

Journal homepage: <http://jos-mrk.polinema.ac.id/> ISSN: 2722-9203 (media online/daring)

PENGEMBANGAN BANGUNAN PEMECAH GELOMBANG DI PELABUHAN PERIKANAN GRAJAGAN KABUPATEN BANYUWANGI

Rizki Maulana Syahputra⁽¹⁾ Agus Suhardono⁽²⁾ Ratih Indri Hapsari⁽³⁾

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang^{2,3}

Email : rizkims99@gmail.com¹, agus.suhardono@polinema.ac.id², ratih@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Kegiatan Pelayaran memiliki peranan penting dalam berbagai bidang seperti ekonomi, sosial, pertahanan dan keamanan, dan lain sebagainya. Pelabuhan Perikanan Grajagan yang berada di Kabupaten Banyuwangi merupakan pelabuhan perikanan yang berada di selatan Pulau Jawa. Dengan adanya Pelabuhan Perikanan Grajagan di Kabupaten Banyuwangi, masyarakat yang berkerja sebagai nelayan memiliki tempat parkir untuk kapal yang layak, dan semakin bertambahnya jumlah masyarakat yang bekerja menjadi nelayan pada daerah tersebut akan bertambahnya jumlah kapal yang ada. Penelitian yang dilakukan ini bertujuan sebagai pendukung dalam penataan serta pengembangan Pelabuhan Perikanan Grajagan berpusat terhadap keamanan dari segi gelombang di sekitar alur dan kolam pelabuhan yang baru. Hasil dari perencanaan yang telah dilakukan, didapatkan luasan untuk kolam labuh sebesar 78.792 m² dengan lebar pintu 99 m. Total dari panjang bangunan pemecah gelombang 797.96 m. Jenis yang dipakai adalah sisi miring. Tinggi maksimum dari bangunan pemecah gelombang adalah +4.2 m dari LWL. Material yang digunakan adalah batu armor. Pada bagian kepala bangunan berat yang dipakai adalah 330 kg untuk layer 1, 33 kg untuk layer 2, dan layer 3/core dengan berat 1 -10 kg. Sedangkan pada lengan bangunan berat yang dipakai adalah 230 kg untuk layer 1, 23 kg untuk layer 2, dan untuk layer 3/core 1- 10 kg.

Kata kunci: pelabuhan, bangunan pemecah gelombang, kolam labuh.

ABSTRACT

Shipping activities have an important role in various fields such as economic, social, defense and security, and so on. Grajagan Fishing Port in Banyuwangi Regency is a fishing port located in the south of Java Island. With the Grajagan Fishing Port in Banyuwangi Regency, people who work as fishermen have a parking space for decent boats, and the increasing number of people who work as fishermen in the area will increase the number of existing ships. This research is aimed at supporting the structuring and development of the Grajagan Fishing Port centered on safety in terms of waves around the channel and pond of the new port. The results of the planning that have been carried out, the area for the anchored pool is 78,792 m² with a door width of 99 m. The total length of the breakwater building is 797.96 m. The type used is the oblique side. The maximum height of the breakwater building is +4.2 m from LWL. The material used is armor stone. At the head of the building the weight used is 330 kg for layer 1, 33 kg for layer 2, and layer 3/core with a weight of 1 -10 kg. While on the building arm, the weight used is 230 kg for layer 1, 23 kg for layer 2, and for layer 3/core 1-10 kg.

Key words: harbors, breakwater buildings, anchored pools.

1. PENDAHULUAN

Kegiatan Pelayaran memiliki peranan penting dalam berbagai bidang seperti ekonomi, sosial, pertahanan dan

keamanan, dan lain sebagainya. Dalam hal ini bahwa Indonesia harus dapat mengoptimalkan kegiatan pelayaran

guna menjaga kegiatan-kegiatan dalam pelayaran dan mempertahankan kesatuan antarpulau.

Demi mencapai tujuan tersebut, diperlukan sarana dan prasarana yang mendukung. Sarana kegiatan pelayaran berupa kapal memiliki peranan yang sangat penting dalam memenuhi kegiatan angkutan laut. Sedangkan prasarana yang diperlukan dalam kegiatan pelayaran angkutan laut adalah pelabuhan.

Pelabuhan Perikanan Grajagan yang berada di Kabupaten Banyuwangi merupakan pelabuhan perikanan yang berada di selatan Pulau Jawa. Keberadaan Pelabuhan Perikanan Grajagan di Kabupaten Banyuwangi berperan dalam menaikkan perekonomian masyarakat yang berada disekitar daerah tersebut. Potensi produksi perikanan laut di Kabupaten Banyuwangi sebesar kurang lebih 49,6 ton/tahun. Adapun berbagai macam hasil produk dari ikan konsumsi perairan laut adalah tuna, tongkol, lemuru, udang barong/lobster, dan jenis ikan lain yang kesemuanya ini terkonsentrasi di TPI Grajagan. Potensi perikanan di Pantai Grajagan dapat dikembangkan apalagi terdapat penambahan jumlah armada dan ukuran perahu serta jenis alat tangkap yang dioperasikan.

Masalah yang dihadapi Pelabuhan Perikanan Grajagan yaitu pada bertambahnya kapal-kapal yang akan bersandar. Pada tahun 2017 armada kapal yang terdapat di Pelabuhan Perikanan Grajagan 676 unit. Mengingat letak Pelabuhan Perikanan Grajagan yang berada di selatan Pulau Jawa, kondisi arus dan gelombang yang besar serta kondisi angin yang kencang sangat berpengaruh terhadap mobilitas kapal-kapal tersebut.

Berlatar belakang dari permasalahan tersebut, maka tujuan pembahasan ini meliputi:

1. Berapa luasan kolam labuh yang digunakan untuk tempat bersandarnya kapal?
2. Berapa dimensi dari Bangunan Penahan Gelombang (Breakwater) yang direncanakan berdasarkan kebutuhan?
3. Bagaimana desain material, bentuk, dan dimensi dari breakwater tersebut?
4. Berapa total biaya dari Bangunan Pemecah Gelombang yang direncanakan?

2. METODE

Setelah mengidentifikasi permasalahan yang ada di lapangan, maka selanjutnya adalah mencari data pendukung untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.

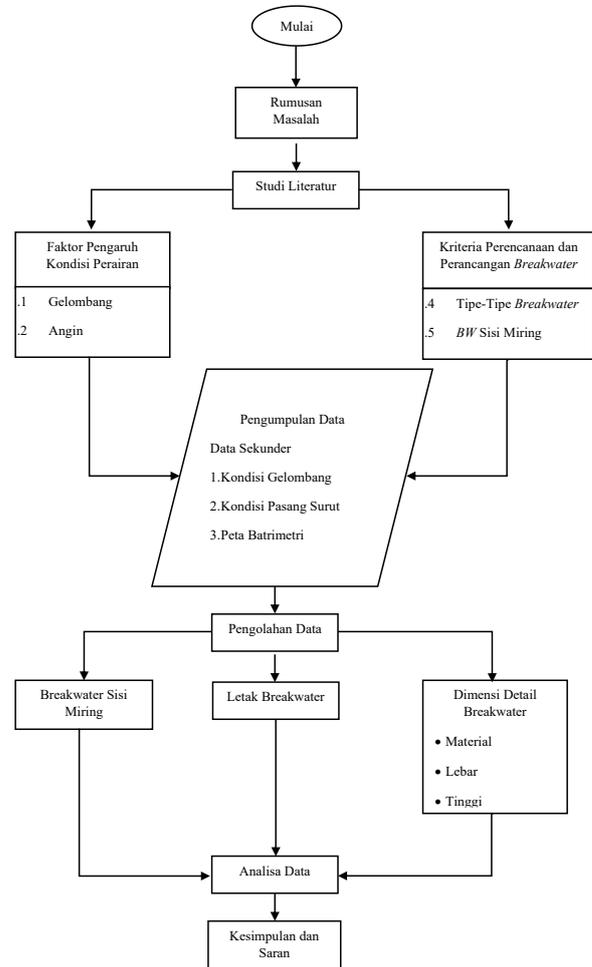
Setelah mendapat data yang diperlukan, yaitu data kondisi perairan meliputi gelombang, angin dan fluktuasi air laut. Maka dapat menentukan kriteria perencanaan breakwater.

Untuk menentukan besaran kolam labuh digunakan Autocad 2020 untuk menggambar Layout Existing berdasarkan lahan yang ada.

Dalam perencanaan breakwater menggunakan Microsoft Excel tahun 2019 digunakan untuk mendapatkan hasil dari gelombang rencana & gelombang pecah, dan perhitungan dari breakwater tersebut. Kemudian dilanjutkan menggambar potongan dari breakwater. Setelah itu dilanjutkan menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB)

berdasarkan AHSP yang ditetapkan oleh pemerintah Kabupaten Banyuwangi tahun 2019. Penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dilakukan untuk mengetahui biaya total keseluruhan yang dibutuhkan dalam melaksanakan pembangunan.

Gambar 1. Flowchart



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

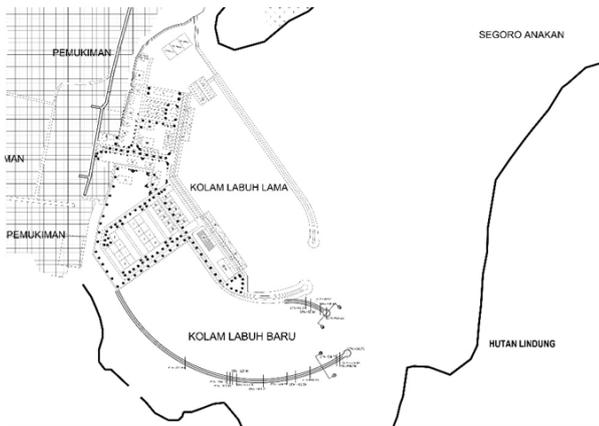
Penentuan Kolam Labuh Tambahan

Dalam menentukan luasan kolam labuh yang akan digunakan, perlu mengetahui jumlah kapal yang bisa ditampung dalam kolam labuh tersebut. Dengan memaksimalkan lahan yang ada dan data yang telah diperoleh, untuk luasan kolam labuh yang baru mengikuti besaran luasan kolam labuh yang lama.

Untuk besaran luasan kolam labuh yang lama yaitu 79.993 m² yang dapat menampung 676 kapal (2017) atau 118,244 m²/kapal. Setelah merencanakan beberapa model untuk kolam labuh yang baru, dengan luas lahan yang ada, untuk besaran kolam labuh yang baru di dapatkan sebesar 78.792 m² dengan lebar pintu 99 m.

Pemilihan letak kolam labuh yang baru berada di selatan kolam labuh lama. Pemilihan letak tersebut berdasarkan lahan yang ada dan tidak adanya hambatan. Untuk sisi utara dari kolam labuh lama tidak dapat dipakai

karena adanya arus sungai dari pemukiman. Untuk sisi timur dari kolam labuh lama terdapat hutan.



Gambar 1. Layout Rencana

Perhitungan Gelombang Rencana dan Gelombang pecah

Dari hasil batrimetri yang telah dilakukan pihak instansi didapatkan bahwa kemiringan dasar laut 0,02. Nilai refraksi dianggap 1. Survey pasang surut yang telah dilakukan oleh pihak instansi menunjukkan bahwa: dHWL = 2,0 m, dMSL = 0,1 m, dLWL = 0,94 m. Tinggi gelombang di lokasi adalah 1,35 m dan periode 7 detik.

Dari data tersebut, besarnya panjang gelombang (L0) yang terjadi:

$$L_0 = 1,56T^2$$

$$= 1,56 (7)^2$$

$$= 76,44 \text{ m}$$

Untuk tinggi gelombang (H) rencana dan Panjang gelombang (L0) dihitung terhadap kedalaman:

$$\frac{d}{L_0} = \frac{0,94}{76,44} = 0,0123$$

Data yang digunakan untuk menentukan tinggi dan kedalaman air pada saat gelombang pecah adalah sebagai berikut:

$$H_0 = \frac{H}{K_S K_R}$$

$$= \frac{1,35}{1,375 \times 1} = 0,98 \text{ m}$$

$$L_0 = 76,44 \text{ m}$$

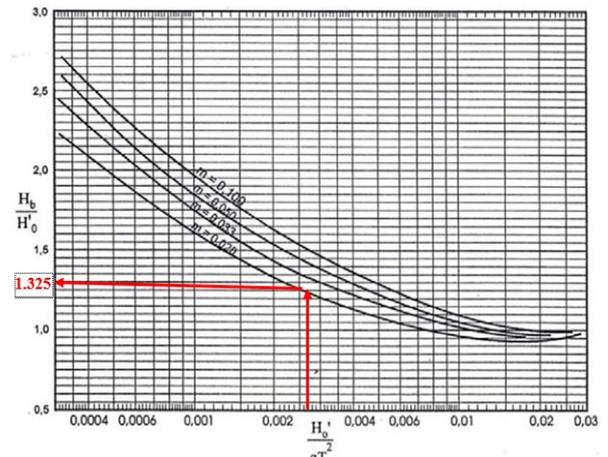
$$K_R = 1$$

$$H'_0 = K_R \cdot H_0 = 1 \times 0,98 = 0,98 \text{ m}$$

$\frac{H'_0}{gT^2}$, dengan H'_0 = tinggi gelombang laut dalam ekuivalen

$$= \frac{0,98}{9,81 \times 7^2} = 0,002038 \text{ m}$$

Dengan menggunakan grafik 4.3. untuk nilai tersebut di atas, didapat nilai $\frac{H_b}{H'_0}$:



Sumber: Teknik Pantai (Triatmojo, 1999)

Gambar 2. Grafik hubungan antara $\frac{H_b}{H'_0}$ dan $\frac{H'_0}{gT^2}$

Dengan, H_b = Tinggi gelombang pecah

$$\frac{H_b}{H'_0} = 1,325$$

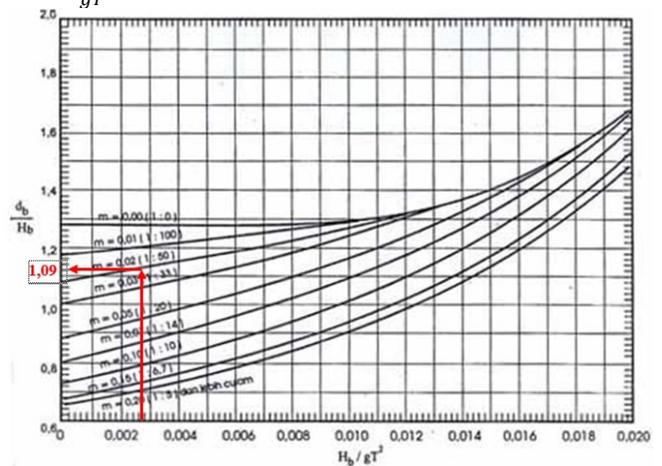
$$H_b = 1,325 H'_0 = 1,325 \times 0,98 = 1,298 \text{ m}$$

Selanjutnya dihitung :

$$\frac{H_b}{gT^2} = \frac{1,298}{480,69} = 0,00270$$

Dengan menggunakan grafik 3 untuk nilai $\frac{H_b}{gT^2} = 0,00270$ akan diperoleh kedalaman gelombang pecah (d_b):

$$\frac{H_b}{gT^2} = 0,00270$$



Sumber: Teknik Pantai (Triatmojo, 1999)

Gambar 4. Grafik hubungan α dan β dengan $\frac{H_b}{gT^2}$

$$\frac{d_b}{H_b} = 1,09$$

$$d_b = 1,09 \times 1,298 = 1,415 \text{ m}$$

Jadi gelombang pecah akan terjadi pada kedalaman 1,415 m. Karena dLWL < d_b < dHWL, maka di lokasi kedalaman 0 m gelombang pecah.

Perhitungan Bangunan Pemecah Gelombang

a. Stabilitas Batu Lapis Lindung

Perhitungan stabilitas batu lapis lindung dihitung menggunakan rumus Hudson. Hitungan berat lapis lindung

didasarkan pada jenis batu pecah yang mempunyai berat jenis 2,65 ton/m³, untuk besar koefisien lapis lindung yaitu K_D = 4 (untuk lengan bangunan) dan K_D = 2,8 (untuk kepala bangunan). Koefisien lapis lindung yang dipakai didasarkan dari tabel 1.

Tabel 1. Koefisien Stabilitas KD Untuk Berbagai Jenis Butir.

Lapis lindung	n	Penempatan	Lengan Bangunan		Ujung Bangunan		Kemiringan
			K _D		K _D		
			Pecah	Tdk pecah	Pecah	Tdk Pecah	
Batu Pecah							
➤ Bulat halus	2	Acak	1,2	2,4	1,1	1,9	1,5-3,0
➤ Bulat halus	>3	Acak	1,6	3,2	1,4	2,3	a ²
➤ Bersudut kasar	1	Acak	a ¹	2,9	a ¹	2,3	a ³
Bersudut kasar	2	Acak	2,0	4,0	1,9	3,2	1,5
					1,6	2,8	2,0
					1,3	2,3	3,0
➤ Bersudut kasar	>3	Acak	2,2	4,5	2,1	4,2	a ²
➤ Bersudut kasar	2	Khusus a ³	5,8	7,0	5,3	6,4	a ²
➤ Paralel epiped	2	Khusus	7,0-20	8,5-24	-	-	a ²
Tetrapoda Dan Quadripod	2	Acak	7,0	8,0	5,0	6,0	1,5
					4,5	5,5	2,0
					3,5	4,0	3,0
					8,3	9,0	1,5
Tribar	2	Acak	9,0	10,0	7,8	8,5	2,0
					6,0	6,5	3,0
Dolos	2	Acak	15,8	31,8	8,0	16,0	2,0
					7,0	14,0	3,0

(dalam Triatmojo, 1999)

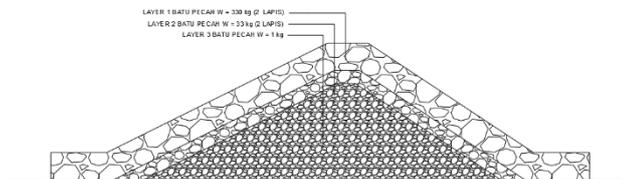
Sumber: Teknik Pantai (Triatmojo, 1999)

Untuk lapis lindung batu (W) pecah :

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

$$S_r = \frac{\gamma_r}{\gamma_a} = \frac{2,65}{1,05} = 2,524 \frac{ton}{m^3}$$

Untuk Kepala Bangunan KD = 2,8



Layer 1 :

$$W_1 = \frac{2,65 \times (1,35)^3}{2,8 (2,524 - 1)^3 \times 2}$$

$$= \frac{6,512}{19,814} = 0,329 \text{ ton} = 329 \text{ kg} \approx 330 \text{ kg}$$

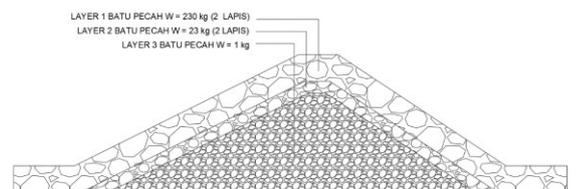
Layer 2 :

$$W_2 = \frac{W_1}{10} = \frac{330}{10} = 33 \text{ kg}$$

Layer 3 :

$$W_3 = \frac{W_1}{600} = \frac{330}{600} = 0,55 \text{ kg}$$

Untuk Lengan Bangunan KD = 4



Layer 1 :

$$W_1 = \frac{2,65 \times (1,35)^3}{4 (2,524 - 1)^3 \times 2}$$

$$= \frac{6,512}{28,306} = 0,230 \text{ ton} = 230 \text{ kg}$$

Layer 2 :

$$W_2 = \frac{W_1}{10} = \frac{230}{10} = 23 \text{ kg}$$

Layer 3 :

$$W_3 = \frac{W_1}{600} = \frac{230}{600} = 0,348 \text{ kg}$$

b. Menentukan Dimensi Bangunan Pemecah Gelombang

Lebar puncak bangunan pemecah gelombang dan tebal lapis lindung digunakan koefisien lapis lindung (K_Δ) 1,15 untuk batu alam (kasar). Koefisien lapis lindung (K_Δ) yang digunakan berdasarkan tabel 2.

Tabel 2. Koefisien Lapis (K_Δ)

Batu Pelindung	n	Penempatan	Koef. Lapis (K _Δ)	Porositas (%)
Batu alam (halus)	2	random (acak)	1.02	38
Batu alam (kasar)	2	random (acak)	1.15	37
Batu alam (kasar)	>3	random (acak)	1.1	40
Kubus	2	random (acak)	1.1	47
Tetrapod	2	random (acak)	1.04	50
Quadripod	2	random (acak)	0.95	49
Hexapod	2	random (acak)	1.15	47
Tribard	2	random (acak)	1.02	54
Dolos	2	random (acak)	1	63
Tribard	1	seragam	1.13	47
Batu alam		random (acak)		37

Sumber: Teknik Pantai (Triatmojo, 1999)

Untuk Kepala Bangunan :

Lebar puncak bangunan pemecah gelombang (B) :

$$B = n K_{\Delta} \left(\frac{W}{\gamma_r} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$B = 3 \times 1,15 \left(\frac{330 \text{ kg}}{2650 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$= 1,721 \text{ m} \approx 1,8 \text{ m}$$

Untuk tebal lapis pelindung bangunan pemecah gelombang (t) :

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

Tebal Layer 1 :

$$t = 2 \times 1,15 \left(\frac{330 \text{ kg}}{2650 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$= 1,147 \text{ m} \approx 1,2 \text{ m}$$

Tebal Layer 2 :

$$t = 2 \times 1,15 \left(\frac{33 \text{ kg}}{2650 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$= 0,533 \text{ m} \approx 0,6 \text{ m}$$

Untuk Lengan Bangunan :

Lebar puncak bangunan pemecah gelombang (B) :

$$B = 3 \times 1,15 \left(\frac{230 \text{ kg}}{2650 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$= 1,528 \text{ m} \approx 1,6 \text{ m}$$

Untuk tebal lapis pelindung bangunan pemecah gelombang (t) :

Tebal Layer 1 :

$$t = 2 \times 1,15 \left(\frac{230 \text{ kg}}{2650 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$= 1,019 \text{ m} \approx 1,1 \text{ m}$$

Tebal Layer 2 :

$$t = 2 \times 1,15 \left(\frac{23 \text{ kg}}{2650 \text{ kg/m}^3} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$= 0,473 \text{ m} \approx 0,5 \text{ m}$$

c. Menentukan Tinggi Puncak Gelombang

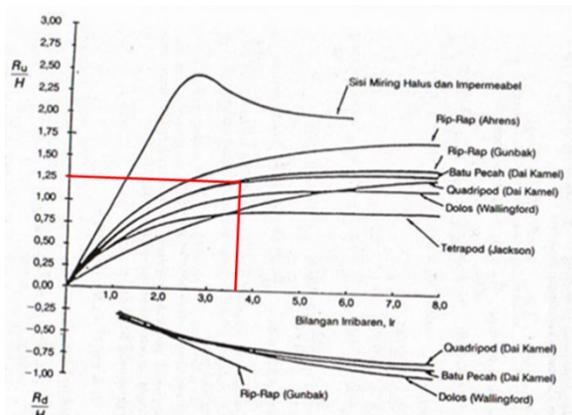
Elevasi puncak breakwater dihitung berdasarkan tinggi runup dan kemiringan sisi pemecah gelombang ditetapkan 1:2. Besarnya runup gelombang dapat dihitung dengan persamaan Irrabaren :

$$I_r = \frac{tg \phi}{(H/L_0)^{0,5}}$$

$$I_r = \frac{\frac{1}{2}}{\left(\frac{1,35}{76,44} \right)^{0,5}}$$

$$= 3,76$$

Dari grafik runup gelombang :



Sumber: Teknik Pantai (Triatmojo, 1999)

Gambar 5. Grafik Run-Up Gelombang

Dari grafik 5 didapat, untuk nilai runup lapis lindung dari batu pecah :

$$\frac{Ru}{H} = 1,25$$

$$Ru = 1,25 \times H$$

$$= 1,25 \times 1,35 \text{ m}$$

$$= 1,687 \text{ m}$$

Untuk elevasi bangunan pemecah gelombang dengan mempertimbangkan tinggi kebebasan 0,5 m.

$$\text{Elevasi} = \text{HWL} + Ru + \text{Tinggi Kebebasan}$$

$$= 2 + 1,687 + 0,5$$

$$= 4,187 \text{ m} \approx 4,2 \text{ m}$$

Tabel 3. Detail Bangunan Pemecah Gelombang Tiap STA

Detail Breakwater	STA	Berat Baru Armor (Kg)			Lebar Puncak (m)	Tebal Lapis Lindung (m)		Lebar BW (m)
		Laye r 1	Laye r 2	Laye r 3		Laye r 1	Laye r 2	
		Sisi Utara						
Lengan BW +0.50	+46.55	230	23	1-10	1.6	1.1	0.5	15.7
LWL								
Lengan BW -0.1	+57.88	230	23	1-10	1.6	1.1	0.5	17.8
LWL								

Lengan BW -0.50	+69.47	230	23	1-10	1.6	1.1	0.5	19.2
LWL								
Lengan BW -1.00	+80.62	230	23	1-10	1.6	1.1	0.5	20.95
LWL								
Kepala BW +1.00	+104.20	330	33	1-10	1.8	1.2	0.6	22.42
LWL								
Sisi Selatan								
Lengan BW -1.0	+217.55	230	23	1-10	1.6	1.1	0.5	13.95
LWL								
Lengan BW -0.5	+314.17	230	23	1-10	1.6	1.1	0.5	15.7
LWL								
Lengan BW -0.1	+320.29	230	23	1-10	1.6	1.1	0.5	17.8
LWL								
Lengan BW -0.5	+325.49	230	23	1-10	1.6	1.1	0.5	19.2
LWL								
Lengan BW -1.0	+335.26	230	23	1-10	1.6	1.1	0.5	20.95
LWL								
Lengan BW -1.5	+392.72	230	23	1-10	1.6	1.1	0.5	22.7
LWL								
Lengan BW -1.0	+444.31	230	23	1-10	1.6	1.1	0.5	20.95
LWL								
Lengan BW -0.5	+462.59	230	23	1-10	1.6	1.1	0.5	19.2
LWL								
Lengan BW -0.1	+495.90	230	23	1-10	1.6	1.1	0.5	17.8
LWL								
Lengan BW +0.5	+558.75	230	23	1-10	1.6	1.1	0.5	15.7
LWL								
Lengan BW -0.1	+566.74	230	23	1-10	1.6	1.1	0.5	17.8
LWL								
Lengan BW -0.5	+573.89	230	23	1-10	1.6	1.1	0.5	19.2
LWL								
Kepala BW -1.0	+593.87	330	33	1-10	1.8	1.2	0.6	20.67
LWL								

Sumber ; Sendiri

Rencana Anggaran Biaya (RAB)

RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB)

PEKERJAAN : Pengembangan Bangunan Pemecah Gelombang
LOKASI : Gragegan, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur

1	PEKERJAAN PERSIAPAN					
	Mobilisasi dan Demobilisasi	1.000	ls	Rp	500,314,900.00	Rp 500,314,900.00
	Pekerjaan Pembersihan	1.000	ls	Rp	500,100.00	Rp 500,100.00
	Perengkapan K3	1.000	ls	Rp	10,333,100.00	Rp 10,333,100.00
						Rp 511,148,100.00
2	PEKERJAAN BREAKWATER					
	Pasang Batu Layer 1 200 - 400 Kg/Unit	14,537.82	m3	Rp	1,411,800.00	Rp 20,524,494,276.00
	Pasang Batu Layer 2 20 - 40 Kg/Unit	4,495.78	m3	Rp	602,800.00	Rp 2,710,056,184.00
	Pasang Batu Layer 3 1 - 10 Kg/Unit	10,307.37	m3	Rp	1,339,900.00	Rp 13,810,845,063.00
						Rp 37,045,395,523.00
		JUMLAH		Rp	37,556,540,000.00	
		PEMBULATAN		Rp	37,556,540,000.00	
		PPN 10%		Rp	3,755,654,000.00	
		TOTAL		Rp	41,312,194,000.00	

4. KESIMPULAN

1. Dalam pemilihan letak bangunan pemecah gelombang mempertimbangkan faktor dari arah datangnya angin, gelombang, dan arus. Bangunan pemecah gelombang diletakkan pada posisi yang dapat melindungi pelabuhan dari faktor-faktor tersebut. Pintu dari kolam labuh yang mengikuti besaran pintu kolam labuh lama..
2. Dengan pemilihan bangunan pemecah gelombang sisi miring, dapat mereduksi pengaruh gelombang yang datang. Semakin landau bentuk dari bangunan pemecah gelombang sisi miring, akan semakin efektif dalam mereduksi gelombang yang akan datang.
3. Dengan adanya bangunan pemecah gelombang dan kolam labuh yang baru. Nelayan yang tidak kebagian bersandar atau parkir di kolam labuh lama dapat menyandarkan kapalnya dengan aman tanpa takut kehilangan atau terjadinya kerusakan pada kapal tersebut. Dan dengan adanya bangunan yang baru dapat menaikkan pendapatan di daerah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Triatmojo, Bambang. (1999). *Teknik Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset.
- [2] Triatmojo, Bambang. (2003). *Pelabuhan (3rd ed.)*. Yogyakarta: Beta Offset.
- [3] Yuwono, Nur. (1982). *Teknik Pantai (Vol. 1)*. Yogyakarta: BP KMTS.
- [4] CERC. (1984). *Shore Protection Manual (Vol. I)*. Washington, DC: US Army Corps of Engineer.
- [5] Saputro, Suwandi. (2009). *Gelombang Laut*. Jakarta
- [6] Djojowirono, Sugeng. (1984). *Manajemen Konstruksi*. Yogyakarta: KMTS Fakultas Teknik UGM.

- [6] Niron, John W. (1992). *Pedoman Praktis Anggaran dan Borongan Rencana*.
- [7] Febriansay. (2012). *Perencanaan Pemecah Gelombang (Breakwater) di Pelabuhan Merak*. Jakarta : UI
- [8] Palmer, G.N dan Christian, C.D. (1998). *Design and Construction of Rubble Mound Breakwaters*. IPENZ Transactions, Vol. 25 No.1/CE
- [9] Kramadibrata, Soedjono. (1985). *Perencanaan Pelabuhan*. Bandung: Ganeca Exact.
- [10] Irwan, Y.W.B. (2006). *Perencanaan Pemecah Gelombang (Breakwater) pada Reklamasi Pantai Waimeo*. Yogyakarta : UGM
- [10] Sargent, F.E. and Bottin, R.R. (1989). *Case Histories of Corps Breakwater and Jetty Structures*. New England: CERC
- [11] *Anggaran Biaya Bangunan*. Jakarta: Jakarta Asona.