

EVALUASI PEMECAH GELOMBANG (*BREAKWATER*) PADA PELABUHAN PERIKANAN

Lucky Wahana Agung, Noor Salim, Arief Alihudien.

Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Email : luckywahanaagung@gmail.com

Abstrack

In the existing condition of the breakwater at the fishery port of IPP Pancer there is a lack of efficiency to withstand the waves, because the breakwater condition has decreased the elevation caused by very large wave power, that is because the position of the port in IPP Pancer is the dominant southern sea with very large waves . So it will disrupt the placement of ships on the dock and also passing fishermen when loading and unloading fish because the elevation of the breakwater is too low. In order to protect the coastal fishery port of Banyuwangi District, the re-planning of breakwater construction is intended to evaluate the existing condition described above, in order to obtain an efficient breakwater construction planning result. In this breakwater planning evaluation, we get the type and type of breakwater on the sloping side with armor tetrapod with 1: 2 slope. For dimensions and breakwater elevation, it is known that the length of STA 0 - 780 m, 6.8 m breakwater elevation, 1.6 m wide end portion and 1.5 m of arm. Then for the tetrapod armor with 4.3 m³ of the tip and 3.4 m³ of the arm. Sehingga of the evaluation is able to withstand the onslaught of waves, because of the calculation of breakwater stability is able to achieve a safe value of 1.8 Msf or 1.8 > 1 Msf.

Keywords: Breakwater Planning

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia sebagai negara maritim memiliki wilayah laut seluas lebih dari 3,5 juta km², yang merupakan dua kali luas daratan (*Triatmodjo* : 1999). Kabupaten Banyuwangi mempunyai panjang pantai 282 km yang berada di 11 kecamatan 3 (tiga) kecamatan menghadap Samudera Indonesia, 7 (tujuh) kecamatan menghadap Selat Bali dan 1 (satu) kecamatan menghadap Laut Jawa (Sumber : Diskan Banyuwangi). Guna melindungi pelabuhan perikanan pantai Pancer Kabupaten Banyuwangi maka, dibangunlah bangunan pemecah gelombang (*breakwater*). Proses pembangunan pemecah gelombang di daerah Pancer Kabupaten Banyuwangi telah dimulai dilaksanakan pada tahun anggaran 2016 bulan juli sampai dengan bulan desember, dengan panjang pemecah gelombang ± 780 m dari STA 0 (sesuai dengan perencanaan). Pemecah gelombang (*breakwater*) pantai Pancer Kabupaten Banyuwangi yang sudah dibangun, saat ini mempunyai beberapa permasalahan yang saling terkait satu dengan yang lainnya,

permasalahan yang diawali oleh tekanan gelombang laut yang besar, yang mengakibatkan terjadinya ketidakstabilan bangunan pemecah gelombang (*breakwater*) yang menggunakan tipe *breakwater* rubble mound (*batu pecah*) yang mana sering dijumpai kesulitan dalam mendapatkan ukuran batu yang sesuai dengan yang direncanakan. Kelemahan lain adalah bentuk dan berat yang tidak sama, karena gelombang laut yang sangat kuat sehingga menerobos struktur pada pemecah gelombang (*breakwater*) dan menghilangkan material yang banyak. Setelah beberapa waktu terjadilah penurunan struktur pemecah gelombang (*breakwater*) yang diikuti dengan longsornya tumpukan akmon sehingga mempengaruhi tinggi elevasi pemecah gelombang (*breakwater*) yang direncanakan. Dan juga pada kerusakan pemecah gelombang (*breakwater*) yang saat ini terjadi disebabkan karena kekuatan material konstruksi *breakwater* rubble mound (*batu pecah*) yang tidak kuat mengingat pantai Pancer merupakan pantai selatan yang memiliki kategori gelombang yang besar. Oleh karena itu dibutuhkan perencanaan

struktur yang kuat untuk menahan gelombang dan pemilihan tipe breakwater yang tepat, sehingga secara konstruktif kuat dalam menahan energi gelombang yang besar.

Rumusan Masalah

1. Apakah Faktor – faktor yang mempengaruhi perencanaan *breakwater* pada pelabuhan Perikanan IPP Pancer Kabupaten Banyuwangi ?
2. Evaluasi tinggi pemecah gelombang (*breakwater*) pada pelabuhan perikanan di IPP Pancer Kabupaten Banyuwangi agar aman dari gempuran gelombang ?
3. Bagaimana kekuatan konstruksi *breakwater* pada pelabuhan perikanan di IPP Pancer Kabupaten Banyuwangi dengan jenis dan tipe *breakwater* sisi miring yang menggunakan armour tetrapod dengan kemiringan 1:2 ?

Batasan Masalah

1. Penelitian dilakukan berdasarkan data sekunder yang ada.
2. Tidak dilakukan pengukuran dilapangan, hanya akan dilakukan pengamatan lapangan.
3. Tidak menganalisa RAB (Rencana Anggaran Biaya).
4. Tidak melaksanakan metode pelaksanaan pekerjaan.
5. Tidak merencanakan DED (*Detail Engineering Design*).
6. Tidak menganalisa sedimentasi pasca konstruksi.
7. Tidak merencanakan dan mengkaji pengerukan.

Tujuan

Adapun tujuan penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Untuk mengetahui bentuk faktor – faktor yang berpengaruh dalam perencanaan.
2. Untuk mengetahui tinggi elevasi pemecah gelombang (*breakwater*).
3. Untuk mengetahui perbedaan kekuatan konstruksi *breakwater* yang menggunakan tipe rubble mound (*batu pecah*) dengan jenis lainnya yaitu *Tetrapod* (Batu buatan / Beton).

Manfaat

1. Bagi dunia ekonomi
Pemecah gelombang (*breakwater*) yang kokoh akan dapat melindungi pelabuhan dari gempuran gelombang, sehingga pelabuhan dapat dioptimalkan operasionalnya dapat memanfaatkan potensi sumber daya perikanan di samudra Indonesia secara terpadu akan memberikan hasil yang positif dalam mengembangkan daerah sekitar pelabuhan menjadi daerah industri dan wisata.
2. Bagi peneliti
Menambah wawasan dalam hal tata cara perencanaan pemecah gelombang (*breakwater*) yang baik.
3. Bagi universitas
Bermanfaat untuk membangun kerjasama dengan industri dalam bidang akademik.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Gelombang

Gelombang laut dapat dibedakan menjadi beberapa macam yang tergantung pada gaya pembangkitnya. Gelombang tersebut adalah gelombang angin yang dibangkitkan oleh tiupan angin di permukaan laut, gelombang pasang surut yang diakibatkan oleh gaya tarik benda-benda langit terutama matahari dan bulan terhadap bumi, gelombang tsunami terjadi karena letusan gunung laut, gelombang yang dibangkitkan oleh kapal yang bergerak dsb. Di antara beberapa bentuk gelombang tersebut yang paling penting dalam bidang teknik pantai adalah gelombang pasang surut dan gelombang angin (*Triatmodjo*, 1991:11). Analisa gelombang dalam perencanaan pelabuhan dibutuhkan untuk mengetahui tinggi gelombang di wilayah perairan pelabuhan, sehingga dapat diputuskan perlu atau tidaknya sebuah pemecah gelombang (*breakwater*).

Arus

Arus adalah pergerakan air secara horizontal yang disebabkan adanya perubahan ketinggian muka air laut. Arus lautan global merupakan pergerakan massa air yang sangat besar dan arus ini yang mempengaruhi arah aliran air lautan dan terkait antara satu lautan dengan yang lain di seluruh dunia. Adanya arus

lautan ini disebabkan oleh perputaran bumi, angin, dan suhu udara

Pasang Surut

Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut karena adanya gaya menarik benda-benda di langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Meskipun massa bulan jauh lebih kecil dari pada massa matahari, tapi karena jaraknya terhadap bumi jauh lebih dekat, maka pengaruh gaya tarik bulan terhadap bumi jauh lebih besar dari pada pengaruh gaya tarik matahari. Gaya tarik bulan yang mempengaruhi pasang surut adalah 2,2 kali lebih besar dari pada gaya tarik matahari.

Pemecah Gelombang

Pemecah gelombang (*breakwater*) merupakan pelindung utama bagi pelabuhan utama. Tujuan utama mengembangkan *breakwater* adalah melindungi daerah pedalaman perairan pelabuhan, yaitu memperkecil tinggi gelombang laut, sehingga kapal dapat berlabuh dengan tenang guna dapat melakukan bongkar muat. Untuk memperkecil gelombang pada perairan dalam, tergantung pada tinggi gelombang (H), lebar muara (b), lebar perairan pelabuhan (B) dan panjang perairan pelabuhan (L), mengikuti rumus empiris *Thomas Stevenson*. (*Kramadibrata*, 2002)

Stabilitas

Untuk menjamin kestabilan dari konstruksi *breakwater* diatas perlu dicek terhadap stabilitas daya dukung tanah yang bekerja di struktur dan stabilitas terhadap geser.

3. HIPOTESIS

Kerangka Konsep

Dalam suatu pelabuhan, seperti pemecah gelombang (*breakwater*) adalah salah satu faktor yang menentukan suatu kinerja pelabuhan, khususnya pada pelabuhan perikanan. Berkaitan dengan hal tersebut maka digunakan dimensi struktur *breakwater* dan material yang digunakan seperti *tetrapod*. Hipotesisnya adalah dengan struktur *breakwater* yang semakin baik akan memiliki kinerja pelabuhan yang semakin efisien.

Hipotesis

Berdasarkan judul perencanaan tujuan dan kerangka konsep penulis mengajukan hipotesis awal/dugaan sebagai berikut :

1. Ada beberapa sebab yang mempengaruhi struktur *breakwater* yaitu meliputi kecepatan angin dan kekuatan energi gelombang yang dapat mengakibatkan struktur *breakwater* mengalami kerusakan dan mempengaruhi juga penurunan elevasi struktur *breakwater*.
2. Elevasi *breakwater* yang kurang tinggi sehingga ditinggikan untukantisipasi gempuran gelombang yang tinggi.
3. Pembangunan konstruksi *breakwater* dengan tipe tetrapod secara konstruktif akan semakin saling mengikat antar material lebih rapat dan lebih kuat untuk menahan energi gelombang yang besar.

4. METODOLOGI

Waktu dan Tempat

Studi perencanaan ini dimulai pada bulan Mei 2017 dan direncanakan selesai pada bulan November 2017. Lokasi yang menjadi tempat penelitian ini adalah di pantai Pancer, Kec. Pesanggaran, Kab. Banyuwangi, Jawa Timur terletak 8°35'34.06" LS dan 113°59'51.20" BT.

Metode Perencanaan

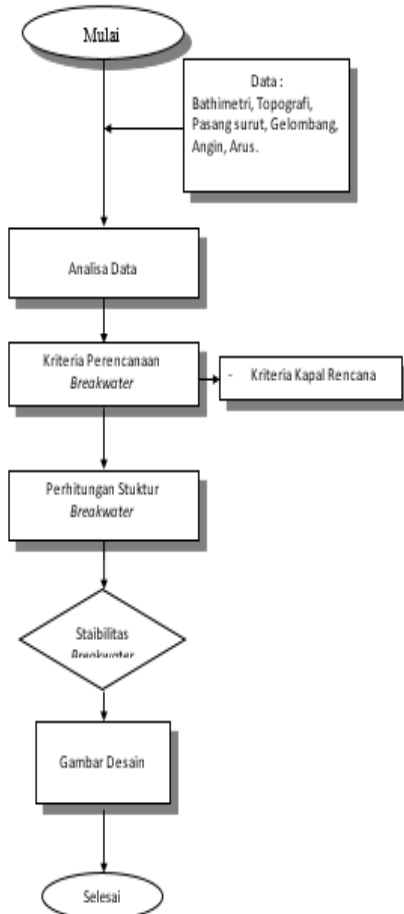
Data sekunder yang akan digunakan pada studi perencanaan ini diperoleh dari Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Banyuwangi, dengan rincian sebagai berikut :

1. Peta bathymetri dan topografi lokasi Pelabuhan Ikan Pancer.
2. Data arus perairan Pelabuhan Ikan Pancer.
3. Data gelombang perairan Pelabuhan Ikan Pancer.
4. Data pasang surut perairan Pelabuhan Ikan Pancer.
5. Data angin perairan Pelabuhan Ikan Pancer

Analisis Data

Analisis data diperlukan untuk mengolah data sekunder yang telah diperoleh menjadi data yang siap digunakan untuk perencanaan. Adapun analisa data yang dibutuhkan untuk perencanaan antara lain :

1. Analisis data topografi dan bathymetri.
2. Analisis pasang surut.
3. Analisis arus.
4. Analisis angin.
5. Analisis gelombang.



Gambar 4.1 Alir Perencanaan

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Umum

Breakwater ini berada di wilayah pantai selatan, tepatnya di pantai Pancer, Kec. Pesanggaran, Kab. Banyuwangi, Jawa Timur terletak $8^{\circ}35'34.06''$ LS dan $113^{\circ}59'51.20''$ BT. Sebelum dilakukan perencanaan detail *breakwater* ini, terlebih dahulu perlu dilakukan pengumpulan dan analisis data. Data – data yang digunakan merupakan data sekunder.

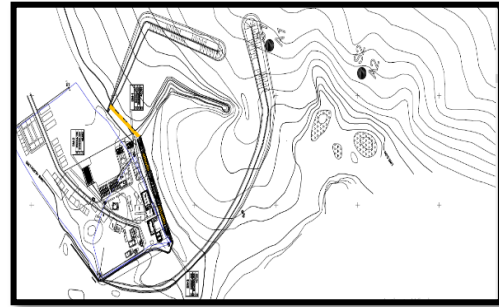
Data Bathymetri dan Topografi

Data bathymetri diperoleh dari survei ecosounding. Dari kondisi kedalaman disekitar wilayah perairan desa pancer bervariasi hingga

kedalaman -6.281 m LWS pada sisi perairan terluar yang merupakan ujung *breakwater*.

Data Topografi

Kondisi topografi di areal rencana pembangunan secara keseluruhan dapat dilihat pada **Gambar 5.1** dan koordinat titik batok BM (Bench Mark) dapat dilihat pada **Tabel 5.2**

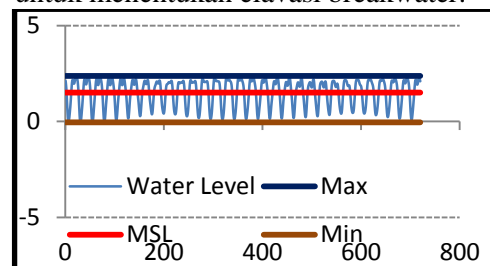


Gambar 5.1 - Peta Topografi

(Sumber : Data Gambar Proyek IPP Pancer)

Pasang Surut

Data pasang surut dianalisis diperlukan untuk menentukan elevasi *breakwater*.



Gambar 5.2 – Grafik Pasang Surut Pantai

Pancer Kab. Banyuwangi

(Sumber : Hasil Perhitungan Pasang Surut)

Dari pembacaan grafik diatas didapatkan data sebagai berikut :

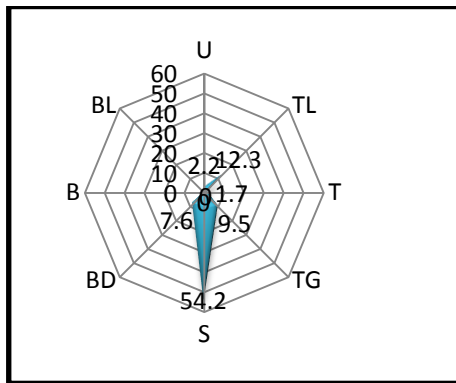
- Elevasi HWS (High Water Spring) pada $+2.37$ mLWS
- Elevasi MSL (Mean Sea Level) pada $+1.5$ mLWS
- Elevasi LWS (Low Water Spring) pada -0.046 mLWS

Data Angin

Data angin diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Banyuwangi. Data angin yang didapat yaitu selama tahun 2014-2016. Berdasarkan data

angin yang sudah diolah untuk mengetahui arah angin dominan maksimum yaitu pada **Tabel 5.5** dan **Gambar 5.3** :

U	TL	T	TG	S	BD	B	BL	rata-rata	%
2,2	2,6	1,7	2,4	1,5	1,7	-	-	12,1	13,828
-	2,2	-	2,3	2,7	2,8	-	-	10	11,428
-	2,1	-	2,7	1,7	3,1	-	-	9,6	10,971
-	2,8	-	2,1	2,9	-	-	-	7,8	8,914
-	2,6	-	-	2	-	-	-	4,6	5,257
-	-	-	-	2,4	-	-	-	2,4	2,742
-	-	-	-	2,2	-	-	-	2,2	2,514
-	-	-	-	3	-	-	-	3	3,428
-	-	-	-	2,2	-	-	-	2,2	2,514
-	-	-	-	2,3	-	-	-	2,3	2,628
-	-	-	-	3	-	-	-	3	3,428
-	-	-	-	2,1	-	-	-	2,1	2,4
-	-	-	-	2,9	-	-	-	2,9	3,314
-	-	-	-	2,8	-	-	-	2,8	3,2
-	-	-	-	2,4	-	-	-	2,4	2,742
-	-	-	-	2,4	-	-	-	2,4	2,742
-	-	-	-	3,1	-	-	-	3,1	3,542
-	-	-	-	2,4	-	-	-	2,4	2,742
-	-	-	-	3,2	-	-	-	3,2	3,657
-	-	-	-	2,6	-	-	-	2,6	2,971
-	-	-	-	2	-	-	-	2	2,285
-	-	-	-	2,4	-	-	-	2,4	2,742
rata-rata	2,2	12,3	1,7	9,5	54,2	7,6	-	87,5	100
%	2,514286	14,05714	1,942857	10,85714	61,94286	8,685714	0	0	100



(Sumber : Hasil Perhitungan Angin)

Struktur Breakwater

Hitungan berat lapis lindung didasarkan pada batu buatan (*tetrapod*). Berat jenis batu buatan (*tetrapod*) = 2,4 ton/m³. Besar koefisien lapis lindung yang diperhitungkan juga berbeda yakni K_D = 5,5 (ujung bangunan); 7 (lengan bangunan) untuk tetrapod.

$$W1 = \frac{y_r H^3}{K_D (Sr - 1)^3 \cot \theta}$$

Dimana :

yr = 2,4 ton/m³ (untuk tetrapod)

ya = 1,03 ton/m³ (massa jenis air laut)

K_D (*tetrapod*) = 5,5 (ujung bangunan); 7 (lengan bangunan)

KΔ = 1,04 (*tetrapod*)

Porositas P(%) = 50 (*tetrapod*)

$$S_R = \frac{2,4}{1,03} = 2,33 \text{ (untuk batu tetrapod)}$$

H = 4,8 meter

Perhitungan berat lapis lindung menggunakan tetrapod :

1. Breakwater Bagian Kepala

$$W = \frac{2,4 \text{ ton/m}^3 \times (4,8 \text{ m})^3}{5,5(2,33-1)^3 \times 2} = 10,26 \text{ ton}$$

Digunakan tetrapod dengan berat butir 10,26 ton

Dikonversikan menjadi kg yaitu 10,26 ton = 10.260 kg

2. Breakwater Bagian Lengan

$$W = \frac{2,4 \text{ ton/m}^3 \times (4,8 \text{ m})^3}{7(2,33-1)^3 \times 2} = 8,1 \text{ ton}$$

Digunakan tetrapod dengan berat butir 8,1 ton
Dikonversikan menjadi kg yaitu 8,1 ton = 8.100 kg

Lebar Puncak Bangunan

Lebar puncak breakwater dapat dicari dengan persamaan dibawah ini :

$$B = n \cdot k\Delta \left[\frac{W}{yr} \right]^{1/3}$$

Dimana :

B = lebar puncak (m)

n = jumlah butir batu (n minimum = 2)

KΔ = 1,04

W = berat butir batu pelindung (ton)

yr = 2,4 ton/m³

1 Bagian Kepala

$$B = n \cdot k\Delta \left[\frac{W}{yr} \right]^{1/3} = 2 \times 1,04 \times (10,26/2,4)^{1/3} = 3,36 \text{ meter} \approx 3,4 \text{ meter}$$

2 Bagian Lengan

$$B = n \cdot k \Delta \left[\frac{W}{yr} \right]^{1/3}$$

$$= 2 \times 1,04 \times (8,1/2,4)^{1/3} \\ = 3,12 \text{ meter} \approx 3,1 \text{ meter}$$

Pelindung Kaki

Untuk melindungi kaki, digunakan tetrapod, diketahui dari perhitungan sebelumnya diperoleh berat lapis pelindung utama pada bagian badan dan lengan masing – masing 10,6 ton dan 12,15 ton. Berat batu pelindung kaki untuk bagian kepala :

$$W/10 = 10,26/10 = 1,026 \text{ ton} = 1.026 \text{ kg}$$

Sedangkan untuk bagian lengan :

$$W/10 = 8,1/10 = 0,81 \text{ ton} = 810 \text{ kg}$$

Lebar pelindung kaki dapat dihitung dengan persamaan

1 Bagian Kepala

$$B = n \cdot k \Delta \left[\frac{W}{yr} \right]^{1/3}$$

$$= 2 \times 1,04 \times (1,026/2,4)^{1/3} \\ = 1,57 \text{ meter} \approx 1,6 \text{ meter}$$

2 Bagian Lengan

$$B = n \cdot k \Delta \left[\frac{W}{yr} \right]^{1/3}$$

$$= 2 \times 1,04 \times (0,81/2,4)^{1/3} \\ = 1,45 \text{ meter} \approx 1,5 \text{ meter}$$

Tinggi pelindung kaki dapat dihitung dengan persamaan

1 Bagian Kepala

$$B = n \cdot k \Delta \left[\frac{W}{yr} \right]^{1/3}$$

$$= 2 \times 1,04 \times (1,026/2,4)^{1/3} \\ = 1,57 \text{ meter} \approx 1,6 \text{ meter}$$

2 Bagian Lengan

$$B = n \cdot k \Delta \left[\frac{W}{yr} \right]^{1/3}$$

$$= 2 \times 1,04 \times (0,81/2,4)^{1/3} \\ = 1,45 \text{ meter} \approx 1,5 \text{ meter}$$

Jumlah Butir Persatuan Luas (N)

Jumlah butir tiap satuan luas dapat dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$N = A \cdot n \cdot k \cdot \Delta \left[1 - \frac{p}{100} \right] \left[\frac{yt}{W} \right]^{2/3}$$

Dimana :

t = tebal lapis lindung (m)

n = jumlah butir batu

KΔ = 1,04

W = berat butir pelindung ujung (ton) = 10,26

W = berat butir pelindung lengan (ton) = 8,1

P = porositas rata rata dari lapis pelindung (50%)

yr = 2,4 ton/m³

1 Bagian Kepala :

$$N = A \cdot n \cdot k \cdot \Delta \left[1 - \frac{p}{100} \right] \left[\frac{yt}{W} \right]^{2/3}$$

$$= 10 \times 2 \times 1,04 \times (1 - (50/100)) \times (2,4/10,26)^{2/3} \\ = 3,98 \approx 4 \text{ butir setiap } 10 \text{ m}^2$$

2 Bagian Lengan :

$$N = A \cdot n \cdot k \cdot \Delta \left[1 - \frac{p}{100} \right] \left[\frac{yt}{W} \right]^{2/3}$$

$$= 10 \times 2 \times 1,04 \times (1 - (50/100)) \times (2,4/8,1)^{2/3} \\ = 4,67 \approx 5 \text{ butir setiap } 10 \text{ m}^2$$

Elevasi Breakwater

Menggunakan parameter – parameter seperti kemiringan rencana *breakwater* yaitu 1 : 2 dan tinggi gelombang rencana yaitu 5 meter. Nilai wave run – up diperoleh dengan rumus 2.16 Bab tinjauan pustaka dengan parameter – parameter sebagai berikut :

Ø_r : 1:2

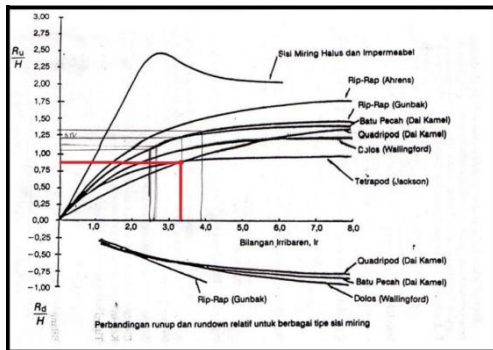
H : 4,8 meter

L_o : 220.91 meter

Sehingga diperoleh bilangan Irraben adalah

$$Ir = \frac{\tan \phi}{\left(\frac{H}{L_o} \right)^{0.5}} = \frac{1/2}{\left(\frac{4,8}{220.91} \right)^{0.5}} = 3,40$$

Selanjutnya mencari nilai Ru/H dengan grafik dibawah ini :



Gambar 5.13 – Run up Gelombang Tetrapod

Dari Grafik *run up* gelombang (gambar) untuk lapis lindung tetrapod pada $Ir = 3,4$ didapatkan nilai *run up* :

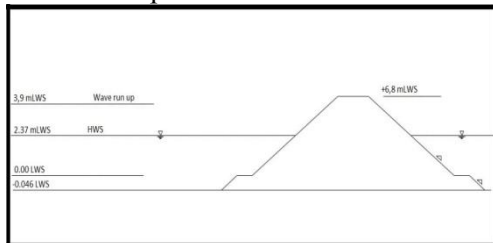
$$Ru / H = 0.8 \text{ maka}$$

$$Ru = 0.8 \times 4,8 = 3,9 \text{ meter}$$

Sehingga elevasi puncak *breakwater* terhadap LWS ditentukan sebagai berikut :

Elevasi puncak = HWS + Run Up + tinggi kebebasan

$$\begin{aligned} \text{HWS} &= +2.37 \text{ m} \\ \text{Wave Run-up} &= +3,9 \text{ m} \\ \text{Tinggi kebebasan} &= +0.5 \\ \text{Jadi elevasi puncak adalah} &= +6.77 \text{ m} \approx 6.8 \text{ m} \end{aligned}$$



Gambar 5.14 – Elevasi Puncak Breakwater

Menentukan Spesifikasi Tetrapod

Berdasarkan data hasil perhitungan berat butir lapis pelindung pada bangunan *breakwater*, dapat dihitung spesifikasi tetrapod yang akan digunakan. Dari nilai berat butir dapat dihitung besarnya volume besarnya volume berdasarkan rumus dasar berat jenis

$$V = \frac{W}{y}$$

Dimana :

y = berat jenis (ton/m^3)

W = berat (ton)

V = volume (m^3)

Diketahui $W = 10,26$ ton untuk bagian kepala dan $W = 8,1$ ton untuk bagian lengan, maka :

$$V = \frac{10,26}{2,4} = 4,27 \text{ m}^3$$

Sedangkan bagian lengan

$$V = \frac{8,1}{2,4} = 3,36 \text{ m}^3$$

Maka dimensi tetrapod yang akan digunakan dalam desain dilihat pada Tabel 5.13 sebagai berikut :

Nominal Weight (ton)	Actual Weight (*) (ton)	Volume (m ³)	Form Area (m ²)	h (mm)	d (mm)	S (mm)	r1 (mm)	r2 (mm)	r3 (mm)	b (mm)	c (mm)	e (mm)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	0.46	0.2	2.18	900	965	1075	215	135	100	435	35	585
1.0	0.92	0.4	3.44	1130	1215	1350	270	170	125	545	45	740
2.0	1.84	0.8	5.42	1420	1525	1695	340	210	155	685	55	930
3.2	2.88	1.25	7.32	1650	1770	1970	395	245	180	800	65	1075
4.0	3.68	1.6	8.62	1790	1920	2140	425	265	195	865	70	1170
5.0	4.60	2.0	10.00	1930	2075	2305	460	285	210	935	75	1260
6.3	5.75	2.5	11.52	2070	2225	2470	495	310	225	1010	80	1360
8.0	7.36	3.2	13.74	2260	2430	2700	540	335	245	1095	90	1475
10.0	9.20	4.0	15.88	2430	2610	2905	580	360	265	1175	95	1590
12.5	11.50	5.0	18.46	2620	2815	3130	625	390	285	1270	105	1710
16.0	14.49	6.3	21.54	2830	3040	3380	675	420	310	1370	110	1850
20.0	18.40	8.0	25.19	3060	3290	3655	730	455	335	1485	120	2000
25.0	23.00	10.0	29.29	3300	3545	3945	785	490	360	1600	130	2155
32.0	28.75	12.5	33.90	3550	3815	4240	845	530	390	1720	140	2320
40.0	36.80	16.0	40.08	3860	4150	4610	920	575	420	1870	155	2520
50.0	46.00	20.0	46.44	4155	4465	4965	990	620	455	2015	165	2715
64.0	58.88	25.6	54.59	4505	4845	5385	1075	675	495	2185	180	2950
80.0	73.60	32.0	67.25	5000	5375	5975	1200	745	545	2420	200	3270

(Sumber : Shore Protection Manual 1984)

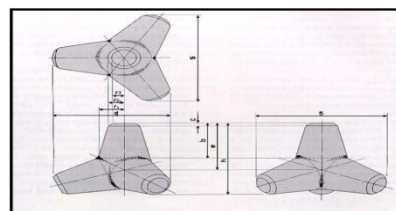
Maka didapatkan hasil interpolasi dimensi tetrapod untuk *breakwater* berdasarkan protection manual 1984 pada Tabel 5.14 dan Tabel 5.15 sebagai berikut :

Nominal Weight (ton)	Actual Weight (ton)	Volume (m ³)	Form Area (m ²)	h (mm)	d (mm)	S (mm)	r1 (mm)	r2 (mm)	r3 (mm)	b (mm)	c (mm)	e (mm)
10,26	9,2	4	15,88	2430	2610	2905	580	360	265	1175	95	1590

(Sumber : Analisa Perhitungan Dimensi Tetrapod Bagian Ujung)

Nominal Weight (ton)	Actual Weight (ton)	Volume (m ³)	Form Area (m ²)	h (mm)	d (mm)	S (mm)	r1 (mm)	r2 (mm)	r3 (mm)	b (mm)	c (mm)	e (mm)
8,1	7,36	3,2	13,74	2260	2430	2700	540	335	245	1095	90	1475

(Sumber : Analisa Perhitungan Dimensi Tetrapod Bagian Lengan)



Gambar 5.15 – Dimensi Tetrapod

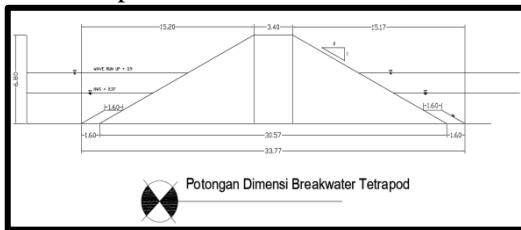
Stabilitas Breakwater

Kontrol ini dipakai untuk mengetahui apakah tanah dibawah *breakwater* dapat

menahan berat sendiri konstruksi *breakwater* tersebut (daya dukung tanah).

Dimensi Breakwater :

- Lebar = 33,77 meter
- Tinggi Breakwater = 6,8 meter
- Panjang Breakwater = 780 meter
- Lebar Puncak (B) = 3,4 meter
- Lebar Slope sisi pelabuhan = 15,20 meter
- Lebar Slope sisi Laut = 15,17 meter



Gambar 5.16 – Sketsa Dimensi *Breakwater*

Parameter Daya Dukung Tanah :

Jenis tanah= Pasir Halus (dari hasil SPT pada kedalaman -0,5 s/d -1.00 LWS)
 Kedalaman Breakwater= -1.00 (darilayout *breakwater*)
 γ armor (tetrapod)= 2,4 ton/m³
 γ air laut= 1,03 ton/m³
 N_{SPT} = 17 (dari hasil SPT pada kedalaman -0,5 s/d -1.00 LWS)
 ϕ tanah= 35° (dari tabel kepadatan relatif dan uji tanah di lapangan, *Pedoman Analisis Daya Dukung Tanah Pondasi Dangkal Bangunan Air* – 2005).

γ pasir = 1,4 ton/m³

$Y' = (1,4 - 1,03) = 0,37 \text{ ton/m}^3$

$C = 0 \text{ t/m}^2$ (karena pasir merupakan jenis tanah non kohesif sehingga tidak memiliki lekatan antar partikel tanah).

Tabel 5.16 – Nilai N_c , N_y , dan N_q

Sudur Geser	N_c	N_y	N_q
ϕ 35°	57,8	42,4	41,4

(Sumber : Tabel Faktor Daya Dukung Tanah Terzhagi (Bowles, 1988))

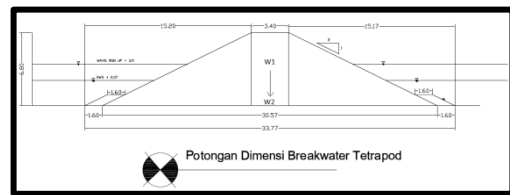
Untuk besar daya dukung tanah dasar menurut terzhagi adalah menggunakan rumus 2.26 dan 2.27 pada bab 2, sehingga diperoleh :

$$ql = \left(1 - 0,2 \times \frac{33,77}{780}\right) 0,37 \cdot \frac{34}{2} \cdot 42,4 + \left(1 + 0,2 \cdot \frac{33,77}{780}\right) \cdot 0.57,8 + 0,37 \cdot 1.41,4 = 24,428 \text{ t/m}^2$$

$Q_{ult} = 24,428 \times 33,77$

$= 824,934 \text{ t/m}$

Beban *breakwater* yang bekerja diperlihatkan oleh gambar dibawah ini dan dapat dihitung dengan rumus 2.28 (Bab Tinjauan Pustaka) :



Gambar 5.17 – Sketsa Beban Pada *Breakwater*

$$W_{total} = \left(\frac{(3,4+30,57)}{2} \times 5,8 \times 2,4\right) + \left(\frac{(30,37+33,77)}{2} \times 1 \times 2,4\right) = 313,399 \text{ t/m}$$

SF = $\frac{Q_{ult}}{w} > 2$

$= \frac{824,934}{313,399} > 2$

$= 2,63 > 2 \dots \dots \dots \text{OK}$

6. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan data dan analisis kebutuhan pelayaran di IPP Pancer Kabupaten Banyuwangi, maka perencanaan *Breakwater* sebagai berikut :

1. Faktor yang mempengaruhi struktur *breakwater* yaitu kecepatan angin dan gelombang. Dimana hasil perhitungan data angin yang sudah diolah menghasilkan arah angin dominan arah selatan dengan

- kecepatan 11.981 m/dt. Dan data gelombang yang sudah diolah menghasilkan tinggi gelombang sebesar 5 meter dengan periode gelombang 11.9 detik.
2. Elevasi struktur *breakwater* rencana yang dipilih yaitu struktur *breakwater* yang memiliki kemiringan $\cot \theta$ 2 (1:2), seperti yang sudah dijelaskan pada bab 5 pada sub bab Analisis perbandingan. Dengan menggunakan armor tetrapod. Dan elevasi *breakwater* rencana yaitu yang memiliki tinggi bangunan 6,8 meter. Lebar puncak 3,4 meter (*head*) dan 3,1 meter (*trunk*).
 3. *Breakwater* rencana memiliki spesifikasi sebagai berikut :
 - a. *Breakwater* bagian ujung (*head*) untuk Armor Layer :*Primary Layer* : Tetrapod (W = 10,26 ton)
 - b. *Breakwater* bagian lengan (*trunk*) untuk Armor Layer :*Primary Layer* : Tetrapod (W = 8,1 ton)
 - c. *Breakwater* bagian ujung (*head*) untuk Pelindung Kaki:
Lebar (B) : 1,6 meter
 - d. *Breakwater* bagian lengan (*trunk*) untuk Pelindung Kaki:
Lebar (B) : 1,5 meter
 - e. *Breakwater* bagian ujung (*head*) untuk Pelindung Kaki:
Tinggi (t) : 1,6 meter
 - f. *Breakwater* bagian lengan (*trunk*) untuk Pelindung Kaki:
Tinggi (t) : 1,5 meter
 - g. Volume tetrapod bagian ujung (*head*) :
 $V = 4,3 \text{ m}^3$
 - h. Volume tetrapod bagian lengan (*trunk*) :
 $V = 3,4 \text{ m}^3$

Dengan Nilai stabilitas sebesar yaitu $2,63 > 2$ OK, maka dengan nilai tersebut, tanah dapat menahan beban yang ada pada *breakwater* tersebut. Dan menggunakan aplikasi plaxis yaitu mencapai nilai $1,8 > 1$ Msf dimana nilai tersebut merupakan katagori aman, jadi untuk perhitungan *breakwater* menggunakan aplikasi plaxis sangat aman.

Saran

1. Analisis finansial perlu dikaji lebih lanjut untuk menentukan alternatif mana yang sebenarnya lebih layak untuk dilaksanakan.
2. Dengan adanya pemecah gelombang, arus laut dan gelombang akan tereduksi dan hal ini justru akan memicu terjadinya sedimentasi di sekitar pemecah gelombang. Hal ini perlu dikaji lebih lanjut agar tidak terjadi pendangkalan dasar laut khususnya yang merupakan area alur pelayaran masuk dan keluarnya kapal.
3. Meskipun tipe pemecah gelombang sisi miring mudah diperbaiki kerusakan pada pemecah gelombang ini perlu secara rutin dieprhatikan karena kerusakannya dapat terjadi secara berangsur-angsur.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah Cemapak ST. 2012. *Perencanaan Pemecah Gelombang Pelabuhan Perikanan Pondok Mimbo Situbondo Jawa Timur* : Badan Penerbit Universitas Jember.
- Badan Meteorologi dan Geofisika Kabupaten Banyuwangi. 2017. *Data Tinggi Gelombang Laut Perairan Selatan dan Data Arah dan Kecepatan Angin*.
- Badan Litbang PU. 2006. *Pedoman Analisis Daya Dukung Tanah Pondas Dangkal Bangunan Air*. Jakarta : Badan Litbang PU Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Penerbit Universitas Jember. 2010. *Pedoman penulisan Karya Ilmiah*, Edisi Ketiga Cetakan Ketiga. Jember Badan Penerbit Universitas Jember.
- Firdaus, Badruttamam. 2009. *Perencanaan Detail Dermaga dan Breakwater Pelabuhan Peti Kemas Tanjung Bulupandan, Madura*. Surabaya : Penerbit ITS.
- Ir, Sunggono. 1982. *Mekanika Tanah*. Bandung : Penerbit Nova.

Kramadibrata, Soedjono. 2002. *Perencanaan Pelabuhan*. Bandung : Penerbit ITB

Triatmodjo, Bambang. 1999. *Teknik Pantai*. Yogyakarta : Beta Offset.

Triatmodjo, Bambang. 2009. *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta : Beta Offset.

Wahyumaudi, Imam. 2009. *Buku Ajar Pelabuhan*. Banten : Penerbit Unisula.