

Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai (Breakwater) TPI Ujung Batu Jepara

Wiwit Nur Laila Sari Ayu^{1*}, Khotibul Umam², Nor Hidayati²

Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Nahdlatul Ulama (UNISNU) Jepara¹²

Email: Sayu39@gmail.com

Info Artikel	Abstract
<p>Diajukan : 20 Februari 2022 Diperbaiki : 1 Maret 2022 Disetujui : 20 Maret 2022</p>	<p><i>A structure used to protect the coast from damage due to the attack of sea waves, currents, reduce wave energy reaching the coast and change the rate of sediment transport along the coast. One of the beach protection structures is a breakwater. The breakwater is built to protect the waters behind it against wave attacks. Besides, it is also used to control abrasion that erode the coast. The planning location is on the beach of the Fish Auction Place (TPI) Ujung Batu Jepara, Jalan K.H. Sidiq Harun, Ujung Batu Village, Jepara Regency. With the coordinates -6.582469, 110.656976. This plan calculates the design wave height, dimensions, and analysis of the planned building using the sloping breakwater type. In calculations using the Hudson formula. The first alternative was obtained with a crushed rock weight of 650 kg and a tetrapod of 110 kg, with a protection layer of 1.82 m thick, 2.79 m wide and an elevation of 5.3 m. The second alternative has a material weight of 450 kg and 200 kg of crushed stone for the tetrapod, and has a protective layer thickness of 1.65 m, width of 2.47 m and elevation of 5.2 m. As for the third alternative, the crushed stone was 307.5 kg with a tetrapod of 132.5 kg with a protection layer of 1.44 m thick, 2.2 m wide and 4.75 m elevation.</i></p>

Keywords: TPI Ujung Batu Jepara, Breakwater, Slant Side, Design Wave.

Abstrak
Suatu struktur yang digunakan untuk melindungi pantai dari kerusakan akibat serangan gelombang laut, arus, mengurangi energi gelombang yang mencapai pantai dan mengubah laju transpor sedimen di sepanjang pantai. Salah satu bangunan pelindung pantai adalah pemecah gelombang. Pemecah gelombang dibangun untuk melindungi perairan di belakangnya dari serangan gelombang. Selain itu juga digunakan untuk mengendalikan abrasi yang mengikis pantai. Lokasi perencanaan berada di pantai Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Ujung Batu Jepara, Jalan K.H. Sidiq Harun, Desa Ujung Batu, Kabupaten Jepara. Dengan koordinat -6.582469, 110.656976. Rencana ini menghitung tinggi gelombang rencana, dimensi, dan analisis bangunan yang direncanakan menggunakan tipe pemecah gelombang miring. Dalam perhitungannya menggunakan rumus Hudson. Alternatif pertama diperoleh dengan berat batu pecah 650 kg dan tetrapod 110 kg, dengan lapisan pelindung setebal 1,82 m, lebar 2,79 m dan elevasi 5,3 m. Alternatif kedua memiliki berat material 450 kg dan 200 kg batu pecah untuk tetrapod, serta memiliki ketebalan lapisan pelindung 1,65 m, lebar 2,47 m dan elevasi 5,2 m. Sedangkan alternatif ketiga, batu pecah seberat 307,5 kg dengan tetrapod 132,5 kg dengan lapisan pelindung tebal 1,44 m, lebar 2,2 m, dan elevasi 4,75 m.

Kata kunci: TPI Ujung Batu Jepara, Pemecah Gelombang, Sisi Miring, Desain Pemecah Gelombang.

1. Pendahuluan

Bangunan pengaman pantai adalah suatu bangunan yang digunakan untuk melindungi pantai dari kerusakan karena serangan gelombang laut, arus, mengurangi energi gelombang yang sampai ke pantai serta merubah laju transport sedimen sepanjang pantai. Breakwater dibangun dengan maksud untuk melindungi wilayah perairan pelabuhan agar kapal dapat berlabuh dan melakukan bongkar muat barang dan penumpang dengan aman dan nyaman.

Pantai dikawasan TPI Ujung Batu merupakan salah satu pantai yang bermuara di Kali Wisu. Pantai ini terletak di Kelurahan Jobokuto Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. Tempat ini merupakan salah satu pelabuhan tempat pelelangan ikan terbesar di jepara yang ramai dikunjungi. Ketika musim baratan tiba area di sekitar TPI Ujung Batu sering diterpa gelombang tinggi. Akibat dari gelombang dan angin kencang yang berhembus sampah yang terbawa dari lautan menepi di muara Kali Wisu. Hal itu menyebabkan sedimentasi dimuara kali yang biasa digunakan nelayan untuk menambatkan kapal. Bangunan pengaman pantai merupakan konstruksi yang bisa dibangun secara sejajar atau tegak lurus dengan garis pantai yang berfungsi untuk melindungi perairan dibelakangnya terhadap serangan gelombang.

Bangunan ini direncanakan agar memudahkan bersandarnya kapal nelayan serta kegiatan bongkar muat hasil tangkapan ikan di TPI Ujung Batu Jepara.

Tujuan pada perencanaan yaitu untuk menghitung tinggi gelombang rencana, untuk merencanakan dimensi breakwater dan Menganalisis bangunan breakwater yang direncanakan.

2. Metode

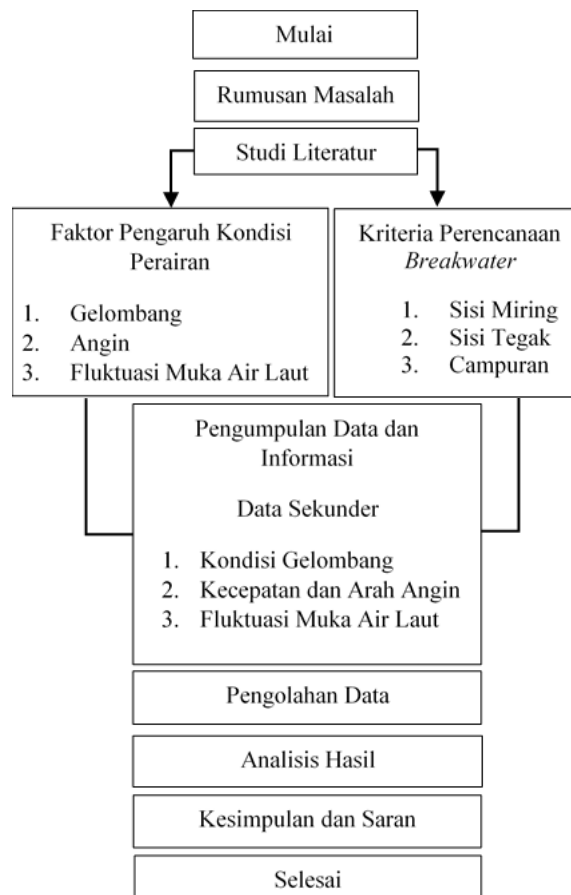
Lokasi perencanaan berada di Pantai kawasan Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Ujung Batu Jepara, Jalan K.H. Sidiq Harun, Desa Ujung Batu Kabupaten Jepara. Titik koordinat -6.582469, 110.656976. Pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan data sekunder. Data sekunder ialah data yang sumbernya berasal dari tulisan, seperti buku laporan, peraturan – peraturan, dokumen dan lainnya. Penulis masih harus melakukan analisis dari hasil pengolahan data yang didapatkan meliputi :

- a. Analisis Data Angin
 1. Mengelompokkan data angin berdasarkan arah dan kecepatannya
 2. Menghitung prosentase tiap-tiap arah dan kecepatannya dalam bentuk tabel.
 3. Membuat gambar windrose
 4. Membuat perhitungan pembangkitan tinggi gelombang dengan fetch.

Dari analisis diperoleh tinggi dan periode gelombang.

- b. Analisis Data Pasang Surut

Dari data pasang surut dapat ditentukan nilai HHWL, MHWL, MLWL, LLWL, MSL



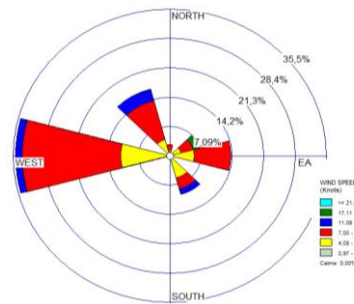
Gambar 1. Alur Kerja Perencanaan

3. Hasil dan Pembahasan

- a. Analisis Angin

Data yang diperlukan adalah data arah angin rata-rata dan kecepatan angin maksimum. Data ini adalah data angin selama 5 tahun yaitu dari bulan januari tahun 2015 – Mei 2020. Data ini diperoleh dari BMKG Stasiun Meteorologi Kelas II Maritim Tanjung Emas, Semarang. Dari hasil perhitungan prosentase kejadian angin dan windrose selama 5 tahun diperoleh hasil bahwa arah angin dari timur sebesar 40,322%, yang bergerak dari tenggara dengan prosentase 19,35 %,

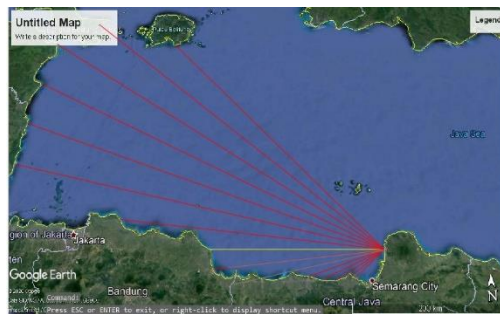
dari selatan 3,23%, dari barat daya 6,45% , dari barat 19,35% dan dari barat laut dengan prosentase 11,29 %. Adapun mengenai gambar windrose disajikan sebagai berikut.



Gambar 1. Windrose Pantai Ujung Batu

b. Fetch

Berdasarkan hasil dari windrose, perhitungan fetch yang digunakan yaitu fetch efektif yang berasal dari timur, tenggara, barat, dan barat laut. Untuk menentukan besarnya Feff, digunakan peta dari Google Earth (2020).



Gambar 2. fetch Pantai Ujung Batu Jepara

Berdasarkan fetch yang berasal dari arah barat, maka dapat dicari panjang fetch efektif sesuai rumus dengan perhitungan, sebagai berikut.

Tabel 1. Perhitungan Fetch rerata efektif (Feff)

α (°)	$\text{Cos } \alpha$	Xi (km)	$\text{Xi Cos } \alpha$
42	0.7431	53.56	3.980.044
36	0.8090	55.33	4.476.197
30	0.8660	77.81	6.738.346
24	0.9135	94.65	8.646.278
18	0.9511	108.5	1.031.944
12	0.9781	130.95	1.280.822
6	0.9945	202	200.889
0	1	201	201
6	0.9945	360	358.02
12	0.9781	499.3	4.883.653
18	0.9511	499	4.745.989
24	0.9135	498.5	4.553.798
30	0.8660	502.2	4.349.052
36	0.8090	498	402.882
42	0.7431	380	282.378

Σ	135.106	3.768.103
Feff	2.788.997.799	

Sehingga, besarnya Feff barat sebesar 278,89 km. Selanjutnya untuk perhitungan peramalan tinggi dan periode gelombang digunakan nilai fetch arah barat dengan nilai yang telah diperoleh.

c. Gelombang

Dihitung kecepatan angin di laut (U_w) dengan menggunakan grafik hubungan antara kecepatan angindi laut (U_w) dan kecepatan angin di darat (U_L).

$$R_L = \frac{U_w}{U_L}$$

$$U_w = R_L \times U_L$$

$$= 1,45 \times 8$$

$$= 5,97 \text{ m/dt}$$

Setelah dilakukan konversi kecepatan angin. maka kecepatan angin dikonversikan pada faktor tegangan angin (*wind stress factor*) dengan persamaan :

$$UA = 0.71 U_w^{1.23}$$

$$= 0.71 \times 5.97^{1.23}$$

$$= 6,39 \text{ m/dt}$$

Maka dari grafik peramalan gelombang didapatkan tinggi dan periode gelombang untuk bulan januari 2020 sebagai berikut : Tinggi gelombang (H) = 1,65 m Periode gelombang (T) = 7,5 detik.

d. Perhitungan Gelombang Rencana dan Gelombang Pecah

Dari perhitungan data sebelumnya (data periode ulang gelombang, dipakai periode ulang 50 tahun metode Fisher Tippett Type-1, untuk tinggi gelombang maksimum dan periode gelombang maksimum didapat :

$$\text{Tinggi gelombang (H)} = 1.19 \text{ m}$$

$$\text{Periode gelombang (T)} = 12,6 \text{ dt}$$

1. Menghitung nilai panjang gelombang laut dalam (L_0)

$$L_0 = 1.56 \times T^2$$

$$L_0 = 1.56 \times 12.6^2$$

$$= 247.7 \text{ m.}$$

2. Menghitung cepat rambat gelombang laut dalam (C_0)

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

$$C_0 = \frac{247.7}{12.6}$$

$$= 19.66 \text{ m/dt}$$

3. Selanjutnya Untuk mencari C. nilai awal kedalaman air dimana gelombang pecah terjadi (d) = 8 m

$$\frac{d}{L_0} = \frac{8}{247.7} = 0.03$$

$$\text{Dengan nilai } \frac{d}{L_0} = 0.03 \text{ didapat nilai } \frac{d}{L} = 0.07135$$

(Lampiran Tabel L-1 buku Teknik Pantai – Bambang Triatmojdo hal. 380)

$$\frac{d}{L} = 0.07135$$

$$L = \frac{d}{0.07135} = \frac{8}{0.07135}$$

$$= 112.1 \text{ m}$$

$$C = \frac{L}{T} = 8.9 \text{ m/dt}$$

4. Menghitung arah datang gelombang pada kedalaman db

$$\begin{aligned} \sin \alpha_1 &= \frac{C}{C_0} \sin \alpha_0 \\ &= \frac{8.9}{19.66} = \sin 34^\circ \\ &= 0.45 \\ \alpha_1 &= 26.7 \end{aligned}$$

5. Menghitung koefisien refraksi (Kr)

$$\begin{aligned} Kr &= \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha_1}} = \sqrt{\frac{\cos 34^\circ}{\cos 26.7^\circ}} \\ &= 0.89 \end{aligned}$$

6. Menghitung tinggi gelombang laut ekivalen (H'0)

$$\begin{aligned} H'0 &= Kr \times H \\ &= 0.89 \times 1.19 \\ &= 1.1 \text{ m} \end{aligned}$$

7. Menghitung tinggi gelombang pecah (Hb)

$$\begin{aligned} \frac{Hb}{H'0} &= \frac{1}{3.3 \times \left(\frac{H'0}{L_0}\right)^{1/3}} \\ &= \frac{1}{3.3 \times \left(\frac{1.1}{247.7}\right)^{1/3}} \\ &= 1.54 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Hb &= 1.09 \times H'0 \\ &= 1.09 \times 1.54 \\ &= 1.68 \text{ m} \end{aligned}$$

8. Menghitung kedalaman air dimana tinggi gelombang pecah terjadi (db).

$$\begin{aligned} db &= 1.28 \times Hb \\ &= 1.28 \times 1.68 \\ &= 2.15 \text{ m} \end{aligned}$$

e. Perhitungan pemecah gelombang

Pada perencanaan pemecah gelombang ini, penulis melakukan perhitungan dengan menggunakan tiga alternatif yang dibedakan pada kemiringannya. Yakni untuk $\cot \theta$ 1.5, $\cot \theta$ 2, $\cot \theta$ 3.

1. Menentukan berat *Ammour Rock*

- a. Untuk $\cot \theta$ 1.5

- Layer 1

$$\begin{aligned} W1 &= \frac{\gamma_r H^3}{K_d (Sr-1)^3 \cot \theta} \\ \gamma_r &= 2.65 \text{ ton/m}^3 \text{ (batu pecah)} \\ \gamma_r &= 2.4 \text{ ton/m}^3 \text{ (tetrapod)} \\ Ww &= 1.03 \text{ ton/m}^3 \text{ (massa jenis air laut)} \\ K_D &= 2 \text{ (untuk lapis lindung dari batu pecah)} \\ K_D &= 7 \text{ (untuk lapis lindung dari tetrapod)} \\ S_R &= 2.58 \text{ (batu pecah)} \\ S_R &= 2.33 \text{ (tetrapod)} \\ H &= 1,1 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk lapis lindung dari batu pecah

$$W1 = \frac{2.65 \times 1.1}{2 (2.58-1)^3 \times 1.5}$$

$$W1 = \frac{2.92}{11.83} = 0.25 \text{ ton}$$

$$= 250 \text{ kg}$$

$$SF = 2,5$$

$$\text{Maka, } W1 = 650 \text{ kg}$$

Untuk lapis lindung dari tetrapod

$$W1 = \frac{2.4 \times 1.1}{7 (2.58-1)^3 \times 1.5}$$

$$W1 = \frac{2.64}{24.7} = 0.11 \text{ ton}$$

$$= 110 \text{ kg}$$

$$SF = 2,5$$

$$\text{Maka, } W1 = 275 \text{ kg}$$

- Layer 2 :

$$W2 = \frac{W1}{10} = \frac{650}{10} = 65 \text{ kg}$$

Untuk layer 3 :

$$W3 = \frac{W1}{600} = \frac{650}{600} = 1,08 \text{ kg}$$

2. Menentukan Lebar Puncak dan Tebal

- a. Untuk Cot θ 1.5

$$B = n KA \left(\frac{W1}{Wr} \right)^{1/3}$$

Dimana :

$$n = 3 \text{ (} n_{\text{min}} = 3 \text{ untuk batu pecah)}$$

$$n = 3 \text{ (tetrapod)}$$

$$KA = 1.15 \text{ (batu pecah)}$$

$$KA = 2 \text{ (tetrapod)}$$

$$W1 = 650 \text{ kg (batu pecah)}$$

$$W1 = 275 \text{ kg (tetrapod)}$$

$$Wr = 2650 \text{ kg/m}^3 \text{ (batu pecah)}$$

$$Wr = 565 \text{ kg/m}^3 \text{ (tetrapod)}$$

Untuk lebar Puncak batu pecah

$$B1 = 3 \times 1,15 \left(\frac{650}{2650} \right)^{1/3}$$

$$= 2,26 \text{ m}$$

Untuk lebar Puncak tetrapod

$$B1 = 2 \times 2 \left(\frac{275}{2400} \right)^{1/3}$$

$$= 2.1 \text{ m}$$

Tebal lapis lindung pemecah gelombang

$$t = n KA \left(\frac{W1}{Wr} \right)^{1/3}$$

Dimana :

$$n = 2 \text{ (batu pecah dan tetrapod)}$$

$$KA = 1,15 \text{ (batu pecah)}$$

$$KA = 2 \text{ (tetrapod)}$$

$$W1 = 650 \text{ kg (batu pecah)}$$

$$W1 = 275 \text{ kg (tetrapod)}$$

$$W2 = 65 \text{ kg (batu pecah)}$$

$$Wr = 2650 \text{ kg/m}^3 \text{ (batu pecah)}$$

$$Wr = 565 \text{ kg/m}^3 \text{ (tetrapod)}$$

Tebal lapisan 1 untuk batu pecah

$$t = 2 \times 1.15 \left(\frac{650}{2650} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$t = 1.51 \text{ m}$$

Tebal lapisan 1 untuk tetrapod

$$t = 2 \times 2 \left(\frac{275}{2650} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$t = 2.6 \text{ m}$$

Tebal lapisan 2 untuk batu pecah

$$t_2 = 2 \times 1.15 \left(\frac{65}{2650} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$t_2 = 0.76 \text{ m}$$

3. Menentukan Elevasi

a. Untuk Cot θ 1.5

$$H = 1.1 \text{ m}$$

$$L = 247.7 \text{ m}$$

$$I_r = \frac{\tan \theta}{\left(\frac{H}{L} \right)^{0.5}}$$

$$I_r = \frac{1/1.5}{\left(\frac{1.1}{247.7} \right)^{0.5}}$$

$$= 10$$

Run Up gelombang

Untuk batu pecah

$$R_u/H = 1.4$$

$$R_u = 1.3 H$$

$$= 1.4 \times 1.1$$

$$= 1.54 \text{ m}$$

Untuk tetrapod

$$R_u/H = 0.95$$

$$= 0.95 H$$

$$= 0.95 \times 1.1$$

$$= 1 \text{ m}$$

Elevasi dari crest Untuk batu pecah

Elevasi crest

$$= 1.54 \text{ m} + (2 \times 0.8 \text{ m}) + 0.5 \text{ m} = 3.64 \text{ m}$$

Untuk tetrapod

Elevasi crest

$$= 1 + (2 \times 0.8 \text{ m}) + 0.5 \text{ m} = 3.1 \text{ m}$$

4. Analisis Hasil

Dari hasil perhitungan terhadap beberapa alternatif. dapat digambarkan potongan melintang dari masing – masing alternatif.. Hasil perhitungan terhadap beberapa alternative dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Perencanaan Struktur Pemecah Gelombang Alternatif 1 (Cot θ 1.5)

No.	Pemecah Gel. Sisi Miring	Batu Pecah	Tetrapod
1.	Berat(kg)	W1 = 650 W2 = 65 W3 = 1.08	W1 = 110
2.	Tebal lapis lindung (m)	t1= 1.51 t2 = 0.76	t1= 2.6

3.	Lebar <i>Crest</i> (m)	B = 2.26	B = 2.1
4.	Elevasi (m)	3.64	3.1

Sumber : (Analisis, 2020)

Tabel 3. Perencanaan Struktur Pemecah Gelombang Alternatif 1 (Cot θ 2)

No.	Pemecah Gel. Sisi Miring	Batu Pecah	Tetrapod
1.	Berat armour	W1 = 450 W2 = 45 W3 = 0.75	W1 = 200
2.	Tebal lapis lindung (m)	t1= 1.35 t2 = 0.68	t1= 1.89
3.	Lebar <i>Crest</i> (m)	B = 2.03	B = 1.89
4.	Elevasi (m)	3.53	2.9

Sumber : (Analisis, 2020)

Tabel 4. Perencanaan Struktur Pemecah Gelombang Alternatif 1 (Cot θ 3)

No.	Pemecah Gel. Sisi Miring	Batu Pecah	Tetrapod
1.	Berat armour rock (kg)	W1 = 307.5 W2 = 30.75 W3 = 0.51	W1 = 132.5
2.	Tebal lapis lindung (m)	t1= 1.2 t2 = 0.6	t1 = 1.68
3.	Lebar <i>Crest</i> (m)	B = 1.8	B= 1.68
4.	Elevasi (m)	3.5	3

Sumber : (Analisis, 2020)

Perhitungan pemecah gelombang dibuat dengan tiga alternatif yang dibedakan dari kemiringan yaitu Cot θ 1.5, Cot θ 2, dan Cot θ 3. Semakin efektif pemecah gelombang dalam mereduksi pengaruh datangnya gelombang maka bangunan tersebut semakin landai.

4. Simpulan

Hasil perhitungan didapatkan nilai tinggi gelombang rencana dari periode ulang 2 tahun – 100 tahun. Namun pada perhitungan perencanaan pemecah gelombang ini dihitung menggunakan tinggi gelombang rencana periode ulang 50 tahun yaitu sebesar 6,3 m. Hasil perhitungan untuk pemecah gelombang alternatif pertama memiliki berat batu pecah 650 kg dan tetrapod 110 kg, dengan tebal lapis lindung 1,82 m, lebar 2,79 m dan elevasi 5,3 m. Untuk alternatif ke kedua memiliki berat material dengan batu pecah sebesar 450 kg dan 200 kg untuk tetrapod, dan memiliki tebal lapis lindung 1,65 m, lebar 2,47 m dan elevasi 5,2 m. Sedangkan untuk alternatif ke 3 batu pecah sebesar 307. 5 kg dengan tetrapod sebesar 132.5 kg dengan tebal lapis lindung 1,44 m, lebar 2,2 m dan elevasi 4,75m. Dari hasil perhitungan pemecah gelombang yang digunakan adalah alternatif 2 dengan kemiringan cot θ – 2, karena memiliki kelandaian yang lebih besar dari alternatif 1. Semakin landai pemecah gelombang maka semakin efektif gelombang untuk meredam pengaruh gelombang yang datang.

Daftar Pustaka

- [1] Dally, W. R., Dean , R. G., & Dalrymple, R. A. (1984). *Modeling Wave Transformation in the Surf Zone*. Miscellaneous Paper CERC, 84 - 8.
- [2] Goda, Y. (1985). *Random Seas and Design of Maritime Structures*. Tokyo: University of Tokyo Press.
- [3] Herdianti, N. L., & Terunajaya. (2016). *Analisis Efektivitas penggunaan Breakwater dengan Lapis Pelindung Bambu*

- dan Tetrapod untuk Mereduksi Energi Gelombang Laut di Pelabuhan Kuala Tanjung.* jurnal teknik sipil Universitas Sumatra Utara, Vol 5, No 1.
- [4] Karima, A. D., & Sarwono, B. (2017). *Perencanaan Bangunan Pemecah Gelombang di Teluk Sumbreng, Kabupaten Trenggalek.* JURNAL TEKNIK ITS Vol. 6, No. 2, ISSN: 2337- 3539.
- [5] Komar, P. D. (1978). *Beach Processes and Sedimentation.* 429.
- [6] Mandi, N. B. (2015). *Perencanaan dan Perancangan Kontruksi Bangunan Laut dan Pantai.* Denpasar: Buku Arti.
- [7] Dally, W. R., Dean , R. G., & Dalrymple, R. A. (1984). *Modeling Wave Transformation in the Surf Zone.* Miscellaneous Paper CERC, 84 - 8.
- [8] Goda, Y. (1985). *Random Seas and Design of Maritime Structures.* Tokyo: University of Tokyo Press.
- [9] Herdianti, N. L., & Terunajaya. (2016). *Analisis Efektivitas penggunaan Breakwater dengan Lapis Pelindung Bambu dan Tetrapod untuk Mereduksi Energi Gelombang Laut di Pelabuhan Kuala Tanjung.* jurnal teknik sipil Universitas Sumatra Utara, Vol 5, No 1.
- [10] Karima, A. D., & Sarwono, B. (2017). *Perencanaan Bangunan Pemecah Gelombang di Teluk Sumbreng, Kabupaten Trenggalek.* JURNAL TEKNIK ITS Vol. 6, No. 2, ISSN: 2337- 3539.
- [11] Komar, P. D. (1978). *Beach Processes and Sedimentation.* 429.
- [12] Mandi, N. B. (2015). *Perencanaan dan Perancangan Kontruksi Bangunan Laut dan Pantai.* Denpasar: Buku Arti.
- [13] Refi, A. (2013). *Analisis Breakwater Pada Pelabuhan Teluk Bayur.* Jurnal Momentum Vol.15 No.2 ISSN : 1693-752X , 1-14.
- [14] Suwandi, S. (2011). *Gelombang Laut.* Jakarta.
- [15] Triatmodjo, B. (1999). *Teknik Pantai.* Yogyakarta: Beta offset.
- [16] Triatmodjo, B. (2003). *Pelabuhan.* Yogyakarta: Beta Offset.
- [17] Yulianti, E. (2010). *Perencanaan Bangunan Pemecah Gelombang (Pengaman Pantai Labuhan) Di Kabupaten Sumbawa.* *Perencanaan Bangunan Pemecah Gelombang*, Nomor 1 6 Volume VIII Juli 2010, 75 - 84 .
- [18] Yuwono, N. (1992). *Dasar - Dasar Perencanaan Bangunan Pantai*, Vol 2. Yogyakarta: PAU-IT-UGM.
- [19] BMKG, *Stasiun Meteorologi Kelas II Maritim*, Tanjung Emas, Semarang..