

Perancangan Desain Bangunan Pengendalian Abrasi Pantai Di Daerah Muara Sungai Muarabangkahulu

Medianto Mulyadi¹
Meilani Belladona²

Abstrack

Zakat beach is one of the water tourism places frequented by tourists, but along the way there are several points that have abrasion due to erosion of waves, wind and tidal sea water. This research aims to make the design of coastal protective structures so that the abrasion can be overcome. The data used is wind data. Primary data is a measurement of water level on the estuary of the river Bangkahulu with the help of coal farmers around the location of the review. The design of the abrasion retaining building uses a sloping sidewall with an arrangement of rocks arranged in such a way. Significant wave heights are sought using wave forecasting with an HS value of 1.054 meters and a significant wave period of 5.31 seconds. The calculation result is used to calculate wave height due to sea floor depth change, Ks value is 1,092, refractive coefficient value = 0,736 and wave height at depth 1,52 is 0,847 m. The height and depth of the breaking wave are Hb = 1.005 meters and db = 0.985 meters. Elevation of the breakwater peak with a high free of 0.234 m without a tsunami is 4.212 meters. The peak width of the breakwater building is 0.61 meters with the weight and thick of the main protective layer of 103 Kg and 0.4 meters and the number of granules per 10 meters is 25 grains.

Keynote: abrasion, wind velocity, wave

PENDAHULUAN

Kota Bengkulu memiliki pantai terpanjang dengan garis pantai mencapai 7 km serta memiliki garis pasang surut yang lumayan jauh yang mencapai 500 m. Hal ini menyebabkan timbulnya abrasi pantai di sekitar garis pantai, terutama pada pertemuan air pantai zakat dengan bibir air muara sungai Bengkulu.

Pantai zakat merupakan salah satu tempat pariwisata air yang sering dikunjungi oleh banyak wisatawan, baik itu wisatawan lokal maupun wisatawan asing. Salah satu akses jl. Benchoelen dari daerah sungai Hitam menuju lokasi pantai Zakat menyusuri jalan di pesisir pantai tersebut. Akan tetapi disepanjang akses jalan tersebut terdapat beberapa titik lokasi yang telah mengalami abrasi akibat pengikisan gelombang, angin dan air pasang surut pantai dan air muara sungai Bengkulu. Hal ini menyebabkan kondisi jalan yang rawan amblas akibat abrasi dari air pantai dan muara sungai Bengkulu, maka perlu penanganan yang cepat dari pemerintah yang terkait untuk membuat bangunan pengendalian abrasi pantai agar pengikisan yang terus menerus dikawasan tersebut dapat dicegah.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat Perancangan desain bangunan pengendalian abrasi pantai sebagai salah satu alternatif pemecahan masalah kepada pemerintah setempat dalam menangani proses

terjadinya abrasi pantai di daerah muara Sungai Bengkulu.

Pantai merupakan bagian wilayah pesisir yang bersifat dinamis, artinya ruang pantai (bentuk dan lokasi) berubah dengan cepat sebagai respon terhadap proses alam dan aktivitas manusia. Faktor-faktor yang mempengaruhi dinamisnya lingkungan pantai diantaranya adalah iklim (temperatur, hujan), hidro-oseanografi (gelombang, arus, pasang surut), pasokan sedimen (sungai, erosi pantai), perubahan muka air laut (tektonik, pemanasan global) dan aktivitas manusia seperti reklamasi pantai dan penambangan pasir (Solihuddin, 2013).

Wilayah pesisir pantai merupakan daerah peralihan laut dan daratan. Kondisi tersebut menyebabkan wilayah pesisir mendapatkan tekanan dari berbagai aktivitas dan fenomena yang terjadi di darat maupun di laut. Fenomena fenomena yang terjadi di daratan seperti erosi banjir dan aktivitas yang dilakukan seperti pembangunan pemukiman, pembabatan hutan untuk persawahan, pembangunan tambak dan sebagainya pada akhirnya memberi dampak pada ekosistem pantai. Demikian pula fenomena fenomena di lautan seperti pasang surut air laut, gelombang badai dan sebagainya. (Nadia dan Ali, 2013)

Perubahan garis pantai merupakan salah satu bentuk dinamisasi kawasan pantai yang terjadi secara terus menerus. Abrasi merupakan salah satu masalah yang

¹Mahasiswa Fak. Teknik Sipil UNHAZ Bengkulu

²Dosen Fak. Teknik Jur T. Sipil UNHAZ Bengkulu

mengancam kondisi pesisir, yang dapat mengancam garis pantai sehingga mundur kebelakang dan juga mengancam bangunan bangunan yang berbatasan langsung dengan air laut, baik bangunan yang difungsikan sebagai penunjang wisata maupun rumah rumah penduduk. Abrasi pantai didefinisikan sebagai mundurnya garis pantai dari posisi asalnya (Triatmodjo, 2012). Abrasi atau Erosi pantai disebabkan oleh adanya angkutan sedimen menyusur pantai sehingga mengakibatkan berpindahnya sedimen dari satu tempat ke tempat lainnya.

Dalam menentukan tingkat perubahan pantai yang dapat dikategorikan kerusakan daerah pantai adalah tidak mudah. Untuk melakukan penilaian terhadap perubahan pantai diperlukan suatu tolok ukur agar supaya penilaian perubahan pantai dapat lebih obyektif dalam penentuan tingkat kerusakan tersebut (Setyandito dan Triyanto, 2007). Perubahan pantai harus dilihat tidak dalam keadaan sesaat, namun harus diamati dalam suatu kurun waktu tertentu. Perubahan garis pantai yang terjadi sesaat tidak berarti pantai tersebut tidak stabil, hal ini mengingat pada analisis perubahan garis pantai dikenal keseimbangan dinamis daerah pantai.

Keseimbangan dinamis berarti pantai tersebut apabila ditinjau pada suatu kurun waktu tertentu (misalnya satu tahun) tidak terjadi kemajuan atau kemunduran yang langgeng, namun pada waktu-waktu tertentu pantai tersebut dapat maju atau mundur sesuai musim yang sedang berlangsung pada saat itu (Setyandito dan Triyanto, 2007).

Abrasi pantai adalah kerusakan garis pantai akibat dari terlepasnya material pantai, seperti pasir atau lempung yang terus menerus di hantam oleh gelombang laut atau dikarenakan oleh terjadinya perubahan keseimbangan angkutan sedimen di perairan pantai (Nadia dan Ali, 2013).

Data-data kecepatan angin yang digunakan untuk pembangkitan gelombang adalah data yang dicatat di darat yang diukur pada ketinggian tertentu di atas permukaan laut. Hal ini mengakibatkan data tersebut harus melewati tahap koreksi.

Data arus laut dan angin permukaan dianalisa untuk mengetahui gejala yang mungkin mempengaruhi perubahan bentuk, letak garis pantai dan untuk mengetahui banyaknya sedimen laut yang dapat diangkut setiap tahun (Istijono, 2013).

Arus merupakan perpindahan massa air dari satu tempat ke tempat lain, yang disebabkan oleh faktor seperti gradien tekanan, hembusan angin, perbedaan densitas, atau pasang surut. Di sebagian besar perairan, faktor utama yang dapat menimbulkan arus yang relatif kuat adalah angin dan pasang surut. Arus yang disebabkan oleh angin pada umumnya bersifat musiman, dimana pada satu musim arus mengalir ke satu arah dengan tetap, dan pada musim berikutnya akan berubah arah sesuai dengan perubahan arah angin yang terjadi. Pasang surut di lain pihak menimbulkan arus yang bersifat harian, sesuai dengan kondisi pasang surut di perairan yang diamati. Pada saat air pasang arus pasut pada umumnya akan mengalir dari lautan lepas ke arah pantai, dan akan mengalir kembali ke arah semula pada saat air surut. Dengan mengetahui pola sirkulasi arus di suatu perairan yang diamati, seorang pengamat akan dengan mudah menentukan arah dan sebaran dari materi yang terkandung (dibawa) oleh air yang mengalir bersama arus tersebut (Istijono, 2013).

METODE PENELITIAN

Data – data yang diperlukan untuk penelitian ini mencakup data - data primer dan skunder. Data primer berupa data pengukuran pasang surut air laut. Data sekunder terdiri atas data kedalaman bibir Muara Sungai Bangkahulu, data curah hujan, data kecepatan angin di daerah pesisir pantai zakat, data luas daerah yang ditinjau, data tinggi gelombang pasang surut, dan data rekapitulasi tinggi bangunan.

Data – data yang didapat akan diolah dengan menggunakan beberapa metode, antara lain : Metode hidrologi, kuantitatif dan teori Gelombang Linier (*Airy*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data angin yang digunakan untuk peramalan gelombang adalah data di permukaan laut pada lokasi pembangkitan. Data tersebut dapat diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi Dan Geofisika (BMKG) kemudian dikonversi menjadi data angin laut. Kecepatan angin diukur dengan anemometer, dan biasanya dinyatakan dalam knot. Satu knot adalah panjang satu menit garis bujur melalui khatulistiwa yang ditempuh dalam satu jam, atau 1 knot = 1,852 km/jam = 0,5 m/d. Data angin dicatat tiap jam

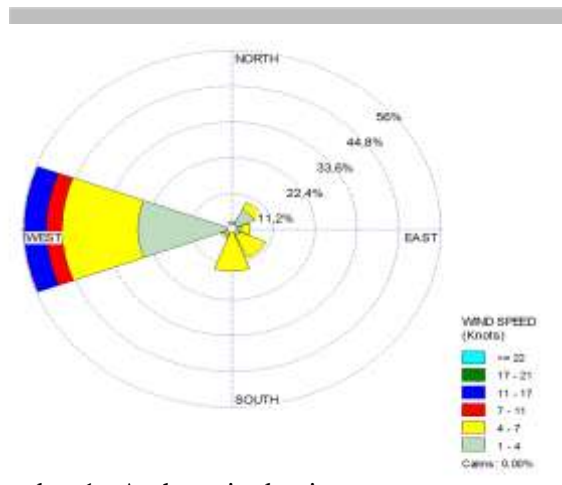
dan biasanya disajikan dalam bentuk tabel. Dengan pencatatan angin jam – jaman tersebut dapat diketahui angin dengan kecepatan tertentu dan durasinya, kecepatan angin maksimum, arah angin dan dapat pula dihitung kecepatan angin rerataharian. Berikut adalah data angin yang didapat dari Badan Meteorologi, Klimatologi Dan Geofisika (BMKG) di daerah Bengkulu.

Setelah dilakukannya pengelompokan data angin dan data persentase kejadian angin yang didapat dari Badan Meteorologi, Klimatologi Dan Geofisika (BMKG) maka didapat arah angin dominan yang mengarah kearah barat (*West*) seperti di tunjukan pada Tabel 1 dan Gambar 1 dibawah ini.

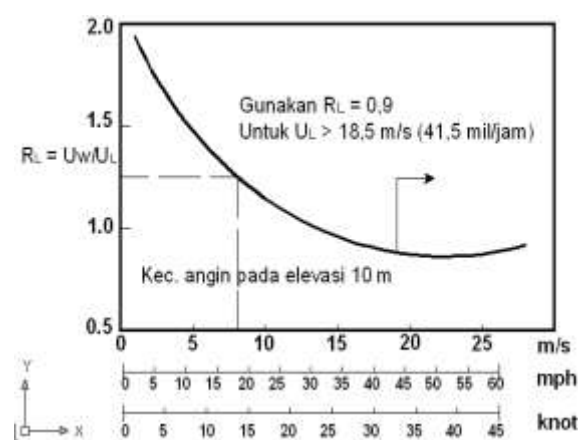
Tabel 1. Data Persentase Kejadian Angin Di Muara Sungai Bangkahulu Bengkulu

Kec. Angin (Knot)	Arah Angin (%)								Keterangan
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
1-4	2,5	6,7	2,5	2,5	0,8	2,5	25,2	0,8	43,70
4-7	-	2,5	2,5	7,6	12,6	0,8	20,2	-	46,22
7-11	-	-	-	-	-	-	4,2	-	4,20
11-17	-	-	-	-	-	-	5,9	-	5,88
17-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-
≥22	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jlh	2,5	9,2	5,0	10,1	13,4	3,3	55,5	0,8	100,00

Biasanya pengukuran angin dilakukan di daratan, padahal dalam rumus-rumus pembangkit gelombang data angin yang digunakan adalah yang diukur di atas permukaan laut. Oleh karena itu diperlukan transformasi dari data angin yang di atas daratan yang terdekat dengan lokasi studi ke data angin di atas permukaan laut.



Gambar 1. Arah angin dominan



Gambar 2 hubungan antara kecepatan angin laut dan angin darat

Hasil perhitungan faktor tegangan angin dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Perhitungan Faktor Tegangan Angin

Tahun	Kecepatan Angin (UL)		Arah	RL	UW	UA
	Km/jam	m/s				
2005	4,45	2,29	W	1,63	3,73	3,58
2006	9,82	5,05	SE	1,45	7,32	8,21
2007	7,41	3,81	W	1,56	5,94	6,35
2008	7,96	4,09	W	1,51	6,17	6,65
2009	10,00	5,14	W	1,31	6,73	7,40
2010	7,96	4,09	W	1,49	6,09	6,55
2011	10,19	5,24	W	1,30	6,81	7,51
2012	8,89	4,57	NE	1,37	6,26	6,77
2013	6,11	3,14	NE	1,59	4,99	5,12
2014	7,04	3,62	W	1,54	5,57	5,87
Rata - Rata	7,98	4,10	W	1,47	5,96	6,40

Dari Tabel 2 didapat hasil perhitungan untuk menghitung faktor tegangan angin yang terjadi. Dengan memasukkan nilai kecepatan angin terkoreksi (*U*) pada Gambar 2 maka akan didapat RL. Kecepatan angin harus dikonversikan menjadi faktor tegangan angin

(UA). faktor tegangan angin berdasarkan kecepatan angin dilaut (*UW*), yang telah dikoreksi terhadap data kecepatan angin di darat (*UL*). Pada tabel diatas tegangan angin tertinggi terjadi pada tahun 2011 dengan tegangan angin sebesar 7,44 m/detik. Dan tegangan angin terendah terjadi pada tahun 2005 sebesar 3,56 m/detik.

Berdasarkan letak lokasi provinsi Bengkulu yang berbatasan langsung dengan laut lepas dan keadaan pulau - pulau didepan daratan yang jumlahnya hanya sedikit, maka gelombang yang ditimbulkan adalah gelombang FDS (Gelombang terbentuk sempurna) . Maka dari itu dapat dilakukan peramalan gelombang dengan menggunakan rumus Gelombang terbentuk sempurna.

Dari hasil peramalan gelombang dengan menggunakan rumus FDS di atas, maka didapat gelombang signifikan tertinggi terjadi pada tahun 2006 sebesar 1,67 meter, dengan periode gelombang 6,81 detik. Sedangkan gelombang signifikan terendah terjadi pada tahun 2005 dengan tinggi 0,32 meter dengan periode gelombang 2,97 detik. Sedangkan jumlah nilai rata – rata keseluruhan gelombang signifikan adalah 1,054 meter dengan periode gelombang 5,31 detik.

Setelah rata – rata nilai tinggi gelombang signifikan dan periode gelombang signifikan didapat, maka selanjutnya dapat mencari panjang gelombang dan cepat rambat gelombang laut, baik di laut dalam maupun laut dalam dengan menggunakan rumus.

Kedalaman bibir Sungai Muara Bangkahulu dengan hasil survei lapangan yaitu sedalam 1,52 meter.

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

$$L_0 = 1,56 \times (5,31)^2$$

$$L_0 = 43,985 \text{ m}$$

$$C_0 = \frac{L_0}{T}$$

$$C_0 = \frac{43,985}{5,31}$$

$$C_0 = 8,283 \text{ m/dt}$$

$$\frac{d}{L} = \frac{1,52}{43,985}$$

$$\frac{d}{L} = 0,03$$

Untuk nilai d/L_0 diatas, didapat :

$$\frac{d}{L_0} = 0,07748 \rightarrow L_0 = \frac{1,52}{0,07748} = 19,61$$

m

$$C_0 = \frac{L_0}{T} = \frac{19,61}{5,21} = 3,76 \text{ m/d}$$

Arah datang gelombang dengan sudut 60° pada kedalaman 1,52 meter dihitung dengan persamaan :

$$\sin \alpha_1 = \left(\frac{C_1}{C_0} \right) \sin \alpha_0 = \frac{3,76}{8,283} \sin 60 = 0,393$$

$$\alpha_1 = 23,32^\circ$$

koefisien refraksi :

$$K_r = \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha_1}}$$

$$K_r = \sqrt{\frac{\cos 60}{\cos 23,32}}$$

$$K_r = 0,737$$

Untuk menghitung ketinggian gelombang akibat perubahan kedalaman dasar laut dapat dicari sesuai persamaan (3-6) dari BAB III, nilai K_s dapat dilihat dengan menggunakan tabel Lampiran A-1 dengan nilai 1,092. Tinggi gelombang pada kedalaman 1,52 m adalah :

$$H_1 = K_s \cdot K_r \cdot H_0$$

$$H_1 = 1,092 \cdot 0,737 \cdot 1,054$$

$$H_1 = 0,847 \text{ m}$$

Dari hasil di atas didapat nilai koefisien refraksi sebesar 0,736 dan tinggi gelombang di kedalaman 1,52 adalah 0,847 m. Sehingga dapat di cari gelombang ekuivalen dan gelombang pecahnya. Pemakaian Gelombang ekuivalen ini bertujuan untuk menetapkan tinggi gelombang yang mengalami refraksi sehingga perkiraan perubahan gelombang dapat dilakukan dengan mudah. Tinggi gelombang laut dalam ekuivalen adalah sebagai berikut :

$$H'_0 = K_r \cdot H_0$$

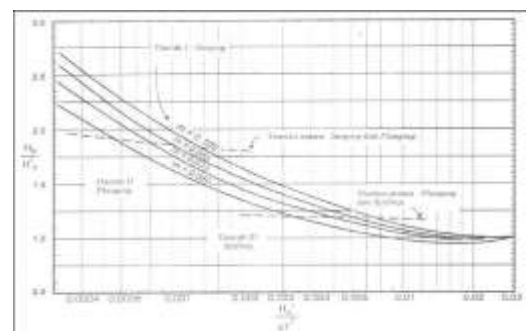
$$H'_0 = 0,736 \times 1,054$$

$$H'_0 = 0,775$$

Maka nilai gelombang pecah dapat di cari dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

Untuk kemiringan dasar laut 0,05 adalah :

$$\frac{H'_0}{gT^2} = \frac{0,775}{9,8 \times 5,21^2} = 0,0029$$



Gambar 3. Penentuan Tinggi Gelombang Pecah

Dari gambar 3 untuk nilai tersebut dan $m = 0,05$ didapat :

$$2 \frac{H'o}{gT^2} = 1,4 \longrightarrow H_b = 1,42 \times 0,775 = 1,005 \text{ m}$$

Untuk Menghitung kedalaman gelombang pecah ,dapat dihitung dengan nilai berikut :

$$\frac{Hb}{gT^2} = \frac{1,005}{9,8 \times 5,21^2} = 0,0037$$

Dengan menggunakan grafik untuk nilai tersebut dan $m = 0,05$ didapat:

$$\frac{d_b}{H_b} = 0,98 \longrightarrow d_b = 0,98 \times 1,005 = 0,985 \text{ m}$$

Jadi tinggi dan kedalaman gelombang pecah adalah $H_b = 1,005$ meter dan $d_b = 0,985$ meter.

Gelombang yang datang dari laut menuju pantai menyebabkan fluktuasi muka air di daerah pantai terhadap muka air diam. Pada waktu gelombang pecah akan terjadi penurunan elevasi muka air rerata terhadap elevasi muka air diam di sekitar gelombang pecah. Turunnya muka air disebut *wave set-down*, sedangkan naiknya muka air disebut *wave set-up*. Adapun untuk nilai S_b dan S_w adalah sebagai berikut:

Untuk mencari nilai S_b digunakan rumus :

$$S_b = - \frac{0,536 H_b^{2/3}}{g^{1/2} T}$$

$$S_b = - \frac{0,536 \times 1,005^{2/3}}{9,8^{1/2} \times 5,21} = - 0,032 \text{ m}$$

Sedangkan untuk nilai S_w adalah sebagai berikut :

$$S_w = 0,19(1-2,82 \sqrt{\frac{H_b}{gT^2}})H_b$$

$$S_w = 0,19(1-2,82 \sqrt{\frac{1,005}{9,8 \times 5,21}})1,005$$

$$S_w = 0,1145 \text{ m}$$

Dari hasil di atas di dapat penurunan muka air atau *wave set-down* adalah sebesar -0,03 m sedangkan kenaikan muka air atau *wave set-up* adalah 0,16 m.

Angin dengan kecepatan besar (badai) yang terjadi di atas permukaan laut bisa membangkitkan fluktuasi muka air laut yang besar di sepanjang pantai jika badai tersebut cukup kuat dan daerah pantai dangkal dan luas. Kenaikan elevasi muka air karena badai dapat dihitung sebagai berikut :

$$F_y = F \sin \alpha = 200 \sin 60^\circ = 173,205 \text{ m}$$

Kecepatan angin (badai) terhadap jarak tegak lurus pantai :

$$V_y = V \sin \alpha = 25 \sin 60^\circ = 21,65 \text{ m/dt}$$

Kenaikan elevasi muka air karena badai dapat di hitung dengan rumus berikut :

$$\Delta h = Fc \frac{v^2}{2gd}$$

$$\Delta h = 173,205 \times 3,5 \cdot 10^{-6} \frac{21,65^2}{2 \times 9,8 \times 1,52}$$

$$\Delta h = 0,00954$$

Peningkatan konsentrasi gas – gas rumah kaca di atmosfer menyebabkan kenaikan suhu bumi sehingga mengakibatkan kenaikan muka air laut. Di dalam perencanaan bangunan pantai, kenaikan muka air karena pemanasan global harus diperhitungkan karena memberikan perkiraan besarnya kenaikan muka air laut dari tahun 1990 sampai 2100 berdasarkan anggapan bahwa suhu bumi meningkat seperti yang terjadi saat ini.

Maka elevasi muka air laut rencana tanpa tsunami adalah :

$$M.a \text{ total} = 0,1145 + 0,00954 + 0,11 = 0,234 \text{ m}$$

Penentuan elevasi puncak pemecah gelombang ditentukan berdasarkan tinggi *runup*. Kemiringan sisi pemecah gelombang ditetapkan 1:2 .

Bilang irribaren :

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

$$I_r = \frac{1/2}{\left(\frac{0,847}{43,985}\right)^{0,5}}$$

$$I_r = 3,6$$

Dengan menggunakan grafik pada gambar 5.4 dihitung nilai *runup* untuk lapis lindung dari batu pecah (quarry stone) :

$$\frac{R_u}{H} = 1,25 \longrightarrow R_U = 1,25 \times 0,847 = 1,058 \text{ m}$$

Dari hasil hitungan di atas dengan menggunakan grafik *runup* gelombang, maka nilai *runup* adalah 1,058 m.

Elevasi puncak pemecah gelombang dengan memperhitungkan tinggi kebebasan 0,234 m tanpa tsunami :

$$EI_{\text{pemb gel}} = \text{HWL} + R_U + \text{tinggi kebebasan} = 1,4 + 1,058 + 0,234 = 2,692 \text{ m}$$

Tinggi pemecah gelombang :

$$H_{\text{pem gel}} = EI_{\text{pemb gel}} - EI_{\text{DSr laut}}$$

$$H_{\text{pem gel}} = 2,692 - (-1,52)$$

$$H_{\text{pem gel}} = 4,212 \text{ m}$$

Berat batu lapis lindung dihitung dengan rumus Hudson berikut ini. Untuk lapis lindung dengan gelombang pecah dari batu pecah bersudut kasar , nilai $K_D = 2$.

$$W = \frac{\gamma r H^3}{K_d(Sr-1)^3 \cot \theta}$$

$$W = \frac{2,65 \times 0,847^3}{2 \left(\frac{2,65}{1,03} - 1\right)^3 \times 2}$$

$$W = 0,103 \text{ ton}$$

$$W = 103 \text{ kg.}$$

Untuk menentukan Lebar puncak pemecah gelombang adalah sebagai berikut:

$$B = nK\Delta \left(\frac{w^{1/3}}{\gamma r} \right)$$

$$B = 3 \times 1,15 \left(\frac{0,103^{1/3}}{2,65} \right)$$

$$B = 0,61 \text{ m}$$

Dalam perancangan ini, di rancang menggunakan 3 lapisan pelindung, yaitu lapisan pelindung utama, lapis bawah dan lapisan inti. Untuk menentukan tebal lapis pelindung adalah sebagai berikut.

1. Lapisan Pelindung Utama

$$t_1 = nK\Delta \left(\frac{w^{1/3}}{\gamma r} \right)$$

$$B = 2 \times 1,15 \left(\frac{0,103^{1/3}}{2,65} \right)$$

$$B = 0,4 \text{ m}$$

2. Lapis Pelindung Bawah Dan Inti

Adapun untuk lapisan pelindung bawah dan inti dapat di hitung dengan menggunakan rumus yang sama seperti menghitung lapisan pelindung utama dengan nilai sebagai berikut

$$t_2 = 0,188 \text{ m}$$

3. Jumlah Batu Pelindung

Jumlah butir batuan pelindung tiap satuan untuk luas perencanaan 10 m^2 dihitung dengan menggunakan rumus :

$$N = AnK\Delta \left\{ 1 - \frac{p}{100} \frac{\gamma r}{W} \right\}^{2/3}$$

$$N = 10 \times 2 \times 1,15 \left\{ 1 - \frac{37}{100} \frac{2,65}{1,168} \right\}^{2/3}$$

$$N = 25 \text{ butir batu.}$$

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan berdasarkan data yang didapat dari survei lapangan dan data dari Badan Meteorologi, Klimatologi Dan Geofisika (BMKG) maka didapat arah angin dominan yang terjadi di daerah Kota Bengkulu mengarah ke arah barat (*West*) dengan tegangan angin tertinggi terjadi pada tahun 2011 dengan tegangan angin sebesar 7,44 m/detik. Dan tegangan angin terendah terjadi pada tahun 2005 sebesar 3,56 m/detik. Berdasarkan letak lokasi provinsi Bengkulu yang berbatasan langsung dengan laut lepas dan keadaan pulau - pulau di depan daratan yang jumlahnya hanya sedikit, maka panjang Fetch yang dipakai adalah 200 km. Setelah nilai fetch dihitung dengan menggunakan grafik peramalan gelombang, nilai yang didapat menunjukkan terjadinya gelombang maximum atau FDS (Gelombang terbentuk sempurna) . Maka dari itu dapat

dilakukan peramalan gelombang dengan menggunakan rumus Gelombang terbentuk sempurna (persamaan (3-4) dan persamaan (3-5)). Dari hasil peramalan gelombang dengan menggunakan rumus FDS, maka didapat gelombang signifikan tertinggi terjadi pada tahun 2006 sebesar 1,67 meter, dengan periode gelombang 6,81 detik. Sedangkan gelombang signifikan terendah terjadi pada tahun 2005 dengan tinggi 0,32 meter dengan periode gelombang 2,97 detik. Sedangkan jumlah nilai rata-rata keseluruhan gelombang signifikan adalah 1,054 meter dengan periode gelombang 5,31 detik. Untuk menghitung ketinggian gelombang akibat perubahan kedalaman dasar laut dapat dicari sesuai persamaan (3-6) dari BAB III, nilai K_s dapat dilihat dengan menggunakan tabel Lampiran A-1 dengan nilai 1,092 didapat nilai koefisien refraksi sebesar 0,736 dan tinggi gelombang di kedalaman 1,52 adalah 0,847 m. Sedangkan tinggi dan kedalaman gelombang pecah adalah $H_b = 1,005$ meter dan $d_b = 0,985$ meter. Elevasi puncak pemecah gelombang dengan memperhitungkan tinggi kebebasan 0,234 m tanpa tsunami adalah 4,212 meter. Lebar puncak bangunan pemecah gelombang adalah 0,61 meter dengan berat dan tebal lapis pelindung utama sebesar 103 Kg dan 0,4 meter serta jumlah butiran per 10 meter adalah 25 butir.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian melalui analisa data yang dilakukan maka kesimpulan yang didapat adalah sebagai berikut :

1. Tegangan angin tertinggi terjadi pada tahun 2011 dengan tegangan angin sebesar 7,44 m/detik. Dan tegangan angin terendah terjadi pada tahun 2005 sebesar 3,56 m/detik. Gelombang signifikan tertinggi terjadi pada tahun 2006 sebesar 1,67 meter dengan periode gelombang 6,81 detik. Gelombang signifikan terendah terjadi pada tahun 2005 dengan tinggi 0,32 meter dengan periode gelombang 2,97 detik. Jumlah nilai rata - rata keseluruhan gelombang signifikan adalah 1,054 meter dengan periode gelombang 5,31 detik dengan arah angin dominan yang mengarah ke arah barat (*West*).
2. Dari hasil survei lapangan untuk kedalaman bibir sungai muara bangkahulu adalah 1,52 meter, maka didapat hasil perhitungan panjang gelombang dilaut dalam adalah

19,61 meter, cepat rambat gelombang dilaut dalam adalah 3,76 m/dt, tinggi gelombang di kedalaman 1,52 meter adalah 0,847 meter dengan tinggi gelombang laut dalam ekuivalen sebesar 0,775 meter sedangkan untuk tinggi gelombang pecah adalah $H_b = 1,005$ meter dan kedalaman air saat gelombang pecah $d_b = 0,985$ meter. Dari perhitungan yang telah dilakukan maka didapat desain *breakwater* adalah sebagai berikut lebar puncak pemecah gelombang 0,61 meter. Tinggi pemecah gelombang 3,492 meter.

Adapun saran yang dapat diberikan sebagai berikut:

1. Perlu adanya sosialisasi dari pemerintah setempat untuk selalu menjaga alam agar dapat memperbaiki keadaan alam itu sendiri menjadi lebih baik.
2. Perlu tindakan serius dari pemerintah untuk menanggulangi pengikisan permukaan yang terjadi di sekitar pesisir pantai di mulut Muara Sungai Bangkahulu khususnya dan sepanjang garis pantai didaerah provinsi Bengkulu pada umumnya dengan membangun bangunan pelindung pantai didaerah yang telah terjadi pengikisan abrasi pantai itu sendiri khususnya di daerah mulut muara sungai Bangkahulu.

DAFTAR PUSTAKA

- Triatmodjo, B. 2012. *Perencanaan Bangunan Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Nadia, P & Ali, M. 2013. *Pengaruh Angin Terhadap Tinggi Gelombang Pada Struktur Bangunan Breakwater Di Tapak Paderi Kota Bengkulu*. Jurnal Inersia Vol.5 No.1. Universitas Bengkulu.
- Istijono, B. 2013. *Tinjauan Lingkungan dan Penanggulangan Abrasi Pantai Padang Sumatera Barat*. Jurnal Rekayasa Sipil Vol. 9 No. 2, Oktober 2013. Universitas Andalas.
- Solihuddin, 2011. *Karakteristik Pantai dan Proses Abrasi di Pesisir Padang Pariaman, Sumbar*. Jurnal Globe Vol. 13 No. 2, Desember 2011:112-120.

Setyandito, O dan Triyanto, J. 2007. *Analisa Erosi dan Perubahan Garis Pantai pada Pantai Pesisir Buatan dan sekitarnya di Takisung Propinsi Kalimantan Selatan*. Jurnal Teknik Sipil Vol. 7 No.3, Juni 2007:224-235. Universitas Mataram. NTB.

Yuwono, N. 2004. *Pedoman Teknis Perencanaan Pantai Buatan (Artificial Beach Nourishment)*. Pusat Antar Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.