia meliputi (1) pencemaran, (2) degradasi lingkungan, (3) over eksploitasi sumberdaya alam, (4) abrasi pantai, (5) konservasi kawasan lindung menjadi peruntukan pembangunan lainnya, dan (6) bencana alam.

2.2.1. Pencemaran

a. Status dan Sumber Pencemaran

Mungkin karena relatif mudah dan murah (praktis), perairan pesisir selama ini menjadi tempat pembuangan limbah (keranjang sampah) dari berbagai macam kegiatan manusia baik yang berasal dari dalam wilayah pesisir maupun di luarnya (lahan atas/*upper land* dan laut lepas/*off shore*). Pencemaran laut (perairan pesisir) didefinisikan sebagai “dampak negatif” (pengaruh yang membahayakan) terhadap kehidupan biota laut, sumberdaya, dan kenyamanan (*amenities*) ekosistem laut serta kesehatan manusia dan nilai guna lainnya dari ekosistem laut yang disebabkan secara langsung maupun tidak langsung oleh pembuangan bahan-bahan atau limbah

(termasuk energi) ke dalam laut yang berasal dari kegiatan manusia (GESAMP, 1986, dalam Dahuri dkk, 1986).

Sumber pencemaran perairan pesisir dan lautan dapat dikelompokkan menjadi 7 kelas : industri, limbah cair permukiman (*sewage*), limbah cair perkotaan (*urban stromwater*), pertambangan, pelayaran (*shipping*), pertanian, dan perikanan budidaya. Bahan pencemar utama yang terkandung dalam buangan limbah dari ketujuh sumber tersebut berupa; sedimen, unsur hara (*nutrients*) logam beracun (*toxic metals*), pestisida, organisme eksotik, organisme patogen, sampah (*litter*), dan bahan-bahan yang menyebabkan oksigen yang terlarut dalam air berkurang (*oxygen depleting substances*). Tabel 2.3 menyajikan urutan kepentingan sumbangan setiap sumber pencemar di kawasan Asia-Pasifik, termasuk Indonesia.

Tabel 2.3. Sumber Pencemar (*Poluttan*) di Wilayah Pesisir dan Lautan

Pencemar (<i>pollutants</i>)	sumber						
	Pertanian	Limbah Cair	Limbah Cair Perkotaan	Pertambangan	Budidaya Perikanan	Industri	Pelayaran
Sedimen
Nutrien
Logam beracun
Zat kimia beracun
Pestisida		
Organisme oxotic
Organisme patogen	
Sampah
	

Sumber: Brodie (1995), dalam Dahuri dkk, 1996

Bahan pencemar yang berasal dari berbagai kegiatan industri, pertanian, rumah tangga di daratan akhirnya menimbulkan dampak negatif bukan saja pada perairan sungai, tetapi juga perairan pesisir dan lautan. Masukan kuantitas limbah ke dalam ekosistem pesisir dan lautan di Indonesia terus meningkat secara tajam, terutama dalam dua dasawarsa terakhir. Misalnya, jika pada tahun 1972 penggunaan pupuk nitrogen untuk seluruh kegiatan pertanian di tanah air tercatat sekitar 350.000

206/K/2006-p 2 (2)

52146

Ki
17 p.2

ton, maka pada tahun 1990 jumlah tersebut meningkat menjadi 1.500.000 ton. Total penggunaan insektisida pada tahun 1975 sebesar 2.000 ton, kemudian pada tahun 1984 menjapai 16.000 ton (ESCAP, 1990, dalam Dahuri dkk, 1996). Beban pencemaran yang berasal dari kegiatan industri, rumah tangga, dan pertanian terhadap perairan pesisir di setiap propinsi dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Prakiraan Beban Pencemaran yang Berasal dari Kegiatan Industri, Rumah Tangga, dan Pertanian Terhadap Perairan Pesisir

Kegiatan Industri		Kegiatan Rumah Tangga		Kegiatan Pertanian	
Propinsi	Jumlah Relatif Pencemaran Industri	Propinsi	Prakiraan Kandungan Nitrogen ²	Propinsi	Prakiraan Kandungan Nitrogen ²
	RIPF		Ribuan ton		Ribuan ton
Beban Pencemaran Tinggi		Beban Pencemaran Tinggi		Beban Pencemaran Tinggi	
Jawa Barat	1.781.456	Jawa Barat	70.763	Jawa Barat	373,4
Jawa Timur	1.169.864	Jawa Timur	64.975	Jawa Timur	278,2
Jakarta	821.864	Jawa Tengah	57.031	Jawa Tengah	271,3
Jawa Tengah	674.710	Sumatera Utara	20.505	Sulawesi Selatan	62,2
Sumatera Utara	433.512	Jakarta	16.455	Sumatera Utara	60,6
Sumatera Selatan	166.469	Sulawesi Selatan	13.961	Sumatera Selatan	40,3
Kalimantan Timur	157.529	Sumatera Selatan	12.624	Sumatera Barat	32,2
Riau	156.723	Lampung	12.032	Lampung	32,2
Lampung	131.497	Sumatera Barat	8.000	Nusa Tenggara Barat	30,1
Beban Pencemaran Sedang		Beban Pencemaran Sedang		Beban Pencemaran Sedang	
Kalimantan Barat	77.660	Aceh	6.831	Aceh	26,6
Kalimantan Selatan	75.759	N.T.B	6.737	Yogyakarta	24,2
Aceh	73.926	Riau	6.558	Bali	19,0
Sumatera Barat	48.662	N.T.T	6.536	Jambi	16,3
Sulawesi Selatan	48.727	Kalimantan Barat	6.456	N.T.T	15,0
Jambi	43.999	Yogyakarta	5.825	Kalimantan Selatan	14,8
Yogyakarta	37.508	Bali	5.555	Riau	13,1
Maluku	37.433	Kalimantan Selatan	5.193	Kalimantan Barat	12,0
Sulawesi Utara	25.625	Sulawesi Utara	4.954	Sulawesi Tengah	11,2
Beban Pencemaran Rendah		Beban Pencemaran Rendah		Beban Pencemaran Rendah	
Kalimantan Tengah	23.388	Jambi	4.037	Bengkulu	7,6
Bali	18.814	Kalimantan Timur	3.370	Sulawesi Utara	7,4
Irian Jaya	13.618	Maluku	3.705	Kalimantan Tengah	6,2
Sulawesi Tengah	6.436	Sulawesi Tengah	3.407	Kalimantan Timur	4,5
N.T.B	3.018	Irian Jaya	3.260	Sulawesi Tenggara	4,4
Sulawesi Tenggara	2.506	Kalimantan	2.792	Timor Timur	2,0
Bengkulu	2.468	Tengah		Jakarta	1,4
N.T.T	1.375	Sulawesi Tenggara	2.699	Maluku	0,7
Timor Timur	717	Bengkulu	2.358	Irian Jaya	0,6
		Timor Timur	1.495		

Sumber: World Bank (1994) dan BPS (1994), dalam Dahuri dkk, 1996

Keterangan:

1. Proyeksi basis data pencemaran industri. Faktor relatif pencemaran industri (RIPF)
2. Prakiraan *Team Proyek* CEMP. Jumlah Pemakaian Total oleh Penduduk 2 kg/tahun
3. Prakiraan *Team proyek* CEMP. Asumsi kandungan Nitrogen dalam Pupuk 43,3% Nitrogen

Status pencemaran di laut Indonesia terutama di daerah padat penduduk, kegiatan industri, pertanian intensif, dan lalu lintas pelayaran seperti Teluk Jakarta, Selat Malaka, Semarang, Surabaya, Lhoksemawe, dan Balikpapan sudah memprihatinkan. Konsentrasi logam berat Hg di perairan Teluk Jakarta pada tahun 1977-1978 berkisar antara 0,002-0,35 ppm (BATAN, 1979), kemudian pada tahun 1982 tercatat antara 0,005-0,29 ppm (LON-LIPI, 1983). Sementara itu baku mutu lingkungan dalam KEPMEN KLH No 2/1988 adalah sebesar 0,003 ppm. Dengan demikian kondisi perairan Teluk Jakarta telah tercemar logam berat. Hal ini juga terjadi untuk parameter BOD, COD dan kandungan minyak di tiga stasiun pengamatan sekitar perairan Pelabuhan Tanjung Priok, Teluk Jakarta pada bulan Oktober 1992, juga menunjukkan status tercemar (PPLH-IPB, 1992). Nilai BOD berkisar antara 39-312 ppm dengan baku mutu lebih kecil daripada 80 ppm. Sedangkan kandungan minyak di permukaan perairan berkisar antara 41,5-87,5 ppm, dengan baku mutu lebih kecil dari 5 ppm.

Data tentang status pencemaran belum tersedia untuk setiap wilayah perairan Indonesia. Akan tetapi dapat diperkirakan bahwa pencemaran sudah terjadi di perairan pesisir yang padat penduduk, kegiatan industri, atau pertanian intensif. Sampai saat ini, hanya dampak berupa pencemaran minyak yang sudah dibuatkan implikasinya terhadap tingkat kerawanan ekosistem pesisir. Sloan (1930, dalam Dahuri dkk (1996), dengan mengacu dari berbagai literatur berhasil menyusun tingkat kerawanan berbagai ekosistem pesisir terhadap tumpahan minyak. Indeks kerawanan

jenis-jenis ekosistem pesisir terhadap kerusakan oleh minyak dan cara pembersihan yang disarankan disajikan dalam Tabel 2.5.

Tabel 2.5. Indeks kerawanan jenis-Jenis Ekosistem Pesisir Terhadap Kerusakan Oleh Minyak dan Cara Pembersihan yang Disarankan

Indeks Kerawanan	Jenis garis pantai	Keterangan
10	Lahan Basah Pesisir Rawa payau Hutan Bakau	Lingkungan perairan yang sangat produktif, minyak dapat bertahan selama bertahun-tahun, pembersihan dengan cara dibakar atau dibabat hanya bila tumpahan minyak sangat berat
9	Pantai Landai Pasang Surut yang Terhalang Terumbu Karang	Daerah yang berenergi gelombang rendah dan mempunyai produktifitas biologis yang tinggi, minyak dapat bertahan selama bertahun-tahun, pembersihan tidak kecuali bila akumulasi minyak telah banyak maka daerah pantai ini harus mendapat prioritas untuk dilindungi
8	Pesisir Berbatu yang Terlindungi	Pantai dengan hantaman gelombang yang terendam, minyak dapat bertahan selama bertahun-tahun, pembersihan tidak diperlukan kecuali jika jumlah minyak telah banyak
7	Pantai Berkerikil	Seperti indeks No 6, lapisan aspal yang keras dapat terjadi karena akumulasi minyak yang telah banyak
6	Pantai Berpasir dan Berkerikil	Minyak akan mengalami penetralan cepat dan terkubur oleh keadaan energi ombak yang sedang sampai rendah, minyak dapat bertahan selama bertahun-tahun
5	Dataran Pasang Surut yang padat dan Terbuka	Sebagian besar minyak tidak akan melekat atau menembus pantai pasang-surut yang padat dan terbuka, pembersihan biasanya tidak diperlukan
4	Pantai Berpasir Kasar	Minyak akan mengendap dan/atau terkubur dengan cepat, membuat pembersihan menjadi sulit, kondisi gelombang sedang sampai besar, minyak akan menghilang secara alami dalam beberapa bulan
3	Pantai Berpasir halus	Minyak biasanya akan menembus jauh ke dalam endapan, pengangkatan secara mekanis dilakukan bila dipandang perlu, atau sebaliknya minyak akan bertahan selama beberapa bulan
2	Tebing Tererosi Ombak	Terkena hempasan ombak, hampir sebagian besar dan minyak akan hilang oleh proses alami dalam beberapa minggu, pembersihan tidak diperlukan
1	Karang Terjal Terbuka	Hempasan balik dari ombak membuat sebagian besar minyak menjauhi pantai, pembersihan tidak diperlukan

Sumber: Sloan (1993), dalam Dahri dkk (1996)

Dampak dengan *manitude* yang sangat besar seperti tumpahan minyak akibat tenggelamnya kapal tengker Showa Maru di Selat Malaka tahun 1974 dan Exxon Valdez di Alaska tahun 1990, kegiatan pembangunan pada ekosistem perairan umumnya tidak dapat dilihat secara langsung (dalam jangka waktu yang pendek).

Dampak tersebut biasanya bersifat kronis dan kumulatif yang baru dapat dilihat atau dirasakan beberapa tahun setelah kegiatan pembangunan yang menimbulkan dampak tersebut dimulai. Contoh klasik adalah peristiwa pencemaran logam berat (Hg dan Cd) di Teluk Minamata Jepang. Bangsa Jepang telah membuang limbah logam berat ke dalam teluk tersebut sejak tahun 1940-an, tetapi dampaknya baru terdeteksi pada tahun 1960-an. Contoh lain adalah turunnya kualitas perairan pantai Utara Jawa, yang sebenarnya sudah tercemar oleh buangan air tambak udang yang dikelola secara intensif. Kegiatan budidaya tambak udang secara intensif yang banyak membuang limbah organik ke dalam perairan pantai, sudah berlangsung sejak tahun 1981, akan tetapi dampaknya pada perairan pantai (yang dicerminkan melalui tingkat pencemaran organik, yang meningkat dan produktivitas tambak yang menurun) baru dapat dirasakan sejak tahun 1990.

b. Dampak Pencemaran

Dampak negatif pencemaran tidak hanya membahayakan kehidupan biota dan lingkungan laut, tetapi juga dapat membahayakan kesehatan manusia atau bahkan menyebabkan kematian, mengurangi atau merusak nilai estetika lingkungan pesisir dan lautan, dan merugikan secara sosial-ekonomi. Berikut ini diuraikan bentuk dampak pencemaran perairan pesisir dan lautan.

1. Sedimentasi

peningkatan buangan sedimen ke dalam ekosistem perairan pesisir akibat semakin tingginya laju erosi tanah yang disebabkan oleh kegiatan pengrusakan hutan, pertanian, dan pembangunan sarana dan prasarana, dapat membahayakan kehidupan di lingkungan pesisir. Dampak negatif sedimentasi terhadap biota perairan pesisir secara garis besar melalui tiga mekanisme. **Pertama**, bahan sedimen menutupi tubuh biota laut, terutama yang hidup di dasar perairan (*benthic organisme*) seperti hewan karang, lamun, dan rumput laut, atau menyelimuti sistem pernafasannya (insang). Akibatnya, biota-biota tersebut akan susah bernafas, dan akhirnya akan mati lemas (*asphyxia*). **Kedua**, sedimentasi meningkatkan kekeruhan air. Kekeruhan

menghalangi penetrasi cahaya yang masuk kedalam air dan mengganggu organisme yang memerlukan cahaya. Efek ini lebih berpengaruh pada komunitas dasar dalam kisaran kedalaman yang memungkinkan bagi komunitas tersebut untuk hidup, contohnya lamun (*seagrass*) yang akan terganggu pertumbuhannya jika kekurangan cahaya (Dennis, 1987, dalam Dahuri dkk, 1996). Partikel yang terdapat dalam air dapat juga mempengaruhi tingkah laku makanan dari zooplankton. **Tiga**, sedimen yang berasal dari lahan pertanian dan pengikisan tanah dapat pula mengandung nitrogen dan fosfat yang tinggi. Hal ini dapat menimbulkan masalah eutrofikasi. Kandungan fosfat terikat kuat dengan partikel tanah, dan biasanya tanah yang telah dipupuk (super fosfat) akan mengandung fosfat dengan konsentrasi yang lebih tinggi.

2. Eutrofikasi

Eutrofikasi terjadi ketika suplai nutrisi (terutama nitrogen dan fosfat) di dalam suatu sistem perairan meningkat melebihi batas kemampuan fotosintesis normal suatu komunitas dalam sistem tersebut. Produktivitas dari sebagian besar sistem perairan dapat dipengaruhi oleh terbatasnya masukan nutrisi, misalnya fosfat dalam sistem perairan tawar, namun hal ini lebih sering terjadi terhadap nitrogen di dalam sistem perairan laut (Howarth, 1988, dalam Dahuri dkk, 1996). Penambahan suplai nutrisi ke dalam perairan akan meningkatkan pertumbuhan tanaman dan mikro organisme yang tergolong dalam kelompok fitoplankton. Dengan peningkatan jumlah organisme tertentu yang terdapat di kolam air secara drastis mengakibatkan konsumsi oksigen meningkat, sehingga kandungan oksigen di perairan menurun, terutama di dasar perairan. Pada kondisi kekurangan oksigen (*anoxia*) di perairan, maka proses *anaerob* akan terjadi dan akan menghasilkan sulfat dan metana (beracun). Hal ini menyebabkan kematian ikan, yang mempengaruhi perubahan struktur komunitas dasar (bentik).

3. Anoxia

kondisi *anoxic* terjadi bila organisme pengguna oksigen dan proses yang menggunakan oksigen di dalam air berada pada kisaran yang lebih besar dari

ketersediaan oksigen yang berasal dari udara atau hasil fotosintesa. Umumnya penyebab timbulnya *anoxia* adalah kelebihan substansi yang menggunakan oksigen (contohnya bahan organik) dan sering dikombinasikan dengan stratifikasi kolam air yang menghalangi oksigen dari kolam air permukaan ke dasar perairan. Kondisi *anoxic* dapat timbul secara alami pada tingkat kedalaman perairan tertentu, misalnya lapisan *anoxic* yang alami, dan oksigen hanya tersedia pada kedalaman hingga 150-200 meter. Pemasukan bahan organik yang tinggi dari sungai-sungai telah membuat area *anoxic* dan *hipoxic* (kandungan oksigen rendah). *Anoxic* dapat menyebabkan kematian ikan dan avertebrata dasar dan bila kondisi ini berkepanjangan, dapat menghalangi keberlanjutan populasi ikan. Bila terjadi dekomposisi bahan organik dalam kondisi *anoxic* maka akan menimbulkan bau yang tidak sedap. Bau tersebut berasal dari senyawa toksik, misalnya H_2S .

4. Masalah Kesehatan Umum

Limbah rumah tangga banyak mengandung mikroorganisme diantaranya bakteri, virus, fungi dan protozoa yang dapat bertahan hidup sampai ke lingkungan laut. Meskipun limbah rumah tangga mendapatkan perlakuan untuk mengurangi kandungan mikroorganisme, hingga mencapai sejumlah 10.000/ml atau lebih. Tetap saja mikroorganisme yang bersifat patogen ini menimbulkan masalah kesehatan manusia. Mikroorganisme pada limbah rumah tangga dapat bertahan hidup pada berbagai kondisi di lingkungan laut, tergantung pada suhu dan sinar matahari. Virus umumnya lebih tahan daripada bakteri, tetapi pengetahuan tentang perbedaan ketahanan hidup dalam kisaran besar terhadap organisme ini, masih sangat minim.

5. Pengaruh Terhadap Perikanan

Pencemaran perairan akan mempengaruhi kegiatan perikanan, karena secara langsung maupun tidak langsung akan mengurangi jumlah populasi, kerusakan habitat dan lingkungan perairan sebagai media hidupnya. Kondisi yang berpengaruh terhadap kegiatan perikanan diantaranya menurunnya kandungan oksigen dalam perairan (*anoxic*) yang akan menyebabkan pembatasan habitat ikan, khususnya ikan dasar dekat pantai, eutrofikasi perairan yang menyebabkan pertumbuhan alga yang tidak

terkendali (*blooming alga*). Pencemaran limbah rumah tangga dapat mempengaruhi keamanan dalam mengkonsumsi ikan dan kerang-kerangan. Masalah ini terjadi, akibat terkontaminasinya limbah rumah tangga yang bersifat patogen dan berbahaya (contohnya tipoid, logam beracun, dan pestisida).

6. Kontaminasi *Trace Elmen* Dalam rantai Makanan

Kemungkinan besar kontaminan di air akan terakumulasi dalam siklus rantai makanan. Hewan yang berada di tingkat atas dalam suatu rantai makan dapat mengakumulasi racun kontaminan. Fenomena ini dikenal sebagai bioakumulasi atau biomagnifikasi yang merupakan masalah predator (top konsumen) seperti elang laut. Beberapa organisme mempunyai kemampuan untuk mengontrol jumlah racun dalam tubuh mereka melalui proses pengeluaran, sementara organisme lain tidak dapat melakukan hal ini. Organisme yang tidak dapat mengontrol jumlah racun akan mengakumulasi polutan, dan jaringan mereka menunjukkan indikasi adanya polutan.

7. Keberadaan Spesies Asing

Selain bahan-bahan abiotik, air limbah juga mengandung bahan biotik. Bila memasuki suatu ekosistem perairan, akan mengakibatkan hadirnya spesies asing di perairan penerima limbah. Sebagai contoh adalah pembuangan air ballast kapal. Dalam air ballast kapal banyak dijumpai berbagai jenis bakteri, virus, alga, cacing polychaeta, larva ikan, dan moluska. Dalam banyak kasus keberadaan spesies asing di suatu tempat yang baru dapat berkembang tidak terkontrol dan dalam jumlah yang sangat besar.

2.3. Pengelolaan Sumberdaya Pantai dan Pesisir Secara Terpadu

Pengelolaan sumberdaya pantai dan pesisir sangat perlu dilakukan mengingat sumberdaya yang ada di pantai dan pesisir bersifat terbatas, sehingga diperlukan suatu pengelolaan yang terpadu baik pemerintah, masyarakat, dan swasta. Sumberdaya pantai dan pesisir dengan hutan bakau mempunyai banyak manfaat bagi kehidupan antara lain sebagai tempat bertelur ikan, memberikan sumber kayu bakar dan makan, serta berfungsi sebagai penahan abrasi ombak dan angin.

Sumberdaya laut yang luas dan kaya akan keanekaragaman hayati ini telah memberikan penghasilan penduduk, serta sumber protein, dan karbohidrat. Oleh karena itu masalah yang terjadi di wilayah pesisir dan lautan merupakan masalah yang terjadi yang harus dicermati mengingat besarnya ketergantungan penduduk Indonesia terhadap sumberdaya pesisir dan kelautan bagi kehidupannya. Sekitar 60% dari penduduk Indonesia tinggal di wilayah pesisir, sehingga kerusakan yang terjadi di wilayah ini akan mengancam kelangsungan hidup mereka.

Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup, 1997 mengemukakan beberapa masalah penting yang berkaitan dengan wilayah pesisir dan lautan adalah sebagai berikut:

1. penambangan terumbu karang oleh masyarakat
2. penangkapan ikan menggunakan bahan beracun berbahaya seperti *sodium*, atau *potasium sianida*
3. peningkatan pupuk kimia dan endapan pupuk fosfat di teluk dan wilayah pesisir
4. kegiatan konversi lahan menjadi lahan persawahan dan pertambakan, serta penebangan hutan bakau untuk produksi papan dan kepingan kayu (*woodchips*)
5. pembangunan industri dan pariwisata yang tidak selalu membawa keuntungan bagi masyarakat pesisir
6. risiko perubahan iklim yang berkaitan dengan efek rumah kaca dan konsekuensi naiknya muka air laut. Keadaan ini akan mengancam kepulauan kecil yang secara ekologi amat rentan terhadap dampak pemanasan global, angin topan, dan tsunami.

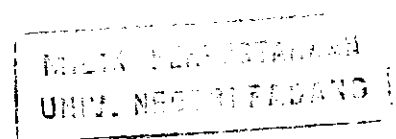
Melihat potensi tekanan yang akan terjadi sebagai akibat tingginya laju pembangunan di masa mendatang, pemerintah dengan cepat membentuk Dewan Kelautan nasional dengan keanggotaan hampir seluruh instansi terkait. Ini menunjukkan besarnya komitmen pemerintah terhadap keberlanjutan pengelolaan wilayah pesisir dan lautan. Dalam mewujudkan pengelolaan sumberdaya pesisir dan lautan secara berkelanjutan

dan berwawasan lingkungan tersebut, ada beberapa kesulitan yang dihadapi, antara lain;

1. nilai strategis dari pengelolaan sumberdaya pesisir dan lautan secara berkesinambungan belum menjadi perhatian utama dan wawasan bersama,
2. belum dilakukan pendekatan terpadu dalam pengelolaan dan pengembangan sumberdaya pesisir dan kelautan,
3. kurangnya personil terlatih di dalam pengelolaan terpadu sumberdaya pesisir dan kelautan,
4. kurangnya informasi yang dapat dipakai sebagai dasar perencanaan dan pengambilan keputusan di dalam pengembangan sumberdaya pesisir dan kelautan
5. kemiskinan dan tidak adanya mata pencarian alternatif untuk masyarakat pesisir,
6. kurangnya peran serta masyarakat dalam perencanaan pembangunan, daerah dan nasional.

Disamping itu undang-undang dan peraturan yang berkenaan dengan sumberdaya pesisir dan kelautan perlu ditingkatkan melihat fakta-fakta sebagai berikut;

1. kurang baiknya penerapan undang-undang, banyaknya kepentingan sektoral dan kurangnya koordinasi. Misalnya; undang-undang dan peraturan yang berhubungan dengan kesinambungan pengelolaan sumberdaya laut memiliki sanksi-sanksi dan imbalan yang lemah dan tidak konsisten,
2. masih banyak perencana, pengambil keputusan, dan pemakai sumberdaya menganggap bahwa sumberdaya pesisir dan lautan kurang berharga,
3. belum ada sebuah model kerja yang dapat mendemonstrasikan kelebihan pendekatan terpadu pengelolaan sumberdaya pesisir dan lautan,
4. belum tersedianya informasi yang komprehensif, efektif dan konsisten yang berhubungan dengan pengelolaan sumberdaya pesisir dan lautan.



2.3.1. STRATEGI PENGELOLAAN TERPADU WILAYAH PESISIR DAN KELAUTAN

Untuk meningkatkan keberhasilan upaya pengelolaan terpadu wilayah pesisir dan lautan yang mencakup aspek keterpaduan dan kewenangan kelembagaannya, sehingga sumberdaya dari kawasan ini menjadi lestari dan dapat menjadi produk unggulan dalam kegiatan pembangunan bangsa Indonesia di abad 21 perlu dilakukan pembagian kegiatan sebagai berikut;

1. perencanaan dan pengembangan sumberdaya terpadu di wilayah pesisir
2. pemantauan dan perlindungan wilayah pesisir dan lautan
3. pemanfaatan sumberdaya laut yang berkesinambungan
4. pemberdayaan dan penguatan masyarakat pesisir
5. pembangua kepulauan kecil secara berkelanjutan
6. pemeliharaan keamanan zona ekonomi eksklusif (ZEE)
7. pengelolaan dampak iklim dan tsunami.

Perencanaan dan Pengembangan Sumberdaya Terpadu di Wilayah Pesisir

Untuk meningkatkan perencanaan dan pengembangan secara terpadu perlu dilakukan tindakan sebagai berikut;

1. memperbaiki perencanaan dan pengelolaan secara terpadu dan berkesinambungan yang mencakup; meningkatkan kesadaran umum, merumuskan permasalahan,
2. memperkuat dan meningkatkan kerjasama kemampuan institusi dalam pengelolaan sumberdaya pesisir dan lautan baik tingkat pusat dan daerah,
3. mengembangkan sistem informasi untuk meningkatkan proses perencanaan pengambilan keputusan.

Pemantauan dan Perlindungan Wilayah Pesisir dan Kelautan

Secara khusus pendekatan yang dilakukan untuk pemantauan dan perlindungan adalah;

1. mencegah, mengurangi, dan mengawasi kerusakan lingkungan pesisir dan kelautan yang disebabkan oleh kegiatan yang berbasis di darat dan laut,
2. melindungi dan melestarikan wilayah pesisir dan kelautan yang secara ekologis sensitif, dan habitat yang kritis dengan melibatkan lembaga terkait dan masyarakat umum,
3. meningkatkan penegakan hukum dan peraturan yang berkaitan dengan aktivitas proses produksi dan pembangunan di wilayah pesisir dan kelautan.

Pemanfaatan Sumberdaya Laut yang Berkesinambungan

Untuk mengkaji hal tersebut maka perlu dilakukan langkah-langkah sebagai berikut;

1. mengkaji ulang nilai tangkap maksimum lestari (MSY) di wilayah pesisir dan ZEE untuk ikan-ikan bernilai ekonomis penting,
2. meningkatkan kemampuan secara teknologi dan lingkungan dalam pemanfaatan sumberdaya pesisir dan kelautan, khususnya yang berhubungan dengan penangkap dan budidaya perikanan, rehabilitasi lingkungan pesisir kritis, penggunaan bioteknologi, eksplorasi dan eksploitasi mineral, serta hidrokarbon di pesisir dan kelautan.

Pemberdayaan dan Penguatan Masyarakat Pesisir

Langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam pemberdayaan dan penguatan masyarakat pesisir adalah sebagai berikut;

1. memasyarakatkan pembangunan masyarakat pesisir yang berwawasan lingkungan termasuk peningkatan pendapat, meningkatkan kontrol oleh masyarakat lokal terhadap sumberdaya alam, pengembangan institusi-institusi lokal, serta memperkuat keikutsertaan komunitas lokal, lembaga swadaya masyarakat, dan pemerintah daerah

2. meningkatkan sarana komunikasi dan transportasi, infrastruktur dan fasilitas umum di wilayah pesisir,
3. meningkatkan pendapat masyarakat pesisir dan menjamin kemitraan antara pemerintah daerah dan para pengusaha serta koperasi unit desa (KUD),
4. penyediaan pelatihan untuk peningkatan keterampilan dan pengembangan bidang industri perikanan.

Pemeliharaan Keamanan Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE)

Dalam pemeliharaan keamanan zona ekonomi eksklusif diperlukan langkah-langkah sebagai berikut;

1. memperkuat kemampuan pemantauan dan kawasan untuk menjaga wilayah pesisir dan sumberdaya kelautan dari eksploitasi yang tidak sah, pencemaran tapal batas dari negara lain serta aktivitas perdagangan ilegal,
2. memperkuat koordinasi dan komunikasi antar instansi yang terkait dalam permasalahan ini,
3. mengembangkan forum bilateral maupun regional bagi pertukaran informasi yang berhubungan dengan keamanan ZEE.

Pengelolaan Dampak Perubahan Iklim dan Tsunami

Dalam pengelolaan dampak perubahan iklim dan tsunami perlu dilakukan kegiatan yang mencakup;

1. observasi yang sistematis dan penelitian masalah samudera, dinamika atmosfer, sosial ekonomi, dampak lingkungan terhadap perubahan iklim, kenaikan permukaan laut, dan penyimpangannya,
2. pengembangan pencegahan, penanggulangan dan upaya perbaikan atas dampak tsunami, perubahan iklim, dan kenaikan permukaan laut bagi populasi manusia dan sumberdaya laut yang ada,
3. peningkatan kesadaran masyarakat terhadap dampak kenaikan permukaan laut dan tsunami.

BAB III

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dinamika pantai merupakan suatu proses alam yang terjadi secara alam menuju ke suatu proses keseimbangan alamiah. Dinamika pantai banyak ditentukan oleh karakteristik fisik suatu wilayah yaitu faktor geologi dan geomorfologi, serta tenaga yang berasal dari aktivitas laut. Dinamika pantai dapat dibedakan dalam tiga kategori yaitu pantai yang mengalami abrasi, sedimentasi, dan pantai dalam kondisi seimbang. Pantai yang mengalami abrasi yaitu pantai yang mengalami erosi yang disebabkan oleh laut sehingga pantainya berkurang. Pantai yang mengalami sedimentasi adalah pantai yang mendapat suplay bahan material baik dari daratan maupun dari dasar laut sehingga pantainya akan bertambah. Sedangkan pantai dalam kondisi seimbang adalah pantai yang tetap atau ajeg dalam artian pantai tersebut tidak mengalami abrasi dan sedimentasi.

Permasalahan pembangunan di wilayah pesisir umumnya masih terfokus pada masalah pencemaran, baik yang berasal dari daratan maupun dari laut lepas. Pencemaran yang berasal dari daratan banyak disebabkan oleh aktivitas pertanian di daratan yang terbawa oleh aliran sungai. Hal ini menunjukkan bahwa pengelolaan sumberdaya lahan yang ada di daerah hulu atau *upper land* masih kurang optimal. Masalah pencemaran ini menimbulkan sedimentasi pada wilayah-wilayah yang ada di sekitar muara sungai, yaitu dengan menutupi terumbu karang yang ada di sekitar muara sungai, sehingga terumbu karang tersebut akan mati dan akhirnya ikan juga akan berkurang pada daerah muara tersebut karena terumbu karang merupakan tempat bertelur dan berkembang biaknya berbagai jenis ikan.

Pengelolaan sumberdaya pantai dan pesisir sangat perlu dilakukan karena menginggat fungsi dari wilayah pesisir dan pantai tersebut sebagai mata pencarian sebagian besar dari penduduk Indonesia. Agar pengelolaan sumberdaya pantai dan pesisir terlaksana secara terpadu hendaknya melibatkan partisipasi dari masyarakat,

pemerintah dan pihak swasta. Dalam hal ini peran serta masyarakatlah yang semestinya paling menonjol. Kerena masyarakat yang berada disekitar wilayah pantai dan pesisirlah yang paling mengetahui permasalahan yang sedang dihadapi.

Saran

Permasalahan wilayah pantai dan pesisir pada akhir-akhir ini telah banyak mengkuatirkan dan merugikan masyarakat terutama yang bermukim di sekitar wilayah pesisir dan pantai. Untuk terciptanya pengelolaan wilayah pesisir dan lautan secara terpadu perlu dilakukan berbabai tindakan sebagai berikut:

1. perlu adanya penelitian dinamika pantai baik oleh pemerintah, swasta, dan masyarakat sendiri yang nantinya dipublikasikan kepada masyarakat yang bermukim di wilayah pesisir dan pantai,
2. mencegah pembuangan limbah ke wilayah pesisir dan pantai serta menetapkan peraturan tentang baku mutu lingkungan untuk pembuangan limbah ke wilayah pesisir dan pantai,
3. memberdayakan pengelolaan sumberdaya wilayah pesisir dan lautan secara terpadu dengan melibatkan partisipasi masyarakat, pemerintah daerah dan pusat, serta pihak swasta.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus, 1995. Membuka Era Pemanfaatan Sumberdaya Laut dan Pantai Dalam 25 Tahun ke Dua (Seminar Sehari Kelautan tanggal 22 Juni 1995. kantor Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup & *environmental management in Indonesia* (EMDI), Jakarta
- Dahuri, H., Rais, J., Ginting, S.P., Sitepu, M.j., 1996. Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu, Pradnya Paramita, Jakarta
- Damayanti Astrid, 2001. *Karakteristik Beberapa Pantai Potensial di Daerah Istimewa Yogyakarta*, Jurnal Geografi, No 2, pp 8-17, Universitas Indonesia, Jakarta
- Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup, 1997. Ringkasan Agenda 21 Indonesia, Strategi Nasional untuk Pembangunan Berkelanjutan, Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup, Jakarta
- Pethick John, 1984. An Introduction to Coastal Geomorphology, Edward Arnold, Mariland
- Sutikno, 1993. *Kharakteristik Bentuk dan Geologi Pantai di Indonesia*. Diklat PU WIL. III Direktorat Jendral Pengairan Departemen Pekerjaan Umum, Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta