

# ***Floating Concrete Breakwater Ditinjau Dari Koefisien Transmisi***

**RUBBY OKIGIANDI<sup>1</sup>, YESSI NIRWANA KURNIADI<sup>2</sup>**

1. Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung
  2. Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung
- Email: rubbyokigiandi@gmail.com

## **ABSTRAK**

*Gelombang laut memiliki energi yang dapat mengakibatkan ketidakstabilan terhadap kondisi garis pantai dikawasan pesisir. Permasalahan tersebut perlu diatasi dengan dibuat suatu struktur yang mampu mereduksi gelombang salah satunya dengan menggunakan pemecah gelombang terapung. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui apakah struktur pemecah gelombang terapung yang telah didesain sedemikian rupa tersebut dapat efektif mereduksi gelombang berdasarkan nilai koefisien transmisi (Kt). Pengujian dilakukan dengan metode uji model fisik di laboratorium Institut Teknologi Nasional. Dari semua hasil pengujian model fisik diperoleh nilai koefisien transmisi lebih besar dari satu karena jika kurang dari satu maka model fisik tersebut tidak dapat mereduksi gelombang. Nilai koefisien transmisi terbesar diperoleh sebesar 1.442. dari hal tersebut membuktikan bahwa pemecah gelombang terapung yang telah didesain mampu untuk mereduksi gelombang dengan baik.*

**Kata kunci:** pemecah gelombang terapung, koefisien transmisi, model fisik

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia termasuk negara kepulauan yang didominasi oleh wilayah perairan. Indonesia juga merupakan negara yang memiliki banyak pulau, karena itu Indonesia disebut juga sebagai negara maritim. Kerusakan pada daerah pantai pun menjadi tak terhindarkan dikarenakan kurangnya pelindung pantai akibat abrasi. Upaya pengamanan pantai dari abrasi telah dilakukan di Indonesia dengan menggunakan berbagai metode, baik dengan pendekatan secara keras (*hard engineering approach*) maupun secara lunak (*soft engineering approach*).

*Breakwater* merupakan salah satu struktur yang berfungsi untuk mereduksi gelombang. Banyak jenis dan tipe dari bangunan *breakwater* salah satunya *floating concrete breakwater*. Keunggulan *floating concrete breakwater* antara lain yaitu ekonomis dan mudah untuk proses instalasi di lapangan.

Penelitian ini akan dilakukan studi terhadap tiga tipe model fisik *floating concrete breakwater* yang telah didesain. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengamati efektifitas redaman gelombang yang dapat dihasilkan oleh ketiga model fisik *floating concrete breakwater* ditinjau berdasarkan uji model fisik di laboratorium.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pemecah Gelombang

Pemecah gelombang merupakan struktur yang dapat melindungi kawasan pesisir dari terjangan gelombang laut contohnya untuk melindungi fasilitas pelabuhan dan kawasan permukiman nelayan. Bangunan pemecah gelombang menjadikan pemisah antara perairan dangkal dengan perairan dalam. Skema pembuatan pemecah gelombang memiliki banyak variable yang menentukan dampak terhadap garis pantai yang ditentukan berdasarkan lokasi penempatan pemecah gelombang, jenis material yang digunakan, permeabilitas dari struktur, dan kondisi puncak dari struktur pemecah gelombang (Yudha, I., 2011).

### 2.2 Pemecah Gelombang Terapung (*Floating Breakwater*)

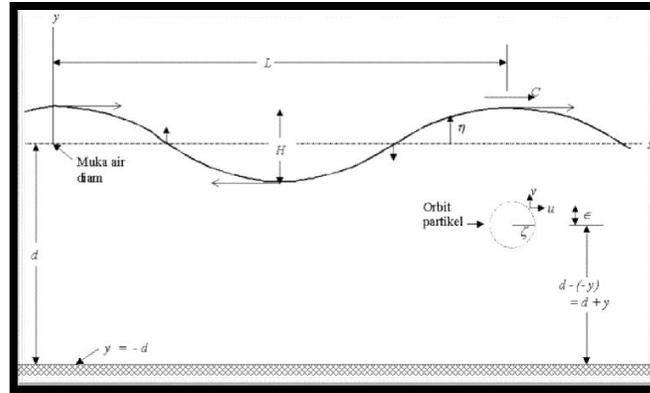
*Floating breakwater* merupakan salah satu tipe pemecah gelombang yang dipasang dalam kondisi terapung di air dan ditambahkan jangkar sebagai pemberat agar struktur tidak bergeser ketika diterjang gelombang laut. Studi terdahulu yang dilakukan untuk mengetahui kinerja dari struktur *floating breakwater* telah banyak dilakukan dan menyimpulkan sebagai kelebihan dan kekurangan dari penggunaan *floating breakwater* sebagai struktur pemecah gelombang.

*Floating breakwater* mampu bekerja efektif ketika tata letak penempatan struktur yang tepat. *Floating breakwater* bisa digunakan untuk melindungi kawasan pesisir pada kondisi tanah yang buruk dan dapat ditempatkan pada kedalaman lebih dari 3,1 m dengan biaya yang lebih murah dibanding *fix breakwater* (Fourset, M. W., 2006).

### 2.3 Gelombang

Gelombang merupakan salah satu bentuk energi yang dapat membentuk pantai, menimbulkan arus laut dan *transport* sedimen pada air dalam arah tegak lurus sepanjang pantai. Gelombang laut dibangkitkan oleh gaya yang bekerja disekitar perairan antara lain akibat gaya angin dan gaya tarik yang ditimbulkan oleh benda-benda diluar angkasa terutama yang diakibatkan oleh bulan dan matahari (Triatmodjo, B., 2014).

Gelombang tidak bergerak maju ke arah horizontal. Hal ini diakibatkan partikel air yang berada di satu orbit tertutup. Skema pembentukan gelombang dapat dilihat pada gambar 1 dimana gelombang menjalar padan sumbu  $x$  pada system koordinat  $x,y$ .



**Gambar 1. Parameter Pembentuk Gelombang**  
(sumber: Triatmodjo, B., 2014)

Parameter-parameter gelombang yang diperoleh dari gambar 1 antara lain sebagai berikut:

- $d$  = Jarak antara muka air rerata,
- $\eta(x,t)$  = Fluktuasi muka air terhadap muka air datum,
- $a$  = Amplitudo,
- $H$  = Tinggi gelombang =  $2a$ ,
- $L$  = Panjang gelombang,
- $T$  = Periode gelombang, interval waktu yang diperlukan oleh partikel air untuk kembali pada kedudukan yang sama dengan kedudukan sebelumnya,
- $C$  = Kecepatan rambat gelombang =  $L/T$ ,
- $K$  = Angka gelombang =  $2\pi/L$ ,
- $\sigma$  = Frekuensi gelombang =  $2\pi/T$ .

## 2.4 Transmisi Gelombang

Transmisi gelombang diakibatkan oleh adanya suatu struktur yang menghambat laju gelombang sehingga sebagian gelombang dipecahkan dan dipantulkan namun sebagian lagi akan tertransmisikan melewati struktur. Tinggi gelombang yang tertransmisikan akan lebih kecil dari pada gelombang kejadian, begitu pula dengan perioda gelombangnya yang pasti akan berbeda besarnya. Pada saat meninjau sebuah gelombang yang tidak beraturan, koefisien transmisi didefinisikan sebagai rasio atau perbandingan antara tinggi gelombang datang dengan tinggi gelombang yang telah melewati suatu struktur yang diperoleh dari persamaan 1.

$$K_t = \frac{H_i}{H_t} \quad \dots(1)$$

Dimana:

- $K_t$  = Koefisien transmisi,
- $H_i$  = Tinggi gelombang datang,
- $H_t$  = Tinggi gelombang setelah melewati struktur.

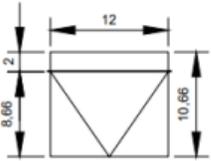
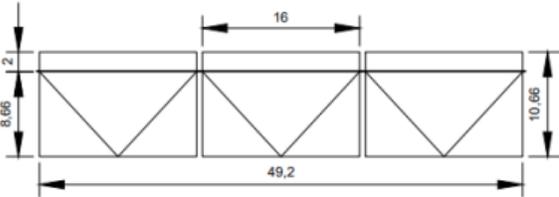
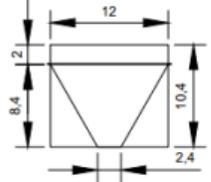
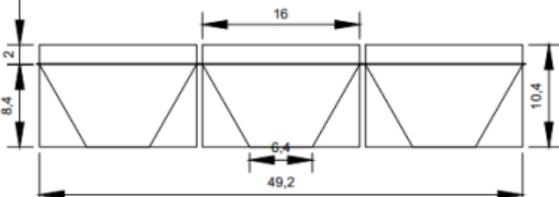
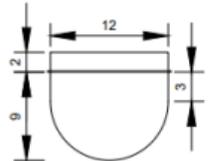
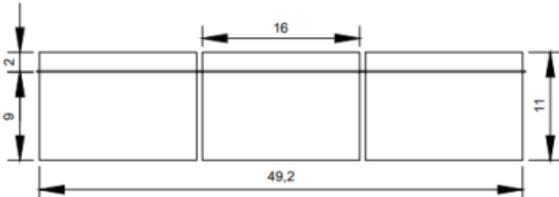
Pada bangunan kedap air (*impermeable*), transmisi gelombang yang diakibatkan oleh hampasan volume air yang melimpas diatas bangunan, sedangkan pada bangunan *permeable* transmisi gelombang merupakan gabungan dari konstruksi *overtopping* dan perembesan air melalui bangunan.

### 3. FORMAT ISI

#### 3.1 Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan ini meliputi pengadaan peralatan dan bahan yang digunakan pada proses pembuatan model fisik pemecah gelombang berbahan *fiberglass*. Persiapan pengerjaan ini juga termasuk pengisian air kolam uji dan pemasangan sensor dan model fisik pada kolam uji. Desain pemecah gelombang terapung pada penelitian ini menggunakan data hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Meylani, I. Anggi. (2020) yaitu *floating concrete* berbentuk pelat dan kombinasi yang pada penelitian ini akan dijadikan *floating concrete breakwater* ditinjau dari koefisien transmisinya. Bentuk dan dimensi model fisik ditampilkan pada tabel 1.

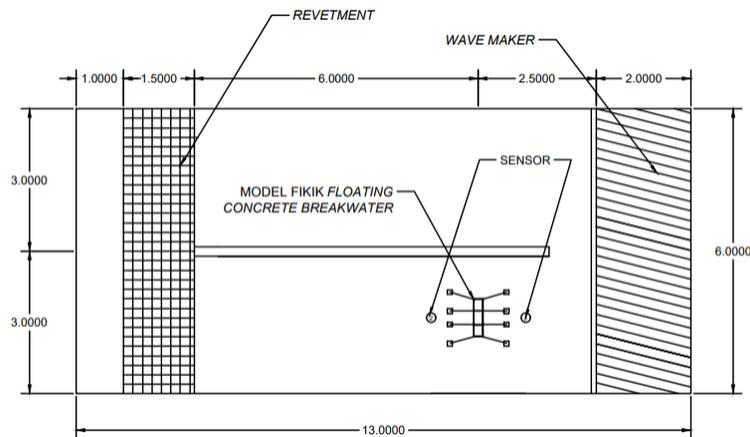
**Tabel 1. Desain Model Fisik *Floating Concrete Breakwater***

TIPE	DIMENSI BREAKWATER	
	TAMPAK SAMPIING	TAMPAK DEPAN
1		
2		
3		

CATATAN : SATUAN DIMENSI DALAM CM

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain komputer, perangkat pembangkit gelombang (*wave maker*), 2 buah sensor pembaca gelombang, mikrohub, dan 3 tipe model fisik *floating concrete breakwater* berbahan *fiberglass*.

Sensor yang digunakan pada pelaksanaan penelitian ini sebanyak 2 buah sensor yang akan ditempatkan sejajar yaitu di depan dan belakang dari model *breakwater*. Kedua sensor disambungkan dengan kabel secara seri ke mikrohub dan komputer yang ditempatkan di luar area kolam uji. Skema penempatan alat tampak seperti pada gambar 2.



**Gambar 2. Skema Penempatan Model dan Sensor pada Kolam Uji**

### 3.2 Pelaksanaan Pengukuran Gelombang

*Wave maker* yang telah terhubung dengan listrik kemudian dioperasikan sehingga kondisi air yang tadinya tenang berubah menjadi membentuk gelombang pada kolam uji. Gelombang yang menjalar akan membentur struktur *breakwater* dan sensor akan mulai membaca tinggi gelombang dilokasi pada saat gelombang belum berbenturan dengan struktur (sensor 1 di depan struktur) dan tinggi gelombang setelah berbenturan dengan struktur (sensor 2 di belakang struktur) kemudian hasil bacaan kedua sensor tersebut dikirimkan ke perangkat komputer melalui mikrohub sehingga diperoleh *output* bacaan sensor dengan durasi pengambilan data tertentu.

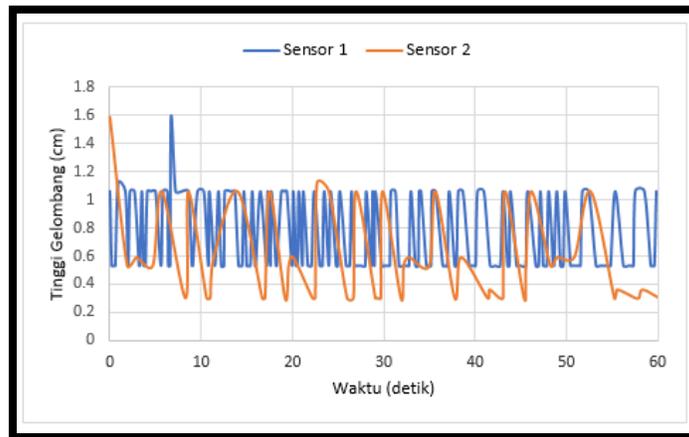
Seluruh data yang diperoleh dari bacaan sensor harus dikurangi dengan tinggi sensor ke dasar kolam sehingga diperoleh tinggi muka air model sebenarnya. Data tinggi itu lah yang kemudian akan diolah. Pengambilan data dilakukan 2 variasi model kecepatan yaitu dengan model kecepatan 70 dan 120 untuk setiap pengujian tipe model fisik yang dibuat.

### 3.3 Metode Pengambilan Data

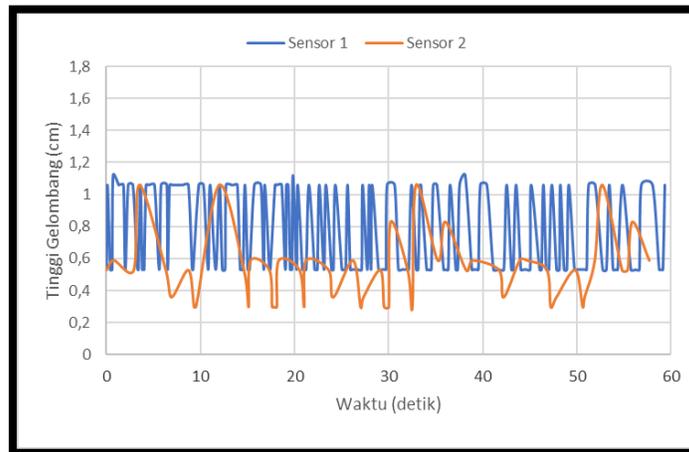
Metode yang digunakan untuk pengukuran pada penelitian ini adalah metode *Time of Flight*, yaitu menghitung waktu sinyal ultrasonik yang dikirim dan sinyal pantulan kembali. Metode utama yang dilakukan dalam mengolah data adalah membandingkan tinggi gelombang datang sebelum berbenturan struktur (sensor 1) dengan tinggi gelombang setelah melewati struktur (sensor 2) sehingga perbandingan kedua data tersebut diperoleh nilai koefisien transmisi gelombang. Metode tersebut dilakukan terhadap ketiga model fisik yang telah dibuat.

### 3.4 Analisis Tinggi Gelombang menggunakan Metode *Zero-Up Crossing*

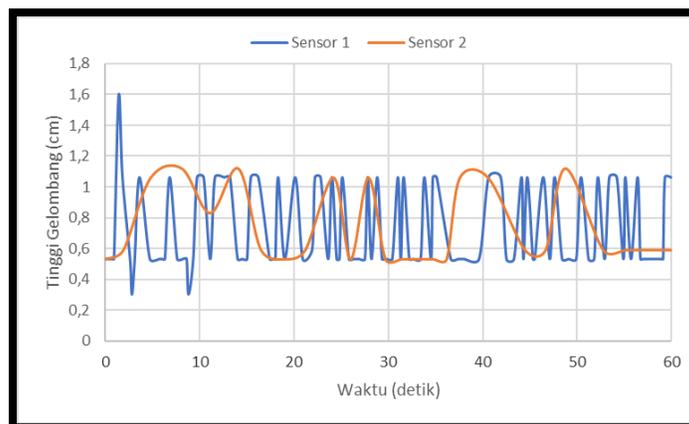
Untuk mendapat nilai tinggi gelombang menggunakan metode *Zero-Up Crossing*. Perhitungan yang dilakukan untuk mengetahui jumlah gelombang dengan metode ini adalah dengan memperhitungkan satu puncak dan satu lembah pada gelombang yang dimulai pada titik nol kemudian menuju titik positif lalu ke titik negatif. Grafik bacaan tinggi gelombang hasil bangkitan kolam gelombang dengan metode *Zero-Up Crossing* dapat dilihat pada gambar 3 sampai dengan gambar 8.



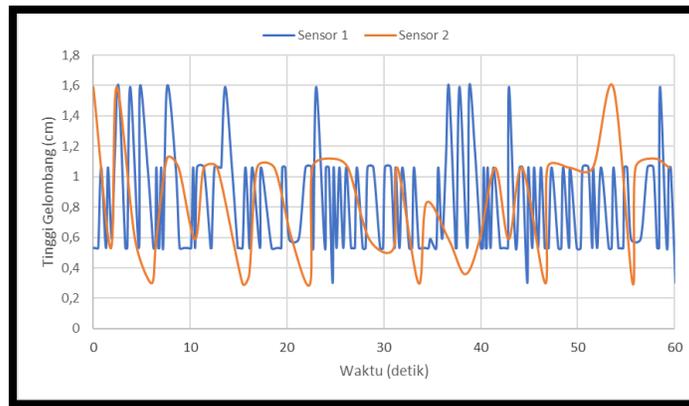
**Gambar 3. Grafik Tinggi Gelombang untuk Floating Concrete Breakwater Tipe 1 dengan Kecepatan 70**



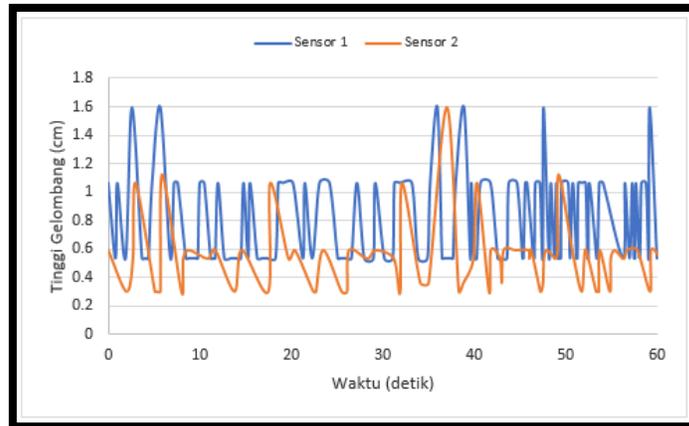
**Gambar 4. Grafik Tinggi Gelombang untuk Floating Concrete Breakwater Tipe 1 dengan Kecepatan 120**



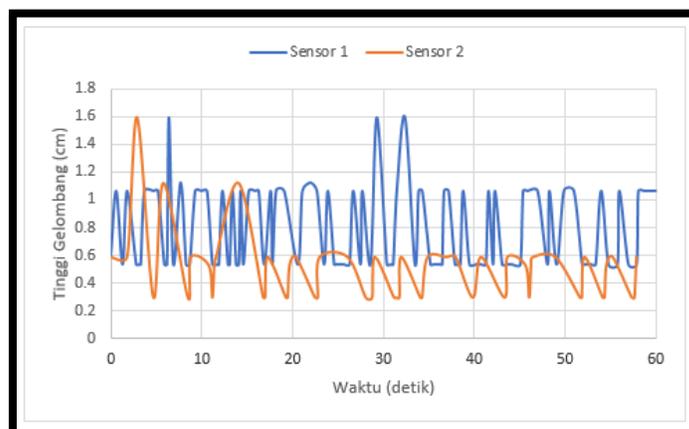
**Gambar 5. Grafik Tinggi Gelombang untuk Floating Concrete Breakwater Tipe 2 dengan Kecepatan 70**



**Gambar 6. Grafik Tinggi Gelombang untuk Floating Concrete Breakwater Tipe 2 dengan Kecepatan 120**



**Gambar 7. Grafik Tinggi Gelombang untuk Floating Concrete Breakwater Tipe 3 dengan Kecepatan 70**



**Gambar 8. Grafik Tinggi Gelombang untuk Floating Concrete Breakwater Tipe 3 dengan Kecepatan 120**

### 3.5 Koefisien Transmisi

Setelah dilakukan pengolahan terhadap data sensor pada pengujian model fisik di laboratorium, maka akan diperoleh tinggi gelombang ( $H$ ) pada tiap sensor yang selanjutnya digunakan untuk mengetahui nilai koefisien transmisi untuk setiap tipe *breakwater* yang diperoleh menggunakan persamaan 1. Rekapitulasi data tinggi gelombang setiap tipe pemecah gelombang untuk masing-masing model kecepatan yang ditampilkan pada tabel 2.

**Tabel 2. Rekapitulasi Tinggi Gelombang dan Nilai Koefisien Transmisi**

Tipe FB	Skala Model	Tinggi Gelombang - H 1/3		Koef Transmisi (Kt)
		Datang	Lewat	
TIPE 1	70	1,091	0,776	1,407
	120	1,089	0,785	1,387
TIPE 2	70	1,076	0,747	1,441
	120	1,160	0,804	1,442
TIPE 3	70	1,083	0,791	1,370
	120	1,037	0,764	1,358

Tabel 2. Menunjukkan bahwa semua tipe model *floating concrete breakwater* yang telah didesain mampu untuk mereduksi gelombang untuk model kecepatan yang dibangkitkan oleh *wave maker* terlihat dari nilai koefisien transmisi ( $Kt$ ) yang lebih besar dari satu. Model *floating concrete breakwater* tipe 2 mampu mereduksi gelombang lebih baik dibandingkan dengan model *floating concrete breakwater* tipe 1 dan tipe 3 karena nilai koefisien transmisinya paling besar diantara *floating concrete breakwater* tipe lainnya.

### 4. KESIMPULAN

Secara umum keseluruhan hasil pengujian menunjukkan bahwa *floating breakwater* yang telah didesain mampu bekerja dengan baik dalam mereduksi gelombang karena nilai koefisien yang didapat lebih dari satu karena jika kurang dari satu maka model fisik tersebut tidak dapat mereduksi gelombang. Dari hasil pengujian model fisik diperoleh nilai koefisien transmisi oleh struktur *floating concrete breakwater* tipe 1 sebesar 1,407 untuk kecepatan 70 dan 1,387 untuk kecepatan 120. Kemudian untuk *floating concrete breakwater* tipe 2 dengan kecepatan 70 dan 120 didapat masing-masing sebesar 1,441 dan 1,442. Dan *floating concrete breakwater* tipe 3 dengan kecepatan 70 dan 120 didapat masing-masing sebesar 1,370 dan 1,358. Model *floating concrete breakwater* tipe 2 mampu meredam gelombang lebih baik dibandingkan dengan model *floating concrete breakwater* tipe 1 dan tipe 3. Maka model tipe 2 menjadi opsi terpilih yang paling efektif untuk dijadikan sebagai struktur pelindung pantai di Pantai Utara Jawa Barat.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada balai LITBANG Teknologi Pantai, PUSLITBANG SDA yang telah memberikan data hasil survei pengamatan tinggi gelombang Pantai Utara Jawa Barat Tahun 2015.

### CONTOH PENULISAN DAFTAR RUJUKAN

Fousert, M. W. (2006). *Floating Breakwater Theoretical Study of Dynamic Wave Attenuating System*. Final Report Of The Master Thesis. Delft University of Technology. Faculty of Civil Engineering and Geoscience. Delft.

- Gemilang, R. I. Anggun. (2016). Efektifitas Redaman energi Gelombang Akibat Adanya *Breakwater* Terapung Ditinjau dari Model Fisik dan Studi Numerik. Tugas Akhir. Bandung: Institut Teknologi Nasional.
- Haryono, R. (2011). Studi Eksperimen Transmisi Gelombang Pada Pemecah Gelombang Terapung Tipe Pile. Tugas Akhir. Institut Teknologi Sepuluh November. Fakultas Teknologi Kelautan. Surabaya.
- Meylani, I. Anggi (2020). Kajian Geometri Stabilitas Apung Pelat Beton Apung (*Floating Breakwater*). Tugas Akhir. Bandung: Institut Teknologi Nasional.
- Satuan Kerja Balai Pantai. (2015). Laporan Akhir Pemecah Gelombang Terapung Sebagai Pelindung Pantai. Puslitbang Sumber Daya Air Balai Pantai. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Triatmodjo, B. (2012). Teknik Pantai. Yogyakarta: Beta Offset.
- Triatmodjo, B. (2014). Perencanaan Bangunan Pantai. Yogyakarta: Beta Offset.