

UNJUK KERJA PEREDAM GELOMBANG VARIASI TIPE PANTAI LANDAI DAN PARABOLA BERPORI PADA TANGKI GELOMBANG LABORATORIUM TEKNOLOGI KELAUTAN

Ademulya Wardana Mustadir

Departemen Teknik Kelautan, Universitas Hasanuddin

Email: hyde.adem@gmail.com

Abstrak

Gelombang laut adalah pergerakan air pada permukaan laut yang disebabkan oleh gaya terjadi akibat perubahan iklim global yang tidak stabil, gelombang laut dapat merusak kawasan pantai dan bangunan disekitarnya. Peredam gelombang diperlukan untuk mengurangi energi gelombang datang dan gelombang pantul yang berlebihan dan tidak diinginkan di area perairan. Keefektifan peredam gelombang variasi tipe pantai landai dan parabola berpori untuk meredam gelombang air pantul menjadi tujuan dalam penelitian ini. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Riset Teknologi Kelautan Universitas Hasanuddin. Gelombang reguler diuji dalam *wave flume* dengan panjang 25 m, lebar 1 m dan kedalaman 1,2 m yang dilengkapi dengan pembangkit gelombang tipe *flap*. Peredam gelombang di ujung lainnya dibuat dengan *foam* dengan tebal 20 cm dan dipasang pada penampang baja berpori dengan porositas 0.155091. Delapan titik *wave probe* ditempatkan bersama disepanjang *wave flume*. *Wave probe* 8 diletakkan sejauh panjang gelombang dari peredam gelombang dan berjarak $1/8$ panjang gelombang antar probe 1-8. Data fluktuasi muka air diolah untuk mendapatkan tinggi gelombang di setiap *wave probe* menggunakan metode *zero up crossing*. Untuk menguji kinerja peredam gelombang ini, dilakukan pengujian dan koefisien refleksinya dibandingkan dengan model teoritis dan eksperimental lainnya. Percobaan laboratorium dilakukan untuk mengakuisisi data gelombang dan pengolahan data numerik dilakukan untuk memperjelas hasil. Percobaan peredaman gelombang yang dilakukan di laboratorium menghasilkan peredaman gelombang yang relatif baik dimana nilai koefisien refleksi yang didapatkan rata-rata dibawah 0.2 (Hr/Hi) akan tetapi kinerja peredam gelombang di laboratorium belum seefektif peredam yang menggunakan media bongkahan batu sehingga diperlukan pengembangan dan analisis lebih lanjut.

Kata Kunci: Gelombang, Kecuraman Gelombang, Koefisien Refleksi, Pembangkit Gelombang, Peredam Gelombang

Abstract

Ocean waves are the movement of water on the surface of the sea caused by forces occurring in. Due to unstable global climate change, ocean waves can damage coastal areas and nearby buildings. Wave absorbers are required to reduce excessive and unwanted incident and reflected wave energy in water areas. The effectiveness of wave absorbers of sloping beach type variations and porous parabola to reduce reflected water waves is the purpose of this study. This research was conducted at the Marine Technology Research Laboratory of Hasanuddin University. Regular waves were tested in a 25 m long, 1 m wide and 1.2 m deep wave flume equipped with a flap type wave generator. The wave damper at the other end was made with 20 cm thick foam and mounted on a porous steel cross section with porosity 0.155091. Eight point wave probes were placed together along the wave flume. Wave probe 8 was placed as far as the wavelength of the wave damper and $1/8$ wavelength apart between probes 1-8. The water level fluctuation data was processed to obtain the wave height at each wave probe using the zero up crossing method. To test the performance of this wave damper, tests were conducted and its reflection coefficient was compared with other theoretical and experimental models. Laboratory experiments were conducted to acquire wave data and numerical data processing was done to clarify the results. Wave damping experiments conducted in the laboratory resulted in relatively good wave damping where the value of the reflection coefficient obtained on average is below 0.2 (Hr/Hi) but the performance of the wave damper in the laboratory is not as effective as the damper using boulder media so further development and analysis are needed.

Keywords: Wave, Wave Steepness, Reflection Coefficient, Wave Generator, Wave Absorber.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara maritim yang berada dalam kawasan perairan laut yang luas, mempunyai banyak pulau, dikelilingi oleh lautan. Mayoritas penduduk Indonesia tinggal di daerah pesisir. Perairan Indonesia juga memiliki banyak potensi kekayaan sumber daya hayati yang belum sepenuhnya tereksplorasi dan tereksplorasi secara optimal. Indonesia dengan negara terluas di Asia Tenggara (Siombo, 2009), memiliki 17,499 pulau dari Sabang sampai Merauke, dengan total luas wilayah 7,81 juta kilometer persegi yang terdiri dari 2,01 juta kilometer persegi daratan, 3,25 juta kilometer persegi lautan, dan 2,55 juta kilometer ZEE (Zona Ekonomi Eksklusif) (Roza, 2017). Sebagai salah satu negara



copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

tropis yang kaya akan sumber daya hayati dan diakui sebagai negara dengan memiliki tingkat keanekaragaman hayati yang tinggi (Pramono, 2005), data dari Dirjen Perikanan Tangkap pada periode 2000-2010, volume produksi perikanan tangkap meningkat sebesar 2,73% pertahun, yaitu pada tahun 2000 sebanyak 4.125.525 ton dan pada tahun 2010 meningkat menjadi 5.384.418 ton (Data Statistik Perikanan, 2011).

Laut merupakan sumber energi yang sangat besar, energi dimaksud berupa gelombang dan angin (Sutirto dan Diarto, 2014). Gelombang laut dapat dihasilkan oleh transfer energi yang akan merambat melintasi permukaan laut (Jasin dan Joshua, 2015). Gelombang tinggi dapat mengganggu aktivitas yang mempengaruhi kehidupan masyarakat di darat. Gelombang tinggi dapat dihindari atau dikurangi jika informasi tentang karakteristik gelombang di semua wilayah dapat dipahami untuk membantu perencanaan kegiatan laut (Kurniawan et al. 2012). Gelombang laut adalah gerakan air laut di permukaan dengan arah ke atas atau ke bawah berupa garis sinusoidal, yang dapat terjadi akibat pembangkitan gaya-gaya di permukaan laut dengan pembangkit gelombang akibat angin, hisapan, dan gravitasi. antara bumi, bulan dan matahari, gempa bumi, dan tarikan gravitasi ultimit akibat gerak kapal (Ayunarita, 2017). Menurut Triatmodjo (1999) dalam Megawati dkk. (2015) hembusan angin yang sejajar dengan daratan disebut angin, dengan pergerakan udara dapat mengubah suhu atmosfer dan angin juga dapat mempengaruhi tinggi gelombang dengan periode plus. Semakin kuat angin, semakin kuat ombaknya. Interaksi gelombang dengan struktur pantai merupakan fenomena yang banyak dipelajari di laboratorium. Salah satu faktor penting dalam pengujian bangunan pantai di laboratorium menggunakan gelombang adalah kesesuaian gelombang di lapangan dengan yang dibangkitkan di laboratorium baik tinggi maupun periode gelombang. Pembangkit gelombang memiliki kemampuan dan keterbatasan dalam membangkitkan gelombang. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain dimensi tangki gelombang, alat pembangkit gelombang, sistem frekuensi gelombang dan metode pengukuran tinggi gelombang yang digunakan. Selain itu, gelombang refleksi yang dihasilkan oleh model juga dapat memberikan pengaruh yang signifikan. Oleh karena itu, akurasi pengukuran tinggi merupakan faktor utama dalam menentukan ketidakpastian pengujian. Penelitian ini adalah penelitian eksperimental yang dilakukan di dalam *wave flume* berukuran 25 x 1 x 1.2 m bertempat di Laboratorium Teknologi Kelautan, Departemen Teknik Kelautan, Universitas Hasanuddin. Seperti yang bisa dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi penelitian

METODE PENELITIAN



Gambar 2. Model peredam gelombang yang pasangkan pada *wave flume*

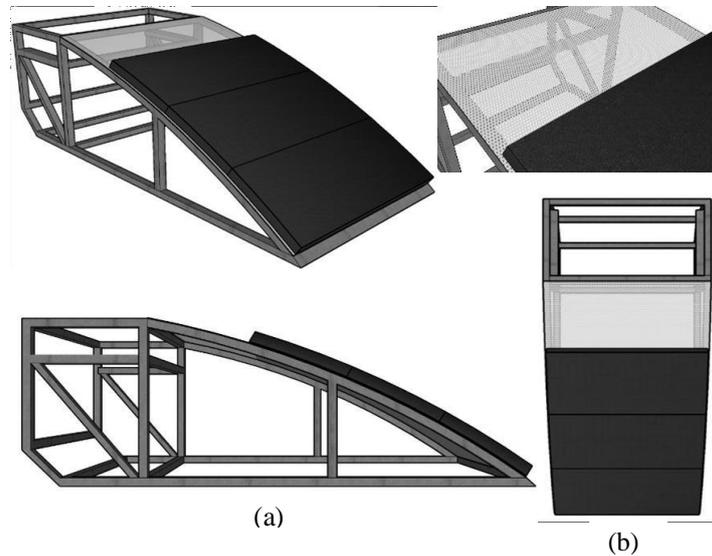
Model peredam yang dipasangkan pada *wave flume* dan akan dianalisis penggunaannya merupakan variasi dari tipe pantai landai dan tipe parabola berpori (porous parabole). Model ini menggunakan dua *foam* 2x1 m dengan ketebalan 20 cm dipasangkan di permukaan papan baja berpori, model ini ditentukan berdasarkan hasil penelitian-penelitian sebelumnya mengenai percobaan model peredam gelombang, dengan melihat perbandingan koefisien refleksi yang didapatkan serta keterjangkauan alat dan bahan, maka digunakanlah model seperti pada Gambar 2.

Peredam gelombang memiliki beberapa metode dalam meredam energi gelombang datang semaksimal mungkin sekaligus meminimalisir terjadinya refleksi gelombang yang tidak diinginkan. Model yang akan digunakan



copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

memanfaatkan kemiringan terhadap dasar tangki yakni 15°, selain kemiringan, porositas perlu diperhatikan dimana porositas merupakan perbandingan luas dari pori yang terdapat pada penampang dengan luas dari penampang secara utuh. Berdasarkan penampang baja yang digunakan porositas dari model yang digunakan memiliki pori dengan jari-jari pori $r = 0.0035\text{m}$, didapatkan luas pori, 0.000038465 m^2 . Dalam luas 1 m^2 penampang terdapat 84×48 buah pori. Dengan demikian porositas dapat dihitung, 4032 buah pori dikalikan luas pori $= 0.155091\text{ m}^2$ sehingga nilai porositas $= 0.155091/1 = 0.155091$ berarti untuk setiap 1 m^2 luas penampang terdapat celah sebesar 0.155091 m^2 .



Gambar 3. Model peredam gelombang (a) tampak samping, (b) tampak atas

ANALISA KASUS

Penelitian dilakukan dengan mengatur *wave probe* disepanjang *wave flume*. Parameter yang divariasikan selama penelitian ini adalah tinggi dan periode gelombang sedangkan kemiringan peredam yang digunakan adalah 15°. Model akan dicobakan pada 3 kedalaman, dalam hal ini kedalaman yang dipakai yaitu kedalaman 0.7m, 0.6m, dan 0.5m, untuk mempermudah pengelompokan data masing-masing kedalaman diindikasikan sebagai A (0.7m), B (0.6m), dan C (0.5 m). Periode di setiap kedalaman akan divariasikan sebanyak 4 kali, sedangkan jarak antar *wave probe* adalah 1/8 dari panjang gelombang. Data uji coba gelombang yang digunakan selama penelitian selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel uji coba

	d (m)	L (m)	Freq (Hz)	T (s)	dx1 (m)	Amp1	Amp2	Amp3	Amp4	Amp5
0.7	2.267		0.813	1.230	0.324	0.029	0.034	0.039	0.044	0.049
	2.850		0.707	1.414	0.407	0.037	0.043	0.049	0.055	0.062
	3.828	0.577	1.732	0.547		0.026	0.034	0.042	0.050	0.058
0.6	4.624	0.500	2.000	0.661		0.010	0.020	0.030	0.040	0.050
	2.211	0.813	1.230	0.316		0.029	0.033	0.038	0.043	0.048
	2.746	0.707	1.414	0.392		0.030	0.036	0.042	0.048	0.053
	3.637	0.577	1.732	0.520		0.023	0.031	0.039	0.047	0.055
	4.362	0.500	2.000	0.623		0.021	0.030	0.039	0.048	0.057
0.5	2.128	0.813	1.230	0.304		0.028	0.032	0.037	0.041	0.046
	2.608	0.707	1.414	0.373		0.028	0.034	0.039	0.045	0.051
	3.406	0.577	1.732	0.487		0.012	0.020	0.028	0.036	0.044
	4.056	0.500	2.000	0.579		0.017	0.026	0.035	0.044	0.053

Gelombang yang membentur suatu struktur atau bangunan akan dipantulkan sebagian atau seluruhnya (Triatmodjo, 2011). Refleksi gelombang diakibatkan oleh gelombang datang yang menabrak suatu rintangan sehingga kemudian direfleksikan sebagian atau seluruhnya. Refleksi gelombang ini penting untuk diketahui dalam perencanaan

bangunan pantai, sehingga akan didapatkan keadaan perairan yang relatif tenang pada pelabuhan atau pantai. Besar kemampuan suatu struktur pemecah gelombang untuk merefleksikan gelombang dapat diketahui berdasarkan koefisien refleksi. Koefisien refleksi (K_r) adalah perbandingan antara tinggi gelombang refleksi (H_r) dan tinggi gelombang datang (H_i). Apabila gelombang yang merambat melalui suatu penghalang, maka gelombang tersebut akan dipantulkan kembali oleh penghalang tersebut. Apabila gelombang dipantulkan sempurna atau dipantulkan seluruhnya, maka tinggi gelombang di depan penghalang akan menjadi dua kali tinggi gelombang datang dan disebut gelombang berdiri dan jika penghalang memiliki prioritas atau tidak dapat memantulkan secara sempurna, maka tinggi gelombang di depan penghalang akan kurang dari dua kali tinggi gelombang datang dan pada kondisi ini disebut gelombang parsial. Sehingga diperoleh persamaan:

$$H_{max} = 2a_{max} \text{ dan } H_{min} = 2a_{max} \quad (1)$$

Tinggi gelombang datang adalah:

$$H_i = \frac{2a_{max} + 2a_{max}}{2} = \frac{H_{max} + H_{min}}{2} \quad (2)$$

Sehingga diperoleh persamaan tinggi gelombang refleksi adalah:

$$H_r = \frac{2a_{max} - 2a_{max}}{2} = \frac{H_{max} - H_{min}}{2} \quad (3)$$

Keterangan:

- H_i = tinggi gelombang datang
- H_r = tinggi gelombang refleksi
- H_{max} = tinggi gelombang maksimum
- H_{min} = tinggi gelombang minimum

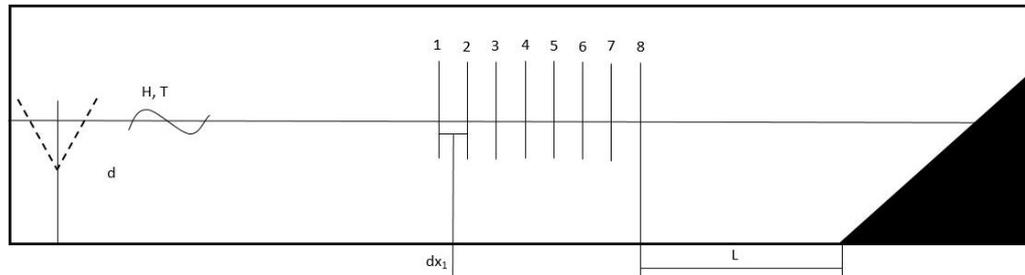
Oleh karena itu untuk percobaan laboratorium dilakukan pengukuran pada beberapa titik baik di depan maupun di belakang model untuk menentukan tinggi gelombang maksimum dan minimum. Selain itu, dengan menggunakan persamaan (1), (2) dan (3), dimungkinkan untuk menghitung tinggi, refleksi, dan rambatan gelombang datang. Ketika gelombang melewati suatu rintangan, sebagian energi gelombang akan dihancurkan oleh gesekan, turbulensi dan gangguan gelombang, dan sisanya akan direfleksikan, disipasi dan transmisi tergantung pada karakteristik kejadiannya. gelombang (periode), tinggi dan panjang gelombang gelombang), jenis pelindung pantai (permukaan halus atau kasar) dan ukuran dan geometri lapisan pelindung, pelindung (kemiringan, tinggi dan lebar penghalang) dan kondisi lingkungan setempat (kedalaman air dan kontur garis pantai) (CERC, 1984). Parameter refleksi gelombang dinyatakan sebagai koefisien refleksi (K_r) yang didefinisikan sebagai berikut:

$$K_r = \frac{H_r}{H_i} \quad (4)$$

Keterangan:

- K_r = koefisien refleksi
- H_i = tinggi gelombang datang
- H_r = tinggi gelombang refleksi

Serangkaian percobaan dilakukan di laboratorium Teknologi Kelautan, Departemen Teknik Kelautan, Universitas Hasanuddin, Gowa, Indonesia. Gelombang reguler diuji dalam *wave flume* dengan panjang 25 m, lebar 1 m dan kedalaman 1,2 m yang dilengkapi dengan pembangkit gelombang *tipe flap*, setiap running dijalankan selama 300 detik dan setelah itu akan diistirahatkan selama 600 detik sambil menunggu permukaan air kembali tenang. Penyerap gelombang di ujung lain dari *flume* dibangun dengan logam baja menyerupai pantai landai yang dipasang dengan dua *foam* 2x1 m setebal 20 cm. Penempatan probe gelombang skematis dapat dilihat pada Gambar 3.11. Gelombang reguler dari lima ketinggian gelombang yang berbeda, empat periode gelombang yang berbeda dan tiga kedalaman air yang berbeda dihasilkan. Delapan titik pengukur gelombang (HR Wallingford 8 saluran) ditempatkan bersama dengan panjang gelombang. Probe gelombang 1-8 diatur pada 1/8 panjang

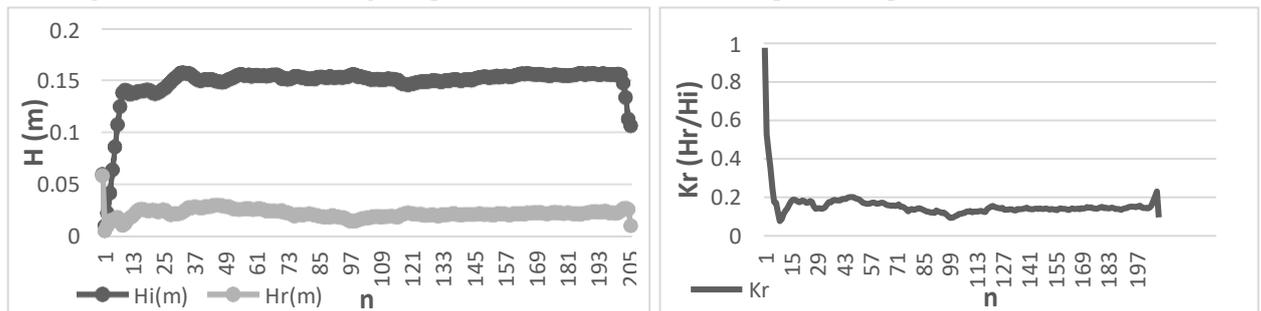


Gambar 4. Pengaturan pengukuran gelombang- gelombang (L)

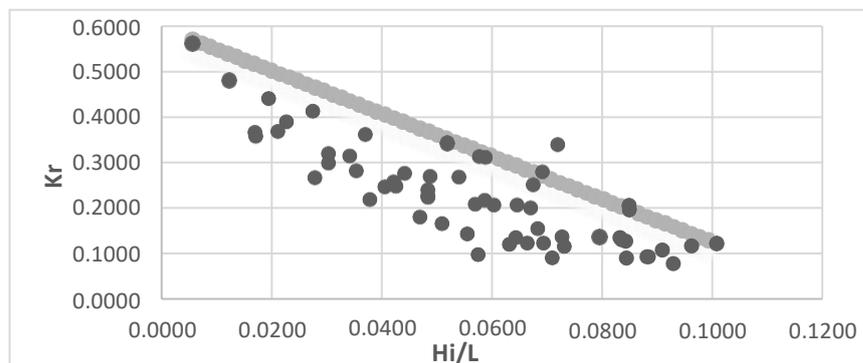
HASIL DAN PEMBAHASAN

Koefisien Refleksi

Berdasarkan persamaan (4) maka data tinggi gelombang refleksi (H_r) dibagikan dengan tinggi gelombang datang (H_i). Adapun grafik tinggi gelombang datang (H_i) dan tinggi gelombang refleksi (H_r) beserta grafik koefisien refleksi dari hasil running di kedalaman 0.6 m dengan inputan $T=1.414$ dan $A= 0.036$ dapat dilihat pada Gambar



Gambar 5. Grafik Tinggi gelombang datang dan refleksi dan grafik koefisien refleksinya



Gambar 6 Grafik Koefisien Refleksi terhadap Kecuraman Gelombang (H_i/L)

Untuk mengetahui efektifitas peredaman gelombang terhadap kecuraman gelombang selama percobaan maka analisis data dilakukan dengan melihat perubahan koefisien refleksi (K_r) terhadap kecuraman gelombang (H_i/L).

Diperoleh grafik output koefisien refleksi (Kr) terhadap kecuraman gelombang (H/L) seperti pada Gambar 5. Jika dibandingkan dengan percobaan peredaman gelombang yang dilakukan Straub L. G., peredam menggunakan tumpukan batu yang disusun seperti pantai landai dengan kemiringan 15° serta kecuraman yang relatif sama, maka didapatkan perbandingan seperti pada Tabel 2.

Tabel 2 Perbandingan koefisien refleksi peredam yang diteliti dengan peredam dari tumpukan batu

H/L	Kr (Percobaan)	Kr (Straub L.G.)
0.03	0.2824	0.0427
0.07	0.0921	0.0224

Sumber : Penelitian Straub, dkk (1957) dan pengolahan data FORTRAN

Dari Tabel 2 diketahui bahwa koefisien refleksi dari gelombang dengan kecuraman 0.03 adalah 0.0427 sedangkan untuk peredam di *wave flume* menghasilkan 0.2824 untuk kecuraman yang sama, dan untuk kecuraman 0.07 didapatkan koefisien refleksi 0.0224 sedangkan untuk peredam di *wave flume* 0.0921. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kinerja peredam gelombang di *wave flume* laboratorium belum seefektif peredam yang menggunakan media bongkahan batu.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisis dan pengolahan data di laboratorium untuk menguji kinerja peredam gelombang variasi tipe pantai landai dan parabola berpori, maka penulis dapat merumuskan beberapa kesimpulan terkait penelitian ini sebagai berikut:

1. Percobaan peredaman gelombang yang dilakukan di laboratorium menghasilkan peredaman gelombang yang relatif baik dimana nilai koefisien refleksi yang didapatkan rata-rata dibawah 0.2 (Hr/Hi).
2. Berdasarkan grafik kecuraman (Gambar 5) tinggi gelombang serta amplitudo berbanding lurus dengan kecuraman gelombang dan berbanding terbalik dengan koefisien refleksi jika kecuraman tinggi maka akan menghasilkan koefisien refleksi yang semakin kecil, karena semakin curam gelombang, maka gelombang yang diterima peredam semakin miring dan menyebabkan gelombang datang yang dipantulkan menjadi lebih kecil.
3. Dilihat dari Tabel 4. perbandingan koefisien refleksi dengan kecuraman yang relatif sama bahwa kinerja peredam gelombang yang dicobakan sudah baik namun belum seefektif peredaman gelombang dari peredam tipe pantai landai yang menggunakan material bongkahan batu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ayunarita S. 2017. Studi Pola Arus, Pasang Surut Dan Gelombang Di Perairan Pantai Pelawan Desa Pangke Kecamatan Meral Kabupaten Karimun Provinsi Kepulauan Riau. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Riau: Pekanbaru., Korea.
- [2] Data Statistik Perikanan, S. D. (2011). Statistik Perikanan Tangkap Indonesia, Vol. 11, No. 1, 2010.
- [3] Kementerian Kelautan dan Perikanan, Direktorat Jendral Perikanan Tangkap, 30
- [4] Kurniawan, R., 2012, Karakteristik Gelombang Laut dan Daerah Rawan Gelombang Tinggi Di Perairan Indonesia. [Tesis] Depok: Universitas Indonesia.
- [5] Pramono, D., 2005, Budaya Bahari. In D. Pramono, Budaya Bahari (pp. 120- 122). Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- [6] Roza, E., 2017, Maritim Indonesia, Kemewahan Yang Luar Biasa. Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, p. 1.
- [7] Jasin, Ml., Yosua, ARDM., 2015, Analisa Karakteristik Gelombang Di Pantai Bulu Rerer Kecamatan Kombi Kabupaten Minahasa. Jurnal Sipil Statik. Vol 3. (1) ISSN: 2337-6732.
- [8] Triatmodjo, B., 1999, Teknik Pantai, Beta Offset, Yogyakarta.
- [9] Siombo, M., 2009, Pengaruh Metode Penyuluhan dan Motivasi Nelayan Terhadap Pengetahuan Tentang Penangkapan Ikan Ramah Lingkungan (Eksperimen Pada Nelayan di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Muara Angke, Jakarta Utara 2008). Sinopsis Disertasi Program Pascasarjana, UNJ, 2.
- [10] Sutirto, Trisnoyuwono, D. 2014. Gelombang Dan Arus Laut Lepas. Graha Ilmu: Yogyakarta.

