

Jetty Sebagai Alternatif Pengaman Muara Sungai Air Bengkulu

Yudi Irawan¹, Surya Dharmita¹
ydirwn@yahoo.com

Abstract

The problem that is often found in river estuaries is the silting/closing of the river mouth by sand sediments from the sea. Jetty as one of the alternative river estuary security buildings can anticipate the sedimentation of material grains at the mouth of the river caused by the influence of sea waves, tidal movement and sediment transport in the river channel. The type of jetty which is in accordance with the characteristics of the air Bengkulu river estuary is short type of jetty with construction from a pile of rocks and tetrapods. The tetrapods weight used ranges from 300 -710 kg at the end and jetty arm the weight of the rubble stone is used between 350 – 550 kg in two layers. The structure of the toe protector (toe protection) on the jetty is made of piles of rock weighing 70 – 100 kg. the elevation of the jetty peak si planned to be as high as 5.63 m with a peak width of 2.69 kg. The value of σ in location is $2.38 \text{ kg/cm}^2 \leq \sigma_{\text{ipermitt}}$ for sand which $2.5 - 3.0 \text{ kg/cm}^2$, so that footing subsoil is able to withstand the load of the jetty on top of it.

Keywords : siltation, sedimentation, jetty.

Pendahuluan

Muara Sungai Air Bengkulu yang berada di kawasan andalan Kota Bengkulu merupakan salah satu muara sungai yang berada di Kawasan Pantai Barat Bengkulu yang memiliki transpor sedimen menyusur pantai (*sediment longshore transport*) yang besar sekitar $400.000 \text{ m}^3/\text{tahun}$ sehingga berpotensi untuk mengganggu atau mendangkali muara sungai pada musim kemarau. Pendangkalan tersebut menyebabkan kenaikan muka air sungai serta mengakibatkan banjir di daerah hulu dan terhalangnya alur pelayaran kapal yang melalui sungai tersebut, sehingga perlu dibuat suatu perencanaan pola pengaman sungai secara komprehensif.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bentuk dan jenis jetty sebagai alternatif bangunan pengaman yang sesuai dengan kondisi di Muara Sungai Air Bengkulu, sehingga nantinya jetty tersebut dapat berfungsi dengan baik sesuai yang diharapkan.

Kajian Pustaka

Muara Sungai

Muara sungai adalah bagian hilir dari sungai yang berhubungan dengan laut. Muara sungai berfungsi sebagai pengeluaran/ pembuangan debit sungai, terutama pada waktu banjir. Permasalahan yang sering dijumpai adalah banyaknya

endapan di muara sungai sehingga tampang aliran menjadi kecil, yang dapat mengganggu pembuangan debit sungai ke laut. Ketidاكلancaran pembuangan tersebut dapat mengakibatkan banjir di daerah hulu muara sungai dan juga menyebabkan terganggunya lalu lintas pelayaran kapal – kapal yang memanfaatkan mulut sungai sebagai alur pelayaran.

Strategi pengelolaan muara sungai ditentukan berdasarkan beberapa pertimbangan antara lain pemanfaatan muara sungai, biaya pekerjaan, dampak bangunan terhadap lingkungan, biaya operasional dan pemeliharaan, serta ketersediaan bahan.

Jetty

Jetty adalah suatu bangunan tegak lurus pantai yang diletakkan pada kedua sisi muara sungai yang berfungsi untuk mengurangi pendangkalan alur oleh sedimen pantai.

Jenis jetty yang akan direncanakan dibedakan atas maksud dan tujuan penanganan permasalahan penutupan muara sungai, sedangkan detail konstruksi yang membahas bagian-bagian dari konstruksi juga direncanakan sesuai maksud dan tujuannya.

¹ Dosen Fak. Teknik Prodi Teknik Sipil Politeknik Raflesia Rejang Lebong
Majalah Teknik Simes Vol.13 No.2 Juli 2019

Metode Penelitian

Data yang diperlukan dalam penelitian terdiri dari data primer meliputi survey lokasi dan dokumentasi di lokasi. Data sekunder terdiri dari Peta Topografi Sungai Air Bengkulu, data pasang surut, data gelombang, data kapal yang ada di lokasi, data kemiringan dasar laut dan data mekanika tanah.

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode survey, sedangkan untuk analisis menggunakan analisis kuantitatif.

Beberapa parameter yang digunakan untuk menentukan desain jetty antara lain :

- Tinggi Gelombang Rencana (H_D)
Gelombang rencana digunakan untuk merencanakan stabilitas pemecah gelombang. Rumus yang digunakan adalah :

$$\frac{ds}{g.T^2}$$

dimana :

ds = Kedalaman di lokasi (DWL-elevasi dasar)

g = Gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$)

T = Periode gelombang (10 detik)

- Tinggi Muka Air Rencana (Design Water Level/DWL)

Tinggi muka air rencana didasarkan pada Pasang Surut, Wave Set-Up, dan pemanasan global.

Wave Set-Up dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$S_W = 0,19 \left[1 - 2,82 \sqrt{\frac{H_b}{g.T^2}} \right] H_b$$

dimana :

S_W = Set Down di daerah gelombang pecah

H_b = Tinggi gelombang pecah (1,86)

g = Gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$)

T = Periode gelombang (10 detik)

- Lebar Alur Jetty

Lebar alur ditetapkan untuk kapal dengan bobot 10 GT agar dapat bersimpangan.

Rumus yang digunakan adalah :

$$B_{alur} = 7,6 B$$

dimana :

B = Lebar badan kapal rencana

- Kedalaman Alur Jetty

Rumus yang digunakan adalah :

$$H = d + G + R + P + S + K$$

dimana :

H = Kedalaman alur

d = Draft kapal

G = Gerak vertikal kapal karena gelombang dan squat

R = Ruang kebebasan bersih

P = Ketelitian Pengukuran

S = Ruang pengendapan sedimen antara dua pengerukan

K = Toleransi Pengerukan

- Elevasi Puncak Jetty

Elevasi puncak jetty ditetapkan menggunakan persamaan :

$$\text{Elevasi Puncak} = \text{DWL} + R_u + F_b$$

dimana :

DWL = Design Water Level

R_u = Run Up

F_b = tinggi Jagaan

- Berat Batu Lapis Pelindung

Berat batu lapis pelindung dihitung dengan menggunakan rumus Hudson :

$$W = \frac{\gamma_r \cdot H^3}{K_D (S_r - 1)^3 \cot \theta}$$

$$S_r = \frac{\gamma_r}{\gamma_a}$$

dimana :

W = Berat butir material pelindung (ton)

γ_r = Berat jenis material pelindung, (batu pecah $2,65 \text{ t/m}^3$, tetrapod $2,4 \text{ t/m}^3$)

H = Tinggi gelombang rencana (m)

K_D = Koefisien stabilitas

γ_a = Berat jenis air laut ($1,03 \text{ t/m}^3$)

θ = Sudut kemiringan pemecah gelombang ($\cot \theta = 2$)

- Tebal Lapis Pelindung

Tebal lapis pelindung batu tiap satuan luas dihitung menggunakan rumus berikut :

$$t = n \cdot k_{\Delta} \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{1/3}$$

dimana :

t = tebal lapisan (m)

n = jumlah lapis material (2 lapis)

k_{Δ} = Koefisien lapis material (quarry stone = 1,10)
 W = Berat butir material pelindung (ton)
 γ_r = Berat jenis material pelindung, (batu pecah 2,65 t/m³, tetrapod 2,4 t/m³)

Jumlah butir batu tiap satuan luas (10m²) dihitung menggunakan rumus berikut :

$$N = A.n.k_{\Delta} \left[1 - \frac{P}{100} \right] \left[\frac{\gamma_r}{W} \right]^{2/3}$$

dimana :

N = Jumlah butir per 10 m²
 n = jumlah lapis material (2 lapis)
 k_{Δ} = Koefisien lapis material (quarry stone = 1,10)
 W = Berat butir material pelindung (ton)
 P = Porositas rerata lapis pelindung (quarry stone = 40)
 A = Luas permukaan (10m²)
 γ_r = Berat jenis material pelindung, (2,65 t/m³)

- Lebar Puncak Jetty
Lebar minimum puncak jetty diperhitungkan dengan menggunakan rumus :

$$B = n.k_{\Delta} \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{1/3}$$

dimana :

B = Lebar puncak jetty
 n = jumlah material pelindung yang ada di puncak bangunan (minimal 3 buah)
 k_{Δ} = Koefisien lapis material (quarry stone = 1,10)
 γ_r = Berat jenis material pelindung, (2,65 t/m³)

- Daya Dukung Tanah
Daya dukung tanah ultimit dengan anggapan keruntuhan general shear dinyatakan dengan persamaan Terzaghi berikut :

$$q_{ult} = \alpha.c.N_c + \bar{q}(N_q - 1) + \beta.\gamma.B.N_{\gamma}$$

dimana :

α, β = Faktor bentuk pondasi
 γ = Berat volume tanah
 \bar{q} = γD_f dengan D_f kedalaman pondasi
 N_c, N_q, N_{γ} = Koefisien daya dukung tanah yang merupakan fungsi dari ϕ

Kuat dukung tanah di lokasi, σ didefinisikan sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{q_{ult}}{SF}$$

dengan SF adalah angka aman = 4

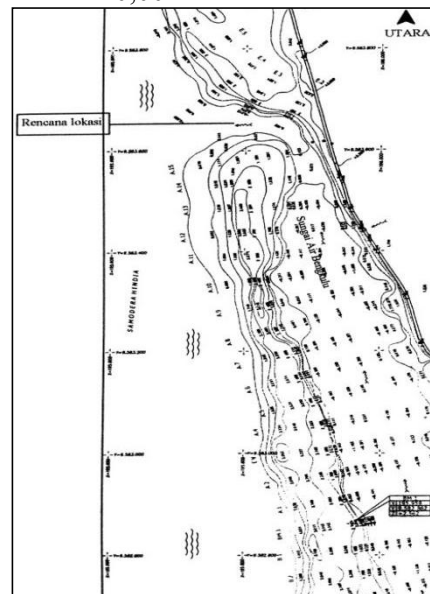
Hasil Dan Pembahasan

Analisis Perencanaan

Dari hasil analisis lapangan didapatkan hasil bahwa Sungai Air Bengkulu mempunyai panjang 49 km dengan lebar rata-rata di hilir 88 m, dengan kemiringan dasar laut mendekati datar yaitu sekitar 0,006. Terdapat banyak endapan pasir yang terbawa dari pantai sebelah timur. Untuk menanggulangi masalah tersebut perlu direncanakan bangunan jetty di dua sisi muara sebagai pengaman.

Sebelum dibangun jetty dilakukan pengerukan endapan pasir yang ada untuk mendapatkan lebar dan kedalaman yang cukup untuk keluar masuknya kapal. Adapun jenis jetty yang cocok untuk pengaman di Muara Sungai Air Bengkulu adalah jetty pendek dengan struktur tumpukan batu atau tetrapod dengan mempertimbangkan beberapa hal antara lain biaya, ketersediaan bahan serta pengaruh jetty terhadap lingkungan disekitar lokasi.

Direncanakan panjang jetty sepanjang 93 m di sisi barat dan sisi timur, ujung jetty ditempatkan di mulut sungai pada elevasi 0,00 m.



Gambar 1. Rencana lokasi jetty

Tinggi Gelombang Rencana (H_D)

Data gelombang di samudera hindia ditunjukkan pad tabel 1 berikut :

Tabel 1. Tinggi Gelombang

| Kala Ulang (Tahunan) | Tinggi Gelombang (m) |
|----------------------|----------------------|
| 1 | 2,75 |
| 2 | 3,00 |
| 4 | 3,25 |
| 7 | 3,50 |
| 14 | 3,75 |
| 25 | 4,00 |
| 50 | 4,25 |
| 100 | 4,50 |

Sumber: Dinas PU Provinsi Bengkulu

Dalam perencanaan digunakan tinggi gelombang signifikan dengan periode ulang 25 tahunan, yaitu sebesar $H_0 = 4,00$ m dan periode gelombang $T = 10$ detik. Gelombang sebesar $H_0 = 4,00$ m tersebut adalah gelombang di kedalaman 10 m.

Lokasi ujung jetty berada di mulut sungai dengan elevasi 0,00 sehingga diperoleh kedalaman dilokasi :

$$d_s = \text{DWL} - \text{elevasi dasar}$$

$$d_s = 2,38 \text{ m} - 0,00 = 2,38 \text{ m}$$

Elevasi dasar laut mendekati datar (0,006) maka tinggi gelombang pecah di lokasi rencana dengan periode gelombang (T) 10 detik adalah :

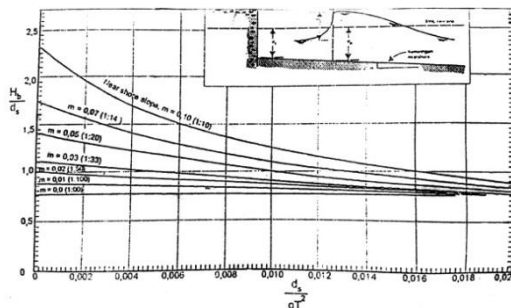
$$\frac{d_s}{g.T^2} = \frac{2,38}{9,81 \cdot 10^2} = 0,0024$$

Dengan menggunakan gambar 2 untuk nilai $d_s/g.T^2 = 0,0024$ dan $m = 0,006$ diperoleh :

$$\frac{H_b}{d_s} = 0,78$$

$$H_b = 0,78 \times 2,38 = 1,86 \text{ m}$$

Karena gelombang pecah di lokasi bangunan maka $H_D = H_b = 1,86$ m



Gambar 2. Tinggi gelombang pecah rencana di kaki bangunan

Tabel 2. Gelombang rencana di berbagai kedalaman

| Kedalaman (m) | H_D (m) | Jarak dari ujung (m) |
|---------------|-----------|----------------------|
| 2,38 | 1,86 | 0 |
| 1,80 | 1,40 | 43 |
| 1,30 | 1,01 | 73 |
| 0,80 | 0,60 | 93 |

Sumber : Hasil Analisa

Tinggi Muka Air Rencana (Design Water Level/DWL)

1. Pasang Surut

Dari data pengukuran pasang surut didapat beberapa elevasi muka air yaitu HHWL (Highest High Water Level), = +1,78 m; MSL (Mean Sea Level) = +0,99 m; HWL (High Water Level) = +1,28 m; LWL (Low Water Level) = 0,70 m; dan LLWL (Lowest Low Water Level) = 0,50 m.

2. Wave Set-Up

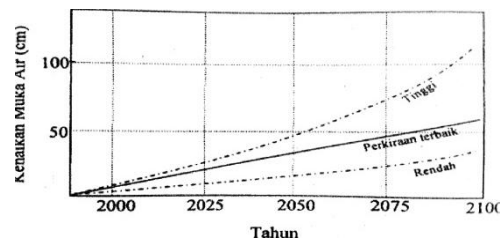
Maka Wave Set-Up untuk nilai $H_b = 1,86$ m :

$$S_W = 0,19 \left[1 - 2,82 \sqrt{\frac{1,86}{9,81 \cdot 10^2}} \right] 1,86$$

$$S_W = 0,30 \text{ m}$$

3. Kenaikan muka air laut karena pemanasan global (Sea Level Rise/SLR)

Dengan menggunakan grafik pada gambar 3 diperhitungkan bahwa 50 tahun yang akan datang akan terjadi kenaikan muka air laut sebesar 0,3 m



Gambar 3. Perkiraan kenaikan muka air laut akibat pemanasan global

Elevasi muka air rencana (Design Water Level/DWL) ditetapkan berdasarkan kletiga faktor tersebut sehingga didapatkan nilai DWL sebesar :

$$\text{DWL} = \text{MHWL} + S_W + \text{SLR}$$

$$\text{DWL} = 1,78 \text{ m} + 0,31 \text{ m} + 0,3 \text{ m}$$

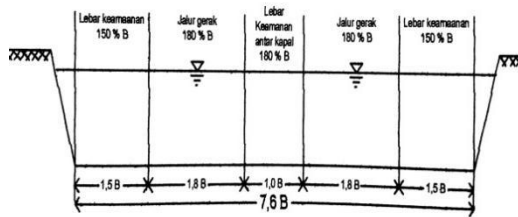
$$= 2,38 \text{ m}$$

Dimensi Struktur Jetty

1. Lebar Alur Jetty

Lebar dan kedalaman alur jetty ditentukan berdasarkan ukuran kapal terbesar yang melewati alur yaitu kapal dengan bobot 10 GT dengan panjang kapal (L) 13,50 m, lebar kapal (B) 3,80 m dengan draft kapal (d) 1,05 m. Lebar alur pelayaran ditetapkan untuk kapal dapat bersimpangan seperti ditunjukkan pada gambar 4, sehingga lebar alur adalah :

$$B_{\text{alur}} = 7,6 B = 7,6 \times 3,8 \text{ m} = 28,88 \text{ m}$$



Gambar 4. Alur untuk pelayaran

Jika berdasarkan lebar alur juga harus dapat melewati debit banjir, maka lebar alur ditentukan berdasarkan lebar rerata sungai dari hilir sampai 2 km dari muara ke hulu. Lebar rerata hilir muara Sungai Air Bengkulu berkisar 88 m sehingga lebar alur :

$$B_{\text{alur}} = 0,9 \times 88 \text{ m} = 79,42 \text{ m} = 80 \text{ m}$$

2. Kedalaman Alur Jetty

Di mulut jetty dengan gelombang besar, Brunn (1981) memberikan ruang kebebasan bruto (G + R) sebesar 20% draft kapal. Untuk kapal dengan bobot 10 GT, diperoleh draft kapal (d) = 1,05 m, sehingga $G+R = 0,21 \text{ m}$.

Mengingat mulut alur jetty berada didaerah dengan gelombang dan angkutan sedimen besar, maka nilai ketelitian pengukuran, ruang pengendapan dan toleransi pengerukan ditetapkan masing-masing 0,5 m, sehingga kedalaman alur jetty adalah :

$$H = d + G + R + P + S + K$$

$$H = 1,05 + 0,21 + 0,5 + 0,5 + 0,5 = 2,76 \text{ m}$$

Kedalaman tersebut adalah terhadap elevasi LLWS. Elevasi LLWS = +0,50 m, dengan demikian elevasi dasar alur jetty adalah -2,26m

3. Elevasi Puncak Jetty

Tinggi gelombang di laut dalam didapatkan :

$$L_o = 1,56 T^2 ; T = \text{periode gelombang} = 10 \text{ dt}$$

$$L_o = 1,56 10^2 = 156 \text{ m}^2$$

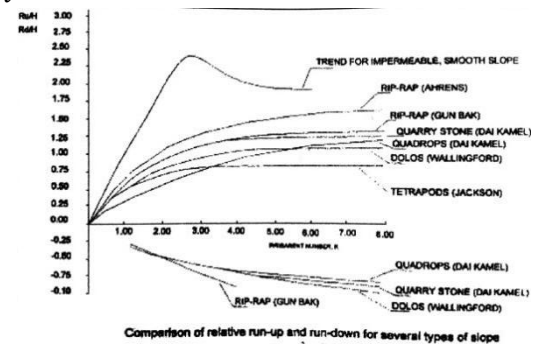
Bilangan Iribaren diperoleh :

$$I_r = \frac{tg\theta}{(H/L_o)^{0,5}}$$

$$I_r = \frac{0,50}{(1,86/156)^{0,5}} = 4,58$$

Dengan menggunakan grafik pada gambar 5 dihitung nilai Run Up untuk lapis pelindung dari batu pecah (quarry stone) :

$$\frac{R_u}{H} = 1,21 \rightarrow R_u = 1,21 \times 1,86 = 2,25 \text{ m}$$



Gambar 5. Grafik Run Up gelombang

$$\begin{aligned} \text{Elevasi puncak} &= \text{DWL} + R_u + F_b \\ &= 2,38 \text{ m} + 2,3 \text{ m} + 1 \text{ m} \\ &= 5,63 \text{ m} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan rumus yang sama, nilai Run Up dan elevasi puncak jetty untuk quarry stone pada berbagai kedalaman dapat dilihat pada tabel 3 berikut :

Tabel 3. Nilai Run Up dan elevasi puncak Jetty di berbagai kedalaman

| Kedalaman (m) | I_r | R_u/H | R_u | Elevasi puncak jetty (m) |
|---------------|-------|---------|-------|--------------------------|
| 2,38 | 4,58 | 1,21 | 2,25 | + 5,63 |
| 1,80 | 5,27 | 1,26 | 1,77 | + 5,15 |
| 1,30 | 6,20 | 1,28 | 1,28 | + 4,66 |
| 0,80 | 8,02 | 8,06 | 0,76 | + 4,14 |

Stabilitas Struktur Jetty

1. Berat Batu Lapis Pelindung

Berat batu lapis pelindung pada ujung jetty untuk batu pecah (quarry stone) pada kedalaman 1,86 m :

$$S_r = \frac{\gamma_r}{\gamma_a}$$

$$S_r = \frac{2,65}{1,03} = 2,57$$

$$W = \frac{\gamma_r \cdot H^3}{K_D(S_r - 1)^3 \cot \theta}$$

$$W = \frac{2,65 \cdot 1,86^3}{1,6(2,57 - 1)^3 \cdot 2} = 1,45 \text{ ton}$$

Berat lapis pelindung pada ujung jetty untuk tetrapod pada kedalaman 1,86 m :

$$S_r = \frac{\gamma_r}{\gamma_a}$$

$$S_r = \frac{2,4}{1,03} = 2,33$$

$$W = \frac{\gamma_r \cdot H^3}{K_D(S_r - 1)^3 \cot \theta}$$

$$W = \frac{2,33 \cdot 1,86^3}{4,5(2,33 - 1)^3 \cdot 2} = 0,71 \text{ ton}$$

Dengan menggunakan rumus yang sama diperoleh berat batu pada tampang yang ditinjau seperti pada tabel 4 berikut :

Tabel 4. Berat minimum batu lapis pelindung

| Tampang | Berat lapis pelindung W (kg) | |
|---------------------------|------------------------------|----------|
| | Batu pecah | Tetrapod |
| Ujung jetty | 1450 | 710 |
| 1 (43 m dari ujung jetty) | 500 | 300 |
| 2 (73 m dari ujung jetty) | 180 | 73 |
| 3 (93 m dari ujung jetty) | 40 | 20 |

Sumber : Hasil Analisa

Mengingat untuk mendapatkan batu dengan ukuran seperti hasil perhitungan dalam jumlah banyak sangat sulit, maka jetty direncanakan dibuat dalam beberapa lapis dengan lapisan luar terbuat dari tetrapod sedangkan lapis di bawahnya dibuat dari batu pecah dengan ukuran yang lebih kecil.

2. Tebal Lapis Pelindung

Tebal lapis pelindung di ujung jetty (quarry stone) :

$$t = n \cdot k_{\Delta} \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{1/3}$$

$$t = 2 \cdot 1,10 \left[\frac{1,45}{2,65} \right]^{1/3} = 1,50 \text{ m}$$

Tebal lapis pelindung di ujung jetty (tetrapod) :

$$t = n \cdot k_{\Delta} \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{1/3}$$

$$t = 2 \cdot 1,04 \left[\frac{0,71}{2,4} \right]^{1/3} = 1,40 \text{ m}$$

Jumlah butir quarry stone tiap 10 m² di ujung jetty :

$$N = A \cdot n \cdot k_{\Delta} \left[1 - \frac{P}{100} \right] \left[\frac{\gamma_r}{W} \right]^{2/3}$$

$$N = 10 \cdot 3 \cdot 1,10 \left[1 - \frac{40}{100} \right] \left[\frac{2,65}{0,5} \right]^{2/3} = 30$$

Jumlah butir tetrapod tiap 10 m² di ujung jetty :

$$N = A \cdot n \cdot k_{\Delta} \left[1 - \frac{P}{100} \right] \left[\frac{\gamma_r}{W} \right]^{2/3}$$

$$N = 10 \cdot 3 \cdot 1,04 \left[1 - \frac{50}{100} \right] \left[\frac{2,65}{0,71} \right]^{2/3} = 37$$

Dengan menggunakan rumus yang sama diperoleh tebal lapis pelindung dan jumlah batu setiap 10 m² yang ditinjau seperti pada tabel 4 berikut :

Tabel 5. Tebal lapis pelindung dan jumlah batu setiap 10 m²

| Tampang | Tebal lapis pelindung t (m) | Jumlah batu setiap 10 m ² | Jumlah tetrapod setiap 10 m ² |
|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|--|
| Ujung jetty | 1,5 | 30 | 37 |
| 1 (43 m dari ujung jetty) | 1,12 | 63 | 66 |
| 2 (73 m dari ujung jetty) | 0,8 | 120 | 157 |
| 3 (93 m dari ujung jetty) | 0,5 | 329 | 372 |

Sumber : Hasil Analisa

Struktur Pelindung Kaki (Toe Protection)

Untuk menghindari kerusakan/keruntuhan akibat gerusan oleh aliran banjir

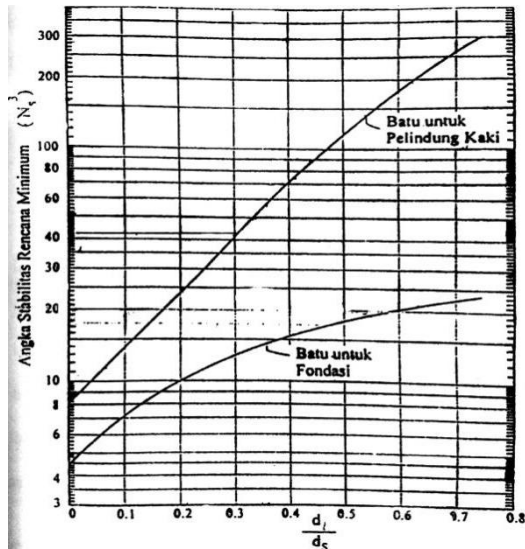
maupun gelombang, jetty perlu dilengkapi konstruksi pelindung kaki (toe protection) yang diletakkan pada kaki bangunan selebar 3 sampai 4,5 kali tinggi gelombang rencana (H_D) dan tinggi 1 – 2 kali tebal lapis pelindung. Berat batu lapis pelindung di toe protection :

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{0,88}{2,38} = 0,37$$

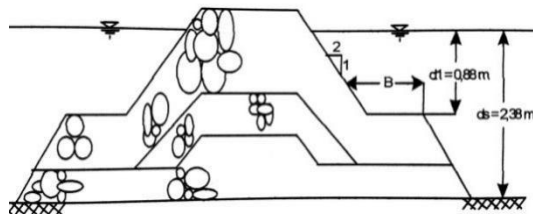
Dari grafik N_s pada gambar 6 didapat nilai $N_s^3 = 58$, sehingga berat batu lapis pelindung :

$$W = \frac{\gamma_r \cdot H^3}{N_s^3 (S_r - 1)^3} = \frac{2,57 \cdot 1,86^3}{58 (2,57 - 1)^3} = 0,074 \text{ ton}$$

Digunakan batu seberat 70 – 100 kg sebanyak 2 lapis.



Gambar 6. Angka stabilitas N_s untuk toe protection



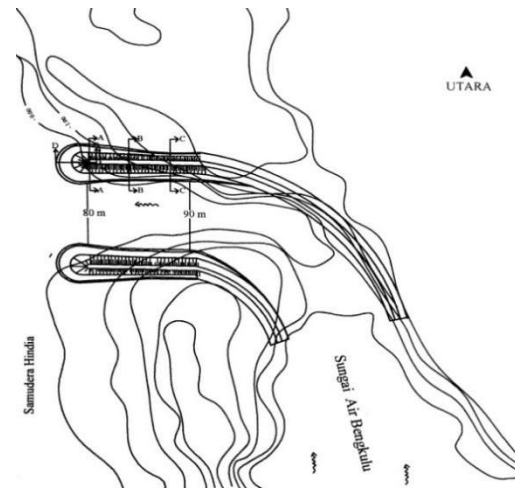
Gambar 7. Toe protection dari tumpukan batu

Lebar mercu tembok paling tidak dibuat tiga kali diameter batu lapis pelindung. Lebar minimum puncak jetty adalah :

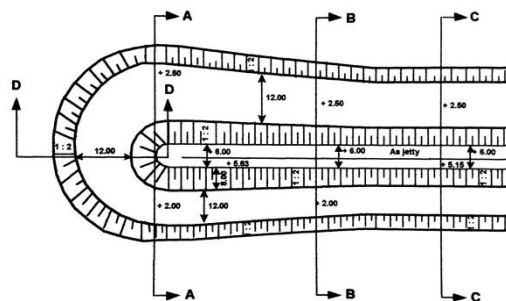
$$B = n \cdot k_{\Delta} \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{1/3} = 3 \cdot 1,10 \cdot \left[\frac{1,45}{2,65} \right]^{1/3} = 2,69 \text{ m}$$

Desain Jetty

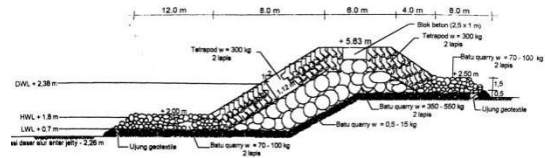
Dari hasil perhitungan sebelumnya, maka desain konstruksi jetty di Muara Sungai Air Bengkulu dapat dilihat pada gambar – gambar berikut :



Gambar 8. Layout jetty

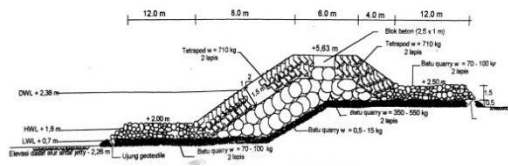


Gambar 9. Tampang memanjang jetty

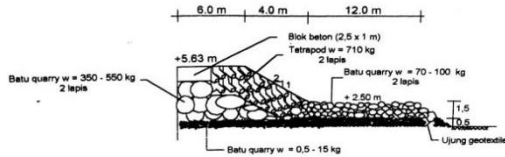


Gambar 10. Potongan A-A

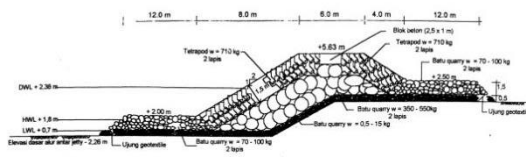
Lebar Puncak Jetty



Gambar 11. Potongan B-B



Gambar 12. Potongan C-C



Gambar 13. Potongan D-D

Analisa Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah duntuk pondasi dangkal (menerus) dengan lebar pondasi jetty diambil 1 m dan kedalaman 0,75 m dengan nilai $\phi = 25$; $N_c = 25,1$; $N_q = 12,7$; $N_\gamma = 9,7$, sehingga didapat :

$$q_{ult} = \alpha \cdot c \cdot N_c + \bar{q} (N_q - 1) + \beta \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

$$q_{ult} = 0 + 0,525 (12,7 - 1) + 0,5 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 9,7$$

$$q_{ult} = 9,54 \text{ kg/cm}^2$$

Dengan angka aman $SF = 4$ diperoleh :

$$\sigma = \frac{q_{ult}}{SF} = \frac{9,54}{4} = 2,38 \text{ kg/cm}^2$$

Keadaan tanah di lokasi adalah jenis pasir kasar dengan sebagian lanau yang merupakan ciri khas dari tanah di daerah tepi pantai. Maka nilai $\bar{\sigma}_t$ ijin di lokasi perencanaan adalah 2,5 – 3,0

Untuk tanah dangkal, agar pondasi aman harus memenuhi syarat berikut :

$$\sigma \leq \bar{\sigma}_t \text{ ijin}$$

$$2,38 \text{ kg/cm}^2 \leq 2,5 - 3,0 \text{ kg/cm}^2$$

Karena σ lebih kecil dari $\bar{\sigma}_t$ ijin lapisan tanah pada dasar pondasi mampu menahan beban bangunan jetty di atasnya.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Untuk mengatasi masalah pendangkalan di Muara Sungai Air Bengkulu akibat endapan pasir yang terbawa dari pantai diperlukan bangunan pengaman yaitu jetty. Jetty yang sesuai dengan kondisi di lokasi adalah jetty pendek dengan konstruksi tumpukan batu (quarry stone) dan tetrapod.
2. Pemilihan jetty pendek dikarenakan pembuatannya yang lebih murah dan dapat berfungsi dengan baik untuk stabilisasi muara. Konstruksi batu dan tetrapod merupakan konstruksi yang flexible, dapat mengabsorbsi energi gelombang, mudah perawatannya serta mudah dalam perbaikan apabila terjadi kerusakan.
3. Lebar alur pelayaran selebar 80 m dengan kedalaman dasar alur jetty – 2,26 m.
4. Untuk stabilitas struktur konstruksi jetty digunakan lapis pelindung dengan lapisan terluar dari susunan tetrapod dan susunan batu pecah dengan ukuran yang lebih kecil. Tetrapod yang digunakan seberat 710 kg dan 300 kg. Pada ujung dan lengan jetty berat batu pecah (quarry stone) berkisar antara 350 – 550 kg sebanyak 2 lapis.
5. Struktur pelindung kaki pada jetty (toe protection) dibuat dari tumpukan batu seberat 70 – 100 kg sebanyak 2 lapis
6. Elevasi puncak jetty setinggi 5,63 m dengan lebar puncak 2,69 m
7. Daya dukung tanah di lokasi (σ) adalah 2,38 kg/cm^2 lebih kecil dibandingkan daya dukung tanah ijin ($\bar{\sigma}_t$ ijin) 2,5 – 3,0 kg/cm^2 , sehingga lapisan tanah pada dasar pondasi mampu menahan beban konstruksi jetty di atasnya.

Daftar Pustaka

- Jatmoko, Hoedy. 2013. *Jetty Sebagai Alternatif Penanganan Muara Sungai*. Mediatama Sapta Karya. Jakarta
- Ongkosongo, Otto, SR. 1989. *Pasang Surut*. Lembaga Ilmu Pengetahuan

- Indonesia, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi. Jakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 1996. *Pelabuhan*. Beta Offset.Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset.Yogyakarta.
- Weasley, L.D. 1977. *Mekanika Tanah*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta.