

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2. 1 Pantai

2.1.1. Pengertian Pantai

Pengertian pantai berbeda dengan pesisir. Tidak sedikit yang mengira bahwa kedua istilah tersebut memiliki arti yang sama, karena banyak istilah tentang pantai dan pesisir yang digunakan dalam berbagai tulisan seperti *beach*, *coast*, *shore*, *coastline*, *shore line*, *strand*, *kust* dsb.

Menurut Sandy (1996), pantai adalah bagian dari muka bumi dari muka air laut rata-rata terendah sampai muka air laut rata-rata tertinggi. Bird (1984) mendefinisikan pantai sebagai *shore*, *beach* dan *coast*. *Shore* adalah suatu daerah yang meluas dari titik terendah air laut pada saat surut hingga batas tertinggi atau efektif yang dapat dicapai gelombang, yaitu meliputi:

1. pantai bagian depan (*foreshore*), yaitu daerah antara pasang tersurut sampai daerah pasang
2. pantai bagian belakang (*backshore*), yaitu daerah antara pasang tertinggi sampai daerah tertinggi terkena ombak
3. pantai lepas (*offshore*), yaitu daerah yang meluas dari titik pasang surut terendah ke arah laut

Beach adalah daerah tempat akumulasi dari sedimen lepas seperti kerikil, pasir, dan lainnya yang kadang-kadang hanya sampai pada batas *backshore* tapi lebih sering sampai pada *foreshore*. *Coast* adalah daerah dengan lebar bervariasi yang meliputi *shore* dan perluasannya sampai pada daerah pengaruh penetrasi laut, seperti tebing pantai, estuaria, laguna, *dune* dan rawa-rawa.

Escher (dalam Sandy, 1996) menggunakan istilah *strand* untuk pantai dan *kust* untuk pesisir. Sedangkan Englen (1949) menggunakan istilah lain untuk menyebutkan pantai, yaitu *coastline* dan *shoreline* adalah wilayah yang langsung berhubungan antara daratan atau wilayah pertemuan antara daratan dan lautan.

Gross (1009:257) menjelaskan yang dimaksud dengan *shore* adalah suatu daerah yang terbentang dari tingkat pasang terendah sampai tingkat pasang tertinggi di daratan yang dicapai oleh pasir yang dipindahkan oleh gelombang. Sedangkan *beach* adalah bentuk dari *shore* yang paling sering dijumpai, yang merupakan akumulasi dari material-material dalam jumlah besar yang tidak hanyut atau terbawa gelombang, arus dan angin. Pasir pantai dapat berasal dari endapan *glacial* yang tererosi, yang mengandung kerikil, pasir, tanah liat bercampur dengan lumpur. Dari campuran tersebut hanya kerikil dan pasir yang tetap berada di pantai. Tanah liat dan lumpur biasanya akan hanyut keluar dari pantai oleh pasang surut, bahkan oleh gelombang yang lemah. Butiran pasir yang halus cenderung terkumpul di daerah pergerakan gelombang yang kecil atau di daerah pasang surut. Biasanya hal ini terjadi pada paparan benua di kedalaman 30 meter atau di laguna, teluk dan daerah rawa yang dipengaruhi oleh pasang surut.

Tidak semua pantai terdiri atas pasir. Terdapat pula pantai dengan gelombang dan arus pantainya sangat kuat sehingga pasir yang hanyut lebih cepat daripada pasir yang terbawa ke pinggir pantai, yang meninggalkan kerikil dan batuan hasil pengikisan oleh laut. Di beberapa tempat, pantai merupakan campuran kerikil dan pasir ketika gelombang tidak cukup kuat untuk menghanyutkan semua pasir yang ada di pantai.

Pantai biasanya terbentuk di daerah dekat dengan terjadinya sedimentasi, misalnya pada dasar tebing pantai atau di dekat muara sungai. Endapan sedimen yang hanyut menuju pantai oleh arus dan gelombang menggantikan material-material yang ada ataupun hanyut menuju perairan yang lebih dalam terbawa sepanjang pantai.

2.1.2. Proses yang Terjadi di Pantai

Gelombang mendominasi dalam proses yang terjadi di pantai. Arus dan perputaran air (*turbulence*) menghasilkan gelombang yang menyeret sedimen bersamanya, dan arus sejajar pantai (*longshore currents*) yang disebabkan oleh gelombang dan pasang surut membawa sedimen sejajar dengan pantai. Perpindahan sedimen ini biasanya terjadi pada batas atas gelombang menuju batas

pada kedalaman 15 meter, sedangkan pasir dalam jumlah besar hanyut dalam bentuk suspensi.

Berdasarkan berbagai penelitian oleh Nugroho(2005), diketahui pantai mengalami perubahan musiman, terdapat periode dimana gelombang yang menuju pantai merupakan gelombang besar-pasir terbawa kembali ke pantai, biasanya membentuk pantai yang meninggi dan melebar.

Selain gelombang, angin juga memberikan distribusi yang besar, karena angin merupakan faktor utama terjadinya pergerakan arus dan gelombang. Perbedaan suhu dan kelembaban udara antara daratan dan lautan menyebabkan adanya angin yang berhembus baik dari darat menuju laut maupun sebaliknya. Pergerakan angin yang melewati permukaan laut menimbulkan gelombang yang memiliki kekuatan yang berbeda tergantung kecepatannya. Di pantai, angin dapat menimbulkan arus sejajar pantai yang arahnya mengikuti arah angin yang berhembus di sekitar pantai.

2.2 Karst

Esteban (dalam Bahagiarti, 2004) menjelaskan bahwa karst berasal dari asal kata “Ka-Krs” yang memiliki arti besar, luas, keras, dan gersang. Terminologi karst saat ini digunakan untuk memberi sebutan bagi suatu bentang alam yang mirip dengan Pegunungan Dinarid, suatu lahan karst yang luas dan sangat ideal, yang terdapat di wilayah bekas Yugoslavia.

Keberadaan karst di seluruh dunia tersebar cukup luas antara lain terdapat di Amerika Selatan, Amerika Utara, Eropa dan daerah Mediteranian serta Asia. Karst pada daerah tropik berbeda dengan karst di daerah subtropik, arid, mediteranian, perbedaan ini dipengaruhi oleh kelembaban udara dan banyaknya curah hujan pada masing-masing daerah.

Bentukan karst merupakan bagian dari muka bumi yang sangat unik yang merupakan hasil dari erosi bawah tanah yang memiliki batuan induk seperti *limestone* dan *marbel* yang terlarutkan oleh air. Air yang berasal dari hujan menghasilkan asam yang berasal dari reaksi kimia karbondioksida yang berasal dari atmosfer dan tanah. Secara perlahan lubang-lubang yang terdapat pada batuan

induk *limestone* dan *marbel* membuat batuan tersebut terlarut dan membuat lubang semakin membesar.

Bentukan karst secara umum terbentuk dari hasil pelarutan kapur oleh agen air. Yang dilarutkan adalah bahan batuan induk kebanyakan seperti *limestone*, *marbel* dan *dolomite*. Asam karbonat menyebabkan terangkatnya CO_2 ke atmosfer yang terlarutkan dalam air, dan ketika hujan turun proses pelarutan kapur pada permukaan sehingga menimbulkan formasi karst kapur yang unik yang kebanyakan memiliki sungai bawah tanah (Bahagiarti, 2004).

2.3 Gelombang dan Arus Laut

2.3.1. Gelombang Laut

Pethick (1984) menyebutkan bahwa dalam pembentukan atau proses geomorfologi di pantai banyak dipengaruhi oleh gelombang laut. Gelombang laut dapat terjadi oleh karena hembusan angin, gempa maupun letusan gunung bawah permukaan laut.

Susunan gelombang di laut baik bentuk maupun macamnya sangat bervariasi dan kompleks, bagian dari gelombang adalah :

- Puncak adalah titik tertinggi gelombang
- Lembah adalah titik terendah gelombang
- Tinggi adalah jarak vertikal antara puncak dan lembah
- Periode adalah waktu yang dibutuhkan terjadinya satu gelombang

Gelombang laut sebagai sumber energi, merupakan transformasi energi dari energi cahaya matahari menjadi energi mekanik angin, yang mengakibatkan perubahan energi menjadi potensial oleh gelombang yang dapat memberikan perubahan bentuk pantai.

Gelombang laut memiliki kurva berupa dan pergerakan gelombang yang khas. Kurva gelombang tidak berbentuk garis rata namun merupakan kurva, masing-masing kurva gelombang membentuk karakteristik khas pada panjang, tinggi, periode dan kecepatan gelombang masing-masing gelombang. Hubungan antara panjang, tinggi, periode, dan kecepatan gelombang memberikan kontribusi

akan dinamisasi gelombang yang dijadikan teori. Teori tersebut menjelaskan antara hubungan panjang gelombang, tinggi gelombang, kecepatan dan periode gelombang yang teori tersebut dikemukakan oleh,

1. Teori gelombang Airy. Teori ini dinamakan sesuai dengan pembuat teorinya yaitu Airy pada tahun 1845. Teori gelombang Airy diaplikasikan pada gelombang laut yang terjadi pada perairan laut yang dalam
2. Teori gelombang Stokes. Teori ini dinamakan sesuai dengan pembuat teorinya yaitu Stokes pada tahun 1847. Teori gelombang Stokes diaplikasikan pada gelombang laut yang terjadi pada perairan laut dengan segala macam jenis kedalaman
3. Teori gelombang Solitary, digunakan khusus untuk perairan dangkal yang terpisah dari lautan

Dari ketiga teori gelombang tersebut, teori gelombang oleh Stokes adalah teori yang paling mudah diaplikasikan, tetapi sayangnya memiliki kelemahan karena memasukan banyak persamaan yang rumit. Sebagai alternatif, banyak peneliti yang menggunakan teori gelombang Airy dibandingkan Solitary, karena teori Solotary digunakan hanya pada perairan yang dangkal dan terpisah dari lautan yang kondisi tersebut sedikit ditemukan.

Dengan prinsip dasar kontinuitas massa dan energi, teori gelombang Airy memberikan hubungan pokok antara panjang gelombang dengan periode gelombang dimana panjang gelombang dipengaruhi oleh periode gelombang serta kedalaman air laut ketika pengukuran.

Rumus gelombang oleh Airy diaplikasikan pada perairan yang memiliki rasio perbandingan d/L lebih dari $\frac{1}{4}$ yang berarti kedalaman perairannya lebih dari 100 m. Pada kedalaman perairan yang dangkal terjadi perubahan bentuk atau transformasi gelombang karena kedalaman < 100 meter maka perbandingan d/L akan kurang dari $\frac{1}{4}$ dan akan membuat nilai tangen hiperbolik menjadi konstan dengan nilai $r = 1$. Dengan nilai r yang konstan, perbandingan d/L akan menjadi kurang dari $1/20$ yang merupakan nilai pada kedalaman yang dangkal yakni kedalaman air $< 1/20$ dari panjang gelombang, maka nilai r menjadi $\frac{2\pi d}{L}$ dengan membuat tangen hiperbolik tidak perlu digunakan. Hal ini membuat perubahan pada rumus menjadi lebih sederhana, panjang gelombang tetap dipengaruhi oleh

periode gelombang serta kedalaman air laut, namun operasi pada rumus lebih sederhana. Pantai yang memiliki kedalaman yang dangkal dapat menggunakan rumus Airy yang telah dimodifikasi untuk mendapatkan data akurat panjang gelombang.

2.3.2. Energi Gelombang

Energi yang dihasilkan oleh gelombang terdapat dalam dua bentuk, yaitu energi potensial dan kinetik. Berdasarkan teori gelombang Airy (dalam Pethick, 1984), diasumsikan bahwa dua (2) bentuk energi yang dihasilkan oleh gelombang memiliki energi yang sama besarnya dan total dari kedua bentuk energi gelombang tersebut.

Energi gelombang sangat dipengaruhi juga oleh kecepatan gelombang dan kecepatan angin yang akan membantu menciptakan adanya gelombang pada permukaan air laut. Besar kecilnya energi nantinya juga akan memberikan pengaruh terhadap pembentukan rata-rata diameter butir sedimen pada pantai selain kondisi besar lereng gisiknya.

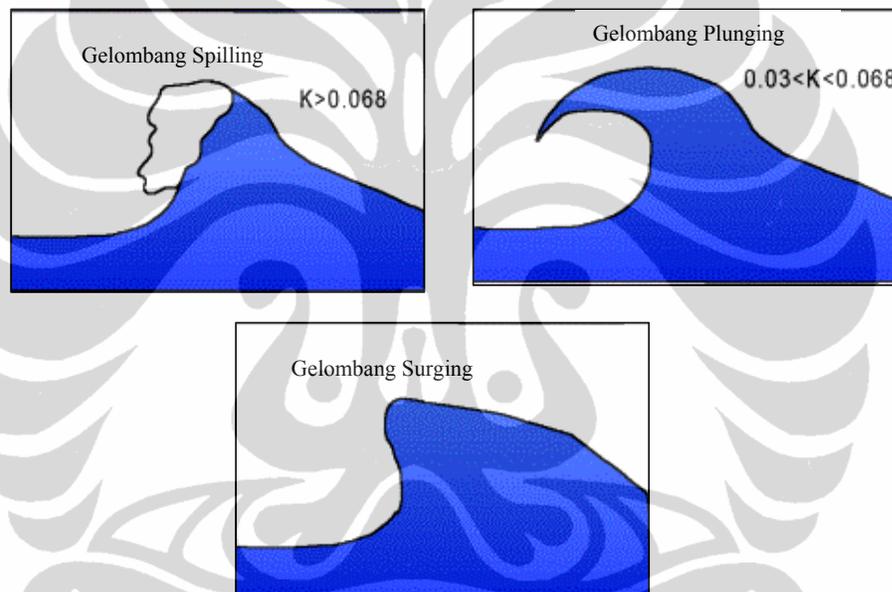
2.3.3. Tipe Bentuk Gelombang

Gelombang yang merupakan kurva sinusoidal membentuk sebuah bentukan yang didefinisikan oleh Galvin, 1972(dalam Pethick, 1984) dimana H_b adalah tinggi maksimum hempasan gelombang dalam satuan meter, g adalah gravitasi bumi, s adalah lereng pantai dalam satuan persentase dan T adalah periode terjadinya satu gelombang dalam satuan detik. Menurut Galvin, apabila nilai K lebih besar dari 0,068 maka tipe gelombangnya adalah spilling, jika nilai K berada pada nilai 0,003 sampai 0,068 tipe gelombangnya adalah plunging dan jika nilai K kurang dari 0,003 maka tipe gelombangnya adalah surging, yang dapat dilihat pada tabel 4 dan gambar 2.

Tabel 4. Tipe Bentuk Gelombang

Nilai K	Jenis Bentuk Gelombang
$K > 0,068$	Spilling
$0,003 < K < 0,068$	Plunging
$K < 0,003$	Surging

Sumber : Pethick, 1984



Gambar 2. Tipe Bentuk Gelombang yang dikemukakan oleh Galvin, 1972 (dalam Pethick, 1984)

2.4 Butir Sedimen Pantai

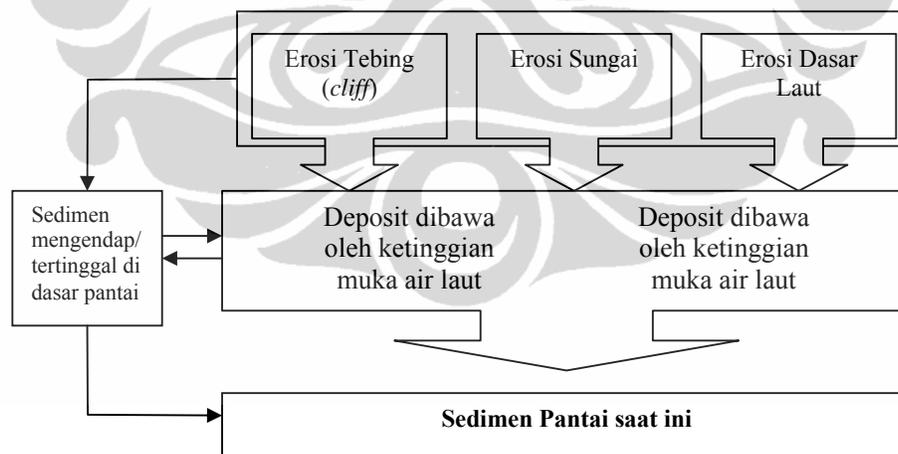
Faktor gelombang, arus laut, dan pasang surut memiliki kaitan dengan karakteristik pantai berupa butir sedimennya. Butir sedimen diproduksi oleh batuan induk yang hancur baik oleh pelapukan atau erosi (Sullivan, 2001). Komposisi dari butir sedimen terdiri atas sedimen klastik yang berasal dari batuan biogenik sedimen yang berasal dari jasad renik hewan invertebrata. Pada kawasan

tropis yang memiliki kondisi perairan yang banyak mengandung kalsium karbonat, dapat menghasilkan endapan biogenik sedimen yang tidak secara langsung dibentuk oleh proses biogenik.

2.4.1. Sumber Butir Sedimen

Banyak yang menganggap bahwa sumber dari sedimen di pantai adalah hasil erosi tebing (*cliff*) pantai, namun pada kenyataannya erosi pada tebing pantai tidak berkontribusi besar untuk pembentukan butir sedimen pada pantai. Inman (1960) dalam hal ini menyatakan bahwa zona terjadinya gelombang laut maksimum maka kurang dari 5 % sedimen pantai terbentuk secara langsung dari erosi tebing pantai (*cliff*). Selebihnya sedimen terbentuk akibat erosi dasar laut dan dari sungai.

Menurut Emery dan Milliman (1978) mereka mengestimasi bahwa rata-rata terjadi erosi sebanyak 5 cm tiap tahun dari seluruh kejadian erosi tebing pada pantai di seluruh dunia. Dan fakta menyatakan bahwa suplai sedimen dari sungai merupakan *input* (masukan) sedimen pada pantai yang terbesar (sampai 90 %). Jadi sedimen bersumber dari erosi tebing pantai, erosi sungai, dan erosi dasar laut seperti pada gambar berikut.



Gambar 3. Proses terjadinya sedimen di pantai (Pethick, 1984)

2.4.2. Ukuran Butir Sedimen

Ukuran butir sedimen adalah salah satu kondisi fisik pada pantai yang dapat menjelaskan karakteristik sebuah pantai. Ukuran pasir dipengaruhi oleh besar-kecilnya energi gelombang pada pantai dan lereng pantai (gisik). Ukuran butir sedimen nantinya dikelaskan diameternya yang kemudian dihitung logaritma Phi (Φ) diameter butir sedimennya agar dapat diklasifikasikan menurut analisis ukuran sedimen menurut Wentworth.

Tabel 5. Skala Jenis Sedimen Pantai

Nilai Φ	Jenis Sedimen	
-5 - -2 Φ	Pebble (Batu Kerikil)	
-2 - -1 Φ	Granule (Butiran)	
-1 - 0 Φ	Sand (Pasir)	Sangat Kasar
0 - +1 Φ		Kasar
+1 - +2 Φ		Medium
+2 - +3 Φ		Halus
+3 - +4 Φ		Sangat Halus
+4 - +5 Φ	Silt (Lumpur)	Kasar
+5 - +6 Φ		Medium
+6 - +7 Φ		Halus
+7 - +8 Φ		Sangat Halus

Sumber : Wentworth dalam Pethick 1984