

PENANGGULANGAN EROSI PANTAI KUALA PENET KABUPATEN LAMPUNG TIMUR

Eva Rolia

Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro
Jl. Ki Hajar Dewantara 15 A Metro, Lampung.
Email : roliaeva@yahoo.com

ABSTRAK

Kondisi Pantai Kuala Penet di masa lalu adalah hutan bakau, berlumpur, sedikit berpasir, banyak sungai yang mengangkut sedimen suspensi ke laut dan kemiringan laut / pantai sangat landai. Akibat penebangan yang dilakukan oleh penduduk, hutan bakau yang selama ini ada telah tergantikan oleh lahan tambak yang dimiliki secara perorangan oleh masyarakat setempat. Karena itu pantai di Kuala Penet Labuhan Maringgai mengalami erosi yang cukup parah karena gelombang yang datang menghantam langsung ke daerah pantai tersebut. Penyebab terjadinya kerusakan Pantai Kuala Penet adalah erosi yang ditimbulkan oleh gelombang. Usaha penanggulangan Pantai Kuala Penet sudah pernah dilakukan oleh swadaya masyarakat, namun hasilnya kurang maksimal. Erosi yang terjadi di Pantai Kuala Penet antara 5 -71 m dalam 3 tahun.

Dengan beberapa perbandingan kelayakan bangunan pantai, tipe bangunan yang paling dapat diterapkan untuk mengatasi pantai yang terkena erosi adalah bangunan revetment, karena mudah, mudah dalam pelaksanaan, bahan mudah didapat dan masyarakat dapat berperan dalam pelaksanaannya.

Konstruksi organik atau hutan bakau juga diterapkan, karena fungsi hutan bakau adalah untuk mengembalikan kondisi ekosistem pantai. Selain melindungi pantai, pohon bakau dapat melindungi keberadaan tambak rakyat yang ada disepanjang pantai. Kedua kombinasi alternatif berupa bangunan pengaman pantai dan penanaman hutan bakau akan mendapatkan hasil yang lebih baik.

Usaha non teknis yang dapat dilakukan untuk mencegah dan menanggulangi kerusakan pantai akibat gelombang adalah dengan menerapkan peraturan daerah dan hukum yang berkaitan dengan pembatasan daerah pantai yang boleh dikelola atau yang dapat dibuat permukiman oleh penduduk.

Kata Kunci : Erosi pantai, Revetment

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pantai Kuala Penet merupakan salah satu pantai yang ada di Kabupaten Lampung Timur, dengan keadaan fisik daerah adalah daerah pantai yang menghadap ke Laut Jawa. Secara geografis Lampung Timur terletak di $05^{\circ}21'50,99''$ LS dan $105^{\circ}49'10,05''$ BT.

Penyebab terjadinya kerusakan Pantai Kuala Penet adalah erosi yang ditimbulkan

oleh gelombang. Usaha penanggulangan Pantai Kuala Penet sudah pernah dilakukan oleh swadaya masyarakat, namun hasilnya kurang maksimal. Erosi yang terjadi di Pantai Kuala Penet antara 5 -71 m dalam 3 tahun, sehingga Pantai Kuala Penet memerlukan penanganan dengan segera karena jika dibiarkan, erosi akan merusak pasar, perkampungan penduduk dan tempat peribadatan.

Maksud dan Tujuan

Mencari alternatif pemecahan terhadap permasalahan erosi dan menentukan konsep penanggulangan erosi yang tepat, sehingga Pantai Kuala Penet menjadi pantai yang stabil.

Ruang Lingkup Kajian

Tinjauan keadaan di Pantai Kuala Penet dengan mengumpulkan data gelombang dan angin, data pasang surut, data perubahan garis pantai dari study terdahulu, memberikan solusi / alternatif pemecahan masalah

Tinjauan Pustaka

Pengertian Kawasan Pesisir

Ditinjau dari garis pantai (*coastline*) maka wilayah pesisir terdiri dari batas sejajar pantai (*longshore*) dan batas tegak lurus pantai (*cross shore*). Menurut kesepakatan internasional terakhir, wilayah pesisir diartikan sebagai wilayah peralihan antara laut dan daratan.

Proteksi Garis Pantai

Garis pantai, karena suatu sebab alami atau buatan dapat mengalami erosi dan abrasi. Masalah erosi menyebabkan kehancuran pada infrastruktur dan juga pasir pantai yang merupakan daya tarik pariwisata. Masalah abrasi dapat mengganggu alur pelayaran dan juga mulut sungai sehingga mengakibatkan banjir di bagian hulu. garis pantai harus dijaga dengan suatu sistem proteksi yang baik dan dapat mengatasi masalah jangka panjang yang mungkin terjadi. Oleh karena itu sangat diperlukan pengetahuan yang mendalam tentang proses terjadinya erosi dan abrasi serta ekosistem eksisting kawasan yang kan diproteksi oleh para pelaku atau pelaksana pekerjaan.

Prof.Ir. Hang Tuah, M.OcE, PhD menuliskan dalam makalah berjudul Sistem Proteksi Erosi Pantai bahwa system

proteksi harus diseleksi berdasarkan aspek Teknis,ekonomi, lingkungan, estetika.

Saat ini telah berkembang dua metoda sistem proteksi pantai, yaitu metoda rekayasa lunak (*soft engineering*) dan metoda konvensional atau metoda rekayasa keras (*hard engineering*). Kedua metoda ini sangat bergantung pada lokasi garis pantai yang dilindungi (*site specific*). Kedua metoda tadi dalam implementasi di lapangan dapat dikombinasikan satu sama lain sehingga mendapatkan hasil yang lebih optimal.

Metoda Proteksi Rekayasa Lunak

Model-model pekerjaan teknis yang termasuk katagori rekayasa lunak (*soft engineering*) sebagai berikut :

1. Retreat
Metode retreat menghendaki adanya zona penyangga antara bangunan dan garis pantai, cocok untuk kawasan pesisir yang masih belum padat ataupun masih belum dikembangkan
2. Beach nourishment
Salah satu dari penyebab garis pantai mundur ke arah daratan,kondisi ini dapat ditanggulangi dengan cara mengisi pasir baru di kawasan pantai tersebut.
3. Artificial reef
Metoda ini menirukan fungsi karang (*coral*) sebagai peredam energi dan sebagai tempat berkembang biak biota laut.
4. Beach planting (*mangrove* atau karang laut)
Beach planting atau penanaman pantai, terutama dilakukan dalam rangka untuk merestorasi pantai yang mengalami kerusakan akibat campur tangan manusia yang berlebihan. Mangrove adalah jenis tanaman pantai yang banyak dipakai dalam metoda ini. Penanaman mangrove telah banyak diusahakan di berbagai tempat di Indonesia.
Hutan mangrove mempunyai fungsi ekologis sebagai penyedia nutrisi bagi biota perairan, dan memberikan sumbangan

bahan organik bagi perairan di sekitarnya. Ada 3 parameter lingkungan utama yang mempengaruhi kelestarian hutan mangrove, yaitu :

1. Pasokan air tawar dan salinitas, ketersediaan air tawar bergantung pada
 - Frekuensi dan volume air dari sungai dan irigasi tanaman
 - Frekuensi dan volume air dari pertukaran pasang surut
2. Pasokan nutrisi
3. Stabilitas substrat.
4. Dewatering

Prinsip kerjanya adalah mereduksi tekanan air pada swash zone, sehingga lereng pada zona tersebut menjadi lebih stabil, dan ketika aliran menggenangnya tidak ada sediment yang terbawa oleh air.

Metoda Proteksi Rekayasa Keras

Model-model pekerjaan teknis yang termasuk katagori rekayasa keras (*hard engineering*) sebagai berikut :

1. Revetment, Seawall, dan Bulkhead
Type bangunan pelindung pantai ini dibangun langsung di dekat perbatasan antara daratan dengan air, dan sejajar dengan garis pantai.
2. Groin
Groin berfungsi untuk menstabilisasi pantai, menahan laju sediment yang bergerak sejajar pantai, dan menjaga agar lebar berm tidak berkurang.
3. Detached Breakwater
Detached Breakwater atau offshore breakwater berfungsi mengurangi energi gelombang yang datang dari lepas pantai ke pantai, sehingga akan mengurangi erosi.
4. Headland Control

Metoda ini memanfaatkan keseimbangan garis pantai alami (garis pantai stabil). Untuk gelombang yang arah datangnya didominasi oleh satu arah, metoda ini cukup efektif dan murah untuk digunakan. Aplikasi headland control di pantai dapat menggunakan detached break water atau offshore breakwater

Perhitungan Fetch Efektif.

Fetch adalah daerah pembangkit gelombang. Data-data fetch diperlukan untuk keperluan hindcasting. Di dalam pembangkitan gelombang di laut, fetch dibatasi oleh daratan yang mengelilingi laut. Arah fetch bisa datang dari segala arah, dengan besarnya dihitung sebagai berikut:

$$F_{\text{eff}} = \frac{\sum X_i \cos(\alpha)}{\sum \cos(\alpha)}$$

di mana :

F_{eff} = panjang fetch efektif;

X_i = panjang segmen fetch yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung akhir fetch;

α = deviasi pada kedua sisi dari arah angin (-20° sampai 20°).

Hindcasting Gelombang.

Hindcasting gelombang dimaksudkan untuk memperkirakan tinggi (H) dan periode (T) gelombang akibat adanya angin dengan besar, arah, dan durasi tertentu.

Distribusi Kecepatan Angin.

Di daerah geostropik yang berada di atas 1.000 m, kecepatan angin adalah konstan. Di bawah daerah tersebut terdapat dua daerah yaitu daerah Ekman yang berada pada elevasi dari 100 m sampai dengan 1.000 m dan daerah di mana tegangan konstan yang berada pada elevasi dari 10 m sampai dengan 100 m. di kedua daerah tersebut kecepatan dan arah angin berubah sesuai dengan elevasi karena adanya gesekan dengan permukaan laut dan perbedaan temperatur antara air dengan udara.

Distribusi Kecepatan Angin.

Di daerah geostropik yang berada di atas 1.000 m, kecepatan angin adalah konstan. Di bawah daerah tersebut terdapat dua daerah yaitu daerah Ekman yang berada pada elevasi dari 100 m sampai

dengan 1.000 m dan daerah di mana tegangan konstan yang berada pada elevasi dari 10 m sampai dengan 100 m. di kedua daerah tersebut kecepatan dan arah angin berubah sesuai dengan elevasi karena adanya gesekan dengan permukaan laut dan perbedaan temperatur antara air dengan udara.

Data Angin.

Data angin yang digunakan untuk hindcasting gelombang adalah data di permukaan laut pada lokasi pembangkitan.

Perkiraan Gelombang Dengan Periode Ulang (Analisis Frekuensi).

Frekuensi gelombang - gelombang besar merupakan faktor yang mempengaruhi perencanaan bangunan pantai. Untuk menetapkan gelombang dengan periode ulang tertentu dibutuhkan data gelombang dengan jangka waktu pengukuran cukup panjang (beberapa tahun). Periode ulang adalah suatu interval rata-rata yang dinyatakan dalam satuan waktu (tahun) antara peristiwa terjadinya gelombang yang tertentu besarnya dengan suatu gelombang yang bernilai sama atau melampauinya.

Dari setiap tahun pencatatan dapat ditentukan besarnya gelombang representatif misalnya H_s , $H_{rata-rata}$, H_{max} , dan sebagainya. Berdasarkan data representatif untuk beberapa tahun pengamatan tersebut dapat diperkirakan gelombang yang akan disamai atau dilampaui satu kali di dalam kurun waktu T tahun. Gelombang tersebut dikenal sebagai gelombang dengan periode ulang T tahun atau gelombang T tahunan.

Gelombang Pecah

Dalam perambatan gelombang dari perairan dalam ke perairan dangkal, gelombang akan mengalami suatu perubahan tinggi, arah, kecepatan dan panjang gelombang yang disebabkan oleh proses pendangkalan dan refraksi

gelombang. Pecahnya gelombang ini biasanya terjadi pada saat gelombang mendekati pantai, dimana puncak gelombang menjadi tajam dan kedalamannya mencapai seperempat dari tinggi gelombang dan akhirnya terjadi gelombang pecah.

Kedalaman di mana terjadi gelombang pecah ditulis dengan notasi " db ", tinggi gelombang ditulis dengan notasi " H_b ", sudut datang gelombang pecah terhadap normal kontur ditulis " α_b ".

Telah banyak ahli yang merumuskan suatu hubungan antara H_b dan db . Salah satunya yang sering kita jumpai adalah: $H_b/db = 0,78$ yang ditemukan oleh MUNK (1949).

Pasang Surut

Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut karena adanya gaya tarik benda-benda di langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Meskipun massa bulan jauh lebih kecil dari massa matahari, tetapi karena jaraknya terhadap bumi jauh lebih dekat, maka pengaruh gaya tarik bulan terhadap bumi lebih besar dari pada pengaruh gaya tarik matahari.

Tinggi pasang surut adalah jarak vertical antara air tertinggi (puncak air pasang) dan air terendah (lembah air surut) yang berurutan.

Titik balik (slack) adalah saat di mana arus berbalik antara arus pasang dan arus surut. Titik balik ini bisa terjadi pada saat muka air tertinggi dan muka air terendah. Pada saat tersebut kecepatan arus adalah nol.

Beberapa Tipe Pasang Surut

Definisi dari pasang surut adalah naik turunnya muka air secara periodik yang disebabkan oleh gaya tarik gravitasi bulan, matahari dan benda-benda angkasa lain terhadap rotasi bumi (SPM, 1984).

Ada dua macam pasang surut yaitu:

- a) Semi Diurnal Tide
- b) Diurnal Tide

Pengaruh kombinasi antara bulan dan matahari terhadap pasang surut yang terjadi di bumi menyebabkan dua keadaan pasang surut.

Analisa pasang surut (pasut) dilakukan untuk mendapatkan komponen-komponen penyusun pasut yang kemudian dipergunakan untuk meramal pasut dan menentukan permukaan laut yang dapat dijadikan acuan vertikal bagi pengukuran ketinggian/elevasi.

Definisi Elevasi Muka Air

Mengingat elevasi muka air laut selalu berubah setiap saat, maka diperlukan suatu elevasi yang ditetapkan berdasar data pasang surut, yang dapat digunakan sebagai pedoman di dalam perencanaan suatu pelabuhan. Beberapa elevasi tersebut, adalah sebagai berikut:

- Highest High water Level (HHWL) = Elevasi muka air pasang surut yang tertinggi.
- Mean High Water Spring (MHWS) = Rata-rata dari elevasi muka air tertinggi saat purnama.
- Mean High Water Level (MHWL) = Rata-rata dari semua elevasi muka air tinggi.
- Mean Sea Level (MSL) = Rata-rata dari semua elevasi muka air (baik tinggi maupun rendah).
- Mean Low Water Level (MLWL) = Rata-rata dari semua elevasi muka air rendah.
- Mean Low Water Spring (MLWS) = Rata-rata dari elevasi muka air terendah saat purnama.
- Lowest Low Water Level (LLWL) = Elevasi muka air pasang surut yang terendah.

Angkutan Sedimen Sejajar Pantai (*Longshore Transport*)

Longshore transport disebabkan oleh bergolaknya sedimen saat gelombang pecah, lalu bergerak terbawa arus dan komponen gelombang sejajar pantai. Pada

suatu titik dipantai, ada sedimen yang datang dan ada sedimen yang pergi (terangkut). Kalau sedimen yang terangkut lebih besar dari pada sedimen yang datang, hal inilah disebut erosi pantai.

Angkutan Sedimen Tegak Lurus Pantai (*Cross Shore Transport*)

Pengangkutan sedimen dibagi atas dua bagian, yaitu angkutan sedimen yang menuju arah laut

Angkutan sedimen yang menuju kearah laut dalam terjadi dengan cepat dan sedimen yang dibawa akan berbentuk bar yang akan berfungsi untuk meredam gelombang. Sedimen akan hilang bila pantainya curam sehingga tiadak mungkin terjadinya bar. Sedangkan angkutan sedimen yang menuju kearah pantai terjadi lebih lambat.

METODOLOGI PENELITIAN

1 Proses Pelaksanaan

Proses yang dilaksanakan di dalam penelitian ini adalah pengumpulan data lapangan, berupa pasang surut, hindcasting gelombang dari data angin, inventarisasi perubahan pantai, karakteristik phisik, peta bathimetri, memberikan solusi terbaik di dalam penanggulangan pantai, baik yang sifatnya jangka pendek maupun jangka panjang.

2 Data yang diperlukan

2.1 Data Primer

Data Pengukuran Pasang Surut

Pengolahan data pasang surut dilakukan dengan menggunakan metoda least square.

Dengan konstanta pasang surut yang ada pada proses sebelumnya dilakukan penentuan jenis surut menurut rumus berikut:

$$NF = (K1 + O1) / (M2 + S2)$$

dimana jenis pasang surut untuk nilai NF(Bilangan Formzahl):

Berdasarkan bilangan komponen, maka tipe pasang surut di lokasi Labuhan dapat dihitung sebagai berikut :

$$NF = (K1 + O1) / (M2 + S2) \\ (4,72 + 4,91) / (18 + 13,52) \\ = 0,30$$

Karena harga NF = 0,30, berada pada $0,25 < NF = 0,30 < 1,5$ maka tipe pasang surut adalah campuran condong ke harian ganda (semi diurnal dominant)

2.2 Data Sekunder

Data Sampel Air dan Sedimen, Karakteristik fisik Sungai, Debit Sungai.

2.3 Sedimentasi di Muara Sungai.

Sedimentasi di muara sungai diperkirakan sumber utamanya berasal dari laut yang dibawa oleh gerakan sedimen sejajar pantai. Disamping itu pasokan sedimen juga diperkirakan berasal dari sungai yang ada di TPI Labuhan Maringgai. Perhitungan Sedimen menggunakan rumus Metode Fluks Energi (Coastal Proses)

$$Q1 = K \times E \times Cg \times \cos \varphi_0 \times \sin \varphi_0 \times Cb / (\rho_s \times g \times (s-1) \times (1-p) \times C_0)$$

dimana ;

$$E = g \times H_0^{2/8}$$

$$Cb = (g \times h_b)^{1/2}$$

$$Cg = 0,5 \times C_0$$

$$p = \text{Porositas}$$

$$\rho_s = \text{massa jenis butiran sedimen}$$

$$K = \text{Kapha}$$

$$\varphi_0 = \text{Sudut datang}$$

3 Permasalahan

Analisis permasalahan di Pantai Kuala Penet antara lain karena perubahan karakteristik gelombang disekitar pantai, morfologi muara-muara sungai dan perubahan tata guna lahan. Dan penanganan serta keseluruhan belum ditangani, usaha penanggulangan selama ini baru secara darurat saja yang dilakukan oleh penduduk setempat dengan cara swadaya masyarakat.

Sebagian besar pantai di Kuala Penet Labuhan Maringgai tererosi yaitu berada disebelah kanan maupun sebelah kiri sepanjang ± 20 km, pantai mundur antara

5 - 70 m selama periode 1977 -2000. (Hasil pengukuran garis pantai yang telah dilakukan oleh Proyek Pengendali Banjir Lampung).

Angin

Data angin diperlukan untuk peramalan tinggi dan periode gelombang. Mengingat data angin di lokasi pekerjaan tidak ada, maka digunakan data angin dan pelabuhan udara (Badan Meteorologi Dan Geofisika Lampung dengan ketinggian + 80 m di atas permukaan laut) Data yang diperoleh data tahun 2004 - 2013.

4. Perkiraan Gelombang Dengan Periode Ulang

Analisis frekuensi dengan metode Gumbel (Fisher Tippet jenis 1) yang dipakai karena metode ini adalah metode yang paling lazim dipakai untuk daerah Indonesia dan menghasilkan data yang sama akuratnya dengan metode lain.

Rumus yang dipakai: $X_T = K_r + K_t.S$

dimana ;

X_T = Tinggi gelombang (H), dengan periode ulang T tahun

S = Standar deviasi

K_t = Nilai faktor frekuensi

S_n = Reduced standar deviasi

X_i = data ke i

X = Rata-rata gelombang

N = Jumlah data

T = Periode Ulang

PEMBAHASAN

Dari hasil peramalan data pasang surut sebelumnya yang merupakan data sekunder, karakteristik gelombang dan sedimen, maka dapat diuraikan hal-hal sebagai berikut :

Peramalan pasang surut

Berdasarkan komponen pasang surut, maka tipe pasang surut di lokasi Kuala Penet Labuhan Maringgai adalah pasang

surut campuran condong ke harian ganda (semi diurnal dominant).

Gelombang

Adapun data gelombang yang juga merupakan data sekunder (Dinas PU Lampung) adalah sebagai berikut :

1. Arah gelombang dominan dari timur laut sampai tenggara
2. Data gelombang di laut dalam di sekitar lokasi Pantai Kuala Penet, menunjukkan bahwa tinggi gelombang maksimum pada saat pengukuran sekitar 0,90 m arah 90^0 dengan periode gelombang 4.20 detik.
3. Data gelombang di sekitar lokasi penelitian diketahui bahwa arah gelombang datang dominan berasal dari arah Timur (E), Timur Laut (NE). Angin yang bertiup dominan dari arah barat (W) dan dari Barat Laut (NW), Utara Barat Laut (NNW) dan Barat Daya (SW). Pada musim Angin Timur (E) yang diperkirakan terjadi bulan Mei – September tinggi gelombang akan lebih besar, karena angin timur yang bertiup berasal dari laut Jawa akan membangkitkan tinggi gelombang. Pada musim timur diperkirakan tinggi gelombang yang menuju ke pantai antara 0,5 – 1,0 m, hal ini dapat menyebabkan terjadinya kerusakan berupa erosi di sepanjang pantai perkampungan muara Kuala Penet. Pantai Kuala Penet merupakan wilayah yang umumnya bergelombang.

Sedimen

Dari data sekunder yang merupakan hasil analisis sedimen dapat menjadi patokan dalam merencanakan suatu pekerjaan konstruksi. Sumber sedimen berasal dari laut yang dibawa oleh arus yang bergerak sejajar pantai (Sedimen Litoral Transport) dan pasokan sedimen

yang berasal dari sungai yang ada di TPI LabuhanMaringgai tidak begitu besar, rata-rata curah hujan relatif rendah ± 100 mm/th dan debit sungai sekitar 20 m^3 /detik. Perhitungan Sedimen menggunakan rumus Metode Fluks Energi (Coastal Proses)

$$Q_1 = K \times E \times C_g \times \cos \varphi_0 \times \sin \varphi_0 \times C_b / (\rho_s \times g \times (s-1) \times (1-p) \times C_0)$$

dimana ;

$$E = g \times H_0^{2/8}$$

$$C_b = (g \times h_b)^{1/2}$$

$$C_g = 0,5 \times C_0$$

$$K = 0,77$$

$$\rho_{air} = 1024 \text{ t/m}^3$$

$$\rho_s = 2616 \text{ t/m}^3$$

$$p = 0,3149$$

$$Q = 0,77 \times 2,7591 \times 4,45 \times \cos (45 \times \pi/180) \times \sin (45 \times \pi/180) \times 4,0232 / (1024 \times 9,81 \times (2,5551 - 1) \times (1 - 0,3149) \times 8,90)$$

$$Q = 17,28 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q = 6307,2 \text{ m}^3/\text{th}$$

Kondisi Topografi dan Bathrimetri

Kondisi topografi dan bathrimetri Pantai Kuala Penet adalah relatif datar, dengan elevasi tanah antara 1-1,5 m di atas muka air rata-rata. Kemiringan pantai cukup landai dari kedalaman -0,5 m sampai -2,00 m ke arah laut sejauh ± 400 m. Pada bagian alur breakwaer telah terjadi sedimentasi, pada saat pengukuran kedalaman alur adalah -1,10 m terhadap MSL.

Penyebab Terjadinya Erosi

Akibat pesatnya pertumbuhan penduduk, maka penebangan pohon yang tumbuh di sekitar pantai tidak bisa dihindarkan. Pohon bakau berfungsi sebagai peredam energi gelombang yang akan mencapai pantai. Karena penebangan itu maka fungsi peredam akan hilang dan gelombang akan langsung mengenai pantai dan melarutkan tanah pantai tersebut

sehingga menyebabkan erosi. Sehingga penyebab utama erosi adalah angkutan sedimen sejajar pantai, dimana tinggi gelombang significant (H_s) = 1,39 m, periode gelombang (T_s) = 5,45 detik (sumber data Dinas PU Lampung)

Alternatif Penanggulangan Masalah

Berikut ini diberikan beberapa alternatif penanggulangan erosi pantai. Alternatif bangunan dibuat sebagai penahan gelombang, agar gelombang tersebut tidak langsung mengenai daratan atau pantai dan juga sebagai pelindung muara dari sedimen litoral sejajar pantai. Percobaan ini pernah dilakukan oleh CV Sejaya Samudera dengan beberapa type bangunan. Alternatif penyelesaian masalah Labuhan Maringgai juga dilakukan dengan menggunakan hutan bakau. Untuk itu diberikan alternatif penyelesaian masalah yang merupakan kombinasi dari bangunan pengaman pantai dan struktur organik, yang diberikan ilustrasinya pada gambar

N o	Nama Bangunan	Biaya	Pelaksanaan	Pemeliharaan
1	Rouble Mount	Murah	Cukup sulit	Cukup Sulit
2	Tembok Laut	Mahal	Sulit	Mudah
3	Revetmen	Murah	Mudah	Mudah
4	Turap penahan	Murah	Cukup Sulit	Cukup Sulit
5	Penanaman Bakau	Murah	Mudah	Mudah

Sumber : Dinas PU Lampung (didapat CV Sejaya Samudera)

Gelombang di Lokasi Bangunan

Selama penjarannya menuju pantai, tinggi gelombang dan arah gelombang berubah karena pengaruh proses refraksi dan pendangkalan serta gelombang pecah, yang tergantung pada bathrimetri dan karakteristik gelombang di laut dalam. Tinggi gelombang di lokasi bangunan dapat dihitung dengan cara :

1. Analisis refraksi
2. Berdasar tinggi gelombang maksimum yang mungkin terjadi

Bangunan di Muara Sungai Labuhan Maringgai

Untuk mengurangi pendangkalan TPI di Muara Sungai Way Maringgai perlu adanya konsep penanggulangan yang bersifat jangka pendek maupun jangka panjang:

Alternatif jangka pendek dapat berupa pengerukan di dalam kolam pelabuhan. Jangka panjang adalah dengan melakukan perbaikan bangunan atau pemindahan breakwater, berdasarkan analisis dimana tinggi gelombang dan kedalaman gelombang pecah terjadi. Bangunan pengaman pantai pada daerah erosi cukup diatasi dengan bangunan revetment type susunan batu kosong, karena pada saat datang gelombang sudah pecah, sehingga dimensi yang diperlukan tidak terlalu besar. Dari hasil analisa sebaiknya digunakan bangunan revetmen karena berdasarkan analisis kelayakan bangunan yang pernah dilakukan bangunan yang paling memenuhi syarat adalah revetment, karena selain murah bila dibandingkan dengan tembok laut, struktur bangunan ini merupakan teknologi tepat guna karena bahannya tersedia di lokasi dan dapat dikerjakan sendiri oleh masyarakat. Pembangunan revetment juga memungkinkan pengembangan pariwisata di Pantai Kuala Penet terutama untuk daerah pemancingan.

Penanaman Hutan Bakau (Mangrove)

Selain dari konstruksi anorganik, perlu pula diperhitungkan konstruksi organik untuk penahan gelombang laut, salah satunya adalah hutan bakau. Hutan bakau dapat menjadi sarana yang efektif dan murah dalam menanggulangi kerusakan akibat erosi gelombang laut.

Beberapa metode telah ditemukan untuk membuat hutan bakau pada pantai yang sudah terkena erosi, yaitu dengan mengkombinasikan konstruksi anorganik dengan tanaman bakau, sebagai contoh

penelitian yang sedang dilakukan oleh perguruan tinggi adalah dengan metode pot bakau. Dalam kasus ini bakau ditanam di dalam pot beton dan diletakkan di sepanjang pantai. Pot tersebut akan melindungi bakau muda dari hempasan gelombang, sehingga dapat tumbuh dan berkembang. Metode ini masih dalam percobaan, sehingga keefektifannya belum dapat dikaji lebih lanjut.

Penanaman hutan bakau juga dapat menjadi alternatif dengan mengkombinasikan dengan bangunan anorganik yaitu berupa konstruksi bangunan pantai yang sesuai dengan keadaan lahan daerah dimaksud.

Usaha Non Teknis

Usaha non teknis yang dapat dilakukan untuk mencegah dan menanggulangi kerusakan pantai akibat gelombang adalah dengan menerapkan peraturan daerah dan hukum yang berkaitan dengan pembatasan daerah pantai yang boleh dikelola atau yang dapat dibuat permukiman oleh penduduk.

KESIMPULAN DAN SARAN

Secara umum penanggulangan masalah erosi Pantai Kuala Penet dikarenakan penebangan hutan bakau yang sebelumnya mempunyai fungsi yang sangat penting untuk menahan gelombang agar tidak menghantam pantai secara langsung

Kesimpulan

1. Pengaruh hantaman gelombang yang datang langsung ke daerah pantai menyebabkan erosi yang cukup besar di Pantai Kuala Penet. Gelombang yang terjadi dominan Timur Laut – Timur – Tenggara.
2. Pada Pantai Kuala Penet bagian Utara banyak lahan tambak masyarakat, sehingga dibuat alternatif pemecahan masalah erosi. Pada Alternatif 1 sepanjang pantai

ditanami hutan bakau khusus untuk melindungi penduduk sedangkan pada alternatif 2 hutan bakau dikombinasikan dengan bangunan pemecah gelombang sejajar pantai.

3. Sumber utama sedimen berasal dari laut yang dibawa oleh gerakan sedimen sejajar pantai.
4. Kejadian pasang surut di Pantai Kuala Penet adalah campuran condong ke harian ganda
5. Dipilih bangunan panati berupa Revetment karena bangunan tersebut yang paling memenuhi syarat untuk daerah tersebut. Pembangunan revetment memungkinkan pengembangan pariwisata di Pantai Kuala Penet terutama untuk pariwisata pemancingan dan dikombinasikan dengan penanaman hutan bakau untuk tetap menjaga kelestarian ekosistem pantai

Saran

1. Dari kesimpulan yang ada dan mengingat daerah ini sangat penting ditinjau dari segi perekonomian Kabupaten Lampung Timur dan merupakan permukiman penduduk maka usaha penanggulangan perlu dilakukan dengan segera.
2. Untuk daerah Pantai Kuala Penet bagian Utara yang paling baik adalah mengembalikan kondisi ekosistem pantai dengan penanam pohon bakau dengan menggunakan pot beton.
3. Usaha non teknis juga perlu dilakukan dengan menerapkan peraturan daerah dan hukum yang berkaitan dengan pembatasan daerah pantai yang diperbolehkan untuk dikelola atau untuk permukiman penduduk.

Daftar Pustaka

Bambang Triatmodjo, Prof. Dr. Ir., "Teknik Pantai"

Yogyakarta 2009

CERC, 1984, *Shore Protection Manual*, US Army Coastal Engineering Research Center, Washington DC

CERC, 1989, *Genesis: Generalized Model For Simulating Shoreline Change-Report 1*, US Army Coastal Engineering Research Center, Washington DC

CERC, 1991, *Genesis: Generalized Model For Simulating Shoreline Change-*

Report 2, US Army Coastal Engineering Research Center, Washington DC

Direktorat Pengairan, 2002, *Pedoman Perencanaan Teknis Tembok Laut, Revetmen, dan Krib Tegak Lurus Pantai*

North Java Flood Control Sector Project, 1998, *Final Report Of River Mouth Investigation*, Ditjen Pengairan Departemen PU.