

Analisis Perencanaan Break Water Dalam Penanganan Sedimentasi Pantai Di Desa Botubarani

Ilyas Ichsan¹⁾ dan Abdul Haris Suleman²⁾

¹⁾Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gorontalo
e-mail : ilyasichsan10@gmail.com

²⁾Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gorontalo
e-mail : abdulharissuleman@gmail.com

Abstract

Botubarani Beach is a coastal tourist attraction that has activities that can stimulate economic growth for people who are on the coast. Research and identification of the handling of natural phenomena in the shoreline is needed to provide the right handling solution in order to avoid increasing the level of more severe damage. The purpose of this study is to analyze and plan the types and dimensions of the right coastal protection building at Botubarani Beach. Beach buildings are used to protect the coast against damage caused by wave and current attacks. Coastal buildings are classified into three groups according to their function, ie construction constructed on shore and parallel to the shoreline (revetment), constructed on a straight coastal and coastal (groin and jetty) constructions constructed offshore and approximately parallel to the coastline (breakwater). The results of data analysis and calculation found that the building that will be used to handle sedimentation in Botubarani Beach is a break water building with the type of building that is rubble mount. Plate water level elevation is 1,694 m and for selected tetrapod protected layer.

Keywords : *Botubarani Beach, Beach building, Break water*

1. PENDAHULUAN

Daerah pantai merupakan lokasi yang strategis bagi kehidupan manusia karena banyaknya aktivitas dan sumber daya yang bergantung pada keberadaan dan posisi geografis sebuah pantai. Kerusakan yang terjadi pada suatu daerah pantai dapat mempengaruhi kondisi kehidupan suatu daerah, sehingga pencegahan dan penanggulangan kerusakan menjadi hal yang sangat penting dalam pembangunan suatu daerah. Salah satu penyebab rusaknya daerah

pantai adalah pengikisan tebing-tebing pantai oleh gelombang. Secara alami, tebing pantai berfungsi sebagai pertahanan alami (*natural coastal defence*) terhadap hempasan gelombang. Pemanasan global yang terjadi, yang berdampak pada perubahan iklim global akan berpengaruh terhadap banyak morfologi pantai. Selain itu, dampak dari fluktuasi gelombang di zona pantai atau muara dapat mengakibatkan genangan banjir di daerah dataran rendah maupun memicu respon morfodinamik seperti erosi pantai.

Upaya perlindungan terhadap daerah pantai umumnya dilakukan untuk melindungi berbagai bentuk penggunaan lahan seperti kawasan pemukiman, daerah industri, daerah budidaya pertanian maupun perikanan, kawasan pelabuhan, infrastruktur jalan dan sebagainya yang berada di daerah pantai dan dirasa perlu untuk dilindungi dari kerusakan tersebut.

Desa Botubarani merupakan salah satu daerah pantai yang berada di Provinsi Gorontalo khususnya Kabupaten Bone Bolango Kecamatan Kabila Bone. Selain itu, Desa Botubarani merupakan daerah yang memiliki aktivitas lalu lintas yang cukup padat karena terdapat jalan yang menghubungkan Provinsi Gorontalo dan Provinsi Sulawesi Utara. Rusaknya Pantai di Desa Botubarani yang disebabkan oleh proses sedimentasi yang dapat mengganggu kondisi ekonomi masyarakat yang bermata pencaharian sebagai nelayan serta dapat mengganggu kenyamanan pengendara yang melintasi jalan nasional yang berada di sekitar pantai tersebut, sehingga penelitian mengenai penanganan masalah sedimentasi pantai diperlukan guna memberikan solusi penanganan dan perlindungan kerusakan pantai sesuai dengan kondisi pantai tersebut. Perlindungan pantai dengan memakai bangunan pelindung pantai dianggap merupakan suatu solusi yang tepat guna melindungi permasalahan yang dialami pantai tersebut

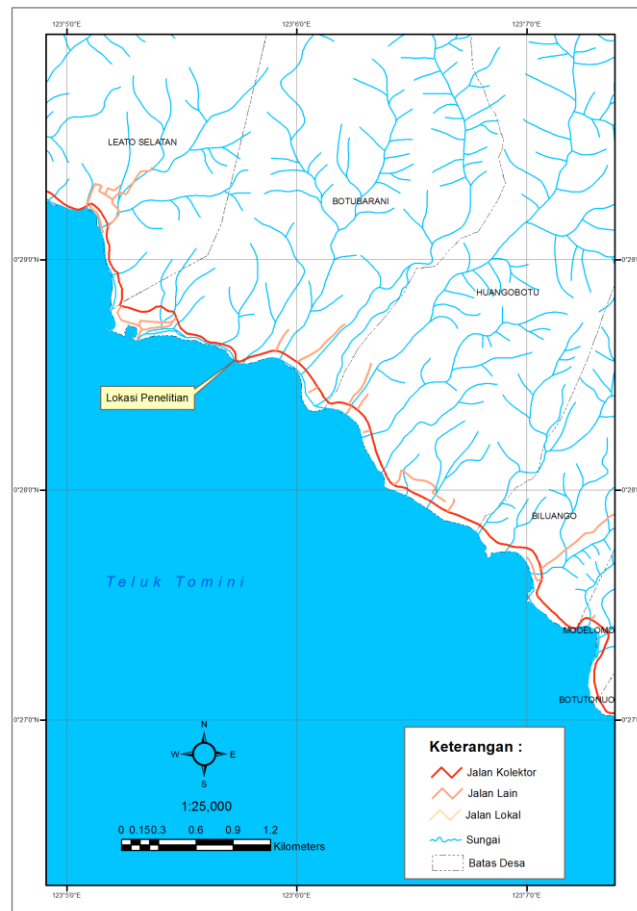
Uraian di atas menjadi dasar pertimbangan bagi penulis untuk melakukan penelitian tentang kondisi Hidro-oseanografi sebagai alternative dalam menangani kerusakan pantai dan merencanakan bangunan pemecah gelombang untuk pengendalian sedimentasi pantai di Desa Botubarani, hasil penelitian ini diharapkan memberikan solusi penanganan masalah sedimentasi di Desa Botubarani, utamanya di daerah yang telah mengalami kerusakan serta menjadi gambaran perencanaan bangunan pantai bagi pemerintah dalam upaya perlindungan pantai

2. KAJIAN TEORI

3. METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Desa Botubarani terletak di bagian pantai selatan Provinsi Gorontalo khususnya Kabupaten Bone Bolango. Desa Botubarani berbatasan langsung dengan perairan Teluk Tomini. Desa Botubarani berjarak ± 13 km dari pusat Kota Gorontalo dan secara administrative terletak di Kecamatan Kabila Bone. Berikut gambaran dari lokasi penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 1



Sumber : Hasil Penelitian 2016

Gambar 1 : Lokasi penelitian

3.2. Data Penelitian

Berdasarkan sumbernya, data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan. Data primer juga diperoleh dari wawancara dengan pihak-pihak yang dianggap mampu memberikan informasi mengenai pantai. Data Primer meliputi:

- a) Kondisi fisik pantai
- b) Data Pasang Surut
- c) Data Topografi

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari catatan-catatan yang telah ada. Data ini diperoleh dari instansi-instansi yang terkait maupun dari penelitian-penelitian sebelumnya. Data-data sekunder yang diperoleh meliputi:

- a) Data angin
- b) Data arus
- c) Data Gelombang

3.3. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan selama penelitian berlangsung dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1 : Alat dan bahan yang digunakan selama penelitian

No.	Jenis Alat dan Bahan	Kegunaan
1	Alat tulis menulis	Mencatat hasil penelitian
2	Global Positioning System (GPS)	Menentukan titik koordinat lokasi
3	Kamera Digital	Dokumentasi Penelitian
4	Meteran	Mengukur sabuk hijau dan luas kerusakan pantai

Sumber : Penelitian 2016

3.4. Tahapan Penelitian

Tahapan-tahapan yang akan dilakukan pada saat penelitian nanti adalah sebagai berikut:

1. Studi Pustaka, dimaksudkan untuk menentukan teori dan metode apa yang akan digunakan sebagai dasar dari penelitian ini.
2. Pengumpulan Data, data yang dikumpulkan dibagi dalam dua kategori yaitu, data primer, dan data sekunder.
3. Pengolahan Data, setelah data yang lengkap kemudian dilakukan pengolahan dan analisis data berdasarkan metode penelitian yang telah ditentukan.
4. Hasil dan Pembahasan, setelah melakukan analisis data dan melakukan penelitian kemudian diperoleh hasil yang akan dibahas dan kemudian akan menghasilkan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Data Hidro-oseanografi

Analisis data hidro-oseanografi meliputi analisis data angin, *fetch*, gelombang dan data pasang surut. Analisis data angin adalah merubah data angin menjadi data gelombang dengan memperhitungkan panjang *fetch* pada tiap-tiap arah datangnya angin. Analisis ini mendapatkan data gelombang yang meliputi tinggi gelombang, periode gelombang dan arah datang gelombang. Analisis data pasang surut berfungsi untuk mendapatkan data-data elevasi air laut terbesar selama 1 tahun. Hasil analisis ini akan didapatkan elevasi HHWL, MHWL, MSL, MLWL, dan LLWL. Kemudian hasil dari analisis ini dapat diketahui jarak pasang surut pantai tersebut.

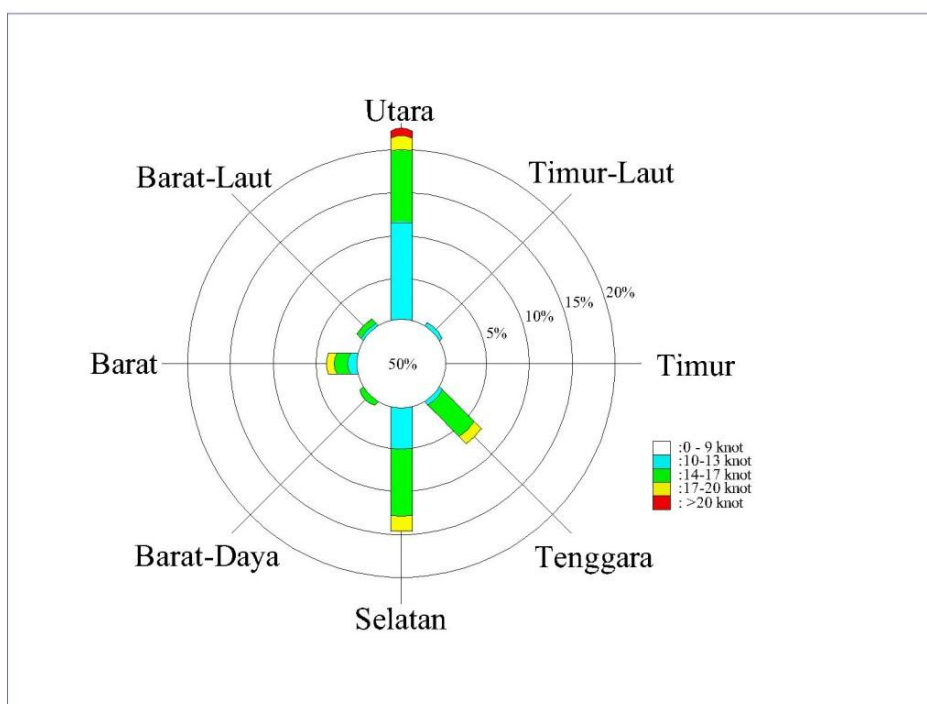
4.1.1. Analisis Data Angin

Data angin dibutuhkan dalam penentuan distribusi arah angin dan kecepatan angin yang terjadi di lokasi. Data angin yang digunakan adalah data angin tahun 2005–2014 yang berasal dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) Stasiun Jalaluddin, Gorontalo. Di bawah ini ditampilkan hasil perhitungan (Tabel 2) dan gambar *windrose* (Gambar 2) dari data angin selama 10 tahun.

Tabel 2 : Persentase kejadian angin

Kec Arah	0-9	10-13	14-17	17-20	≥21	Jumlah
CALM	50.00					50.00
N		11.25	8.33	1.67	0.83	22.08
N-E		0.42	0.00	0.00	0.00	0.42
E		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S-E		0.42	5.42	1.25	0.00	7.08
S		5.00	7.92	1.67	0.00	14.58
S-W		0.00	0.83	0.00	0.00	0.83
W		1.25	1.67	0.83	0.00	3.75
N-W		0.42	0.83	0.00	0.00	1.25
Jumlah	50.00	18.75	25.00	5.42	0.83	100

Sumber : Hasil penelitian 2016



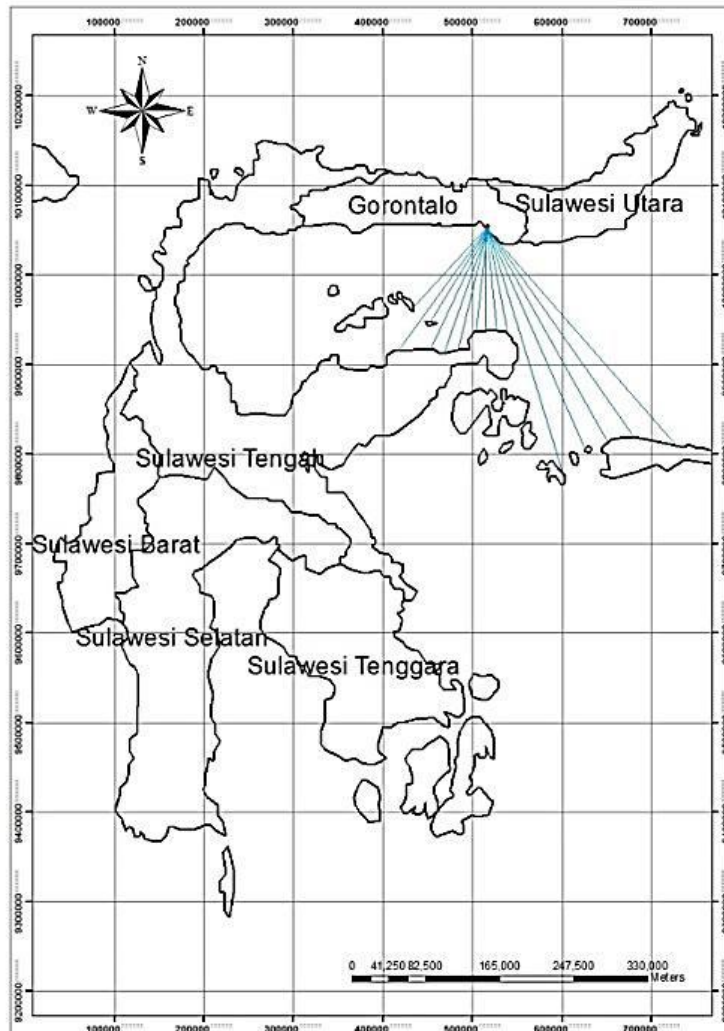
Sumber : Hasil penelitian 2016

Gambar 2 : Windrose 10 tahun

Data angin dalam *windrose* dikelompokkan ke dalam delapan penjuru mata angin (utara, timur laut, timur, tenggara, selatan, barat daya, barat, barat laut) dengan kecepatan angin dalam satuan knot. Seperti terlihat pada Gambar 14 yang menunjukkan angin dominan selama 10 tahun bergerak ke arah utara dengan persentase sebesar 22,08 % dan kecepatan angin maksimum 21 knot.

4.1.2. Analisis *Fetch* Efektif

Fetch efektif digunakan dalam grafik peramalan gelombang untuk mengetahui tinggi, periode dan durasi gelombang. Perhitungan panjang X_i (panjang *fetch*) dari berbagai arah yang memungkinkan dapat dilihat pada Gambar 3 dan hasil perhitungan yang selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3.



Sumber : Hasil Penelitian 2016
Gambar 3 : *Fetch* Pantai di Desa Botubarani

Tabel 3 : Perhitungan panjang *fetch* rerata efektif

No.	α ($^{\circ}$)	$\text{Cos } \alpha$	X_i (Km)	$X_i \text{Cos } \alpha$
1	42	0.743	120	89.177
2	36	0.809	168	135.915
3	30	0.866	120	103.923
4	24	0.914	148	135.205
5	18	0.951	148	140.756
6	12	0.978	136	133.028
7	6	0.995	112	111.386
8	0	1	112	112.000
9	6	0.995	112	111.386
10	12	0.978	112	109.553
11	18	0.951	276	262.492
12	24	0.914	244	222.905
13	30	0.866	272	235.559
14	36	0.809	284	229.761
15	42	0.743	320	237.806
Total		13.511		2370.853

Sumber : Hasil penelitian 2016

Dari Tabel 3 diatas dapat dihitung nilai *fetch* efektif yaitu:

$$F_{eff} = \frac{2370.853}{13.511} = 175.48 \text{ km}$$

4.1.3. Analisis Gelombang

4.1.3.1. Peramalan Gelombang

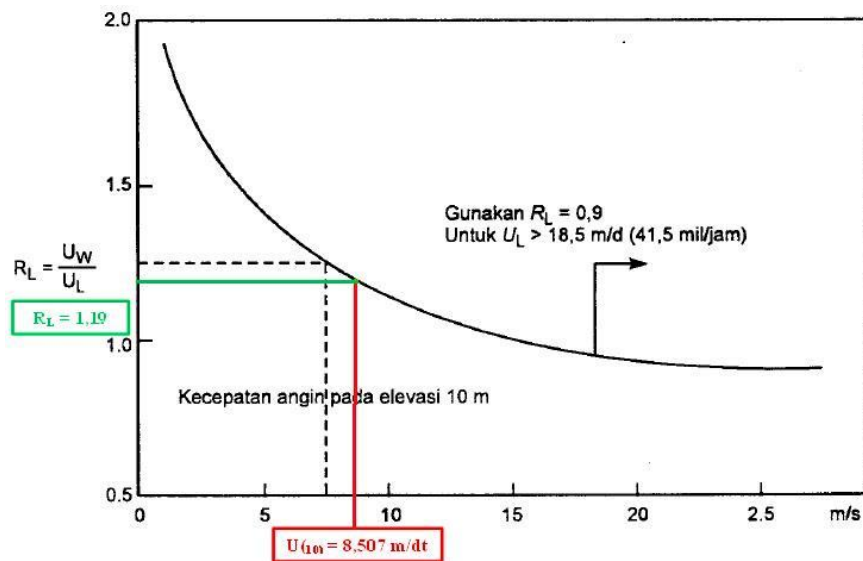
Tinggi dan periode gelombang dapat dihitung dengan menggunakan grafik peramalan gelombang setelah *fetch* rerata efektif dan kecepatan angin diketahui. Adapun langkah-langkah dalam perhitungan gelombang adalah sebagai berikut:

1. Mencari kecepatan dan arah angin maksimal dari arah angin harian tahun 2005 – 2014 yang dapat menimbulkan gelombang.
2. Konversi kecepatan angin menjadi m/dt (1 knot = 0,514 m/dt).
3. Konversi elevasi lokasi pengukuran angin dengan menggunakan Persamaan 2.1. Elevasi Stasiun Klimatologi Jalaluddin adalah 18 mdpl.

$$U_{(10)} = 9,252 \times (10/18)^{1/7}$$

$$= 8,507 \text{ m/dt}$$

4. Dihitung kecepatan angin di laut dengan menggunakan grafik hubungan antara kecepatan angin di laut dan di darat.



Sumber : Hasil Penelitian 2016

Gambar 4 : Grafik hubungan antara kecepatan angin di laut dan di darat

5. Menghitung nilai tegangan angin U_A dengan :
 $U_A = 0,71 \times U_W^{1,23}$
 $= 0,71 \times 11,010^{1,23} = 13,572 \text{ m/dt}$
6. Dari nilai U_A dan *fetch*, tinggi dan periode gelombang dapat dicari dengan menggunakan grafik peramalan gelombang (Gambar 4)
 $U_A = 13,572 \text{ m/dt}$
 $Fetch = 175,48 \text{ km}$
Maka, dari grafik peramalan gelombang diperoleh tinggi dan periode gelombang sebagai berikut:
Tinggi gelombang (H) = 3.0 m
Periode gelombang (T) = 8.4 detik
Perhitungan tinggi dan periode gelombang selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4 Perhitungan Tinggi Dan Periode Gelombang Berdasarkan Data Angin.

Tabel 4 : Tinggi Dan Periode Gelombang Signifikan

No.	H (m)	T (detik)	No.	H (m)	T (detik)
1	3.30	8.90	21	2.90	8.20
2	3.30	8.90	22	2.90	8.20
3	3.20	8.70	23	2.75	8.10
4	3.20	8.70	24	2.75	8.10
5	3.20	8.70	25	2.75	8.10
6	3.20	8.70	26	2.75	8.10
7	3.20	8.70	27	2.75	8.10
8	3.00	8.60	28	2.75	8.10
9	3.00	8.60	29	2.75	8.10
10	3.00	8.40	30	2.75	8.10
11	3.00	8.40	31	2.75	8.10

12	3.00	8.40	32	2.75	8.10
13	3.00	8.40	33	2.75	8.10
14	2.90	8.20	34	2.75	8.10
15	2.90	8.20	35	2.75	8.10
16	2.90	8.20	36	2.75	8.10
17	2.90	8.20	37	2.50	8.00
18	2.90	8.20	38	2.50	8.00
19	2.90	8.20	39	2.50	8.00
20	2.90	8.20	40	2.50	8.00
			Σ	115.20	331.30

$$H_{33} = \frac{115.20}{40} = 2.88 \text{ m}$$

$$T_{33} = \frac{331.30}{40} = 8.28 \text{ detik}$$

4.1.3.2. Gelombang Representatif

Data yang dibutuhkan untuk menentukan tinggi dan periode gelombang signifikan yaitu data kecepatan angin selama 10 tahun (2005-2014). Kecepatan angin yang digunakan merupakan kecepatan angin maksimum tiap bulan yang berasal dari arah angin pada saat kecepatan maksimum. Tinggi dan periode gelombang signifikan digunakan untuk menentukan indeks kerentanan pantai. Gelombang signifikan (H_s) yaitu H_{33} atau 1/3 nilai tertinggi dari hasil perhitungan gelombang yang telah diurutkan, begitu pula dengan periodenya. Dari analisis diatas didapat Gelombang signifikan, $H_s = 2,88$ m dengan periode, $T_s = 8,28$ detik. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 2 Tinggi dan Periode Gelombang Signifikan.

4.1.3.3. Gelombang Representatif Dengan Kala Ulang Tertentu

Hasil analisis gelombang representatif kemudian dihitung dengan metode analisis statistik guna menghitung tinggi dan periode gelombang rencana. Dalam penelitian ini digunakan analisis statistik metode Gumbel. Hasil dari analisis statistik gelombang dengan metode Gumbel diperlihatkan dalam Tabel 5.

Tabel 5 : Gelombang representatif dengan kala ulang tertentu

PERIODE ULANG	TINGGI GELOMBANG (H)	PERIODE GELOMBANG (T)
2	2.85	8.24
5	3.06	8.50
10	3.20	8.68
25	3.38	8.90
50	3.51	9.06
100	3.64	9.22

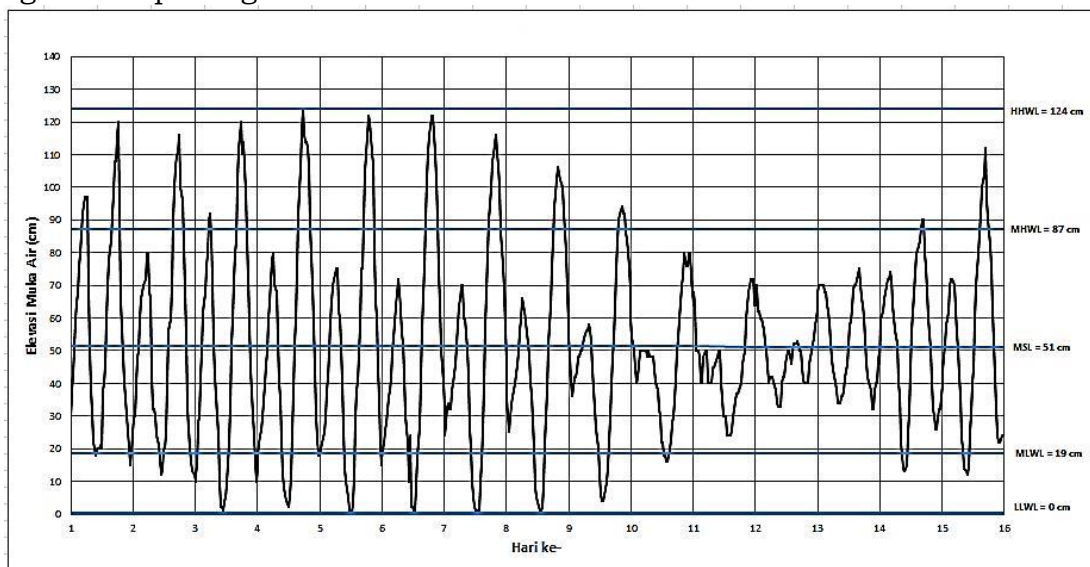
Sumber : Hasil penelitian 2016

4.1.3.4. Gelombang Pecah

Tinggi gelombang pecah dihitung dengan menggunakan grafik didapatkan tinggi gelombang pecah (H_b) = 3,46 meter, sedangkan kedalaman gelombang pecah (d_b) = 3,87 meter. Berdasarkan hasil yang didapat tinggi gelombang pecah yg terjadi cukup tinggi, dimana ini bisa menyebabkan komponen fluks energi sepanjang pantai yang cukup besar, sehingga dapat terjadi *transport* sedimen sepanjang pantai dalam jumlah yang besar juga.

4.1.4. Analisis Pasang Surut

Data pasang surut yang diperlukan berupa HHWL, MHWL, MSL, MLWL dan LLWL. Data yang digunakan dalam perencanaan ini adalah data pasang surut hasil pengamatan di Desa Botubarani Kabupaten Bone Bolango pada tanggal 25 Maret 2016 – 9 April 2016. Gambar 5 menunjukkan hasil pengamatan pasang surut dalam bentuk kurva.



Sumber : Hasil penelitian 2016

Gambar 5 : Grafik pasang surut

Dari grafik pasang surut di atas diperoleh:

1. Nilai HHWL = 124 cm
2. Nilai MHWL = 87 cm
3. Nilai MSL = 51 cm
4. Nilai MLWL = 19 cm
5. Nilai LLWL = 0 cm

4.2. Pemasangan Pemecah Gelombang Lepas Pantai

Pemecah gelombang lepas pantai adalah bangunan yang dibuat sejajar pantai dan berada pada jarak tertentu dari garis pantai. Bangunan ini direncanakan untuk melindungi Pantai di desa Botubarani dari serangan gelombang. Perlindungan oleh pemecah gelombang lepas pantai terjadi karena berkurangnya energi gelombang yang sampai di perairan di belakang bangunan. Dengan kondisi tersebut akan mengurangi *transport* sedimen di daerah tersebut. *Transport* sedimen sepanjang pantai yang berasal dari daerah di sekitarnya akan diendapkan di belakang bangunan. Pengendapan tersebut akan menyebabkan

terbentuknya *cusplate*. Apabila bangunan gelombang lepas pantai cukup panjang terhadap jaraknya dari garis pantai, maka akan terbentuk tombolo. Pada Pantai di desa Botubarani dapat dibuat pemecah gelombang lepas pantai berseri dengan panjang tertentu dan jarak tertentu. Pemecah gelombang lepas pantai diletakkan pada jarak ± 150 meter dari garis pantai. Elevasi puncak direncanakan sama dengan elevasi muka air laut rata-rata (MSL). Konstruksi *breakwater* dibuat suatu seri yang dipisahkan oleh suatu celah. Lebar celah paling tidak dua kali panjang gelombang dan panjang segmen bangunan lebih kecil dari jaraknya ke garis pantai.

4.3. Perhitungan Desain Bangunan

Bangunan *breakwater submerge* yang digunakan dalam perencanaan ini dipilih bangunan tipe *rubble mound* karena sifatnya yang fleksibel sehingga kerusakan maupun kelongsoran yang terjadi akibat serangan gelombang tidaklah berakibat fatal karena bangunan masih dapat berfungsi menahan serangan gelombang. Selain itu kerusakan yang terjadi masih bisa diperbaiki kembali. Bangunan tersebut direncanakan menggunakan satu jenis *armour* yaitu tetrapod karena untuk mendapatkan batu berukuran besar dalam jumlah yang sangat banyak sulit. Berikut ini merupakan beberapa perhitungan dimensi bangunan,

a) Elevasi Muka Air Rencana (*Design Water Level, DWL*)

Elevasi muka air rencana tergantung pada beberapa hal yaitu pasang surut, *wave setup*, *wind setup*, tsunami dan pemanasan global. Dalam perencanaan bangunan Pantai di Desa Botubarani, tidak semua parameter tersebut digunakan. Hal ini mengingat bahwa kemungkinan terjadinya semua parameter secara bersamaan adalah sangat kecil. Selain itu tingkat kepentingan bangunan ini tidak sangat tinggi. Oleh karena itu, elevasi muka air rencana hanya didasarkan pada pasang surut, *wave setup* dan pemanasan global.

Elevasi muka air rencana untuk Pantai di Desa Botubarani setelah dilakukan perhitungan didapat tinggi muka air rencana yaitu 1,694 m.

b) Penentuan Elevasi Puncak Bangunan

Elevasi puncak bangunan ditetapkan dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\text{Elevasi puncak} = \text{DWL} + R_u + \text{tinggi jagaan}$$

Dengan R_u adalah *runup* gelombang yang dihitung dengan menggunakan Grafik *run-up* gelombang berdasarkan tinggi gelombang di lokasi bangunan, kemiringan sisi miring dan periode gelombang.

c) Penentuan Berat Batu Lapis Lindung

Hitungan berat lapis lindung didasarkan pada dua jenis lapis lindung yaitu batu pecah (*quarry stone*) dan tetrapod. Berat jenis batu, beton (tetrapod), dan air laut berturut-turut adalah 2,6; 2,4 dan 1,025 t/m³. Koefisien stabilitas ditentukan dengan menurut Tabel 2.2. Di kepala bangunan nilai $KD = 1,6$ untuk batu pecah dan $KD = 4,5$ untuk tetrapod, sedang pada lengan berturut-turut adalah $KD = 2$ dan $KD = 7$. Ukuran batu dibuat tidak sama di sepanjang bangunan. Berat batu pada masing-masing ruas dihitung berdasarkan tinggi gelombang rencana pada ruas tersebut.

d) Pelindung Kaki (*Toe Protection*)

Konstruksi pelindung kaki (*toeprotection*) perlu dilengkapi pada suatu bangunan pantai guna menghindari kerusakan atau keruntuhan bangunan yang diakibatkan gerusan oleh gelombang. Hitungan dilakukan untuk berbagai elevasi muka air dan kemudian diambil nilai terbesar.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil dan pembahasan sebelumnya maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Data angin dominan selama 10 tahun bergerak ke arah utara dengan persentase sebesar 22,08 % dan kecepatan angin maksimum 21 knot. Panjang *fetch* rerata di pantai Desa Botubarani yaitu mencapai 175,48 km. Tinggi gelombang pecah (H_b) = 3,46 meter, sedangkan kedalaman gelombang pecah (d_b) = 3,87 meter.
2. Penanganan masalah garis pantai di Desa Botubarani dilakukan dengan menggunakan bangunan pelindung pantai yaitu Pemasangan Pemecah Gelombang Lepas Pantai Bawah Laut (*breakwater*). Bangunan *breakwater* yang digunakan dalam perencanaan ini dipilih bangunan tipe *rubble mound* karena sifatnya yang fleksibel sehingga kerusakan maupun kelongsoran yang terjadi akibat serangan gelombang tidaklah berakibat fatal karena bangunan masih dapat berfungsi menahan serangan gelombang.
3. Dalam menghitung dan merencanakan bangunan pelindung pantai (*breakwater*) diperlukan Perhitungan Desain Bangunan. Adapun perhitungan desain bangunan terdiri dari:
 - a. Elevasi Muka Air Rencana (*Design Water Level, DWL*)
 - b. Penentuan Elevasi Puncak Bangunan
 - c. Penentuan Berat Batu Lapis Lindung
 - d. Pelindung Kaki (*Toe Protection*)

DAFTAR PUSTAKA

- Suripin.2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Andi Publisher. Yogyakarta
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta
- Triatmodjo, B. 2010. *Perencanaan Pelabuhan*. Beta Offset. Yogyakarta
- Wahyudi. T. Hariyanto, Suntoyo. 2009. *Analisa Kerentanan Pantai di Wilayah Pesisir Pantai Utara Jawa Timur*. Jurnal. Jurusan Teknik Kelautan Fakultas Teknik Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Badan Meteorologi dan Geofisika Stasiun Jalaluddin. 2015. *Data Klimatologi Stasiun Jalaluddin Tahun 2005 – 2014*. Badan Meteorologi dan Geofisik a.Gorontalo.
- Bidang Cipta Karya. 2015. *Daftar Harga Bahan Bangunan Provinsi Gorontalo Tahun Anggaran 2015 Triwulan II*.Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Gorontalo. Gorontalo
- Almer. 2015 *Alternatif Penanganan Masalah Sedimentasi Pantai Botutonuo Dengan Bangunan Pengendali Sedimen*. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo. Gorontalo.