

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Pemecah gelombang atau *Breakwater* adalah prasarana yang di bangun untuk memecahkan gelombang laut, dengan menyerap sebagian energi gelombang. Perencanaan bangunan pantai didasarkan pada pengetahuan ilmu Teknik Pantai yang merupakan cabang dari Teknik Sipil dan berdasar pada ilmu kelautan (*oceanography*), meteorologi, mekanika fluida, elektronika, mekanika struktur, geologi dan morfologi, matematika dan statistik, mekanika tanah, dan mekanika bahan. Ilmu teknik pantai mempunyai aplikasi di daerah pantai, seperti penanggulangan masalah erosi pantai dengan membuat bangunan-bangunan pantai, penanggulangan endapan di muara sungai dan alur pelayaran serta kolam pelabuhan, pembangunan pelabuhan dan sebagainya (Triatmodjo, 2012).

2.2 Gelombang

Gelombang adalah pergerakan naik turunnya air dengan arah tegak lurus permukaan air laut yang membentuk kurva atau grafik sinusoidal. Pengetahuan akan Gelombang Laut sangat penting dalam perencanaan pelabuhan dan bangunan pengaman pelindung pantai. Gelombang di laut dapat deibedakan menjadi beberapa macam tergantung pada gaya pembangkitnya. Gelombang tersebut adalah gelombang angin yang di bangkitkan oleh tiupan angin di permukaan laut, gelombang pasang surut dibangkitkan oleh gaya tarik benda-benda langit terutama matahari dan bulan terhadap bumi, gelombang tsunami dibangkitkan oleh letusan gunung berapi atau gempa, dan gelombang buatan yang dibangkitkan oleh kapal yang bergerak (Triatmodjo, 2012).

2.3 Arus Laut

Arus laut adalah pergerakan massa air secara vertikal dan horizontal sehingga menuju keseimbangannya atau gerakan air yang sangat luas yang terjadi di seluruh lautan dunia (Hutabarat dan Evans, 1996).

Arus juga merupakan gerakan mengalir suatu massa air yang dikarenakan tiupan angin atau perbedaan densitas atau pergerakan gelombang panjang (Nontji, 1987).

Menurut Sahala Hutabarat, selain angin, arus dipengaruhi oleh paling tidak tiga faktor yaitu:

1. Bentuk topografi dasar lautan dan pulau-pulau yang ada di sekitarnya. Beberapa sistem lautan utama di dunia dibatasi oleh massa daratan dari tiga sisi dan pula oleh arus *equatorial counter* di sisi yang keempat. Batas-batas ini menghasilkan sistem aliran yang hampir tertutup dan cenderung membuat aliran mengarah dalam suatu bentuk bulatan.
2. Gaya Coriolis dan arus Ekman. Gaya coriolis memengaruhi aliran masa air, di mana gaya ini akan membelokkan arah mereka dari arah yang lurus. Gaya coriolis juga menyebabkan timbulnya perubahan-perubahan arah arus yang kompleks susunannya yang terjadi sesuai dengan semakin dalamnya kedalaman suatu perairan.
3. Perbedaan densitas serta *upwelling* dan *sinking*. Perbedaan densitas menyebabkan timbulnya aliran massa air dari laut yang dalam di daerah kutub selatan dan kutub utara ke arah daerah tropis.

Adapun jenis-jenis arus dibedakan menjadi dua bagian, yaitu:

1. Berdasarkan penyebab terjadinya
 - a. Arus Ekman: Arus yang dipengaruhi oleh angin.
 - b. Arus Termohaline: Arus yang dipengaruhi oleh densitas dan gravitasi.
 - c. Arus Pasut: Arus yang dipengaruhi oleh Pasang surut.
 - d. Arus Geostropik: Arus yang dipengaruhi oleh gradient tekanan mendatar dan gaya coriolis.

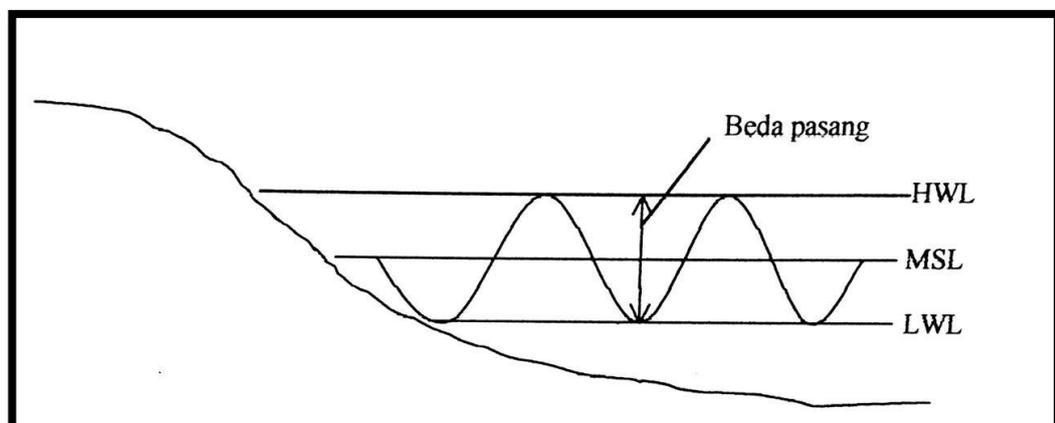
- e. *Wind Driven Current*: Arus yang dipengaruhi oleh pola pergerakan angin dan terjadi pada lapisan permukaan.
2. Berdasarkan Kedalaman
- Arus Permukaan: Terjadi pada beberapa ratus meter dari permukaan, bergerak dengan arah horizontal dan dipengaruhi oleh pola sebaran angin.
 - Arus Dalam: Terjadi jauh di dasar kolom perairan, arah pergerakannya tidak dipengaruhi oleh pola sebaran angin dan membawa massa air dari daerah kutub ke daerah ekuator.

2.4 Pasang Surut

Pasang surut (pasut) adalah suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda-benda astronomi terutama oleh matahari, bumi dan bulan. Posisi tinggi elevasi pasang surut dibagi sebagai berikut :

<i>Highest High Water Level</i> (HHWL)	=	taraf muka air tinggi
<i>Lowest Low Water Level</i> (LLWL)	=	taraf muka air terendah
<i>Mean Sea Level</i> (MSL)	=	taraf muka air rata-rata

Antara HWL dan LWL disebut beda pasang surut seperti terlihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Beda Pasang Surut (Tidal Range)
(Sumber : *Shore Protection Manual Volume III*)

Kegunaan pasang surut (pasut) antar lain:

1. Menentukan elevasi muka air tertinggi (HWL), yaitu untuk menentukan elevasi puncak bangunan, seperti dermaga, tanggul pantai, krib, dan sebagainya supaya tidak terjadinya limpasan yang menyebabkan runtuhnya bangunan.
2. Untuk keperluan penyelidikan muara dan pantai dalam membuat program pengukuran topografi dan batimetri
3. Menentukan reduksi dalam pengukuran batimetri untuk pembuatan peta hidrografi dan menentukan bidang persamaan
4. Untuk keperluan pelayaran.
5. Sebagai sumber tenaga listrik.

2.5 Transformasi Gelombang

Menurut Eka (2009) yang diambil dari Yuwono (1999) bahwa gelombang yang menjalar dari laut lepas memasuki perairan pantai akan mengalami transformasi yaitu kecepatan gelombang akan berkurang karena pengaruh gesekan dasar, panjang gelombang semakin pendek, gelombang mengalami pembelokan arah atau mengalami *refraksi*. Refraksi terjadi karena perubahan gelombang ketika memasuki perairan dangkal, bila gelombang membentur ujung dari pemecah gelombang, atau bagian pantai lainnya akan terjadi *difraksi* (Syahreza 2018).

2.6 Jenis Permasalahan Pantai

Beberapa permasalahan pantai salah satunya adalah erosi

- a. Erosi; proses mundurnya garis pantai dari kedudukan semula yang antara lain disebabkan oleh tidak adanya keseimbangan antara pasokan dan kapasitas angkutan sedimen. Perubahan morfologi pantai jenis ini biasa terjadi pada pantai landau (Yanuarianto 2018).

2.7 Jenis Bangunan Pengaman Pantai

Usaha pengamanan erosi dan abrasi pantai antara lain dapat dilakukan dengan pembuatan :

2.7.1 Pemecah Gelombang

Salah satu bangunan pemecah gelombang (*breakwater*) adalah pemecah gelombang lepas pantai (Gambar 2.2) Bangunan tipe ini banyak digunakan sebagai pelindung pantai terhadap erosi dengan menghancurkan energi gelombang sebelum mencapai pantai dengan maksud mereduksi hilangnya sedimen pada bibir pantai. Perairan di belakang bangunan menjadi tenang sehingga terjadi endapan di daerah tersebut.

Proses pembentukan *sailent* apabila garis puncak gelombang sejajar dengan garis pantai asli, terjadi difraksi di daerah terlindung di belakang bangunan, di mana garis puncak gelombang membelok dan membentuk busur lingkaran perambatan gelombang yang terdifraksi tersebut disertai dengan angkutan sedimen menuju ke daerah terlindung dan diendapkan di perairan di belakang bangunan, Pengendapan sedimen ini menyebabkan terbentuknya *sailent*. Proses tersebut akan berlanjut sampai garis pantai yang terjadi sejajar dengan garis puncak gelombang terdifraksi.



Gambar 2. 2 Pemecah Gelombang Lepas Pantai

(Sumber : Kajian Penanganan Kerusakan Pantai Akibat Erosi Di Pantai Plentong Syahreza, 2018)

2.7.2 Revetment

Revetment atau perkuatan lereng merupakan bangunan yang dibangun pada garis pantai dan digunakan untuk melindungi pantai dari serangan gelombang dan limpasan gelombang. Bentuk bangunan pengamanan pantai ini dengan struktur miring yang ditempatkan pada suatu lereng memiliki fungsi untuk perlindungan suatu tebing alur pantai atau permukaan lereng terhadap pengaruh gelombang dan arus. *Revetment* tidak berfungsi sebagai penahan tanah di belakang konstruksi.

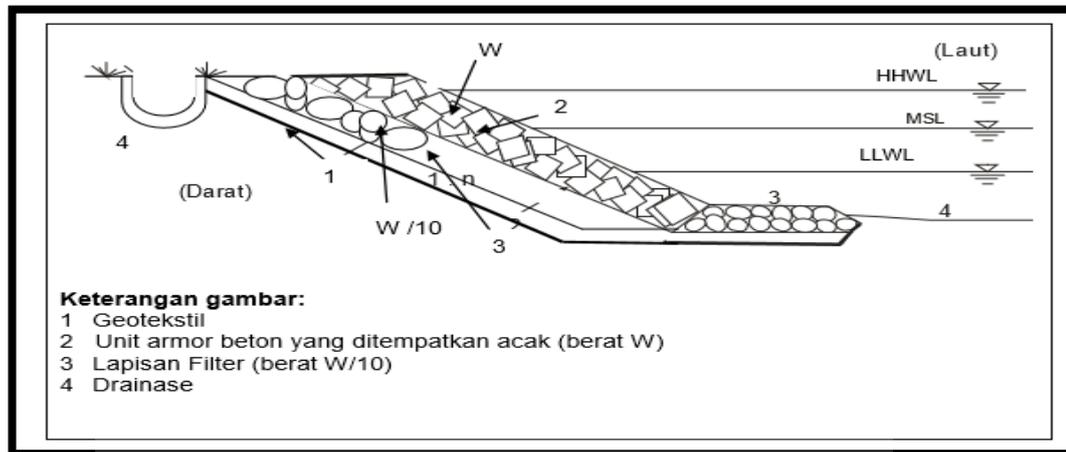
Menurut Yanuario (2018) diambil dalam Triatmodjo (2011) bahwa *Revetment* bisa terbuat dari *armor* yang fleksibel dan tak kedap air ataupun berupa perkerasan dan kedap air. *Armor* yang digunakan adalah susunan batu kosong, blok-blok beton, plat beton, pasangan batu dan beton. Sebuah *revetment* akan menjadi kaku atau fleksibel, tergantung pada material yang digunakan sebagai *armor*nya.

Konfigurasi *Revetment* tersusun atas konfigurasi sebagai berikut:

1. Lapisan pelindung luar untuk menahan hempasan gelombang. Lapisan ini dapat berupa blok-blok beton atau susunan batu kosong, atau geobag atau lapisan filter yang dikenal dengan istilah *armor*. Dimensi unit *armor* tergantung dari:
 - a. Tinggi gelombang
 - b. Kondisi gelombang (pecah/tidak pecah)
 - c. Bagian struktur (badan atau kepala)
 - d. Koefisien stabilitas *armor* dan jumlah lapisan *armor*
 - e. Cara penempatan *armor*(sembarang atau teratur)
 - f. Berat jenis *armor*
 - g. Kemiringan talud

Susunan *armor* Komponen a. sampai dengan komponen . merupakan variabel di dalam formula Hudson untuk menghitung berat *armor* yang dibutuhkan.

2. Lapisan filter
3. Lapisan inti



Gambar 2. 3 Desain *revetment* dengan urugan *armor* blok beton

(Sumber : Kajian Penanganan Kerusakan Pantai Akibat Erosi Di Pantai Plentong Syahreza, 2018)

Revetment dapat didesain dengan atau tanpa pertimbangan adanya limpasan yang melewati mercu. Untuk *revetment* yang direncanakan tidak ada limpasan, elevasi mercu minimum harus sama dengan tinggi rayapan maksimum saat air tinggi. Namun, untuk *revetment* yang direncanakan dengan adanya limpasan, maka perlu dihitung besaran limpasan dan harus menyediakan saluran-saluran drainase *revetment* untuk mengalirkan air agar beban ke *revetment* tidak terlalu besar. Material penyusun *revetment* dapat dibedakan menjadi:

1. *Armor* batu tipe *rubble mound* dan penggantinya seperti beton

- a. *Revetment armor* batu

Hal-hal yang berkenaan dengan *armor* batu adalah

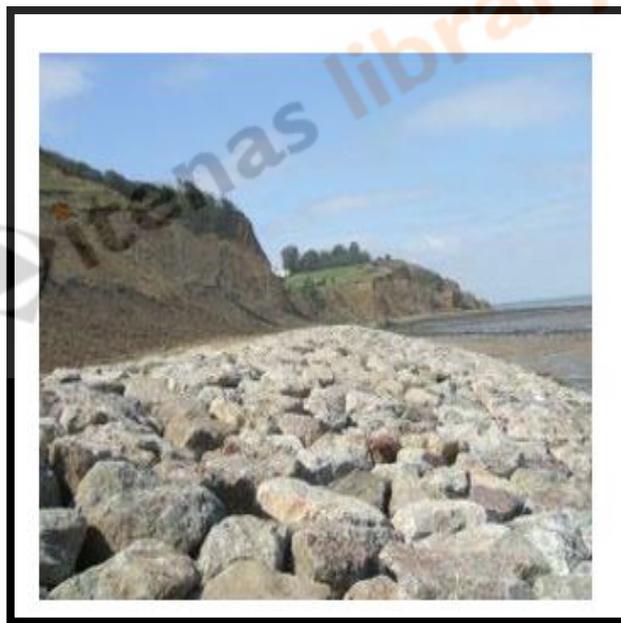
- i. Berat dari satu unit batu merupakan penentu kestabilan suatu lapisan *armor*
- ii. Material ini tahan lama tak lekang terhadap waktu
- iii. *Revetment armor* batu pada saat ini merupakan bentuk sangat umum yang digunakan di Indonesia.

- iv. Ketidakterersediaan batu yang ukurannya sesuai dengan kebutuhan dapat menjadi masalah di beberapa daerah. Hal ini disebabkan adanya variasi harga satuan material batu di seluruh wilayah dan permasalahan lingkungan yang disebabkan oleh pengambilan batu.

b. *Revetment armor* beton

Hal-hal yang berkenaan dengan armor beton adalah:

- i. Berat individu *armor* W sangat penting untuk menjaga kestabilan akibat hantaman gelombang.
- ii. Faktor penentu dalam penentuan berat adalah ikatan antara *armor*. *Armor* dolos, tetrapod mempunyai ikatan yang sangat besar dari unit *armor* karena bentuk kaki -kakinya, sehingga dapat mengurangi berat pada setiap unit untuk mendapatkan kualitas stabilitas yang sama.



Gambar 2. 4 *Revetment* terbuat dari batu tipe material rubble mound

(Sumber : Kajian Penanganan Kerusakan Pantai Akibat Erosi Di Pantai Plentong Syahreza, 2018)

Ukuran dan berat dari unit *armor* dan batuan di bawahnya harus dibedakan, dimana ukuran dan berat semakin ke lapisan inti semakin kecil. Jika pasir di bawah lapisan inti naik bercampur dengan batuan di atasnya dan mengakibatkan pada

penurunan struktur *revetment* (*sinking*, tenggelam), maka kegagalan fungsi *revetment* akan terjadi. Untuk mencegah hal itu, antara lapisan pasir dengan lapisan inti harus dipasang suatu bentuk penghalang yang disebut geotekstil atau matras bambu. Bahan geotekstil ini berfungsi untuk menahan material pasir atau sub-tanah yang ada di bawah lapisan inti untuk tidak bercampur dengan struktur *revetment*.

Pertimbangan penting ketika menentukan kesesuaian dan desain *revetment* dari batu/beton, di antaranya:

a. Ukuran batu/unit beton dan besarnya (untuk geometri struktur, yakni kemiringan dan ketinggian puncak struktur) :

1. Tahan terhadap aksi gelombang
2. Efek run-up dan limpasan
3. Keamanan publik dan pertimbangan fasilitas yang digunakan

b. Kebutuhan untuk penyaringan dan stabilitas pondasi

c. Spesifikasi material

1. Durabilitas
2. Ketersediaan
3. Harga
4. Lokasi material

Batuan/unit beton sering digunakan untuk *armor* *revetment* karena memiliki beberapa keuntungan, antara lain:

a. Kekasaran dan permeabilitas dapat membantu mengurangi gelombang run-up dan limpasan

b. Refleksi gelombang dapat berkurang, dapat mereduksi erosi pantai pada kaki-kakinya, memungkinkan meningkatkan akresi

c. Struktur akan memiliki kapasitas untuk 'memulihkan sendiri' setelah kerusakan oleh aksi gelombang

d. *Revetment* dari batu/unit beton tidak mungkin untuk tiba-tiba runtuh, yakni secara tipikal kegagalan terjadi secara berangsur-angsur dibandingkan tembok

laut yang runtuh tanpa ada peringatan

e. Batuan/unit beton dapat memberikan sebuah ‘tempat’ habitat koloni–koloni laut.

2.7.3 Groin

Groin adalah bangunan pelindung pantai yang biasanya dibuat tegak lurus garis pantai, dan berfungsi untuk menahan tanspor sedimen sepanjang pantai, sehingga bisa mengurangi/ menghentikan erosi yang terjadi. Bangunan ini juga digunakan untuk menahan masuknya transport sedimen sepanjang pantai ke pelabuhan atau muara sungai. Fungsi groin adalah menahan sedimen yang terangkut sepanjang pantai, sehingga sedimen tidak berpindah ke tempat lain (Triatmodjo, 2011)

Pengaruh groin tunggal terhadap garis pantai adalah terjadinya sedimentasi pada sisi *updrift* dan erosi pada sisi *downdrift*. Pengaruh kejadian tersebut akan mencapai jarak tertentu dari struktur. Akibatnya, jika mengamati satu sistem groin (satu seri groin) maka garis pantai akan terlihat seperti “gigi gergaji” diantara groin dan terjadi perbedaan elevasi pantai antara *updrift* dan *downdrift*.

Desain groin dibuat panjang,pendek,tinggi atau rendah tergantung dengan keperluannya. Makin tinggi dan makin panjang groin, makin tinggi kapasitas menahan endapan sedimen. Berikut material – material penyusun Groin :



Gambar 2. 5 Groin kayu

(Sumber : Kajian Penanganan Kerusakan Pantai Akibat Erosi Di Pantai Plentong Syahreza, 2018)



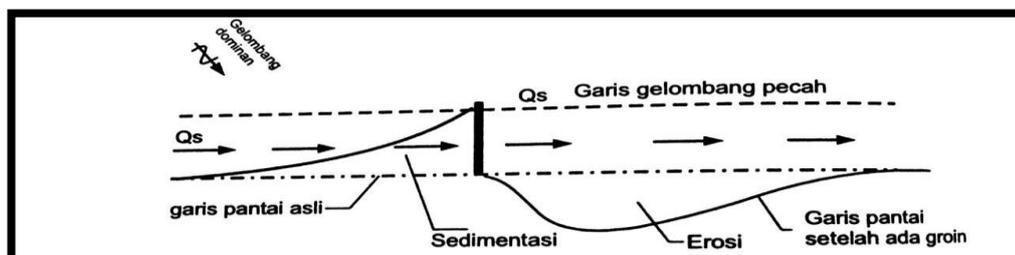
Gambar 2. 6 Groin baja

(Sumber : Kajian Penanganan Kerusakan Pantai Akibat Erosi Di Pantai Plentong Syahreza, 2018)



Gambar 2. 7 Groin seri pada pantai

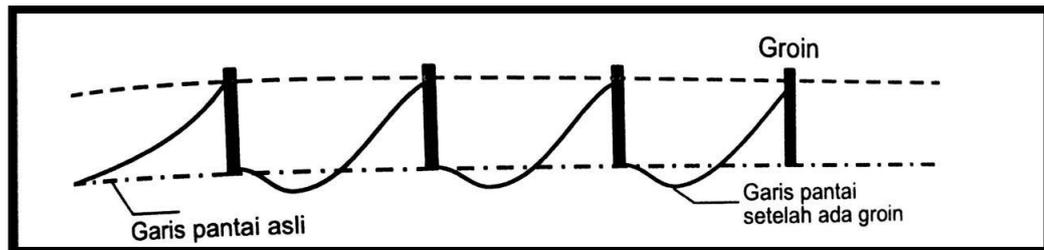
(Sumber : Kajian Penanganan Kerusakan Pantai Akibat Erosi Di Pantai Plentong Syahreza, 2018)



Gambar 2. 8 Groin tunggal dan perubahan garis pantai yang ditimbulkan

(Sumber : Perencanaan Bangunan Pantai, Bambang Triatmodjo, 2011)

Perlindungan pantai dengan menggunakan satu buah groin tidak efektif. Biasanya perlindungan pantai dilakukan dengan membuat suatu seri bangunan yang terdiri dari beberapa groin yang ditempatkan dengan jarak tertentu seperti gambar 2.9



Gambar 2. 9 Seri groin dan perubahan garis pantai yang ditimbulkan
(Sumber : Perencanaan Bangunan Pantai, Bambang Triatmodjo, 2011)