

**Study Break Water
Untuk Pelabuhan Militer Di Situbondo
*Study Break Water For Military Port In Situbondo***

Roni Baitur Rohman¹⁾, Noor salim²⁾ Irawati³⁾

¹Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Email : ronibaiturrohman@gmail.com

²Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Email : noorsalim@gmail.com

³Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Email : Irawati@unmuhjember.ac.id

Abstrak

Penelitian perencanaan bangunan pemecah gelombang (breakwater) yang berada di kawasan Pantai Banongan, Kabupaten Situbondo bertujuan untuk menganalisis perencanaan bangunan breakwater pada suatu pelabuhan. Metode penelitian yang digunakan adalah analisis empiris data sekunder, dengan sifat data kuantitatif menggunakan beberapa rumusan formula. Dari perhitungan yang telah dilakukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan besar, yaitu pertama, akibat pengaruh arah dan besar gelombang laut adalah panjang garis pengaruh arah gelombang (fetch effective max) 1353,864 km, tinggi gelombang signifikan (hs) 0,33m, dan periode gelombang (ts) 5,5 detik. Kedua, dimensi bangunan breakwater yaitu elevasi puncak breakwater (et) 7,02 m, tinggi breakwater (hb) 7,02 m, berat butir lapis lindung (w) 1.400 kg, berat butir lapis lindung (w) 1.100 kg, lebar puncak breakwater (b) 1,08 m, tebal lapis dinding (t) 1,9m, jumlah batu pelindung (n) 22 buah, dan diameter batu pelindung (d) 0,4 m³. Parameter daya dukung tanah bangunan breakwater memiliki nilai faktor keamanan dengan syarat total volume (25559,33) di haruskan lebih kecil nilainya dari Pn (482652,61), Syarat= total volume < Pn = 25559,33 < 482652,61, sehingga bangunan breakwater dengan dimensi yang telah diperhitungkan dikatakan layak dan aman untuk mengatasi gelombang yang merambat ke arah dalam pelabuhan.

Keywords: *Bangunan, Gelombang, Pelabuhan, Penelitian, Perencanaan.*

Abstract

Research on the planning of breakwater buildings in the Banongan Beach area, Situbondo Regency aims to analyze the planning of breakwater buildings in a port. The research method used is empirical analysis of secondary data, with the nature of quantitative data using several formulas. From the calculations that have been carried out, several major conclusions are obtained, namely first, due to the influence of the direction and magnitude of the ocean waves, the length of the line of influence of the direction of the wave (fetch effective max) is 1353.864 km, the significant wave height (hs) is 0.33m, and the period of the wave is 0.33m. wave (ts) 5.5 seconds. Second, the dimensions of the breakwater building are the elevation of the breakwater peak (et) 7.02 m, the height of the breakwater (hb) 7.02 m, the grain weight of the protected layer (w) 1,400 kg, the grain weight of the protected layer (w) 1,100 kg, the width of the breakwater peak. (b) 1.08 m, wall layer thickness (t) 1.9 m, number of protective stones (n) 22 pieces, and diameter of protective stone (d) 0.4 m³. The parameter of the soil bearing capacity of the breakwater building has a safety factor value with the condition that the total volume (25559.33) must be smaller than Pn (482652.61), Terms = total volume < Pn = 25559.33 < 482652.61, so that the breakwater building with

dimensions that have been calculated are said to be feasible and safe to overcome waves that propagate towards the harbor.

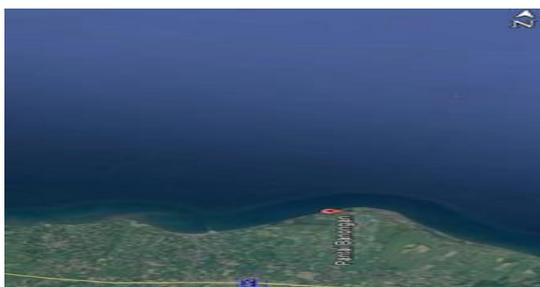
Keywords: *Building, Wave, Port, Research, Planning.*

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). Situbondo mempunyai perairan yang sangat luas dan juga mempunyai garis pantai yang panjang. Kabupaten situbondo, Kecamatan Asembagus. Secara Geografis kabupaten Situbondo terletak diantara 7° 42'61"LS dan 114° 14'2.37" Bt dan dilihat dari segi topografi ketinggian rata-rata di Kecamatan Asembagus adalah 0 – 1000 meter di atas permukaan laut. Adapun batas-batas daerahnya meliputi sebagai berikut: sebelah utara adalah Selat Madura, sebelah Timur adalah Kabupaten Situbondo, sebelah selatan adalah Kabupaten Bondowoso, sebelah barat Kabupaten Probolinggo, mempunyai luas wilayah 1.693 km² dengan jumlah penduduk berdasarkan hasil sensus penduduk terakhir sekitar 889.893 jiwa, dengan kepadatan penduduk rata-rata 407,5 jiwa/ km².

Perencanaan pelabuhan khusus militer adalah salah satu program penunjang sarana dan prasarana, khususnya bidang pertahanan dan keamanan nasional. Pada saat ini kabupaten Situbondo mempunyai tempat latihan militer yang terletak di Kecamatan Asembagus yaitu Pusat Latihan Tempur (Puslatpur) Marinir dan pada saat ini belum ada pelabuhan militer



Gambar 1. Peta Lokasi Studi di pantai Banongan, Kec. Asembagus, kabupaten Situbondo, Jawa Timur.

Sumber ; Google earth 2020.

Rumusan Masalah

1. Bagaimana data teknik kepantaraan yang ada di pantai Banongan – Kabupaten Situbondo ?
2. Berapa jumlah kapal militer yang di perediksi akan berlabu di pantai Banongan – Kabupaten Situbondo ?
3. Bagaimana kontruksi Break Water yang cocok untuk pelabuhan militer di wilayah pantai Banongan - Kabupaten Situbondo ?

Batasan Masalah

1. Tidak menganalisa RAB (Rencana Anggaran Biaya)
2. Fasilitas dermaga seperti Marine Loading Arm, jib crane dan monitor tower tidak dibahas secara mendalam.
3. Data yang digunakan menggunakan data sekunder
4. Tidak merencanakan dermaga dan kolam putar dermaga.

Tujuan

Adapun tujuan penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Adapun tujuan penulisan tugas akhir ini Menganalisis perediksi jumlah kapal militer yang berlabuh di pantai Banongan – Kabupaten Situbondo.
2. Menganalisis data teknik kepantaraan baik data primer maupun data sekunder pada pantai Banongan – Kabupaten Situbondo.
3. Merencanakan kontruksi Break Water pada rencana pelabuhan militer di Pantai Banongan – Kabupaten Situbondo.

Manfaat

1. Bagi dunia ekonomi 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 study 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 pembangkitannya. 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 study pelabuhan dibutuhkan untuk mengetahui tinggi gelombang di wilayah perairan pelabuhan, sehingga dapat diputuskan perlu atau tidaknya sebuah pemecah gelombang (*breakwater*).

Jika gelombang menjalar dari tempat yang dalam menuju ke tempat yang makin lama makin dangkal, pada suatu lokasi tertentu gelombang akan pecah. Kondisi gelombang pecah tergantung pada kemiringan dasar pantai

dan kecuraman gelombang. Tinggi gelombang pecah dapat dihitung dengan rumus berikut ini:

$$\left(\frac{Hb}{H'o}\right) = \left(\frac{1}{3,3\left(\frac{H'o}{L'o}\right)^{1/3}}\right)$$

Kedalaman air dimana gelombang pecah diberikan oleh rumus berikut ini :

$$\left(\frac{db}{Hb}\right) = \left(\frac{1}{b - \left(\frac{aHb}{gT^2}\right)}\right)$$

Dimana a dan b merupakan fungsi kemiringan pantai m dan diberikan oleh persamaan berikut :

$$a = 43,75 (1 - e^{-19m})$$

$$b = \left(\frac{1,56}{(1 + e^{-19,5m})}\right)$$

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.

Angin

Data angin yang digunakan untuk peramalan gelombang adalah data angin dipermukaan laut pada lokasi pembangkitan. Data tersebut diperoleh dari pengukuran langsung di atas permukaan laut atau pengukuran di darat kemudian di konversi menjadi data angin di laut. Kecepatan angin diukur dengan Anemometer, dan biasanya dinyatakan dengan knot. Satu knot adalah

panjang satu menit garis bujur melalui khatulistiwa yang ditempuh dalam satu jam, atau 1 knot = 1,852 km/jam = 0,514 m/d. Dengan pencatatan jam-jaman tersebut akan diketahui angin dengan kecepatan tertentu dan durasinya, kecepatan angin maksimum, arah angin, dan dapat pula dihitung kecepatan angin rerata harian.

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)

a) *Breakwater* sisi miring.

Menurut Bambang Triatmodjo dalam bukunya *Pelabuhan – 1999*, *breakwater* sisi miring memiliki bentuk trapesium (dilihat dari potongan melintang). Biasanya *breakwater* tipe ini terbuat dari tumpukan batu atau blok beton yang dibuat khusus untuk menggantikan batu alam seperti *batu pecah*, *quadripods*, *tripod*, *dolos* dll. Tipe ini dipilih jika kondisi daya dukung tanah pada lokasi study kecil. Pada jenis tanah seperti ini harus dipilih konstruksi dengan dimensi yang kecil atau alternatif lainnya adalah memperlebar bagian dasar bangunan dengan tujuan agar tekanan yang dibuat oleh berat bangunan kecil.

b) Stabilitas batu lapis dalam study pemecah gelombang sisi miring, di tentukan dengan menggunakan rumus Houdson.

$$W = \frac{yr.H^3}{K_D.(Sr-1)^3 \cot \theta}$$

$$\text{Dimana : } Sr = \frac{yr}{ya}$$

Dimana W adalah tebal lapis lindung pemecah gelombang.

c) Elevasi Pemecah Gelombang.

Elevasi Pemecah Gelombang di peroleh dengan rumus berikut:

$$El = HWL + R_U + \text{Tinggi}$$

Dimana R_U merupakan nilai *run up* gelombang yang di peroleh dari fungsi Iribaren:

$$I_r = \left(\frac{\tan \theta}{\left(\frac{H}{L_0}\right)^{0,5}} \right)$$

Dari nilai bilangan Iribaren tersebut, besar *run up* gelombang juga didapat dari grafik R_U/H dengan nilai I_r .

d) Lebar Puncak Pemecah Gelombang.

Lebar puncak pemecah gelombang dapat dihitung dengan rumus berikut ini:

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

e) Dengan :

Dimana B adalah lebar puncak pemecah gelombang dan K_Δ adalah koefisien lapis.

Tabel 1. Koefisien lapis

Batu Pelindung	n	Penempatan	K_Δ	Porositas P (%)
Batu alam (halus)	2	Random (acak)	1,02	38
Batu alam (kasar)	2	Random (acak)	1,15	37
Batu alam (kasar)	>3	Random (acak)	1,10	40
Kubus	2	Random (acak)	1,10	47
Tetrapoda	2	Random (acak)	1,04	50
Quadripod	2	Random (acak)	0,95	49
Hexapoda	2	Random (acak)	1,15	47
Tribard	2	Random (acak)	1,02	54
Dolos	2	Random (acak)	1,00	63
Tribar	2	Seragam	1,13	47
Batu alam	1	Random (acak)	1,13	37

Sumber : *Bambang Triatmodjo, Teknik Pantai*

f) Tebal Lapis Pelindung dan Jumlah Batu Butir.

Tebal lapis pelindung dan jumlah butir batu tiap satuan luasan di berikan dalam rumus berikut:

$$t = nk\Delta \left[\frac{W}{yr} \right]^{1/3}$$

Sedangkan jumlah armour unit yang dibutuhkan dalam study ini adalah :

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

Dimana t adalah tebal lapis pelindung dan N adalah jumlah butir lapis pelindung per meter.

Stabilitas Daya Dukung Tanah

Kontrol ini dipakai untuk mengetahui apakah tanah dibawah *breakwater* dapat menahan berat sendiri konstruksi *breakwater* tersebut. Untuk dasar pondasi segiempat (LxB) besar daya dukung tanah dasar menurut Terzaghi adalah sebagai berikut :

$$q_l = \left(10,2 \times \frac{B}{L}\right) y \cdot \frac{B}{2} \cdot N_y \left(10,2 \cdot \frac{B}{L}\right) \cdot C \cdot N_c + y \cdot D \cdot N_q \dots$$

$$Q_{ult} = q_l \times B \dots$$

$$W = A \times y \text{ armour} \dots$$

Syarat kestabilan daya dukung tanah adalah sebagai berikut :

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

Stabilitas Terhadap Geser

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

Stabilitas Terhadap Beban Gempa

Beban yang di alami oleh pemecag gelombang yang diakibatkan oleh gayaa ngin di hitung dengan rumus berikut ini.

$$F_e = K_{of} \cdot G_{empa} \times G$$

Stabilitas Terhadap Beban Angin

Beban yang di alami oleh pemecah gelombang yang diakibatkan oleh gaya Angin dapat dihitung dengan mengunkan rumus berikut ini.

$$F_w = A_w \times K \times W$$

3. METODOLOGI

Lokasi Penelitian

Lokasi yang menjadi tempat study *Break Water* ini adalah di pantai Banongan, Kec. Banongan, Kab. Situbondo, Jawa Timur terletak 8°35'34.06" LS dan 113°59'51.20" BT. Adapun waktu penelitian adalah dari bulan Mei – Juni 2020.

Jenis Data Dan Sumber Data

Adapun data yang digunakan merupakan data primer dan sekunder / tidak langsung.

1. Data Primer

Berupa data yang diperoleh dari pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan terhadap kondisi bangunan dermaga dan fasilitasnya.

Data primer yang diperoleh terdiri dari :

- Dokumentasi berupa foto kondisi di lokasi penelitian yaitu gambar eksisting dermaga yang ada di pelabuhan militer Kabupaten Situbondo.
- Data topografi dan bathymetri

2. Data Sekunder

Data yang diperoleh melalui bahan-bahan tertulis, maupun informasi lain yang erat kaitannya dengan objek penelitian yaitu :

- Data kapal
- Data tanah
- Data pasang surut
- Data gelombang
- Data angin
- Data arus

Metode Pengolahan Data

Data yang telah di kumpulkan akan di olah, adapun tahapan dalam analisa data meliputi :

- Analisa data kapal rancangan meliputi berat kapal kosong dan berat kapal bermuatan.
- Analisa data topografi dan bathymetri terhadap posisi bangunan Jetty.
- Analisa data pasang surut air laut.
- Analisa gelombang, jarak, dan kecepatan gelombang.
- Analisa data angin meliputi arah angin dan resultan angin dengan winrose
- Analisa data tanah untuk menentukan model dan jenis pondasi jetty.

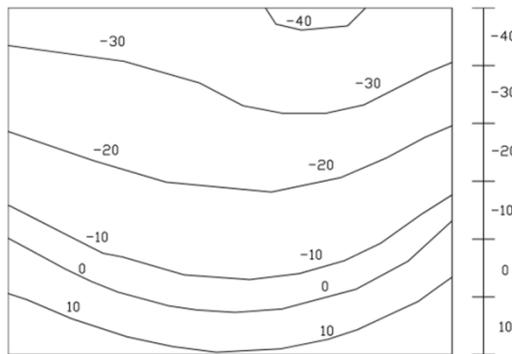
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Umum

Breakwater ini berada di wilayah pantai selatan, tepatnya di pantai Pancer, Kec. Pesanggaran, Kab. Situbondo, Jawa Timur terletak 8°35'34.06" LS dan 113°59'51.20" BT. Sebelum dilakukan study detail *breakwater* ini, terlebih dahulu perlu dilakukan pengumpulan data analisis data. Data – data yang digunakan merupakan data sekunder.

Data Bathymetri dan Topografi

Data hasil pengukuran BATNAS bathymetri selanjutnya di lakukan pengolahan data menggunakan *software* Global Mepper dan di modelkan dengan mengunakan Surfer yang di sajikan titik tingi yang kemudian menjadi garis pada pembuatan peta bathimetri pada **Gambar 4.2**



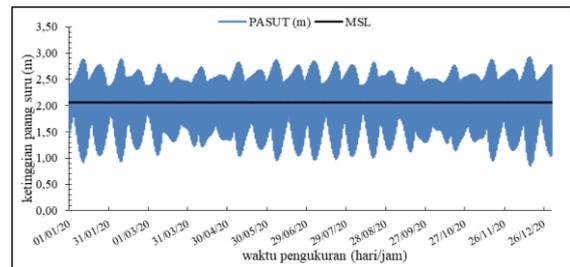
Gambar 2. Peta Batimetri
 Sumber: Aplikasi archgis 2020

Topografi

Berdasarkan peta topografi pada gambar 4.7 daerah daratan renda dan ketinggian yang terhampar sepanjang pantai dengan ketinggian antara 0 – 2700 meter di atas permukaan laut.

Pasang Surut

Dari data pasang surut di lokasi penelitian daerah Situbondo Pantai Banongan grafik pasang surutnya adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Grafik Pasang Surut Periode 1 Tahun

Sumber: Perhitungan Exel 2020

Dari pembacaan grafik di atas didapatkan data sebagai berikut :

- Elevasi HWL (High Water Level) pada +2,92 mLWS
- Elevasi MHWL (Mean Hight Water Level) pada +2,56 mLWS
- Elevasi MSL (Meen Sea Level) + 2,06 mLWS
- Elevasi MLWL (Mean Low Water Level) pada +1,5 mLWS
- Elevasi LWL (Low Water Spring) pada +0,86 mLWS

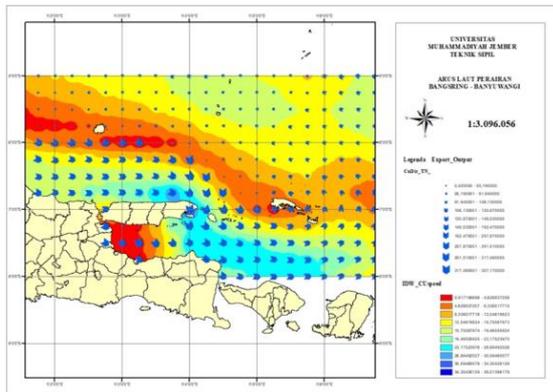
Arus

Dari hasil data arus yang di dapat pada tabel 4.3 dan peta shp indonesia yang diperoleh melalui website DivaGis atau Gadm mendapatkan hasil pengolahan peta arah arus menggunakan aplikasi ArcGis.

Tabel 2. Data Arus

Longitude	Latitude	WindDir(TN)	WindSpd(knot)	CuDir(TN)	CuSpd(cm/s)
111	-5	115,84	11,67547	106,13	10,85588
111	-5,25	115,28	11,43286	113,07	7,21832
111	-5,5	115	10,97314	141,74	3,02261
111	-5,75	115,04	10,29547	253,24	4,83735
111	-6	115,45	9,39998	274,1	13,62689
111	-6,25	115,44	7,45408	271,26	18,1135
111	-6,5	116,17	5,64483	303,6	19,84714
111,25	-5	116,47	11,68285	102,23	11,10879
111,25	-5,25	115,77	11,4056	104,5	7,3667
111,25	-5,5	115,36	10,91224	111,92	2,9284
111,25	-5,75	115,26	10,20148	271,61	3,184
111,25	-6	115,75	9,2745	279	11,68235
111,25	-6,25	116,67	7,35001	283,91	16,00686
111,25	-6,5	118,93	5,56879	284,76	18,84491
111,5	-5	116,9	11,69244	97,97	11,47904
111,5	-5,25	116,07	11,38059	96,43	7,95062
111,5	-5,5	115,51	10,85355	88,54	3,80677
111,5	-5,75	115,25	10,10961	310,44	2,24847
111,5	-6	115,64	9,14981	288,53	10,37057

Sumber : BMKG, Kelas III Situbondo



Gambar 4. Arus Laut
 Sumber : *BMKG, Kelas III Situbondo*

Perhitungan :

- U = Kecepatan Arus Laut
- T = Tegangan Angin (9,02 m/s)
- W = Kecepatan Angin
- Az = Koefisien Viskositas Eddy (1,3 x 10⁻⁴ m/s)
- Θ = 8
- c = 2,6 x 10⁻³
- p = Densitas Air Laut (1027 Kg/m³)
- p Udara = Densitas Udara 1,25 Kg/ m³
- f = 2Ω sin Θ = 14,42484324
- Ω = 7,29 x 10⁻⁵ rad/s

$$U = \frac{T}{\sqrt{A^2 p^2 f}} = 0,27 \text{ cm/s}$$

Sehingga kecepatan arus laut adalah sebesar 0,27 cm/s

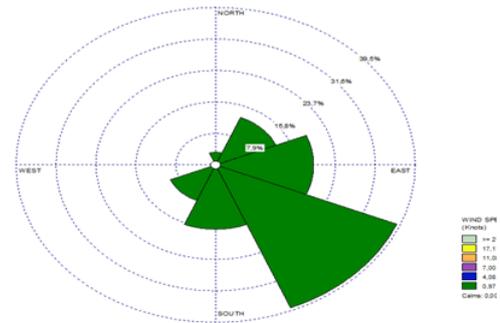
Data Angin

Data angin yang di dapat yaitu tabel 4.2 dan gambar 4.6

Tabel 3. Data Angin Bulan Mei 2020

Tanggal	kecepatan angin max (m/s)	Maxsimum (m/s)	Minimum (m/s)	Arah angin (°)	Kecepatan angin rata-rata (m/s)
01-01-2020	3,0	8	2	150	0,0
02-01-2020	4,0	4	0	200	1,0
03-01-2020	6,0			20	2,0
04-01-2020	4,0			210	1,0
05-01-2020	6,0			180	2,0
06-01-2020	3,0			110	1,0
07-01-2020	2,0			120	1,0
27-01-2020	8,0			40	2,0
17-02-2020	2,0			130	0,0
26-02-2020	4,0			310	0,0
28-02-2020	5,0			250	0,0
05-04-2020	2,0			50	0,0
06-04-2020	3,0			60	0,0
14-07-2020	4,0			140	1,0
15-07-2020	7,0			150	4,0

Sumber : *BMKG, Kelas III Situbondo*



Gambar 5. Mawar Angin
 Sumber : *Aplikasi, WRplot*



Gambar 6. Windrose Di Area Lokasi
 Sumber : *Wrplot Export Google Earth*

Berdasarkan tabel 4.2 dan gambar 4.6 dapat diketahui bahwa arah angin dominan adalah angin dari tenggara dengan kecepatan maksimum 4.08 knot (2,097) m/detik). Konversi angin jadi m/detik (1knot = 0,514 m/detik)

Fetch

Panjang fetch berdasarkan arah angin yang berpengaruh pada lokasi pantai Banongan, Kec. Asembagus, Kab. Situbondo dengan orientasi pantai menghadap kearah selatan, maka arah angin yang berpengaruh pada perhitungan fetch adalah Selatan.

maka panjang fetch efektif dari arah angin yang berpengaruh dapat dilihat pada tabel perhitungan fetch efektif pada Tabel 4.3:



Gambar 6. Fetch

Sumber : Auto CAD 2020

Dari hasil study fetch pada gambar 4.9 panjang total jarak fetch $Xi^* \text{Coa}$ adalah 100,209 km.

Tabel 4. Perhitungan Fetch Efektif

Arah	a°	Cos a	Xi (Km)	$Xi * \text{Cos } a$	Feff (Km)
	42	0,7431	372	276,4332	
	36	0,809	301	243,509	
	30	0,866	279	241,614	
	24	0,9135	266	242,991	
	18	0,951	186	176,886	
	12	0,9781	98	95,8538	
	6	0,9945	77	76,5765	
SE	0	1	0	0	100,209
	6	0,9945	0	0	
	12	0,9781	0	0	
	18	0,951	0	0	
	24	0,9135	0	0	
	30	0,866	0	0	
	36	0,809	0	0	
	42	0,7431	0	0	
	336	13,5104	1579	1353,864	

Sumber : Perhitungan Fetch

Sehingga untuk - Arah Selatan F_{eff}

$$= 100,209 \text{ km}$$

Struktur BreakWater

$$W_1 = \frac{Y_r H^3}{K_D (S_r - 1)^3 \cot \theta}$$

Dimana :

$Y_r = 2,65 \text{ ton/m}^3$ (untuk batu pecah)

$Y_a = 1,03 \text{ ton/m}^3$ (massa jenis air laut)

K_D (batu pecah) = 2,3 (ujung bangunan); 2,9 (lengan bangunan)

$K\Delta = 1,15$ (batu pecah)

Porositas $P(\%) = 37$ (batu pecah)

$$S_r = \frac{2,65}{1,03} = 2,57 \text{ (untuk batu pecah)}$$

$H = 2,12$ meter

Perhitungan berat lapis lindung menggunakan batu pecah :

1. Breakwater Bagian Kepala

$$W = \frac{2,65 \text{ ton/m}^3 \times (2,12 \text{ m})^3}{2,3(2,57-1)^3 \times 2} = 1,41 \text{ ton} = 1,4$$

ton Digunakan batu pecah dengan berat butir 1,41 ton

Dikonversikan menjadi kg yaitu 1,4 ton = 1400 kg

2. Breakwater Bagian Lengan

$$W = \frac{2,65 \text{ ton/m}^3 \times (2,12 \text{ m})^3}{2,3(2,57-1)^3 \times 2} = 1,1 \text{ ton} = 1,1$$

Digunakan batu pecah dengan berat butir 1,1 ton

Dikonversikan menjadi kg yaitu 1,1 ton = 1.100 kg

Lebar Puncak Bangunan

Lebar puncak breakwater dapat dicari dengan persamaan dibawah ini :

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

Dimana :

B = lebar puncak (m)

n = jumlah butir batu (n minimum = 2)

$K\Delta = 1,15$

W = berat butir batu pelindung (ton)

$Y_r = 2,65 \text{ ton/m}^3$

1. Bagian Kepala

$$B = n.k\Delta \left[\frac{W}{Y_r} \right]^{1/3} = 2 \times 1,15 \times (1,4/2,65)^{1/3}$$

$$= 1,85 \text{ meter} \approx 1.8 \text{ meter}$$

2. Bagian Lengan

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

$$= 2 \times 1,15 \times (1,1/2,65)^{1/3}$$

$$= 1,7 \text{ meter}$$

Pelindung Kaki

Untuk melindungi kaki, digunakan batu pecah, diketahui dari perhitungan sebelumnya diperoleh berat lapis pelindung utama pada bagian badan dan lengan masing – masing 1,80 ton dan 1,41 ton. Berat batu pelindung kaki untuk bagian kepala :

$$W/10 = 1,4/10 = 0,14 \text{ ton} = 140 \text{ kg}$$

Sedangkan untuk bagian lengan :

$$W/10 = 1,1/10 = 0,11 \text{ ton} = 110 \text{ kg}$$

Lebar pelindung kaki dapat dihitung dengan persamaan

1. Bagian Kepala

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

$$= 2 \times 1,15 \times (0,14/2,65)^{1/3}$$

$$= 0,86 \text{ meter} \approx 0,9 \text{ meter}$$

2. Bagian Lengan

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

$$= 2 \times 1,15 \times (0,11/2,65)^{1/3}$$

$$= 0,79 \text{ meter} \approx 0,8 \text{ meter}$$

Tinggi pelindung kaki dapat dihitung dengan persamaan

1. Bagian Kepala

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

$$= 2 \times 1,15 \times (0,14/2,65)^{1/3}$$

$$= 0,86 \text{ meter} \approx 0,9 \text{ meter}$$

2. Bagian Lengan

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

$$= 2 \times 1,15 \times (0,11/2,65)^{1/3}$$

$$= 0,79 \text{ meter} \approx 0,8 \text{ meter}$$

Jumlah Butir Persatuan Luas (N)

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

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

Dimana :

t = tebal lapis lindung (m)

n = jumlah butir batu

KΔ = 1,15

W = berat butir pelindung ujung (ton) = 1,4

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

P = porositas rata rata dari lapis pelindung (37%)

yr = 2,65 ton/m³

1. Bagian Kepala :

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

$$= 10 \times 2 \times 1,15 \times (1-(37/100)) \times (2,65/1,4)^{2/3}$$

$$= 22,17 \approx 22 \text{ butir setiap } 10 \text{ m}^2$$

2. Bagian Lengan :

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

$$= 10 \times 2 \times 1,15 \times (1-(50/100)) \times (2,65/1,1)^{2/3}$$

$$= 26,39 \approx 26 \text{ butir setiap } 10 \text{ m}^2$$

Elevasi Breakwater

Menggunakan parameter – parameter seperti kemiringan rencana *breakwater* yaitu 1 : 2 dan tinggi gelombang rencana yaitu 2,12 meter. Nilai wave run – up diperoleh dengan rumus 2.6.3 Bab tinjauan pustaka dengan parameter – parameter sebagai berikut :

$$\Phi_r : 1:2$$

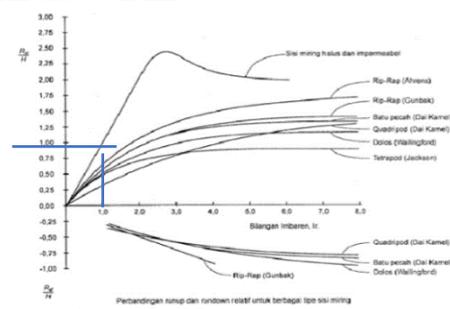
$$H : 2,12 \text{ meter}$$

$$L_o : 47,19 \text{ meter}$$

Sehingga diperoleh bilangan Irraben adalah

$$Ir = \frac{\tan\phi}{\left(\frac{H}{L_o}\right)^{0.5}} = \frac{1/2}{\left(\frac{1,502,12}{27,47,1952}\right)^{0.5}} = 2,35$$

Selanjutnya mencari nilai *Ru/H* dengan grafik dibawah ini :



Gambar 7. Run up Gelombang Batu pecah
 Sumber : Perhitungan Run up

Dari Grafik *run up* gelombang (gambar) untuk lapis lindung batu pecah pada $Ir = 2,67$ didapatkan nilai *run up* :

$$Ru / H$$

$$Ru = 1,7 \times 2,12 = 3,6 \text{ meter}$$

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

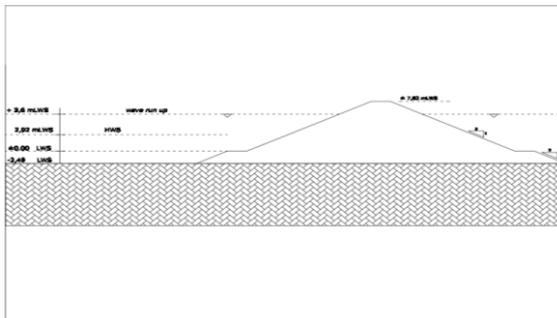
Elevasi puncak = HWL + Run Up + tinggi kebebasan

$$\text{HWL} = +2,92 \text{ m}$$

$$\text{Wave Run-up} = +3,6 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi kebebasan} = +0,5 \text{ m}$$

$$\text{Jadi elevasi puncak adalah} = +7,02 \text{ m}$$



Gambar 8. Elevasi Puncak Breakwater
 Sumber : Gambar Dimensi

Menentukan Spesifikasi Batu pecah

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

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

Dimana :

γ = berat jenis (ton/m^3)

W = berat (ton)

V = volume (m^3)

Diketahui $W = 1,4$ ton untuk bagian kepala dan $W = 1,1$ ton untuk bagian lengan, maka :

$$V = \frac{1,4}{2,65} = 0,5 \text{ m}^3$$

Sedangkan bagian lengan

$$V = \frac{1,1}{2,65} = 0,4 \text{ m}^3$$

Berdasarkan nilai volume yang telah diperoleh, dapat dilihat spesifikasi batu pecah pada rekapitulasi sebagai berikut :

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Breakwater Tipe Batu pecah

Elevasi puncak (m)	Lebar (m)		Nilai KD		W armor (ton)		Kemiringan (ϕ)
	Ujung	Lengan	Ujung	Lengan	Ujung	Lengan	
7,02	1,8	1,7	2,3	2,9	1,4	1,1	1:2

= 1,7 maka

Sumber : Perhitungan Breakwater Tipe Batu pecah

Dimensi Breakwater :

$$\text{Lebar} = 31,68 \text{ meter}$$

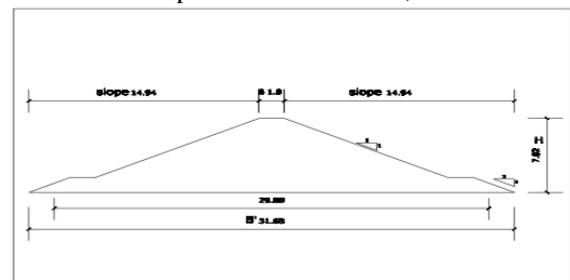
$$\text{Tinggi Breakwater} = 7,02 \text{ meter}$$

$$\text{Panjang Breakwater} = 635 \text{ meter}$$

$$\text{Lebar Puncak (B)} = 1,8 \text{ meter}$$

$$\text{Lebar Slope sisi pelabuhan} = 14,94 \text{ meter}$$

$$\text{Lebar Slope sisi Laut} = 14,94 \text{ meter}$$



Gambar 9. Sketsa Dimensi *Breakwater*
 Sumber : Gambar dimensi

Parameter Daya Dukung Tanah :

Berdasarkan hasil uji spt

Kapasitas nominal Breakwater secara empiris dari nilai N hasil pengujian SPT menurut Meyerhoff dinyatakan dengan rumus :

$$P_n = 40 \cdot N_b \cdot A_b + N \cdot A_s \text{ (kN)}$$

$$\text{Dan harus } \square P_n = 380 \cdot N \cdot A_b \text{ (kN)}$$

N_b = nilai SPT di sekitar bawah dasar Breakwater

N = nilai SPT rata-rata di breakwater,

A_b = luas dasar breakwater (m^2)

Berdasarkan hasil pengujian SPT diperoleh

Tabel 6. Hasil Pengujian SPT

No	Kedalaman		Nilai	L ₁ (m)	L ₁ * N
	z ₁ (m)	z ₂ (m)	SPT N		
1	0,00	5,00	2	5,0	10,0
2	5,00	10,00	1	5,0	5,0
3	10,00	15,00	11	5,0	55,0
4	15,00	20,00	49	5,0	245,0
5	20,00	25,00	53	5,0	265,0
6	25,00	32,00	37	7,0	259,0
Jumlah				32,0	839,0

sumber : *perhitungan excel*

Nilai SPT rata – rata di sepanjang Breakwater , $N = \Sigma L_1 \cdot N / \Sigma L_1 = 839 / 32 = 26,22$

Nilai SPT di sekitar dasar Breakwater, $N_b = 37,00$

panjang Breakwater, $L = 100,89 \text{ m}$

Lebar Breakwater $L = 31,69 \text{ m}$

Luas dasar Breakwater $A = L \cdot L = 3197,20 \text{ m}^2$

$P_n = 40 \cdot N_b \cdot A + N$

$$= 40 \times 37 \times 3197,20 + 26,22$$

$$= 4731888,29 \text{ kN} = 482652,61 \text{ t/m}^3$$

$P_n < = 380 \cdot N \cdot A$

$$= 380 \times 26,22 \times 3197,20$$

$$= 3184144 \text{ kN}$$

Lebar Breakwater $= 31,69 \text{ m}$

volume Breakwater (V1) $= 341,93 \text{ t}$

Timbunan $= 9516 \text{ m}^3$

Massa $= 2,65 \text{ t}$

Volume timbunan (V2) $= \text{timbunan} \times$

massa

$$= 9516 \times 2,65$$

$$= 25217,4 \text{ t/m}^3$$

Total Volume $= V1 + V2$

$$= 341,93 + 25217,4$$

$$= 25559,33 \text{ t/m}^3$$

Syarat $= \text{total volume} < P_n$

$$= 25559,33 < 482652,61$$

(Aman)

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil perencanaan pemecah gelombang (*Breakwater*) pada pantai banongan – kabupaten situbondo, sebagai berikut :

1. Berdasarkan dari hasil data teknik kepantaraan yang di dapat di pantai banongan – kabupaten situbondo.

a. Kondisi iklim gelombang di daerah pantai banongan dianalisis dari data angin tahun 2020 Bulan mei didapatkan kejadian angin dominan selama 1 bulan berasal dari Arah Tenggara dengan 135°. Kemudian, data angin ini digunakan dalam peramalan gelombang. Dari peramalan gelombang tersebut didapatkan tinggi gelombang maksimum adalah 1,10 m/s dan periode 5,5 detik.

b. Kecepatan dan tegangan angin berada pada kecepatan maksimum 4,08 knot (2,097 m/detik)

2. Berdasarkan perencanaan Break Water, Jumlah kapal yang akan berlabuh adalah 9 kapal dan bersandar di pantai banongan – kabupaten Situbondo, dengan dimensi kapal sebagian berikut, (LOA) panjang kapal 140,5 m, lebar kapal 19,2 m dan (DRAFT) kedalaman kapal 7,30 m.

3. Berdasarkan hasil perencanaan breakwater di pantai banongan kabupaten Situbondo, menggunakan tipe breakwater sisi miring, ,

a. Lebar (B') $= 31,68$

b. Tinggi breakwater (H) $= 7,02$

c. Panjang breakwater (L) $= 635$

d. Lebar puncak (B) $= 1,8 \text{ meter}$

e. Lebar slope sisi pelabuhan $= 14,94 \text{ meter}$
 Lebar slope sisi laut $= 14,94 \text{ meter}$

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. *Study Pemecah Gelombang Pelabuhan Perikanan Pondok Mimbo Situbondo Jawa Timur* : Badan Penerbit Universitas Jember.

Badan Meteorologi dan Geofisika Kabupaten Situbondo. 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.

CERC. (1984). *Shore Protection Manual Volume 1 & 2*. US Army Coastal Engeering Research Center. Wosington (SPM, 1984). Erlangga. Jakarta

Daftar Kapal Perang TNI-AL. Disfaslanal TNI-AL Pondok Dayung. Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum. (1987). *Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Pelabuhan Peti Kemas TanjungBulupandan, Madura*. Surabaya : Penerbit ITS.

Ir, Sunggono. 1982. *Mekanika Tanah*. Bandung : Penerbit Nova.

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

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

Tabel indonesia Archipelago. Jakarta.

Dinas Hidro-Oseanografi. 2010. *Peta Bathimetri*. Disfaslanal TNI-AL Pondok

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

Widiarto, Himawan. Ir, MS,. *Diklat Kuliyah Mekanika Gempa*. Undip. Semarang.