



Analisa Gelombang Pecah Terhadap Bangunan *Jetty* Tipe L (Studi Kasus Pantai Purus, Kota Padang)

¹Besperi, ²Gusta Gunawan, ³Wahyu Kaisar

^{1,2}Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu

³Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu, Jl. WR. Supratman,
Kandang Limun, Bengkulu
besperi@unib.ac.id

Abstract

The Padang City Government-West Sumatera Province has built a coastal protection building to overcome erosion and sedimentation problems on Purus Beach. The protective material used is big natural rocks. The problem is that big natural rocks have a uniform shape which causes the rocks to shift quickly because there are many gaps between the rocks. The purpose of this research is to determine the significant wave height and significant wave period to analyze the jetty building. The material used in this research is artificial stone in the form of quadripod as a jetty protection material. Wind data used is wind data for 10 years (2010-2019) published by BMKG. Wave height data were measured at the research location using a total station tool. The analysis is done by finding the significant wave height (H_s) and significant wave period (T_s) using a mathematical wave equation. The results showed that the significant wave height (H_s) and significant wave period (T_s) were 2.8 m and 7 seconds, respectively. The top elevation of the jetty building is 4.1 m, the body length of the jetty is 64 m and the head is 32 m, the crest width is 2.4 m and the crest width is 2.7 m. From the results of the study, it can be concluded that the use of a quadripod protection layer can be used as a substitute for natural stone used in Purus beach buildings, Padang City, West Sumatera.

Keywords: beach safety building, Pantai Padang, jetty, sedimentation, quadripot

Abstrak

Pemerintahan Kota Padang telah membangun bangunan pelindung pantai di muara berupa *jetty* untuk mengatasi permasalahan erosi dan sedimentasi di Pantai Purus. Material pelindung yang digunakan yaitu batu gajah. Permasalahannya adalah batu gajah memiliki bentuk seragam yang mengakibatkan batuan cepat bergeser dikarenakan terdapat banyak celah diantara batu. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan tinggi gelombang signifikan dan periode gelombang signifikan untuk menganalisis bangunan *jetty*. Pantai Purus Kota Padang dengan menggunakan material lindung *quadripod*. Bahan yang digunakan pada penelitian ini batu buatan berupa *quadripod* sebagai material pelindung *jetty*. Data angin yang digunakan yaitu data angin selama 10 tahun (2010-2019) yang diterbitkan oleh BMKG. Data tinggi gelombang di ukur di lokasi penelitian menggunakan alat total station. Analisa dilakukan dengan mencari tinggi gelombang signifikan (H_s) dan periode gelombang signifikan (T_s) menggunakan persamaan matematis gelombang. Dari hasil penelitian diperoleh nilai tinggi gelombang signifikan (H_s) dan periode gelombang signifikan (T_s) masing-masing sebesar 2,8 m dan 7 detik. Elevasi puncak bangunan *jetty* sebesar 4,1 m, panjang *jetty* bagian badan 64 m dan bagian kepala 32 m, lebar puncak bagian badan 2,4 m dan lebar puncak bagian kepala 2,7 m. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan lapis lindung *quadripod* bisa digunakan untuk material pengganti batu gajah yang digunakan pada bangunan pantai Purus Kota Padang, Sumatera Barat.

Kata kunci : gelombang pecah, bangunan pengaman pantai (*jetty* tipe L), *quadripot*

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 12-02-2020 | Selesai Revisi : 28-10-2020 | Diterbitkan Online : 31-10-2020

1. Pendahuluan

Kota Padang ibu Kota Provinsi Sumatera Barat memiliki panjang pantai \pm 30 km atau hampir 5% dari total panjang pantai di Sumatera Barat [6]. Sebagian besar pantai di Kota Padang mengalami sedimentasi dan erosi yang mengakibatkan terus berubahnya garis pantai. Sedimen pantai yang menyusun kawasan pantai Padang sebagian besar terdiri dari pasir pantai. Kerikil terutama terdapat di sekitar muara-muara sungai besar yang memperlihatkan adanya proses sedimentasi aktif [14]. Sistem penanganan yang baik untuk mengatasi masalah sedimentasi di muara sungai Banjir Kanal Barat adalah pengelolaan mulut sungai yang selalu terbuka dengan membuat jetty di sisi muara sungai [10]. Sesungguhnya Pemerintahan Kota Padang telah membangun pelindung pantai berupa bangunan *jetty* untuk menanggulangi sedimentasi pada muara sungai. Akan tetapi, *jetty* yang dibangun adalah *jetty* tipe L dan menggunakan batu gajah sebagai lapis pelindung. Batu gajah berbentuk bulat dan mempunyai gradasi butiran yang cukup seragam, keadaan ini membuat batu satu dengan yang lainnya menjadi tidak saling mengikat, sehingga mengakibatkan batuan cepat bergeser dikarenakan terdapat banyak celah di antara batu [7]. Oleh karena itu, fungsi lapis pelindung menjadi menurun dan berpotensi terjadi kerusakan lanjutan. Kerusakan lanjutan pada bangunan pelindung pantai dapat diatasi dengan menggunakan material yang memiliki daya ikatan yang baik. Ginting [3], membuat model bangunan pemecah gelombang dengan menggunakan

batu lindung buatan menunjukkan indeks kestabilan yang lebih baik. Penggunaan material buatan seperti *quadripod* dapat dilakukan untuk mengganti material batu gajah. Material *quadripod* memungkinkan ikatan antar material menjadi lebih kuat, sehingga, penurunan fungsi atau kerusakan lanjutan pada lapis pelindung dapat diatasi. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan tinggi gelombang signifikan dan periode gelombang signifikan untuk menganalisis bangunan *jetty* Pantai Purus Kota Padang dengan menggunakan material lindung *quadripod*.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian menggunakan metode kuantitatif karena data penelitian berupa angka-angka dan analisis menggunakan statistik atau model [8]. Penelitian dilakukan dengan metode analisis data primer dan data sekunder. Data primer berupa data tinggi gelombang pasang dan dimensi bangunan lama. Tinggi gelombang pasang diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan. Pengukuran tinggi gelombang dilakukan pada waktu pasang purnama. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat ukur *Total Station*. Pencatatan dilakukan dengan cara menentukan muka air laut tenang, titik gelombang pertama sampai membentuk puncak dan lembah, kemudian dicatat tinggi dan periode gelombang. Tinggi gelombang pasang digunakan untuk mengetahui gelombang signifikan (H_s) dan Periode gelombang signifikan (T_s).

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 12-02-2020 | Selesai Revisi : 28-10-2020 | Diterbitkan Online : 31-10-2020

Data sekunder berupa data angin selama 10 tahun (2010-2019) serta data pasang surut selama 5 tahun (2015-2019) yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Stasiun Meteorologi Maritim Teluk Bayur. Gelombang laut signifikan dan periode gelombang diperoleh dengan menggunakan data angin (Mulyadi dkk, 2015) dalam [5]. Sedangkan, data pasang surut digunakan untuk mendapatkan nilai dari elevasi muka air laut.

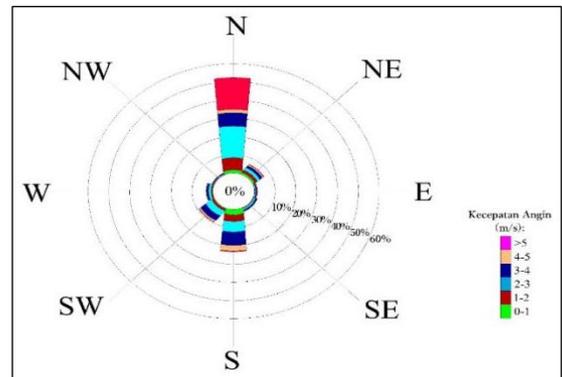
Tinggi gelombang signifikan (H_s) dan periode gelombang signifikan (T_s) dari data tinggi gelombang pasang dan data angin 10 tahun (2010-2019) dari BMKG dilakukan perbandingan untuk digunakan pada analisa bangunan *jetty*.

3. Hasil dan Pembahasan

Analisa data angin

Data kecepatan angin maksimum dan arah angin dicatat dalam pencatatan bulanan selama 10 tahun diperlihatkan pada mawar angin.

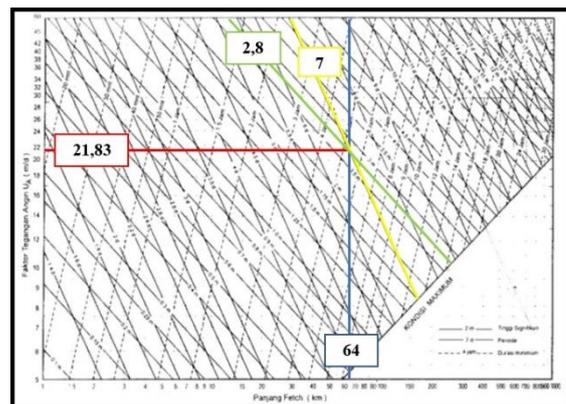
Persentase kejadian angin 10 tahun (2010-2019) disajikan dalam bentuk diagram mawar angin (Gambar 1).



Gambar 1. Diagram mawar angin

Peramalan Tinggi Gelombang Signifikan (H_s) dan periode gelombang signifikan (T_s)

Peramalan ini dilakukan dengan menggunakan grafik peramalan gelombang signifikan di laut dalam (Gambar 2).



Gambar 2. Peramalan H_s dan T_s

Dengan menggunakan Gambar 2 maka diperoleh tinggi gelombang signifikan (H_s) dan periode gelombang signifikan (T_s) 10 tahun (2010-2019) seperti pada Tabel 6.

Informasi Artikel

Tabel 1. Peramalan tinggi gelombang signifikan (Hs) dan periode gelombang signifikan (Ts)

Tahun	(U _L) Max (m/det)	R _L	U _w (m/det)	U _A (m/det)	Hs (m)	Ts (detik)
2010	8	1,23	9,84	11,82	1,55	5,8
2011	11	1,13	12,43	15,76	2,1	6,4
2012	18	0,9	16,2	21,83	2,8	7
2013	7	1,3	9,1	10,74	1,45	5,6
2014	8	1,23	9,84	11,82	1,55	5,8
2015	11	1,13	12,43	15,76	2,1	6,4
2016	15	1	15	19,85	2,6	6,8
2017	15	1	15	19,85	2,6	6,8
2018	8	1,23	9,84	11,82	1,55	5,8
2019	10	1,15	11,5	14,32	1,8	6,1
Rata-Rata	11,10	1,13	12,12	15,36	2,01	6,25

Sumber: Hasil Olahan Data BMKG, 2019

Dari Tabel 1 diketahui bahwa tinggi gelombang signifikan (Hs) dan periode gelombang signifikan (Ts) terjadi pada tahun 2012 masing-masing sebesar 2,8 m dan 7 detik.

Analisis data pasang surut

Data pasang surut digunakan untuk memperoleh elevasi muka air rencana pada lokasi penelitian. Dengan menggunakan data pasang surut 5 tahun (2015-2019), maka diperoleh nilai:

$$d_{HWL} = 1,4 - (-4,5) = 5,9 \text{ meter}$$

$$d_{LWL} = 0,1 - (-4,5) = 4,6 \text{ meter}$$

$$d_{MWL} = 0,7 - (-4,5) = 5,2 \text{ meter}$$

Dari perhitungan di atas, nilai muka air tertinggi terjadi pada d_{HWL} yaitu sebesar 5,9 meter. Oleh karena itu, nilai d_{HWL} dianggap sebagai kedalaman air (d).

Perhitungan refraksi

Sebelum menghitung refraksi yang terjadi di laut, terlebih dahulu dilakukan perhitungan

panjang gelombang di laut dalam dengan rumus [9] :

$$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi} \quad (1)$$

Dengan L_0 adalah panjang gelombang di laut dalam, g adalah percepatan gravitasi (m/s^2), T adalah periode gelombang signifikan.

$$L_0 = \frac{9,81 \times 7^2}{2\pi}$$

$$L_0 = 76,504$$

Kemudian menghitung nilai cepat rambat gelombang di laut dalam (C_0) dengan rumus:

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

$$C_0 = \frac{76,504}{7}$$

$$C_0 = 10,929 \text{ m/det}$$

$$\frac{d}{L_0} = \frac{5,9}{76,504}$$

$$\frac{d}{L_0} = 0,077$$

Dengan menggunakan Tabel $\frac{d}{L_0}$, maka didapat

$$\frac{d}{L_0} = 0,12046, K_s = 0,959 \text{ dan } n = 0,8501.$$

Kemudian, dilanjutkan mencari nilai panjang gelombang (L) dengan rumus berikut:

$$\frac{d}{L} = 0,12046$$

$$L = \frac{5,9}{0,12046}$$

$$L = 48,979 \text{ meter}$$

Selanjutnya menghitung nilai cepat rambat gelombang (C) dengan rumus berikut:

$$C = \frac{L}{T}$$

$$C = \frac{48,979}{7}$$

$$C = 6,997 \text{ m/det}$$

Maka, didapat nilai cepat rambat gelombang (C) sebesar 6,997 m/det.

Informasi Artikel

$$\sin \alpha_1 = \left(\frac{c}{c_0}\right) \sin \alpha_0$$

α_0 merupakan sudut antara garis puncak gelombang di laut dalam dan garis kontur dasar laut.

$$\alpha = \left(\frac{6,997}{10,929}\right) \sin 23^\circ = 0,250 = 14,036^\circ$$

Menghitung koefisien refraksi dengan menggunakan rumus (Triatmodjo, 1999):

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

$$K_r = \sqrt{\frac{\cos 23^\circ}{\cos 14,036^\circ}} = 0,974$$

Berdasarkan nilai d/L_0 sebesar 0,077, maka didapat:

$n = 0,8501$ dan $n_0 = 0,5$ (untuk laut dalam)

$$K_s = \sqrt{\frac{n_0 L_0}{n L}}$$

$$K_s = \sqrt{\frac{(0,5)(76,504)}{(0,8501)(48,979)}}$$

$$K_s = 0,959$$

Tinggi gelombang ekuivalen (H'_0)

Tinggi gelombang di laut dalam Ekuivalen (H'_0) dihitung dengan rumus [9] :

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

$$H'_0 = 0,974 \times 2,8 = 2,727 \text{ m}$$

Perhitungan tinggi gelombang pecah

Tinggi gelombang pecah (H_b) diperoleh dari analisis data angin BMKG.

$$H_b = 3,272 \text{ meter}$$

$$d_b = 3,272 \text{ meter}$$

Dari peta kontur kedalaman laut, dengan kemiringan dasar pantai 0,03 pada kedalaman gelombang pecah (d_b) 3,828 m maka diperoleh lebar *surf zone*:

$$L_s = \frac{d_b}{m}$$

$$L_s = \frac{3,828}{0,03}$$

$$L_s = 127,6 \text{ m}$$

Penentuan elevasi muka air rencana

Elevasi muka air rencana (DWL) ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$DWL = 1,4 + 0,477 + 0,115 + 0,25$$

$$DWL = 2,242 \approx 2,20 \text{ m}$$

Penentuan elevasi puncak Jetty

Elevasi Puncak (El_{puncak}) ditentukan melalui tahapan dan menggunakan persamaan berikut.

Tinggi jagaan (fb) = 0,5 meter.

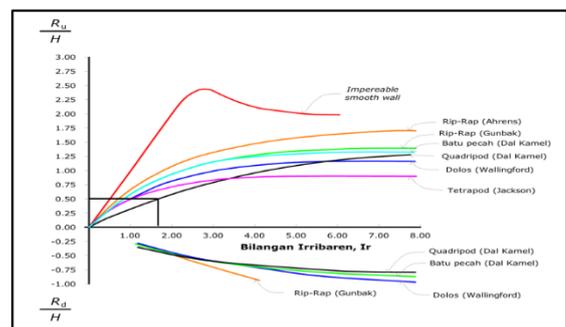
$$El_{\text{puncak}} = DWL + Ru + 0,5$$

Bilangan *Irribaren*:

$$ir = \frac{\tan \theta}{\left(\frac{H}{L_0}\right)^{1/2}}$$

$$= \frac{1/3}{\left(\frac{2,8}{76,504}\right)^{1/2}}$$

$$= 1,742 \approx 1,7$$



Gambar 3. Grafik Run-Up Gelombang

Sumber : Triatmodjo, 1999

Dari Gambar 3 didapat nilai $\frac{R_u}{H} = 0,50$

$$R_u = 0,50 \times 3,272 = 1,4 \text{ m}$$

Elevasi puncak *jetty*:

$$El_{\text{puncak}} = DWL + Ru + 0,5$$

$$= 2,20 + 1,4 + 0,5$$

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 12-02-2020 | Selesai Revisi : 28-10-2020 | Diterbitkan Online : 31-10-2020

$$\begin{aligned}
 &= 4,1 \text{ m} \\
 E_{\text{bangunan}} &= \text{Elevasi}_{\text{puncak}} - \text{Elevasi}_{\text{dasar laut}} \\
 &= 4,1 - (-4) \\
 &= 8,1 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Jadi, elevasi puncak *jetty* diperoleh setinggi 4,1 meter.

$$d_b < d_{LWL} < d_{HWL}$$

$$3,828 < 4,1 < 5,9 \text{ (gelombang tidak pecah)}$$

Analisis berat lapis lindung

Lapis lindung bangunan *jetty* menggunakan material *quadripod*. Analisanya akan dilakukan melalui berbagai tahapan yang akan diuraikan pada sub bab berikut.

Analisis berat lapisan lindung *jetty* :

Tahapan pertama dalam melakukan analisis berat lapisan lindung *Jetty* adalah melakukan Analisa lapis lindung *jetty* bagian lengan atau badan bangunan dengan cara sebagai berikut:

- Lapis pelindung luar:

$$W = \frac{2,4 \times 2,8^3}{8,0 \times \left(\frac{2,4}{1,03} - 1\right)^3 \times 2} = 1,399 \text{ ton} \approx 1.399 \text{ kg}$$

- Lapis pelindung kedua :

$$\frac{W}{10} = \frac{1,399}{10} = 0,1399 \text{ ton} = 139,9 \text{ kg}$$

- Berat batu lapis inti (*core*) :

$$\frac{W}{200} = \frac{1,399}{200} = 0,007 \text{ ton} = 7 \text{ kg}$$

Lalu dilakukan analisis lapis lindung *jetty* bagian ujung atau kepala bangunan.

Tahapannya adalah sebagai berikut :

- Menghitung Lapisan pelindung luar:

$$W = \frac{2,4 \times 2,8^3}{5,5 \times \left(\frac{2,4}{1,03} - 1\right)^3 \times 2} = 2,035 \text{ ton} \approx 2.035 \text{ kg}$$

- Menghitung Lapisan pelindung kedua:

$$\frac{W}{10} = \frac{2,035}{10} = 0,2035 \text{ ton} = 203,5 \text{ kg}$$

- Menentukan Berat batu lapis inti (*core*):

$$\frac{W}{200} = \frac{2,053}{200} = 0,01027 \text{ ton} = 10,27 \text{ kg}$$

Analisis lebar puncak

Lebar Puncak diperoleh dengan perhitungan berikut (Jatmoko (1999) dalam [2]):

$$B = 3 \times 0,95 \left[\frac{1,399}{2,4} \right]^{1/3} = 2,381 \text{ m} \approx 2,4 \text{ m}$$

Lebar Puncak bagian ujung atau kepala:

$$B = 3 \times 0,95 \left[\frac{2,035}{2,4} \right]^{1/3} = 2,698 \text{ m} \approx 2,7 \text{ m}$$

Analisis tebal lapis lindung

Analisis tebal lapisan lindung bagian lengan atau badan bangunan *jetty* dilakukan dengan cara :

- Menentukan lapisan pelindung luar:

$$\begin{aligned}
 t &= n \times K_{\Delta} \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{1/3} = 2 \times 0,95 \left[\frac{1,399}{2,4} \right]^{1/3} \\
 &= 1,587 \text{ m} \approx 1,6 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Menghitung Lapisan pelindung kedua:

$$\begin{aligned}
 t &= n \times K_{\Delta} \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{1/3} = 2 \times 0,95 \left[\frac{0,1399}{2,4} \right]^{1/3} \\
 &= 1,105 \text{ m} \approx 1,1 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Analisis tebal lapisan lindung bagian ujung atau kepala bangunan *jetty*

Analisis tebal lapisan lindung bagian ujung atau kepala bangunan *jetty* dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- Menghitung Lapisan pelindung luar dengan persamaan :

$$\begin{aligned}
 t &= n \times K_{\Delta} \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{1/3} = 2 \times 0,95 \left[\frac{2,035}{2,4} \right]^{1/3} \\
 &= 1,798 \text{ m} \approx 1,8 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Informasi Artikel

- Menentukan lapisan pelindung kedua dengan persamaan :

$$t = n \times K_{\Delta} \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{1/3} = 2 \times 0,95 \left[\frac{0,2035}{2,4} \right]^{1/3} \\ = 0,835 \text{ m} \approx 0,8 \text{ m}$$

Analisis pelindung kaki

Batu pelindung terdiri dari batu pecah dengan berat sebesar $W/10$. Sehingga berat batu pelindung kaki untuk bagian lengan adalah :

$$\frac{W}{10} = \frac{1,399}{10} = 0,1399 \text{ ton} = 139,9 \text{ kg}$$

Dan berat batu pelindung kaki untuk bagian kepala adalah :

$$\frac{W}{10} = \frac{2,035}{10} = 0,2035 \text{ ton} = 203,5 \text{ kg}$$

Dengan demikian lebar pelindung kaki dapat dihitung dengan rumus

$$B = 2 \times H$$

Perhitungan lebar kaki bagian lengan atau badan:

$$B = 2 \times 2,8 \\ = 5,6 \text{ meter}$$

Jumlah batu lindung bagian lengan atau badan bangunan *jetty* dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$N = A \times n \times K_{\Delta} \left[1 - \frac{P}{100} \right] \times \left[\frac{\gamma_r}{W} \right]^{2/3} \\ N = 5 \times 2 \times 0,95 \left[1 - \frac{49}{100} \right] \times \left[\frac{2,4}{1,399} \right]^{2/3} = 6,943 \\ \approx 7$$

Jumlah batu lindung bagian ujung atau kepala bangunan *jetty* dihitung dengan persamaan :

$$N = A \times n \times K_{\Delta} \left[1 - \frac{P}{100} \right] \times \left[\frac{\gamma_r}{W} \right]^{2/3} \\ N = 5 \times 2 \times 0,95 \left[1 - \frac{49}{100} \right] \times \left[\frac{2,4}{2,035} \right]^{2/3} = 5,408 \\ \approx 5$$

Jadi, jumlah butir tiap satuan luas 5 m^2 adalah 7 buah untuk bagian lengan atau badan dan 5 buah untuk bagian ujung atau kepala.

Panjang *jetty* bagian I (lengan) :

$$L_I = 0,5 \times L_s \\ = 0,5 \times 127,6 \\ = 63,8 \text{ m} \approx 64 \text{ m}$$

Dengan L_I adalah panjang *Jetty* bagian Lengan

Panjang *jetty* bagian II (kepala):

$$L_{II} = \frac{1}{2} \times L_I \\ = \frac{1}{2} \times 64 \\ = 32 \text{ m}$$

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari data angin 10 tahun (2010-2019) dari BMKG Stasiun Meteorologi Maritim Teluk Bayur didapat tinggi gelombang signifikan (H_s) sebesar 2,80 meter dan periode gelombang signifikan (T_s) sebesar 7 detik yang terjadi pada tahun 2012. Sedangkan, tinggi gelombang signifikan (H_s) dan periode gelombang signifikan (T_s) berdasarkan data tinggi gelombang yang diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan masing-masing sebesar 2,17 meter dan 5,77 detik. Oleh karena itu,

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 12-02-2020 | Selesai Revisi : 28-10-2020 | Diterbitkan Online : 31-10-2020

nilai yang digunakan dalam analisis bangunan *jetty* adalah nilai H_s dan T_s dari data angin BMKG.

2. Analisa bangunan *jetty* Pantai Purus Kota Padang dengan menggunakan material lindung *quadripod* diperoleh elevasi puncak bangunan 4,1 meter, panjang bagian lengan bangunan 64 meter, panjang bagian kepala bangunan 32 meter, lebar puncak bagian lengan dan kepala bangunan *jetty* masing-masing 2,4 dan 2,7 meter.

Saran

Diharapkan pada penelitian berikutnya untuk melakukan pengukuran pasang surut gelombang selama 24 jam untuk mendapatkan hasil pengukuran tinggi gelombang yang lebih akurat. Analisis bangunan terhadap gelombang pecah juga dapat dilakukan dengan menggunakan lapis lindung yang lain guna mendapatkan perbandingan yang lebih efektif.

Ucapan Terimakasih [jika ada]

Terimakasih kami ucapkan kepada BMKG Stasiun Meteorologi Maritim Teluk Bayur, Dinas Pekerjaan Umum Kota Padang dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

Daftar Rujukan

- [1] Akhir, B. dan Mera, M., 2011. Lintasan Gelombang Laut Menuju Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu. *Jurnal Rekayasa Sipil*. Universitas Andalas, Padang, 7 (2), pp.47-60.

- [2] Artha, S.B., 2015. Redesain Struktur Bangunan *Jetty* di Muara Air Palik, Kecamatan Air Napal, Bengkulu Utara. *Jurnal Teknik Sipil, Program Studi Teknik Sipil*. Universitas Bengkulu, Bengkulu, 7 (1), pp.7-14.
- [3] Ginting, M., 2016. Studi Kestabilan Bangunan Pemecah Gelombang Sisi Miring dengan Penempatan *Geotube* pada Lapisan Inti. Skripsi, Universitas Kristen Maranatha.
- [4] Istijono, B., 2013. Tinjauan Lingkungan dan Penanggulangan Abrasi Pantai Padang - Sumatera Barat. 9 (2), pp.42–49.
- [5] Jade, R.M.R., 2017. Analisis Efektivitas Bangunan Pelindung Pelabuhan Patimban dan Pantai Sekitar Melalui Tinjauan Hidro-Oseanografi. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional, Jurusan Teknik Geodesi*. Institut Teknologi Nasional, Bandung, (2), pp.102-112.
- [6] Refi, A. dan Yusrita., 2017. Kaji Ulang Desain *Jetty* Pada Muara Banjir Kanal Padang dengan Menggunakan Material Batu Alam dan Tetrapod. *Proceeding, Program Studi Teknik Sipil*. Insitut Teknologi Padang, Padang, 3, pp.108-117.
- [7] Refi, A., 2017. Penggunaan *Jetty* Pada Muara Banjir Kanal Padang dengan Menggunakan *Tetrapod*. *Jurnal Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil*. Institut Teknologi Padang, Padang, 4 (2), pp.17-23.

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 12-02-2020 | Selesai Revisi : 28-10-2020 | Diterbitkan Online : 31-10-2020

- [8] Sugiyono., 2009. Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta.
- [9] Triatmodjo, B., 1999. Teknik Pantai. Yogyakarta: Beta Offset.
- [10] Wahyudi, P., Bisri, M., dan Sisinggih, D., 2015. Analisis Pengendalian Sedimentasi Muara Sungai Banjir Kanal Barat Kota Semarang. Jurnal Teknik Pengairan, 6 (2), pp.239-250.

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 12-02-2020 | Selesai Revisi : 28-10-2020 | Diterbitkan Online : 31-10-2020