

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PANJANG STRUKTUR HANGING BREAKWATER TERHADAP TRANSMISI GELOMBANG

Deni Mulyawan, Chairul Paotonan, dan Sabaruddin Rahman

Departemen Teknik Kelautan, Universitas Hasanuddin

Email: denimulyawan111199@gmail.com

Abstrak

Pemecah gelombang merupakan konstruksi pemecah gelombang yang sangat efektif yang dapat digunakan untuk melindungi perairan pelabuhan karena dapat mengganggu energi gelombang yang berasal dari laut dalam. Pemecah gelombang yang banyak digunakan saat ini adalah jenis tiang pancang, baik alami maupun buatan. Kelemahan pemecah gelombang batuan adalah ukurannya yang besar dan oleh karena itu sangat mahal untuk diterbitkan. Oleh karena itu, diperlukan pemecah gelombang jenis baru yang ukurannya lebih kecil dan biaya pembangunannya lebih murah. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah pemecah gelombang tersuspensi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh parameter gelombang terhadap koefisien transmisi gelombang melalui *hanging breakwater*. Penelitian dilakukan di Laboratorium Riset Teknologi Kelautan Universitas Hasanuddin. Parameter dalam penelitian ini dilakukan dengan 5 variasi tinggi gelombang, 5 variasi periode gelombang (T), dan 3 variasi panjang model (L). Dari hasil penelitian yang telah kami lakukan dapat disimpulkan bahwa nilai koefisien transmisi (K_t) berbanding terbalik dengan kecuraman gelombang (H_i/L). Dari gambar 3 menunjukkan bahwa apabila dibandingkan antara variasi model ($L_1 = 40$ cm; $L_2 = 50$ cm; dan $L_3 = 60$ cm) dengan kondisi kedalaman ($d = 70$ cm) dan dengan variasi periode (T 1; T 1,2; T 1,5; T 1,8 dan T 2 dtk) maka dapat dilihat bahwa nilai K_t condong lebih rendah pada variasi model ke tiga yaitu $L_3 = 60$ cmdengan nilai $0,095 \leq K_t \leq 0,530$ dan $L_2 = 0,108 \leq K_t \leq 0,608$ serta $L_1 = 0,163 \leq K_t \leq 0,584$. Hal ini menunjukkan bahwa Pemecah Gelombang tipe *hanging breakwater* lebih efektif jika semakin lebar model uji yang diberikan.

Kata Kunci: Gelombang, *Hanging Breakwater*, Koefisien Transmisi

Abstract

Breakwaters are highly effective breakwater constructions that can be used to protect harbor waters by interrupting wave energy coming from the deep sea. Widely used breakwaters today are of the pile type, both natural and artificial. The drawback of rock breakwaters is that they are large in size and therefore very expensive to issue. Therefore, a new type of breakwater is needed that is smaller in size and cheaper to build. One solution that can be applied is a suspended breakwater. The purpose of this study is to determine the effect of wave parameters on the coefficient of wave transmission through a suspended breakwater. The research was conducted at the Marine Technology Research Laboratory, Hasanuddin University. The parameters in this study were carried out with 5 variations of wave height, 5 variations of wave period (T), and 3 variations of model length (L). From the results of the research we have done, it can be concluded that the value of the transmission coefficient (K_t) is inversely proportional to the steepness of the wave (H_i/L). Figure 3 shows that when compared between model variations ($L_1 = 40$ cm; $L_2 = 50$ cm; and $L_3 = 60$ cm) with depth conditions ($d = 70$ cm) and with period variations (T 1; T 1.2; T 1.5; T 1.8 and T 2 s), it can be seen that the K_t value is lower in the third model variation, $L_3 = 60$ cm with a value of $0.095 < K_t < 0.530$ and $L_2 = 0.108 < K_t < 0.608$ and $L_1 = 0.163 < K_t < 0.584$. This shows that the hanging breakwater type is more effective the wider the test model is given.

Keywords: Wave, Hanging Breakwater, Transmission Coefficient.

PENDAHULUAN

Gelombang laut biasanya disebabkan oleh angin, meskipun ada faktor lain yang dapat menyebabkan terjadinya gelombang di laut, seperti aktivitas seismik di dasar laut (gempa bumi), letusan gunung berapi, pergerakan kapal, dan tarikan gravitasi benda langit (bulan dan matahari). (Ninning, 2002).

Gelombang laut dapat dibedakan menjadi beberapa jenis menurut gaya pembangkitnya. Gelombang ini disebabkan oleh gelombang angin yang bertiup di permukaan laut, pasang surut disebabkan oleh gaya tarik benda-benda langit terutama matahari dan bulan, tsunami disebabkan oleh letusan gunung berapi atau gempa bumi di laut, pergerakan kapal, dll. (Triatmodjo 2016).

Di antara bentuk gelombang tersebut, yang terpenting dalam bidang teknik pesisir adalah gelombang angin



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

(selanjutnya disebut gelombang) dan pasang surut. Gelombang dapat menghasilkan energi untuk membentuk pantai, menyebabkan arus dan transportasi sedimen melintasi dan sepanjang pantai, dan kekuatan yang mempengaruhi struktur pantai. Gelombang merupakan faktor terpenting dalam desain struktur pelabuhan, saluran air, bangunan pantai, dll. Oleh karena itu, seorang ahli teknik pesisir harus memiliki pemahaman yang baik tentang karakteristik dan perilaku gelombang baik di laut dalam, perambatannya di sepanjang pantai dan wilayah pesisir, serta pengaruhnya terhadap struktur pesisir. (Triatmodjo 2016).

Pasang surut juga merupakan faktor penting karena dapat menimbulkan arus yang kuat, terutama di daerah yang sempit seperti teluk dan sungai. Selain itu, ketinggian pasang surut juga sangat penting dalam perancangan fasilitas pantai. Misalnya, ketinggian bangunan pantai ditentukan berdasarkan pasang surut untuk mengurangi limpasan, sedangkan kedalaman saluran air dan perairan pelabuhan ditentukan berdasarkan pasang surut. Gelombang besar pada saat air pasang dapat merusak pantai jauh ke pedalaman. (Triatmodjo 2016).

Secara umum, bentuk gelombang di alam sangat kompleks dan sulit untuk dijelaskan secara matematis karena tidak linier, tiga dimensi dan bentuknya acak (rangkain gelombang dengan ketinggian dan periode yang berbeda). Beberapa teori yang ada hanya menjelaskan bentuk gelombang sederhana dan merupakan perkiraan gelombang alami. (Triatmodjo 2016).

Wilayah pesisir adalah wilayah yang banyak dimanfaatkan oleh kegiatan manusia, seperti wilayah pemerintahan, pemukiman, industri, pelabuhan, budidaya perikanan, pertanian, perikanan, pariwisata, dan lain-lain. Pantai juga merupakan bagian dari lingkungan pesisir yang dinamis dan selalu berubah. Proses perubahan yang terjadi di pantai merupakan hasil interaksi berbagai gaya yang bekerja di pantai, termasuk angin dan ombak (Triatmodjo, 1999).

Masalah umum di daerah pesisir adalah erosi pantai, yang terutama disebabkan oleh dampak gelombang laut. Salah satu cara untuk mencegah terjadinya erosi pantai adalah dengan menggunakan tanggul di daerah-daerah tertentu. Gelombang besar dapat diredam dengan cara mengurangi energi gelombang yang masuk sehingga gelombang pantai memiliki energi yang rendah. Untuk mengatasi kerusakan pantai yang disebabkan oleh gelombang, maka di pantai harus dibangun pemecah gelombang untuk menyebarkan, memantulkan, dan meneruskan energi gelombang sebelum mencapai pantai. (Rizqi, Haryo dan Sujantoko, 2010).

Efektifitas struktur pemecah gelombang dalam melindungi perairan pesisir dan pelabuhan dapat dilihat dari seberapa besar energi gelombang yang dapat diserap oleh bangunan tersebut. Dalam penelitian ini, kinerja penghalang gelombang diperiksa dengan nilai transmisi gelombang (K_t) dan nilai refleksi gelombang (K_r). (Paotonan, Kasim dan Rahman, 2018). Nilai permeabilitas gelombang (K_t) adalah perbandingan gelombang yang melewati dermaga apung dengan gelombang yang datang. Tinggi gelombang dan periode yang diterapkan pada model digunakan sebagai variabel yang menentukan besarnya koefisien transmisi gelombang (Murali dan Mani, 1997).

Desain struktur pelindung garis pantai atau pemecah gelombang biasanya didasarkan pada koefisien transmisi gelombang K_T . Nilai K_T yang lebih rendah menunjukkan peningkatan efektivitas pemecah gelombang (Armono, 2004). Nilai transmisi gelombang (K_r) adalah perbandingan tinggi gelombang pantul dengan tinggi gelombang datang. Kemampuan sebuah bangunan untuk memantulkan gelombang diberikan oleh koefisien refleksi.

Kedua parameter di atas sangat penting dalam desain *hanging breakwater*. Oleh karena itu, dipandang perlu untuk melakukan penelitian terkait pengaruh gelombang yang merambat melalui struktur tersuspensi. Salah satu jenis jetty yang dapat dikembangkan untuk mengatasi biaya konstruksi yang relatif mahal dari pelanggaran adalah jetty gantung. Persoalannya sejauh ini kinerja pendudukan ini dalam meredam gelombang untuk melindungi pelabuhan belum diketahui. Oleh karena itu, penelitian ini bermaksud untuk melakukan penelitian tentang "*Studi Eksperimental Pengaruh Panjang Struktur Hanging Breakwater Terhadap Transmisi Gelombang*".

Ketinggian gelombang di kolam pelabuhan merupakan masalah serius karena mengganggu proses bongkar muat kargo dan penumpang, menyebabkan kerusakan material dan bahkan mengancam kehidupan manusia. Oleh karena itu, pelabuhan yang relatif terbuka ke laut lepas harus dilindungi oleh pemecah gelombang. Salah satu jenis pemecah gelombang yang berpotensi untuk dikembangkan adalah pemecah gelombang tersuspensi. Permasalahan yang muncul adalah belum diketahuinya kinerja pemecah gelombang tersuspensi dalam meredam dan memantulkan gelombang. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan pengujian gelombang pada model prototipe pemecah gelombang tersuspensi, yang diuji pada palung gelombang yang dilakukan di Laboratorium Riset Teknologi Kelautan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

METODE PENELITIAN

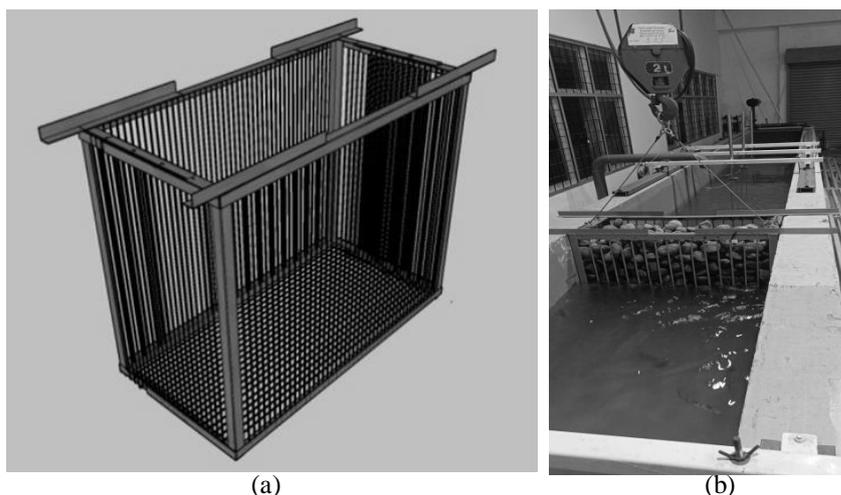
Konsep dasar pemodelan dengan skala model adalah membentuk kembali masalah atau fenomena yang ada pada prototipe dalam skala yang lebih kecil, sehingga fenomena yang muncul dalam model serupa (mirip) dengan fenomena yang ada pada prototipe. Kesamaan yang dimaksud adalah keselarasan geometrik, keselarasan kinematika dan keselarasan dinamis (Nur Yuwono, 1996). Hubungan antara model dan prototipe diturunkan menggunakan skala, karena setiap parameter memiliki skala sendiri dan besaran yang sama. Skala dapat didefinisikan sebagai rasio antara nilai dalam prototipe dan nilai parameter ini dalam model.



Tabel 1. Skala Model

Variabel	Notasi	Skala
Skala Tinggi	n_H	25
Skala Panjang	n_L	25
Skala Lebar	n_B	25
Kedalaman	n_d	25

Model pemecah gelombang tipe *Hanging Breakwater* dirancang sebagai keranjang persegi panjang yang dapat diisi dengan batu dan dapat divariasikan panjang modelnya yang dapat berubah-ubah sehingga dapat kita sesuaikan dengan panjang yang diinginkan. Beberapa material yang digunakan dalam penelitian ini adalah: model pemecah gelombang besi tipe *hanging breakwater* dengan lebar (b) = 97 cm (d disesuaikan lebar *flume*), panjang model (L1) = 40 cm, (L2) = 50 cm, (L3) = 60 cm dan tinggi model (h) = 80 cm (d disesuaikan dengan tinggi *wave flume*).



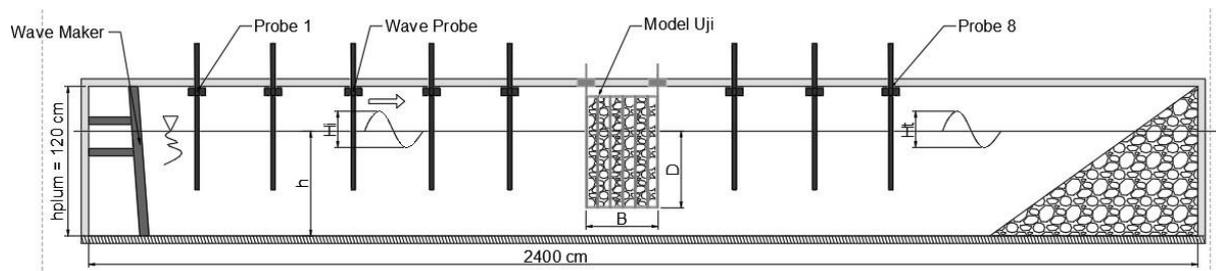
Gambar 1. (a). Model *Hanging Breakwater* (b) Model *Hanging Breakwater* di *Wave Flume*

Tabel 2. Parameter Gelombang

Model (m)	d(m)	Panjang Gelombang L (m)	T	Freq (Hz)	x probe	dx(m)	skala	A1	A2	A3	A4	A5
L1 = 0.4, L2 = 0.5, L3 = 0.6	0.7	4.62	2.00	0.50	2.31	1.16	25.00	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02
		4.03	1.80	0.56	2.02	1.01	25.00	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02
		3.12	1.50	0.67	1.56	0.78	25.00	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02
		2.17	1.20	0.83	1.09	0.54	25.00	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02
		1.55	1.00	1.00	0.78	0.39	25.00	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02

Penelitian dilakukan di Laboratorium Riset Teknologi Kelautan Universitas Hasanuddin. Parameter dalam penelitian ini dilakukan dengan 5 variasi tinggi gelombang, 5 variasi periode gelombang (T), dan 3 variasi panjang model (L). Alat-alat dalam pekerjaan ini adalah sebagai berikut:

1. Saluran gelombang yang dilengkapi dengan pembangkit gelombang dan peredam gelombang, yang terbuat dari beton dengan ukuran panjang 24 m, lebar 1 m dan tinggi efektif 1,2 m.
2. Wave probe (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, dan 8) untuk pembacaan tinggi gelombang;
3. Mistar ukur digunakan untuk mengukur kedalaman air;
4. Komputer.



Gambar 2. Model pemecah gelombang dalam saluran *flume*

Tinggi gelombang diukur dengan 5 titik pengukuran di depan model dan 3 titik di belakang model. Jarak antara probe di depan model ditentukan oleh panjang gelombang. Informasi utama yang diamati dan dicatat selama uji laboratorium adalah tinggi gelombang di depan dan di belakang model. Dari hasil pengujian dan perekaman tinggi gelombang pada setiap titik pengamatan, sensor 1, 2, 3, 4 dan 5 berada di depan model dan probe 6, 7 dan 8 berada di belakang model. Perekaman menggunakan sensor berupa sensor, kemudian hasil rekaman tersebut dikirimkan ke komputer. Data yang diperoleh dari komputer kemudian diolah dan dianalisis menggunakan aplikasi *fortran*.

Ada dua variabel yang akan diteliti dalam penelitian ini, variabel terikatnya adalah tinggi gelombang yang ditransmisikan (H_t), tinggi gelombang pantul (H_r), koefisien transmisi (K_t) dan koefisien pantul (K_r), dan variabel bebas untuk ini. yang dipelajari adalah periode gelombang (T), Perubahan panjang gelombang (L), tinggi gelombang (H_i) dan panjang struktur. Besarnya kemampuan bangunan untuk memantulkan gelombang diberikan oleh koefisien refleksi, yang merupakan rasio Antara tinggi gelombang pantul (H_r) dan tinggi gelombang datang (H_i). Nilai K_r berkisar dari 1,0 untuk refleksi total hingga 0 untuk tanpa refleksi. Parameter refleksi gelombang biasanya dinyatakan dalam koefisien refleksi (K_r), yang didefinisikan sebagai:

$$K_r = \frac{H_r}{H_i} = \frac{\overline{E_r}}{\overline{E_i}} \quad (1)$$

Transmisi gelombang (H_t) adalah tinggi gelombang melalui rintangan, diukur dengan koefisien Transmisi (K_t) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$K_t = \frac{H_t}{H_i} = \frac{\overline{E_t}}{\overline{E_i}} \quad (2)$$

Menurut Horikawa (1978), besarnya energi gelombang yang dihamburkan/dilemahkan (K_d) adalah besarnya energi gelombang datang dikurangi energi gelombang yang ditransmisikan dan dipantulkan.

$$K_d = 1 - K_t - K_r \quad (3)$$

ANALISIS KASUS

Jenis penelitian adalah eksperimental, dimana kondisi diciptakan dan diatur oleh peneliti, mengacu pada literatur penelitian dan kontrol, dengan tujuan untuk mengetahui apakah ada hubungan sebab-akibat dan seberapa besar penyebabnya. Hubungan sebab dan akibat terdiri dari pemberian perlakuan tertentu kepada beberapa kelompok eksperimen dan memberikan perbandingan. Masalah yang dibahas dalam penelitian ini diuraikan sebagai berikut: Bagaimana panjang struktur pemecah gelombang tersuspensi mempengaruhi gelombang masuk dengan nilai koefisien transmisi, koefisien refleksi dan koefisien dispersi. Sehubungan dengan permasalahan yang telah dirumuskan sebelumnya, tujuan yang dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh panjang struktur pemecah gelombang tersuspensi terhadap koefisien transmisi, koefisien refleksi dan koefisien difusi.

Penelitian ini menggunakan dua sumber data, yaitu: data primer yang diperoleh langsung dari simulasi model fisik di laboratorium, dan data sekunder yang diperoleh dari literatur dan hasil studi yang ada, keduanya dilakukan di laboratorium dan itu dilakukan di tempat lain yang berkaitan dengan studi fraktur berpori.

HASIL DAN PEMBAHASAN

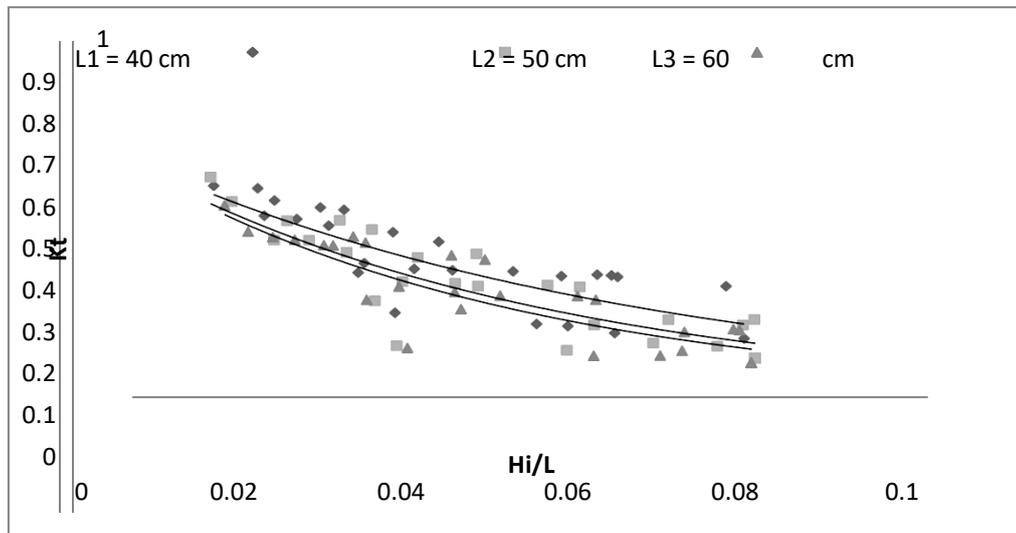
PENGARUH H_i/L TERHADAP KOEFISIEN TRANSMISI (K_t) UNTUK SEMUA VARIASIPANJANG MODEL

Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan, akan dilihat pengaruh kecuraman gelombang baik dalam parameter (H_i/L) terhadap nilai pada kondisi kedalaman ($d = 70$ cm) dengan 3 skenario spasi panjang antar model ($L_1 = 40$ cm, $L_2 = 50$ cm, dan $L_3 = 60$ cm).



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

Berdasarkan hasil pengolahan data didapatkan grafik perbandingan H_i/L terhadap K_t antara variasi panjang model uji (L_1 , L_2 , dan L_3) seperti berikut:



Gambar 3. Perbandingan H_i/L terhadap K_t untuk semua model

Dari gambar 3 di atas menunjukkan dari hasil analisis untuk ketiga variasi model ($L_1 = 40$ cm, $L_2 = 50$ cm dan $L_3 = 60$ cm) dimana semakin besar nilai Kecuraman gelombang (H_i/L) maka nilai koefisien transmisi (K_t) nya semakin kecil pada tiap-tiap model sebaliknya semakin kecil nilai kecuraman gelombang (H_i/L) maka nilai koefisien transmisi (K_t) nya semakin besar. Dari gambar 3 menunjukkan bahwa apabila dibandingkan antara variasi model ($L_1 = 40$ cm, $L_2 = 50$ cm dan $L_3 = 60$ cm) dengan kondisi kedalaman ($d = 70$ cm) dan dengan variasi periode (T_1 ; $T_{1,2}$; $T_{1,5}$; $T_{1,8}$ dan T_2 dtk) maka dapat dilihat bahwa nilai K_t condong lebih rendah pada variasi model ke tiga yaitu $L_3 = 60$ cm dengan nilai $0,095 \leq K_t \leq 0,530$ dan $L_2 = 0,108 \leq K_t \leq 0,608$ serta $L_1 = 0,163 \leq K_t \leq 0,584$. Hal ini menunjukkan bahwa Pemecah Gelombang tipe *hanging breakwater* lebih efektif jika semakin lebar model uji yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Armono, H. D., 2004 ‘Artificial Reefs As Shoreline Protection Structures’, Seminar Teori Dan Aplikasi Teknologi Kelautan Iv, (III), Pp. 1–14.
- [2] Murali, K. And Mani, J., S., 1997 ‘Performance Of Cage Floating Breakwater’, Journal Of Waterway, Port, Coastal, And Ocean Engineering, 123(4), Pp. 172–179. Doi: 10.1061/(Asce)0733- 950x(1997)123:4(172).
- [3] Nining, S., 2002, Oseanografi Fisis, Kumpulan Transparansi Kuliah Oseanografi Fisika, Program Studi Oseanografi, ITB.
- [4] Rizqi, H., Haryo, D., A., And Sujantoko, 2010, ‘Studi Eksperimen Transmisi Gelombang Pada Pemecah Gelombang Terapung Tipe Pile’.
- [5] Triatmodjo, B., 2016, Perencanaan Bangunan Pantai . Beta Offset: Yogyakarta.
- [6] Triatmodjo, B., 1999, Teknik Pantai. Beta Offset: Yogyakarta.
- [7] Paotonan, C., Kasim, A. H. And Rahman, S. (2018) ‘Kajian Eksperimental Pengaruh Lebar Celah Relatif Pada Hanging Sheet Pile Breakwater Akibat Gelombang Tidak Beraturan (Irregular Wave)’, (September), Pp. 62–65