

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



BIBLIOTHECA PERPUSTAKAAN UNIV. NEGERI PADANG	
TERIMA TGL.	: 21-9-2006
SUMBER HARGA	: Hadiah
KOLEKSI	: KI
NO. INVENTARIS	: 205/K/2006-p1/2
KLASIFIKASI	: 551.46 Ki

Oleh:
Triyatno, S.Pd, M.Si

UNIVERSITAS 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

MILIK PERPUSTAKAAN
UNIV. NEGERI PADANG

Daftar Tabel

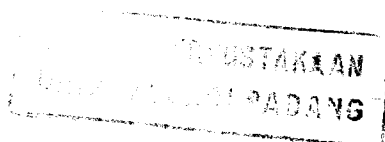
Tabel 2.1 <i>Relationship between Terrain Unit and Various terrain Characteristic</i>	9
Tabel 2.2 Hasil Pengukuran dan Perhitungan Parameter Gelombang	13
Tabel 2.3 Hasil Perhitungan Parameter Gelombang	14
Tabel 2.4 Sumber Pencemar (<i>Pollutan</i>) di Wilayah Pesisir dan Lautan	16
Tabel 2.5 Perkiraan 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 *Crassostrea* di daerah Makmur di sebelah timur Marunda menambah aktifitas 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.

MILIK PERPUSTAKAAN
UNIV. NEGERI PADANG

BAB II PEMBAHASAN

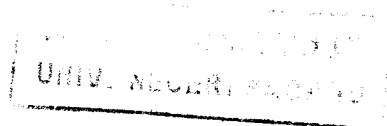
2.1. Penentuan Dinamika Pantai

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).

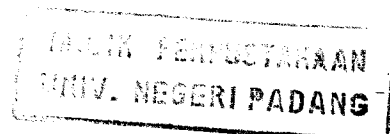
Pengamatan dinamika pantai melalui pengamatan dan pengukuran lapangan dapat dilakukan dengan pendekatan geomorfologi yaitu pengamatan satuan lahan (*land unit*) pada lahan pantai. Menurut Sutikno (1993) pendekatan satuan lahan (*land unit*) dapat digunakan untuk dasar evaluasi suatu lahan pantai untuk 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, *longshore bars*, *berm*, dan *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 incised	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 processes. 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 ($9,8 \text{ m/dt}^2$)
 π : 3,14159
 v_t : kecepatan arus sepanjang pantai (m/dt)
 C : kecepatan gelombang pada perairan dalam (m/dt)
 P_e : kekuatan gelombang (watts/meter)
 E : energi gelombang
 P : berat jenis air laut ($1,025 \text{ kg/m}^3$)
 n : fungsi kedalaman air (0,5 untuk air dalam; 1 untuk air dangkal)
 α_b : sudut datang hempasan (derajat 0°)
 Q : total angkutan sedimen (m^3/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)
 G_o : 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 $G_o < 0,0556$, maka pantai mengalami erosi

Jika $G_o > 0,1111$, 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 (Hb):meter	1,75	1,75	19%=0,19
4.	Kemiringan dasar pantai/gisik (m):% ($\tan \alpha$ 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 (G_o) > 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