

# PLANNING BREAK WATER TO PORT OIL IN BANGSRING – DISTRICTS BANYUWANGI

**Moh Saifur Rahman**

Dosen Pembibbing:

Dr. Ir. Noor Salim, M.Eng. ; Ir. Totok Dwi Kuryanto, M.T  
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah  
Jl. Karimata 40, Jember 68121, Jawa Timur, Indonesia  
Email : [saifursipil@gmail.com](mailto:saifursipil@gmail.com)

## **Abstrack**

*Banyuwangi Regency with a length of beach 282 km which makes it has several large oil refineries. However, this potential has not been maximized, the oil business in this area still uses ships with engines which only operate in the coastal area and haven't reached the offshore areas and the EEZ (Exclusive Economic Zone). However, the location of the waters of the Bangsring Port which is open to the Bali Strait classifies the port as waters with large waves. For this reason, it is necessary to build a Breakwater to protect shipping lanes and port pools. From the calculations that have been done, several major conclusions are obtained, due to the influence of wind and sea waves, the length of the fetch effective max is 176.84 m, significant wave height ( $h_s$ ) of 0.21 m, and wave period ( $t_s$ ) 4.2 seconds. Second, the dimensions of the Breakwater building are the breakwater peak elavity ( $e_t$ ) 8.02 m, the breakwater height ( $h_b$ ) 2.65 m, the protected layer grain weight ( $w$ ) 1.80 tons, the protected layer grain weight ( $w$ ) 1.41 tons, the width of the top of the breakwater ( $b$ ) 2 m, thickness of the wall layer ( $t$ ) 0.9 m, the protective stones ( $n$ ) 13 pieces. The shear control of the breakwater building has a safety factor value of 1.46 which is greater than the minimum allowable safety factor limit of 1.25 ( $FK = 1.46 \geq 1.25$ ), so that the breakwater building with the calculated dimensions is considered feasible and safe to overcome the waves propagating in the harbor.*

**Key words :** *Bangsring Port, breakwater, beach, bathymetrich*

## **1. PENDAHULUAN**

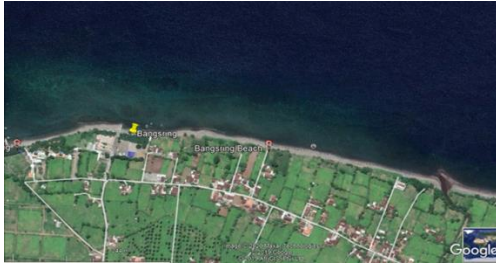
### **Latar Belakang**

Indonesia sebagai negara maritim memiliki wilayah laut seluas lebih dari 3,5 juta km<sup>2</sup>, 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). Kabupaten Banyuwangi merupakan salah satu lokasi yang memiliki beberapa kilang minyak yang besar. Namun potensi tersebut belum dimanfaatkan secara optimal. Usaha minyak masih menggunakan kapal-kapal kecil dengan motor tempel, yang hanya

beroperasi diwilayah pantai, belum mencapai daerah lepas pantai dan Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE). Untuk dapat meningkatkan perdangan minyak diperlukan kapal besar yang beroperasi dilepas pantai dan ZEE. Penggunaan kapal-kapal besar tersebut memerlukan adanya pelabuhan besar.

Namun lokasi perairan di Bansring tersebut yaitu terbuka ke *Selat Bali*. menggolongkan perairan ini sebagai sebuah perairan yang gelombangnya besar Untuk itu perlu dibangun *breakwater* untuk melindungi alur pelayaran dan kolam pelabuhan. guna melindungi pelabuhan minyak pantai Bangsring Kabupaten Banyuwangi maka, dibangunlah bangunan *Breakwater*.

Dalam perencanaan *Break Water* tersebut sangat di pengaruhi data – data teknik kepantaraan antaralain; pasang surut, gelombang, angin dan data – data bathymetri, sehingga di perlukan pengkajian dan survey data tersebut untuk perencanaan *Break Water*,



**Gambar 3.1** Peta Lokasi Studi di pantai Bangsring , Kec. Bangsring , kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur

#### **Rumusan Masalah**

1. Berapa jumlah dan kateristik kapal minyak yang di perediksi akan berlabu di pantai Bangsring – Kabupaten Banyuwangi ?
2. Bagaimana data teknik kepantaraan yang ada di pantai Bangsring – Kabupaten Banyuwangi ?
3. Bagaimana kontruksi *Break Water* yang cocok untuk pelabuhan minyak di wilayah pantai bangsring - Kabupaten Banyuwangi ?

#### **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 dan kateristik kapal minyak yang berlabuh di pantai Bangsring – Kubapaten Banyuwangi.
2. Menganalisis data teknik kepantaraan baik data primer maupun data

sekunder pada pantai Bangsring – Kabupaten Banyuwangi.

3. Merencanakan kontruksi *Break Water* pada rencana pelabuhan minyak di Pantai Bangsring – Kabupaten Banyuwangi.

#### **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 perencanaan *breakwater* yang baik.
3. Bagi universitas Bermanfaat untuk membangun kerjasama dengan industri dalam bidang akademik.

## **2. METODOLOGI**

### **Lokasi Penelitian**

Lokasi yang menjadi tempat perencanaan *Break Water* ini adalah di pantai Bangsring, Kec. Bangsring, Kab. Banyuwangi, Jawa Timur terletak  $8^{\circ}35'34.06''$  LS dan  $113^{\circ}59'51.20''$  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 :

- a. Dokumentasi berupa foto kondisi di lokasi penelitian yaitu gambar eksisting dermaga yang ada di pelabuhan minyak Kabupaten Banyuwangi.
  - b. Data topografi dan bathymetri
- #### **2. Data Sekunder**
- Data yang diperoleh melalui bahan-bahan tertulis, maupun informasi lain

yang erat kaitannya dengan objek penelitian yaitu :

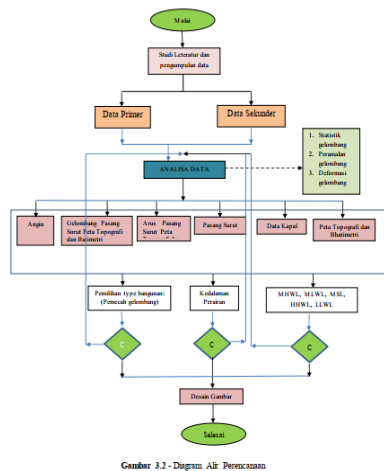
- Data kapal
- Data tanah
- Data pasang surut
- Data gelombang
- Data angin
- Data arus

### 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.

### Diagram Alir Perencanaan



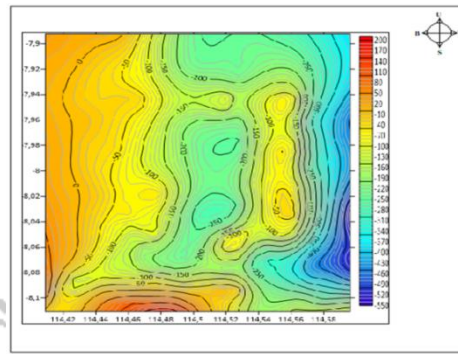
Gambar 3.2 - Diagram Alir Perencanaan

## 4. 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 data analisis data. Data – data yang digunakan merupakan data sekunder.

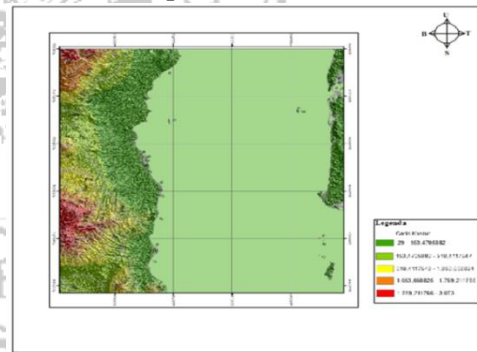
### Data Bathymetri dan Topografi

Data hasil pengukuran BATNAS bathymetri selanjutnya di lakukan pengolahan data menggunakan *software* Global Mapper dan di modelkan dengan mengunakan Surfer yang di sajikan titik tinggi yang kemudian menjadi garis pada pembuatan peta bathymetri pada **Gambar 4.8**



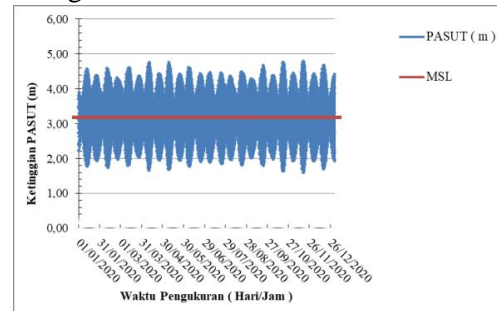
### Topografi

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 Banyuwangi Pantai bangsring grafik pasang surutnya adalah sebagai berikut :



Gambar 4.5. Grafik Pasang Surut Periode 1 Tahun

Dari pembacaan grafik di atas didapatkan data sebagai berikut :

- Elevasi HHWL ( Mean Higt Water Level ) + 5,57 mLWS
- Elevasi HWL ( High Water Level ) pada + 4,78 mLWS
- Elevasi MSL ( Mean Sea Level ) pada + 3,18 mLWS
- Elevasi LWL ( Low Water Level ) pada - 1,60 mLWS
- Elevasi MLWL ( Meen Low Water Level ) + 3,98 mLWS

Dari hasil pengamatan pada bulan agustus 2020 terjadi tipe pasang surut harian ganda ( semi diurnal tide ) dua kali pasang dan dua kali air surut dengan tinggi yang hampir sama dan pasang surut terjadi berurutan secara teratur.

### 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.

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	9.39988	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	16.00585
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

Tabel 4.1. Data Arus

( Sumber : BMKG, Kelas III Banyuwangi )

$A_z$  = Koefisien Viskositas Eddy (  $1,3 \times 10^{-4} \text{ m/s}$  )

$\Theta = 8$

$c = 2,6 \times 10^{-3}$

$p$  = Densitas Air Laut (  $1027 \text{ Kg/m}^3$  )

$p$  Udara = Densitas Udara  $1,25 \text{ Kg/m}^3$

$f = 2\Omega \sin \Theta = 14,42484324$

$\Omega = 7,29 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$

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

Sehingga kecepatan arus laut adalah sebesar  $0,27 \text{ cm/s}$

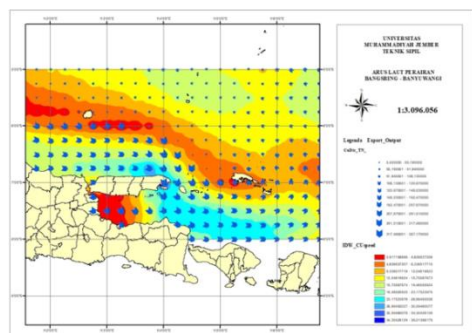
### Data Angin

Data angin yang di dapat yaitu tabel 4.2 dan gambar 4.6

TAHUN	BULAN	TANGGAL	JAM	ARAH	KECEPATAN	CH
2020	8	1	1	240	5	8888
2020	8	2	2	140	4	0,2
2020	8	3	3	160	5	0
2020	8	4	4	130	4	8888
2020	8	5	5	240	5	8888
2020	8	6	6	100	5	1
2020	8	7	7	230	3	8888
2020	8	8	8	130	4	10,2
2020	8	9	9	100	2	0
2020	8	10	10	20	6	0
2020	8	11	11	130	5	0
2020	8	12	12	160	3	5,8
2020	8	13	13	160	4	0
2020	8	14	14	150	5	1,4
2020	8	15	15	130	4	2,6
2020	8	16	16	150	5	3,2
2020	8	17	17	140	4	8888
2020	8	18	18	160	4	0
2020	8	19	19	140	5	4
2020	8	20	20	150	4	5,7
2020	8	21	21	200	6	0
2020	8	22	22	150	6	0
2020	8	23	23	220	4	0
2020	8	24	24	140	5	0
2020	8	25	1	120	5	0
2020	8	26	2	210	6	0
2020	8	27	3	140	5	0
2020	8	28	4	150	4	0
2020	8	29	5	170	5	7,2
2020	8	30	6	150	4	4,5
2020	8	31	7	150	5	0

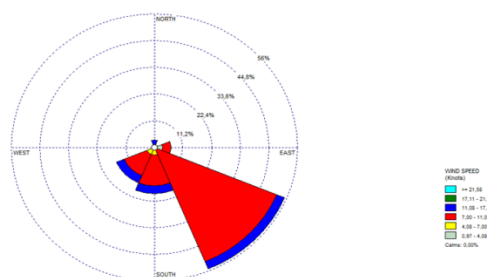
Tabel 4.2. Data Angin Bulan Agustus 2020

( Sumber : BMKG, Kelas III Banyuwangi )



Gambar 4.6. Arus Laut

( Sumber : BMKG, Kelas III Banyuwangi )



Gambar 4.7. Mawar Angin

( Sumber : BMKG, Kelas III Banyuwangi, WRplot )

Perhitungan :

$U$  = Kecepatan Arus Laut

$T$  = Tegangan Angin (  $9,02 \text{ m/s}$  )

$W$  = Kecepatan Angin





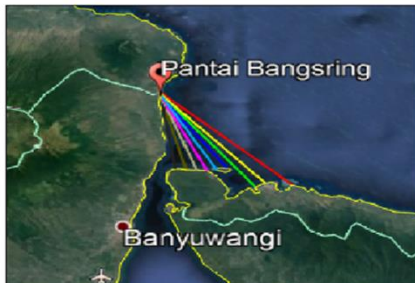
**Gambar 4.8.** Windrose Di Area Lokasi  
( Sumber : *Wrplot Export Google Earth* )

Berdasarkan tabel 4.2 dan gambar 4.6 dapat diketahui bahwa arah angin dominan adalah angin dari tenggara dengan kecepatan maksimum 11 knot (11,240) m/detik). Konversi angin jadi m/detik (1knot = 0,514 m/detik )

### Fetch

Panjang fetch berdasarkan arah angin yang berpengaruh pada lokasi pantai Bangsring, Kec. Wongsorejo, Kab. Banyuwangi 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 4.9.** (Fetch )

Dari hasil perencanaan fetch pada gambar 4.9 panjang total jarak fetch  $\sum Xi \cdot \cos a$  adalah 176,84 km.

a°	Cos a	Xi (km)	$\sum Xi \cdot \cos a$	Feff ( km )
42	0,743	30,200	22,4386	
36	0,809	26,800	21,6812	
30	0,866	26,200	22,6892	
24	0,914	19,900	18,1886	
18	0,951	19,500	18,5445	
12	0,978	19,200	18,7776	
6	0,995	18,500	18,4075	
0	1,000	18,700	18,7000	13,088
6	0,995	17,500	17,4125	
12	0,978	0	0	
18	0,951	0	0	
24	0,914	0	0	
30	0,866	0	0	
36	0,809	0	0	
42	0,743	0	0	
<b>TOTAL</b>	<b>13,512</b>		<b>176,84</b>	

**Tabel 4.3.** Perhitungan Fetch Efektif  
( Sumber : *Perhitungan Fetch* )

$$F_{eff} = \frac{\sum Xi \cos a}{\sum \cos a} = \frac{176,84}{13,152} = 13,088$$

Sehingga untuk - Arah Selatan  $F_{eff}$   
= 13,088 km

### Struktur Break Water

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

Dimana :

yr = 2,4 ton/m<sup>3</sup> (untuk tetrapod)

ya = 1,03 ton/m<sup>3</sup> (massa jenis air laut)

K<sub>D</sub> (tetrapod) = 5,5 (ujung bangunan); 7 (lengan bangunan)

K $\Delta$  = 1,04 (tetrapod)

Porositas P(%) = 50 (tetrapod)

S<sub>R</sub> =  $\frac{2,4}{1,03} = 2,33$  (untuk batu tetrapod)

H = 4,8 meter

Perhitungan berat lapis lindung menggunakan tetrapod :

#### 1. Breakwater Bagian Kepala

$$W = \frac{2,4 \text{ ton/m}^3 \times (1,50 \text{ m})^3}{5,5(2,33-1)^3 \times 2} = 1,80 \text{ ton}$$

Digunakan tetrapod dengan berat butir 1,80 ton

Dikonversikan menjadi kg yaitu 10,26 ton = 18,000 kg

#### 2. Breakwater Bagian Lengan

$$W = \frac{2,4 \text{ ton/m}^3 \times (1,50 \text{ m})^3}{7(2,33-1)^3 \times 2} = 1,41 \text{ ton}$$

Digunakan tetrapod dengan berat butir 1,41 ton

Dikonversikan menjadi kg yaitu 1,41 ton = 14,100 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)

K $\Delta$  = 1,04

W = berat butir batu pelindung (ton)

yr = 2,4 ton/m<sup>3</sup>

#### 1. Bagian Kepala

$$B = n \cdot k \Delta \left[ \frac{W}{yr} \right]^{1/3} = 2 \times 1,04 \times (1,80/2,4)^{1/3} = 1,9 \text{ meter} \approx 2 \text{ meter}$$

#### 2. Bagian Lengan

$$B = n \cdot k \Delta \left[ \frac{W}{yr} \right]^{1/3} = 2 \times 1,04 \times (1,41/2,4)^{1/3} = 1,8 \text{ meter}$$

### Pelindung Kaki

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

$$W/10 = 1,80/10 = 0,180 \text{ ton} = 18,000 \text{ kg}$$

Sedangkan untuk bagian lengan :

$$W/10 = 1,41/10 = 0,141 \text{ ton} = 14,100 \text{ kg}$$

Lebar pelindung kaki dapat dihitung dengan persamaan

#### 1 Bagian Kepala :

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

$$= 2 \times 1,04 \times (0,180/2,4)^{1/3}$$

$$= 0,87 \text{ meter} \approx 0,9 \text{ meter}$$

#### 2 Bagian Lengan :

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

$$= 2 \times 1,04 \times (0,141/2,4)^{1/3}$$

$$= 0,80 \text{ meter} \approx 0,80 \text{ meter}$$

Tinggi pelindung kaki dapat dihitung dengan persamaan

#### 1 Bagian Kepala :

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

$$= 2 \times 1,04 \times (0,901/2,4)^{1/3}$$

$$= 1,59 \text{ meter} \approx 1,6 \text{ meter}$$

#### 2 Bagian Lengan :

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

$$= 2 \times 1,04 \times (0,708/2,4)^{1/3}$$

$$= 1,38 \text{ meter} \approx 1,4 \text{ meter}$$

### 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 = 1,04

W = berat butir pelindung ujung (ton) = 1,80

W = berat butir pelindung lengan (ton) = 1,41

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

yr = 2,4 ton/m<sup>3</sup>

#### 1 Bagian Kepala :

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

$$= 10 \times 2 \times 1,04 \times (1-(50/100)) \times (2,4/1,80)^{2/3}$$

$$= 12,6 \approx 13 \text{ butir setiap } 10 \text{ m}^2$$

#### 2 Bagian Lengan :

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

$$= 10 \times 2 \times 1,04 \times (1-(50/100)) \times (2,4/1,41)^{2/3}$$

$$= 14,8 \approx 15 \text{ butir setiap } 10 \text{ m}^2$$

### Elevasi Breakwater

Menggunakan parameter – parameter seperti kemiringan rencana *breakwater* yaitu 1 : 2 dan tinggi gelombang rencana yaitu 1,50 meter. Nilai wave run – up diperoleh dengan rumus 2.6.3 Bab tinjauan pustaka dengan parameter – parameter sebagai berikut :

$$\phi_r : 1:2$$

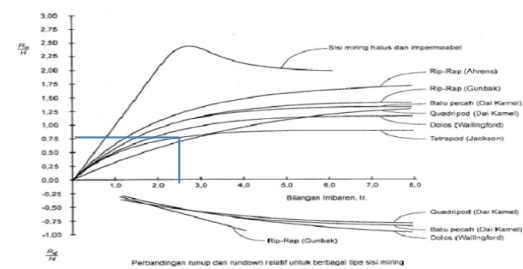
$$H : 1,50 \text{ meter}$$

$$L_o : 27,52 \text{ meter}$$

Sehingga diperoleh bilangan Irraben adalah

$$Ir = \frac{\tan \phi}{\left( \frac{H}{L_o} \right)^{0.5}} = \frac{1/2}{\left( \frac{1,50}{27,52} \right)^{0.5}} = 2,14$$

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  $Ir = 2,14$  didapatkan nilai *run up* :

$$Ru / H = 0.76 \text{ maka}$$

$$Ru = 0.76 \times 1,50 = 1,14 \text{ meter}$$

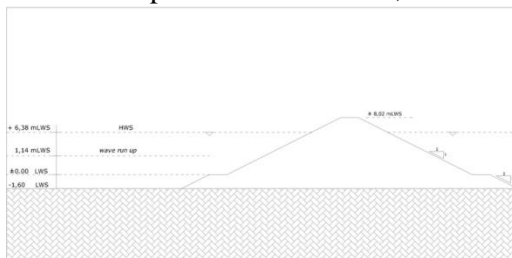
Sehingga elevasi puncak *breakwater* terhadap LWS ditentukan sebagai berikut :  
 Elevasi puncak = HWS + Run Up + tinggi kebebasan

$$\text{HWS} = +6,38 \text{ m}$$

$$\text{Wave Run-up} = +1,14 \text{ m}$$

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

$$\text{Jadi elevasi puncak adalah} = +8,02 \text{ m}$$



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

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

Dimana :

$$\gamma = \text{berat jenis (ton/m}^3\text{)}$$

$$W = \text{berat (ton)}$$

$$V = \text{volume (m}^3\text{)}$$

Diketahui  $W = 1,80$  ton untuk bagian kepala dan  $W = 1,41$  ton untuk bagian lengan, maka :

$$V = \frac{1,80}{2,4} = 0,75 \text{ m}^3$$

Sedangkan bagian lengan

$$V = \frac{1,41}{2,4} = 0,58 \text{ m}^3$$

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

El.puncak (m)	Lebar (m)		Nilai KD		W armor (ton)		Kemiringan ( )
	Ujung	Lengan	Ujung	Lengan	Ujung	Lengan	
8,02	2	1,7	5,5	7	1,8	1,41	01.02
M	M	M			T	T	

Tabel 4.8 – Rekapitulasi Hasil Perhitungan Breakwater Tipe Tetrapod

(Sumber : Perhitungan Breakwater Tipe Tetrapod)

Maka dimensi tetrapod yang akan digunakan dalam desain dilihat pada Tabel 4.9 sebagai berikut :

Nominal Weight (ton)	Actual Weight (ton)	Volume (m <sup>3</sup> )	Form Area (m <sup>2</sup> )	h (mm)	d (mm)	S (mm)	r <sub>1</sub> (mm)	r <sub>2</sub> (mm)	r <sub>3</sub> (mm)	b (mm)	c (mm)	e (mm)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.0	0.92	0.4	3.44	1130	1215	1350	270	170	125	545	45	740
2.0	1.84	0.8	6.87	1420	1526	1695	340	210	155	695	55	930
3.2	2.96	1.25	10.31	1650	1770	1975	430	265	195	800	65	1075
4.0	3.68	1.6	13.74	1790	1900	2140	455	285	195	865	70	1170
5.0	4.60	2.0	17.18	1930	2035	2295	480	295	210	935	75	1260
6.3	5.75	2.5	21.42	2070	2175	2445	495	310	225	1010	80	1360
8.0	7.36	3.2	28.28	2210	2315	2610	540	335	245	1095	90	1475
10.0	9.20	4.0	36.56	2430	2535	2850	580	360	265	1175	95	1590
12.5	11.50	5.0	45.70	2650	2755	3090	605	380	285	1270	105	1710
16.0	14.40	6.3	59.54	2870	2960	3330	675	420	310	1370	110	1850
20.0	18.40	8.0	78.56	3090	3180	3570	720	455	335	1485	120	2000
25.0	23.00	10.0	99.70	3300	3345	3840	785	490	360	1600	130	2155
32.0	29.75	12.5	130.88	3520	3615	4040	845	530	390	1720	140	2320
40.0	36.80	16.0	168.00	3850	3945	4410	915	575	420	1870	150	2500
50.0	46.00	20.0	214.44	4155	4245	4800	990	620	455	2015	165	2715
64.0	58.88	25.6	274.59	4505	4595	5205	1075	675	495	2185	180	2950
80.0	73.60	32.0	347.20	4890	4985	5610	1165	745	545	2420	200	3270

(Sumber : Shore Protection Manual 1984)

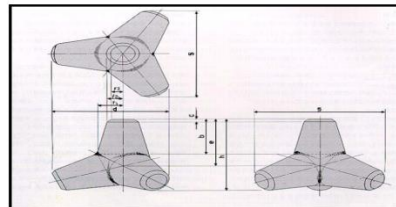
Maka didapatkan hasil interpolasi dimensi tetrapod untuk *breakwater* berdasarkan protection manual 1984 pada Tabel 4.8 dan Tabel 4.9 sebagai berikut :

Nominal Weight (ton)	Actual Weight (ton)	Volume (m <sup>3</sup> )	Form Area (m <sup>2</sup> )	h (mm)	d (mm)	S (mm)	r <sub>1</sub> (mm)	r <sub>2</sub> (mm)	r <sub>3</sub> (mm)	b (mm)	c (mm)	e (mm)
1.80	1.62	0.75	3.44	1130	1215	1350	270	170	125	545	45	740

(Sumber : Analisa Perhitungan Dimensi Tetrapod Bagian Ujung)

Nominal Weight (ton)	Actual Weight (ton)	Volume (m <sup>3</sup> )	Form Area (m <sup>2</sup> )	h (mm)	d (mm)	S (mm)	r <sub>1</sub> (mm)	r <sub>2</sub> (mm)	r <sub>3</sub> (mm)	b (mm)	c (mm)	e (mm)
1.41	1.27	0.58	3.44	1130	1215	1350	270	170	125	545	45	740

(Sumber : Analisa Perhitungan Dimensi Tetrapod Bagian Lengan)



Gambar 4.25 – 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 :

$$\text{Lebar} = 38,09 \text{ meter}$$

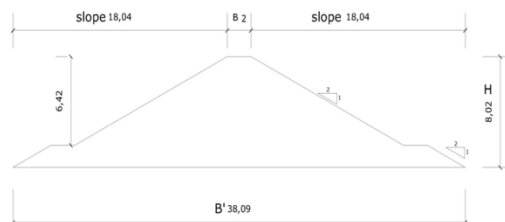
$$\text{Tinggi Breakwater} = 8,02 \text{ meter}$$

$$\text{Panjang Breakwater} = 610 \text{ meter}$$

$$\text{Lebar Puncak (B)} = 2 \text{ meter}$$

$$\text{Lebar Slope sisi pelabuhan} = 18,04 \text{ meter}$$

$$\text{Lebar Slope sisi Laut} = 18,04 \text{ meter}$$



**Gambar 4.26** – 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 (dari layout *breakwater*)

y armor (tetrapod) = 2,4 ton/m<sup>3</sup>

y air laut = 1,03 ton/m<sup>3</sup>

N<sub>SPT</sub> = 17 (dari hasil SPT pada kedalaman -0,5 s/d -1.00 LWS)

Ø tanah = 35° (dari tabel kepadatan relatif dan uji tanah di lapangan, *Pedoman Analisis Daya Dukung Tanah Pondasi Dangkal Bangunan Air – 2005*).

y pasir = 1,4 ton/m<sup>3</sup>

Y' = (1,4 – 1,03) = 0,37ton/m<sup>3</sup>

C = 0 t/m<sup>2</sup> (karena pasir merupakan jenis tanah non kohesif sehingga tidak memiliki lekatan antar partikel tanah).

**Tabel 5.16** – Nilai Nc, Ny, dan Nq

Sudur Geser	Nc	Ny	Nq
Ø 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 :

$$ql = \left(1 - 0,2 \times \frac{38,09}{610}\right) 0,37 \cdot \frac{38,09}{2} \cdot 42,4 + \left(1 + 0,2 \cdot \frac{38,09}{610}\right) \cdot 0,57,8 + 0,37 \cdot 1.41,4$$

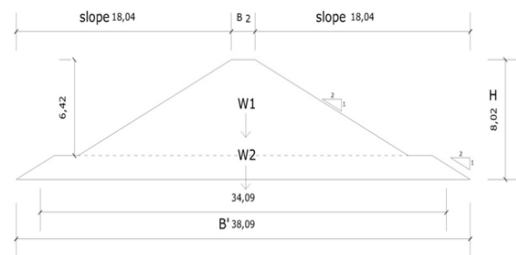
$$= 31,648 \text{ t/m}^2$$

$$Qult = 31,648 \times 38,09$$

$$= 1205,47 \text{ t/m}$$

Beban *breakwater* yang bekerja diperlihatkan oleh gambar dibawah ini dan

dapat dihitung dengan rumus 2.28 (Bab Tinjauan Pustaka) :



**Gambar 4.27** – Sketsa Beban Pada *Breakwater*

$$W_{total} = \left(\frac{(2+34,09)}{2} \times 5,8 \times 2,4\right) + \left(\frac{(34,09+38,09)}{2} \times 1 \times 2,4\right) = 337,802 \text{ t/m}$$

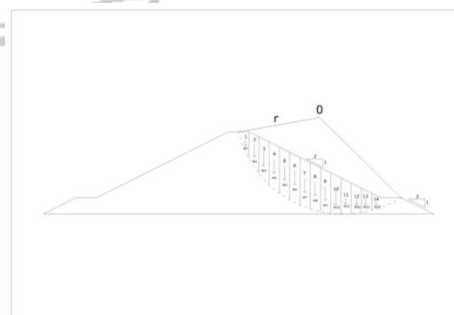
$$SF = \frac{Qult}{w} > 2$$

$$= \frac{1205,47}{337,802} > 2$$

$$= 3,56 > 2 \dots \dots \dots \text{OK}$$

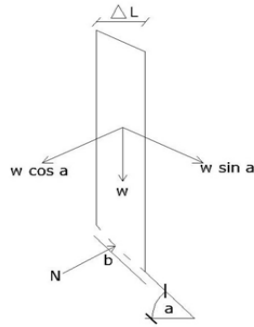
**Stabilitas *Breakwater* Terhadap Geser**

Kontrol ini di perlukan untuk mengetahui apakah struktur *breakwater* memiliki gaya-gaya penahan momen penggeser lebih besar (*Resisting Momen* = Mr) dari gaya-gaya yang menimbulkan momen penggeser (*Driving Momen* = Md). Menurut Soedjono Kamadibrata, *Safety Factor* untuk satbilitas *breakwater* tipe *rubblemound* adalah > 1,25. Kontrol stabilitas ini menggunakan metode irisan.



**Gambar 4.28** – Bidang Geser Terlemah 1





**Gambar 4.29** – Detail Irisan Pada Breakwater

Dari gambar di atas dilihat bahwa gaya normal  $N=W \cos a$ . safety factor untuk struktur breakwater di atas dapat di hitung dengan rumus 2.29 pada bab II Tinjauan Pustaka :

$$FS = \frac{Mr}{Md}$$

$$FS = \frac{\Sigma(c. \Delta Ln + W \cos \alpha_n. \tan \phi)}{\Sigma(W \sin \alpha_n)}$$

Dimana  $\Delta Ln = \frac{b_n}{\cos \alpha_n}$

$\phi = 30^\circ$  (sudut geser batu pecah )  
*Pedoman Analisis Daya Dukung Tanah Pondasi Dangkal Bangunan Air 2005.*  
 Table 4.13 memuat tentang *Resisting* dan *Driving Momen* pada masing – masing bidang geser,

n	ybatu	A(m <sup>2</sup> )	W(t/m)	α(°)	b	C pasir	φ	Mr	Md
1	2,4	2,570	6,168	60	2,780	0	30	1,77947	5,34164
2	2,4	3,570	8,568	47	1,800	0	30	3,36968	6,26620
3	2,4	4,160	9,984	37	1,480	0	30	4,59869	6,0085
4	2,4	4,500	10,800	28	1,300	0	30	5,49881	5,0703
5	2,4	4,650	11,160	20	1,190	0	30	6,04896	3,817
6	2,4	4,650	11,160	13	1,120	0	30	6,27199	2,510
7	2,4	4,530	10,872	6	1,070	0	30	6,23737	1,136
8	2,4	4,300	10,320	2	1,040	0	30	5,94887	0,360
9	2,4	3,970	9,528	7	1,010	0	30	5,45609	-1,16117
10	2,4	3,520	8,448	12	1,000	0	30	4,76002	-1,75643
11	2,4	3,010	7,224	18	1,000	0	30	3,96399	-2,2323
12	2,4	2,390	5,736	24	1,010	0	30	3,02348	-2,33
13	2,4	1,670	4,008	29	1,020	0	30	2,01950	-1,94311
14	2,4	0,920	2,208	35	3,100	0	30	1,03860	-1,26645
Σ								60,02012	41,20001

**Tabel 4.13** – Resisting Dan Driving Momen Bidang Geser

(*Sumber : Analisa Stabilitas Geser*)  
 Untuk memperoleh Hasil *Mr (Resisting Momen)* pada tabel 4.13 menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Mr = \Sigma(c. \Delta Ln + 6,168 \cos(60). \tan(30))$$

$$= \Sigma(0 \times 5,52 + 3,084 \times \tan(30))$$

$$= 1,77947$$

$$Md = \Sigma(6,168 \sin(60))$$

$$= \Sigma(5,34164)$$

$$FS = \frac{60,02012}{41,20001} = 1,46 > 1,25$$

$$FS = \frac{\Sigma(c. \Delta Ln + W \cos \alpha_n. \tan \phi)}{\Sigma(W \sin \alpha_n)}$$

Dari table diatas maka diketahui nilai *Mr* dan *Md* sehingga :

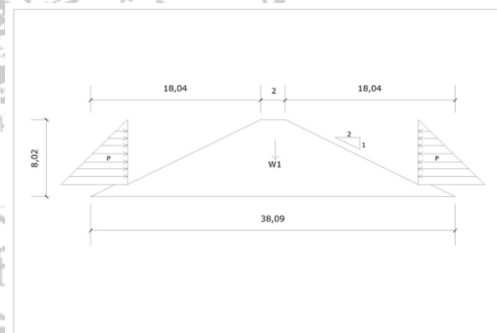
bidang geser	FS	FS Syarat
1	1,46	1,25

**Tabel 4.14** – Factor Keamanan Bidang Geser

(*Sumber : Analisa Stabilitas Geser*)

Jadi dapat di simpulkan bahwa nilai stabilitas breakwater yang di hasilkan terhadap bidang geser lebih besar dari *safety factor* yaitu 1,46

(sedangkan untuk analisa satbilitas terhadap guling tidak di rencanakan karena kedua sisi struktur breakwater menahan tekanan yang sama yang berasal dari tekanan hidrostatik air laut. Berikut ini gambar gaya – gaya yang berkerja pada struktur break water rencana )



**Gambar 4.30** Gaya – Gaya Yang Berkerja Pada Breakwater Rencana

**Stabilitas Terhadap Gempa**

Koefisien gempa di ambil yang terkecil dari koefisien gempa = 0,3 Di hitung dengan persamaan 2.30.

$$\text{Jadi, Beban Gempa} = 0,3 \times 337,802 = 101,34 \text{ ton/m}$$

**Stabilitas Terhadap Angin**

$$F_w = W . A . K$$

$$\text{Tekanan Angin (W)} = c.V^2$$

$$= (0,00256) \times (11)^2$$

$$= 0,31$$

Diketahui :

Kemiringan sisi *breakwater* = 1:2

Lebar puncak *breakwater* = 2

Tinggi *breakwater* = 2,14 m ( dianggap bekerja pada tinggi air tertinggi (hws))

Total Gaya Vertikal :

Luas Penampang *breakwater* (A)

$$= (2 \times 2,14) + (1,25 \times \frac{1}{2}) \times 2,4 \times 2,14$$

$$= 4,28 + 3,21$$

$$= 7,49 = 7,5$$

$$F_w = W \cdot A \cdot K$$

$$= 0,31 \times 7,5 \times 1,25$$

$$= 2,90 \text{ ton/m}$$

Jadi.

Total Gaya Vertikal :

$$\Sigma V = \text{Akibat Berat Sendiri } breakwater = 337,802 \text{ to/m}$$

Total Gaya Horizontal :

$$\Sigma H = \text{Akibat Beban Gempa + Beban Angin} = 101,34 + 2,90 = 104,24 \text{ ton/m}$$

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

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

1. Berdasarkan perencanaan *Break Water*, Jumlah kapal yang akan berlabu dan bersandar di pantai bangsring – kabupaten banyuwangi adalah 1 buah kapal tipe oil tanker, dengan karakteristik kapal sebagian berikut, berat kapal 70.000 DWT (*LOA*) panjang kapal 250, ( ) lebar kapal 35,90 dan (*DRAFT*) kedalaman kapal 13,60.
2. Berdasarkan dari hasil data teknik kepantauan yang di dapat di pantai bangsring – kabupaten banyuwangi.
  - a. Dari hasil pengukuran BATNAS batymetri didapatkan nilai kedalaman berkisaran antara 1,05 – 13,98 meter permukaan dasar laut relative rata (tidak bergelombang dan tidak terdapat cekungan ) dengan kemiringan yang sangat landau yaitu 1,35^

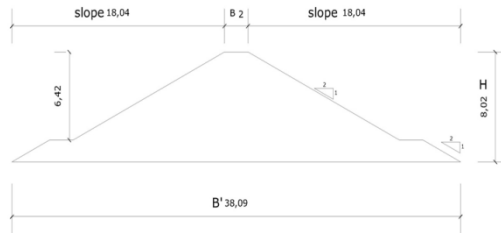
- b. Dari hasil perhitungan data pasang surut mendapatkan nilai maximum 1,60 pada tanggal 17 november 2020 dan untuk nilai minimum -1,57 pada tanggal 16 november 2020 dan untuk nilai (mean sea level ) msl 3,18, Dan dari hasil pembacaan grafik pasang surut dalam periode 1 tahun di dapatkan data sebagai berikut:

- Elevasi HHWL (Meen Higt Water Level) +5,57 Mlws
- Elevasi HWL (high water level) +4,78 mlws
- Elevasi MSL (mean sea level) +3,18 mlws
- Elevasi LWL (low water level) -1,60 mlws
- Elevasi MLWL (mean low water level) +3,98 mlws

Dengan demikian dari hasil pengamatan pada bulan agustus 2020 terjadi tipe pasang surut harian ganda (*Semi Diurnal Tide*) artinya, 2 kali pasang dan 2 kali surut, dengan ketinggian sama dan pasang surut terjadi berurutan secara teratur.

- a. Arah angin dominan di pantai bangsring bertiup dari tenggara.
  - b. Kecepatan dan tenggangan angin berada pada kecepatan maksimum 11 knot (11,240) m/detik
  - c. Tinggi gelombang signifikan di pantai bangsring – kabupaten banyuwangi adalah 0,7 m/s dengan periode gelombang sebesar 4,2 detik.
  - d. Dari hasil data arus yang di dapat dari peta shp Indonesia yang diperoleh melalui website divagis didapatkan kecepatan arus laut sebesar 0,27 cm/s
3. Berdasarkan hasil perencanaan *breakwater* di pantain bangsring kabupaten banyuwangi, menggunakan tipe *breakwater* sisi miring, karena sangat cocok untuk pantai bangsring yang tidak terlalu luas dan perbaikanya mudah, untuk demensi *breakwater* sisi miring ini adalah,

- Lebar ( $B'$ ) = 38,09
- Tinggi breakwater ( $H$ ) = 8,02
- Panjang breakwater ( $L$ ) = 610
- Lebar puncak ( $B$ ) = 2 meter
- Lebar slope sisi pelabuhan = 18,04 meter
- Lebar slope sisi laut = 18,04 meter



### Saran

- Analisis finansial perlu dikaji lebih lanjut untuk menentukan alternatif mana yang sebenarnya lebih layak untuk dilaksanakan.
- 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.
- Meskipun tipe pemecah gelombang sisi miring mudah diperbaiki kerusakan pada pemecah gelombang ini perlu secara rutin diperhatikan karena kerusakannya dapat terjadi secara berangsur-angsur.

Pondok Tabel Indonesia Archipelago. Jakarta.

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 Engineering Research Center. Washington (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 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.

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

### 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*.

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