



**TUGAS AKHIR - MO 141326**

**STUDI EKSPERIMENTAL *FLOATING BREAKWATER*  
BENTUK *HEXAGONAL***

**ABDI KURNIA GUSTI**

**NRP. 0431144000026**

**DOSEN PEMBIMBING :**

**Dr.Eng. Muhammad Zikra, S.T, M.Sc**

**Haryo Dwito Armono, S.T,M.Eng, Ph.D**

**DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN**

**FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN**

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**SURABAYA**

**2018**



**FINAL PROJECT - MO 141326**

**EXPERIMENTAL STUDY OF FLOATING BREAKWATER  
WITH HEXAGONAL SHAPE**

**ABDI KURNIA GUSTI**

**NRP. 0431144000026**

**SUPERVISOR :**

**Dr.Eng. Muhammad Zikra, S.T, M.Sc**

**Haryo Dwito Armono, S.T,M.Eng, Ph.D**

**OCEAN ENGINEERING DEPARTMENT**

**FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY**

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**SURABAYA**

**2018**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**STUDI EKSPERIMENTAL *FLOATING BREAKWATER* BENTUK  
*HEXAGONAL***

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana teknik pada program studi strata satu (S-1) Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh

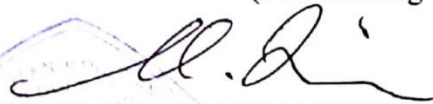
**ABDI KURNIA GUSTI**

**NRP 0431144000026**

Disetujui oleh :

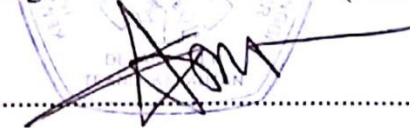
1. Dr.Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc

(Pembimbing 1)



2. Haryo Dwito Armono, S.T.,M.Eng., Ph.D

(Pembimbing 2)



3. Dr.Eng Kriyo Sambodho, S.T., M.Eng

(Penguji 1)



**SURABAYA, Juli 2018**

# STUDI EKSPERIMENTAL *FLOATING BREAKWATER* BENTUK *HEXAGONAL*

Nama : Abdi Kurnia Gusti  
NRP : 04311440000026  
Departemen : Teknik Kelautan  
Dosen Pembimbing : Dr.Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc  
Haryo Dwito Armono, S.T.,M.Eng., Ph.D

## ABSTRAK

Salah satu permasalahan di daerah pesisir adalah erosi pantai yang disebabkan oleh gelombang laut dan arus laut sehingga menyebabkan wilayah di sekitar pesisir menjadi terkikis oleh aktivitas lingkungan laut. Namun hal ini dapat dicegah dengan adanya *breakwater* (Pemecah Gelombang), salah satu *breakwater* yang dapat mengurangi intensitas aksi gelombang di perairan pantai adalah *floating breakwater*. *Floating breakwater* lebih efektif, efisien, dapat dipindah-pindahkan, dan fleksibel dibandingkan dengan *fixed breakwater*. Sehingga banyak pengembangan yang dilakukan pada *floating breakwater* ini. Salah satu pengembangan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu *floating breakwater* yang berbentuk hexagonal. *Hexagonal floating breakwater* (Hexafloater) mempunyai bentuk yang hampir mirip dengan lambung kapal sehingga mempunyai daya apung (buoyancy) yang lebih besar jika dibandingkan dengan bentuk persegi empat. Selain itu kelebihan yang dimiliki oleh *hexagonal floating breakwater* ini yaitu ramah lingkungan, tahan lama, tahan air laut dan zat asam, praktis, serta bebas perawatan. Sehingga, hal inilah yang melatar belakangi dilakukan penelitian ini. Dalam penelitian ini akan dihitung koefisien transmisi ( $K_T$ ) gelombang dari model fisik *hexagonal floating breakwater*, yang merupakan perbandingan antara tinggi gelombang tertransmisi ( $H_T$ ) dengan tinggi gelombang datang ( $H_I$ ), sehingga akan diketahui efektivitas dari *hexagonal floating breakwater* dalam meredam gelombang. Model hexafloater akan diuji di *wave flume* dengan menggunakan gelombang *irregular*. Variabel yang digunakan adalah tinggi gelombang  $H$ , periode gelombang  $T$ , dan konfigurasi model dengan skala 1:10. Pengujian menggunakan dua jenis konfigurasi model yaitu model A dan B. Parameter yang digunakan adalah *wave steepness* ( $H/gT^2$ ). Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa  $K_T$  akan meningkat nilainya dengan berkurangnya nilai *wave steepness*, sebaliknya  $K_T$  akan menurun dengan bertambahnya nilai dari *wave steepness*. Konfigurasi model B menghasilkan nilai  $K_T$  paling kecil dibandingkan dengan konfigurasi A yaitu dengan  $K_T$  sebesar 0,73.

**Kata kunci:** *floating breakwater, hexafloater, irregular, koefisien transmisi*

## EXPERIMENTAL STUDY OF FLOATING BREAKWATER WITH HEXAGONAL SHAPE

Name : Abdi Kurnia Gusti  
NRP : 0431144000026  
Department : Ocean Engineering  
Supervisors : Dr.Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc  
Haryo Dwito Armono, S.T.,M.Eng., Ph.D

### ABSTRACT

One of the problems in coastal areas is abrasion caused by sea waves and ocean currents so coastal areas to become eroded by marine environmental activities. But this can be prevented by the breakwater. one of the breakwater that can reduce the intensity of wave action in coastal areas is floating breakwater. Floating breakwater is more effective, efficient, moveable, and flexible compared to fixed breakwater. So much development is done on this floating breakwater. One of the development of this research is floating breakwater which is hexagonal. Hexagonal floating breakwater (Hexafloater) has a shape that is almost similar to a ship's hull so it has a greater buoyancy when compared with a rectangular shape. In addition, the advantages possessed by hexagonal floating breakwater is environmentally friendly, durable, waterproof and acidic substances, practical, and maintenance free. Thus, this is the background of this research. In this study we will calculate the wave transmission coefficient ( $K_T$ ) of the physical model of hexagonal floating breakwater, which is the ratio between the wave height transmission ( $H_T$ ) with the wave height induced ( $H_I$ ), so it will know the effectiveness of the hexagonal floating breakwater in the wave damping. The hexafloater model will be tested on the wave flume using irregular waves. The variables used are wave height ( $H$ ), wave period ( $T$ ), and model configuration with 1:10 scale. The test uses two types of model configurations, namely model A and B. The parameters used are wave steepness ( $H/gT^2$ ). From the result of research indicate that  $K_T$  will increase its value with decreasing wave steepness value, otherwise  $K_T$  will decrease with increasing value from wave steepness. Model B configuration yields the smallest  $K_T$  value compared to configuration A with  $K_T$  of 0.73.

***Keywords: floating breakwater, hexafloater, irregular, transmission coefficient***

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, kemampuan, dan kelancaran dalam penulisan tugas akhir ini. Karena atas izin-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini tepat pada waktunya. Laporan tugas akhir yang berjudul “**Studi Eksperimental *Floating Breakwater* Bentuk *Hexagonal***”

Tugas akhir ini disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan studi strata satu (S1) di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tugas akhir ini membahas mengenai pengaruh konfigurasi dari *floating breakwater* dengan bentuk baru hexagonal terhadap nilai koefisien transmisi yang dihasilkan. Dengan pengujian fisik dari *floating breakwater* bentuk baru ini diharapkan nantinya dapat berkontribusi dalam hal kemajuan teknologi khususnya di wilayah pantai.

Semoga apa yang penulis kerjakan bermanfaat bagi masyarakat, perusahaan, pemerintah, maupun penulis sendiri. Serta semoga laporan yang penulis buat ini bisa dijadikan referensi dan informasi untuk penelitian di bidang yang sama.

Penulis menyadari pada penulisan dan penyusunan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, maka dari itu penulis mengharapkan adanya masukan, kritik, maupun saran yang membangun sehingga dapat digunakan untuk mengembangkan penelitian ini di waktu yang akan datang.

Surabaya, 27 Juli 2018

Penulis

## UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam mengerjakan penelitian dan penulisan laporan untuk Tugas Akhir ini ada berbagai pihak yang ikut membantu dan memberikan dukungan untuk penulis, baik secara langsung maupun tidak. Maka dari itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Terima kasih banyak dan segala puji syukur kepada Allah SWT yang selalu memberikan pertolongan kepada penulis dari awal penulis masuk perkuliahan hingga menyelesaikan studinya di ITS Surabaya. Syukur alhamdulillahirabbil'alamin.
2. Bapak Rusminto dan Ibu Sriati selaku kedua orang tua penulis yang sudah mendidik penulis selama ini, serta selalu memberikan motivasi, masukan, biaya dan doa selama ini, sehingga penulis bisa menempuh jenjang pendidikan S-1 dan menyelesaikan studi tepat waktu. Semoga penulis bisa membahagiakan dan membalas semua kebaikan Bapak dan Ibu.
3. Adik yang menjengkelkan Ria Arisona yang sudah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan studinya. Terima kasih atas doa dan perhatiannya pada penulis.
4. Bapak Dr. Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing 1 sekaligus dosen wali penulis yang berkenan meluangkan waktu untuk membimbing, mengarahkan, memberikan masukan serta ilmu yang berguna dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Bapak Haryo Dwito Armono, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah berkenan meluangkan waktu untuk membimbing dan memberikan masukan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik.
6. Bapak Drs. Mahmud Musta'in, M.Sc., Ph.D., selaku kepala Laboratorium Lingkungan dan Energi Laut yang berkenan memberikan izin penggunaan laboratorium.

7. Bapak Arif Mochtar, selaku teknisi laboratorium yang berkenan meluangkan waktu dan ilmunya dalam membantu proses pengujian penulis.
8. Ibu Sri Rahayuningtyas dan Endah Purwati selaku guru SMAN 2 Blitar penulis yang sudah banyak membantu. Terima kasih banyak atas segala perjuangannya yang telah memperjuangkan murid ibu satu ini hingga bisa menempuh jenjang pendidikan S-1. Tanpa bantuan ibu sekalian penulis tidak tahu akan menjadi seperti apa.
9. Keluarga Besar Angkatan 2014 Teknik Kelautan FTK-ITS (MAELSTROM) atas kebersamaan, kekeluargaan dan lika-liku kehidupan perkuliahan yang telah dilalui bersama dalam suka dan duka. Bangga rasanya penulis bisa menjadi bagian dari angkatan ini, kenangan-kenangan yang kalian berikan, akan selamanya terkenang di hati penulis canda, tawa, tangis, kekanak-kanakan, dll. Terima kasih banyak MAELSTROM.
10. Teman-teman penulis yang tidak bisa penulis sebutkan satu-satu, terima kasih sudah mewarnai kehidupan penulis. Warna-warna kehidupan yang kalian berikan terasa hangat.

Surabaya, Juli 2017

Abdi Kurnia Gusti



## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK .....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	7
2.1 Tinjauan Pustaka .....	7
2.2 Landasan Teori.....	12
2.2.1 Gelombang Laut .....	12
2.2.2 Klasifikasi Gelombang Menurut Kedalaman Relatif .....	13
2.2.3 Teori Gelombang Linier .....	14
2.2.4 Teori Gelombang Acak .....	15
2.2.5 Spektrum Gelombang JONSWAP .....	17
2.2.6 Transmisi Gelombang .....	18
2.2.7 Pemodelan Fisik .....	19
2.2.8 Sebangun Geometrik .....	19
2.2.9 Tinjauan Teori Tentang Bentuk <i>Hexagonal</i> .....	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1 Diagram Alir ( <i>Flow Chart</i> ) .....	23

3.2 Penjelasan Diagram Alir .....	24
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....	35
4.1 Analisis Dimensi .....	35
4.2 Analisis dan Penyusunan Model Uji .....	38
4.3 Kalibrasi <i>wave probe</i> .....	39
4.4 Kalibrasi <i>wave maker</i> .....	42
4.5 Pengujian Model dan Pengambilan Data .....	44
4.6 Analisis Hasil Pengujian .....	51
4.6.1 Koefisien Transmisi .....	51
4.6.2 Pengaruh Kecuraman Gelombang Terhadap Transmisi Gelombang .	52
4.6.3 Perbandingan Hasil Pengujian .....	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	59
5.1 Kesimpulan .....	59
5.2 Saran .....	59
DAFTAR PUSTAKA .....	61

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sketsa dari percobaan Chun-Yan Ji <i>et al</i> .....	7
Gambar 2.2 Model 3 dari percobaan Huan-Yu Wang dan Zhao-Chen Sun ....	8
Gambar 2.3 Hasil koefisien transmisi Huan-Yu Wang dan Zhao-Chen Sun...	8
Gambar 2.4 Berbagai tipe <i>floating breakwater</i> McCartney.....	11
Gambar 2.5 Sketsa definisi gelombang.....	13
Gambar 2.6 Parameter fungsi kedalaman relatif.....	14
Gambar 2.7 Karakteristik gelombang sinusiodal .....	15
Gambar 2.8 Definisi gelombang <i>irregular</i> .....	16
Gambar 2.9 Desain bentuk dari <i>hexagonal floating breakwater</i> .....	22
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian <i>hexagonal floating breakwater</i> .....	23
Gambar 3.2 Contoh pembuatan model <i>hexagonal</i> dengan menggunakan 3D printing .....	24
Gambar 3.3 Desain model <i>hexagonal floating breakwater</i> satuan dalam cm..	25
Gambar 3.4 <i>Wave flume</i> tempat model uji ditempatkan .....	26
Gambar 3.5 <i>Wave probe</i> yang digunakan dalam pengujian <i>hexagonal floating breakwater</i> .....	27
Gambar 3.6 <i>Wave generator</i> Departemen Teknik Kelautan ITS .....	27
Gambar 3.7 Tampilan pencatatan data gelombang pada komputer .....	28
Gambar 3.8 Tampilan pengaturan <i>wave generator</i> .....	28
Gambar 3.9 Penempatan model uji pada <i>wave flume</i> .....	29
Gambar 3.10 Hasil kalibrasi yang telah tercatat .....	31
Gambar 3.11 Konfigurasi model <i>hexagonal floating breakwater</i> .....	32
Gambar 4.1 Bentuk <i>hexagonal floating breakwater</i> .....	38
Gambar 4.2 Grafik hasil kalibrasi .....	40
Gambar 4.3 Ilustrasi pada saat melakukan kalibrasi <i>wave probe</i> .....	41
Gambar 4.4 Korelasi antara H input dengan H output.....	43
Gambar 4.5 Korelasi antara T input dengan T output.....	44
Gambar 4.6 Pengujian konfigurasi model B yang telah terpasang didalam <i>wave flume</i> .....	44
Gambar 4.7 Hasil rekaman sebagian fluktuasi gelombang pada pengujian model B dengan H 3 cm dan T 1,1 s .....	48

Gambar 4.8 Tampilan hasil pemogramana Wavan .....	50
Gambar 4.9 Hubungan kecuraman gelombang dengan koefisien transmisi pada konfigurasi A.....	53
Gambar 4.10 Hubungan kecuraman gelombang dengan koefisien transmisi pada konfigurasi B.....	53
Gambar 4.11 Hubungan kecuraman gelombang dengan koefisien transmisi pada konfigurasi A dan B .....	54
Gambar 4.12 Grafik perbandingan antara koefisien transmisi dengan kecuraman gelombang dari pengujian Yogi (2011) dan penulis .....	55
Gambar 4.13 Model desain <i>cage floating breakwater</i> Murali dan Mani.....	56
Gambar 4.14 Grafik perbandingan antara koefisien transmisi dengan kecuraman gelombang dari penelitian sebelumnya dan penulis.....	57

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Ukuran dimensi <i>floating breakwater</i> satuan dalam cm .....	25
Tabel 3.2 Daftar pengujian model dengan menggunakan gelombang <i>Irregular</i> .....	33
Tabel 4.1 Variabel-variabel analisis dimensi .....	35
Tabel 4.2 Data hasil kalibrasi <i>wave probe</i> .....	40
Tabel 4.3 Hasil input dan output gelombang <i>irregular</i> menggunakan <i>software</i> WAVAN .....	43
Tabel 4.4 Rekaman data gelombang probe 1,2, dan 3 .....	45
Tabel 4.5 Data sebagian percobaan gelombang pada model B dengan tinggi gelombang H 3 cm dan periode T 1,1 detik .....	46
Tabel 4.6 Hasil perhitungan gelombang datang secara manual .....	49
Tabel 4.7 Perbandingan antara hasil perhitungan manual dengan Wavan.....	51
Tabel 4.8 Hasil perhitungan Kt (Koefisien Transmisi).....	52
Tabel 4.9 Data perbandingan dengan penelitian sebelumnya.....	56

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran A. Contoh Listing Program Wawan

Lampiran B. Tabel Perhitungan Koefisien Transmisi

Lampiran C. Perhitungan Hs, Tp Dengan Cara Manual dan Wawan

Lampiran D. Dokumentasi Kegiatan



**BAB I**  
**PENDAHULUAN**

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Sebagai negara yang memiliki garis pantai terpanjang kedua di dunia, Indonesia memiliki potensi besar dalam sektor maritim. Dengan begitu panjangnya garis pantai Indonesia, menjadikan wilayah pantai sebagai daerah yang sangat intensif dimanfaatkan untuk kegiatan manusia, seperti sebagai kawasan pusat pemerintahan, pemukiman, industri, pelabuhan, pertambangan, pertanian/peternakan, pariwisata, dan sebagainya membuat daerah pantai memiliki *multi-functional*. Adanya berbagai kegiatan tersebut dapat menimbulkan peningkatan kebutuhan akan lahan, prasarana, dan sebagainya. Kemudian hal tersebut akan mengakibatkan timbulnya masalah-masalah baru seperti tanah timbul sebagai akibat endapan pantai dan menyebabkan majunya garis pantai, pencemaran lingkungan, penurunan tanah dan intrusi air asin pada akuifer akibat pemompaan air tanah yang berlebihan, erosi pantai yang merusak kawasan pemukiman dan prasarana kota yang berupa mundurnya garis pantai. Berbagai masalah yang timbul salah satunya disebabkan oleh lingkungan kawasan pesisir yang dinamis dan selalu berubah. Proses perubahan yang terjadi di pantai merupakan akibat kombinasi berbagai gaya yang bekerja di pantai meliputi angin, gelombang (Triatmodjo, 1999).

Erosi pantai bisa terjadi secara alami oleh serangan gelombang atau karena adanya kegiatan manusia seperti penebangan hutan bakau, pengambilan karang pantai, pembangunan pelabuhan atau pembangunan pantai lainnya, perluasan areal tambak ke arah laut tanpa memperhatikan wilayah sempadan pantai, dan sebagainya. Erosi pantai dapat menimbulkan kerugian yang sangat besar dengan rusaknya kawasan pemukiman dan fasilitas-fasilitas yang ada di daerah tersebut.

Untuk menanggulangi erosi pantai, langkah pertama yang harus dilakukan adalah mencari penyebab terjadinya erosi. Dengan mengetahui penyebabnya, selanjutnya dapat ditentukan cara penanggulangannya, yang biasanya adalah dengan membuat bangunan pelindung pantai atau menambah suplai sedimen. Salah satu bangunan pantai/struktur yang dapat mengatasi permasalahan erosi adalah *breakwater*. Dengan adanya *breakwater* gempuran gelombang yang besar



dapat diredam dengan cara mengurangi energi gelombang datang sehingga gelombang yang menuju pantai menjadi kecil.

Fungsi *breakwater* adalah untuk menurunkan ketinggian gelombang di daerah yang dilindungi, dimana desain akhir tergantung pada kondisi gelombang datang, kriteria perlindungan, biaya, dan pertimbangan lingkungan (Seelig, 1976). Terdapat dua tipe *breakwater*, yaitu *fixed breakwater* dan *floating breakwater*. Untuk tipe *fixed breakwater* yang biasanya digunakan adalah tipe *rubblemound*, namun terdapat hambatan dalam penyediaan batu alam sebagai badan dari struktur itu sendiri. Selain itu jika dipakai pada kedalaman lebih dari sepuluh feet maka akan membutuhkan biaya yang besar. Dengan menggunakan *floating breakwater* merupakan solusi alternatif yang tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut. Dalam beberapa dekade terakhir ketertarikan dalam mempelajari *floating breakwater* telah meningkat dengan memperhatikan keunggulannya yang mempunyai fleksibilitas untuk dikembangkan (*flexibility of future extensions*), memiliki efisiensi untuk meredam gelombang, struktur yang simple, murah, dan ukuran panjang yang efisien (Tazaki et.al,1975). Selain itu *floating breakwater* dapat dengan mudah dipindahkan dan dirakit kembali dengan *layouts* yang berbeda serta dapat dipindahkan ke lokasi yang berbeda (Hales, 1981).

Banyak penelitian yang mengulas serta mempelajari tentang *floating breakwater* (ex : Dong,2008, dan lain-lain). Banyak bentuk *floating breakwater* yang telah muncul dan telah diteliti. McCartney (1985) menyatakan terdapat empat tipe *floating breakwater* yang mencakup *box*, *pontoon*, *mat*, dan *tethered*. Dari berbagai bentuk tersebut dilakukan analisis serta terdapat keuntungan dan kelemahan pada masing-masing bentuknya. Jenis yang paling umum digunakan *floating breakwater* adalah *pontoon* persegi yang dihubungkan satu dengan yang lain dan ditambatkan ke dasar laut dengan menggunakan kabel atau rantai.

Selain itu terdapat jenis *floaton* yang akhir-akhir ini mulai banyak digunakan. Namun dalam penelitian kali ini akan membuat jenis *floating breakwater* dengan bentuk *hexagonal*. Dengan bentuk *hexagonal* ini diharapkan mempunyai hasil koefisien transmisi gelombang ( $K_t$ ) yang lebih rendah dari pada  $K_t$  yang dimiliki oleh *floating breakwater* jenis ponton maupun floaton.  $K_t$

merupakan perbandingan antara gelombang yang melewati *floating breakwater* terhadap gelombang datang. Menurut Armono (2004), semakin rendah nilai  $K_t$ , semakin baik kinerja penahan gelombang tersebut.

Dari penelitian ini diharapkan akan diketahui efektifitas model *hexagonal floating breakwater* (Hexafloater) dalam meredam beban gelombang serta mengetahui transformasi gelombang laut ketika mengenai dan melewati struktur model *breakwater*. Sehingga diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi struktur pelindung pantai yang di butuhkan di perairan Indonesia.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Adapun permasalahan yang akan diambil dalam penelitian mengenai *hexagonal floating breakwater* ini meliputi :

1. Seberapa besar pengaruh bentuk baru *hexagonal floating breakwater* terhadap nilai koefisien transmisi yang dihasilkan ?
2. Konfigurasi *hexagonal floating breakwater* mana yang memberikan hasil optimal ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini dengan permasalahan yang telah diambil adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui seberapa besar pengaruh bentuk baru *hexagonal floating breakwater* terhadap nilai koefisien transmisi yang dihasilkan
2. Menganalisis konfigurasi *hexagonal floating breakwater* yang memberikan hasil optimal

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang bisa diambil dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Hasil yang didapatkan dapat dimanfaatkan oleh suatu instansi yang akan menerapkan perlindungan wilayah pesisir terhadap erosi pantai
2. Memberikan informasi hasil redaman gelombang yang terjadi akibat pengaruh *floating breakwater* berbentuk *hexagonal*

3. Memberikan informasi tentang konfigurasi *hexagonal floating breakwater* yang mempunyai hasil paling optimal
4. Bentuk *hexagonal floating breakwater* dapat dimanfaatkan sebagai dermaga apung, jembatan apung, dan keramba

### **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Percobaan model *hexagonal floating breakwater* dilakukan di Laboratorium Energi dan Lingkungan Laut pada kolam gelombang (*flume tank*) Departemen Teknik Kelautan
2. Pengujian menggunakan gelombang *irreguler* dengan spektrum JONSWAP.
3. Variasi tinggi dan periode gelombang sesuai dengan skenario pengujian
4. Pengujian ini hanya menguji transmisi ketinggian gelombang yang terjadi sebelum dan sesudah mengenai *floating breakwater*
5. Lebar kolam pengujian model *hexagonal floating breakwater* 40 cm.
6. Sudut *mooring* diabaikan

### **4.3.1 Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika penulisan dalam tugas akhir ini adalah:

#### **a. BAB I. PENDAHULUAN**

Pada bagian ini penulis menjelaskan mengenai latar belakang permasalahan dari penelitian yang akan dilakukan, perumusan masalah, tujuan yang hendak dicapai dalam percobaan, manfaat penelitian kedepannya setelah percobaan ini berhasil dilakukan, batasan masalah yang menjadi pembatas dalam melakukan penelitian, dan sistematika penulisan tugas akhir.

#### **b. BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

Pada bagian ini penulis menjelaskan beberapa teori dasar yang mendukung dalam percobaan *hexagonal floating breakwater* pada tugas akhir ini.

c. **BAB III. METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bagian ini penulis menggambarkan dan menjelaskan diagram alir (flow chart) langkah-langkah dalam melakukan penelitian tugas akhir ini yang tersusun secara sistematis.

d. **BAB IV. ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bagian ini penulis menjelaskan hasil uji coba model *hexagonal floating breakwater* yang telah dilakukan di Laboratorium Energi dan Lingkungan Laut pada kolam gelombang (flume tank) Jurusan Teknik Kelautan ITS.

e. **BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bagian ini penulis menarik kesimpulan berdasarkan tujuan yang hendak dicapai pada tugas akhir ini, serta memberikan saran pengembangan untuk penelitian selanjutnya..

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

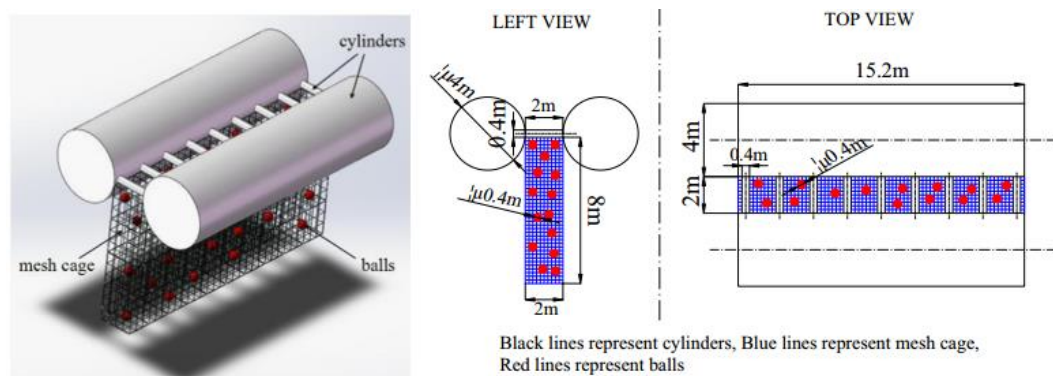


**BAB II**  
**TINJAUAN PUSTAKA DAN**  
**LANDASAN TEORI**

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

### 2.1 Tinjauan Pustaka

Seiring berkembangnya teknologi, perkembangan dari *floating breakwater* meningkat secara signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Kini telah banyak penelitian yang berkaitan dengan *floating breakwater* dalam fungsinya sebagai pemecah gelombang. Penelitian ini akan terus dilakukan untuk mendapatkan fungsi *breakwater* secara optimal dalam memecah gelombang air. Seperti yang telah dilakukan oleh Chun-Yan Ji *et al* (2015) menyatakan bahwa model baru *floating breakwater* yang terdiri dari dua bagian dimana bagian utamanya terdapat dua silinder yang kaku sedangkan bagian kedua terdiri dari sebuah sangkar yang berongga dimana terdapat bola-bola didalamnya seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1. Bola ini berfungsi untuk menyerap energi gelombang menjadi energi mekanik. Dari penelitian ini didapatkan hasil yang lebih baik dari pada bentuk tradisional dengan *double ponton* dan *box floating breakwater*.

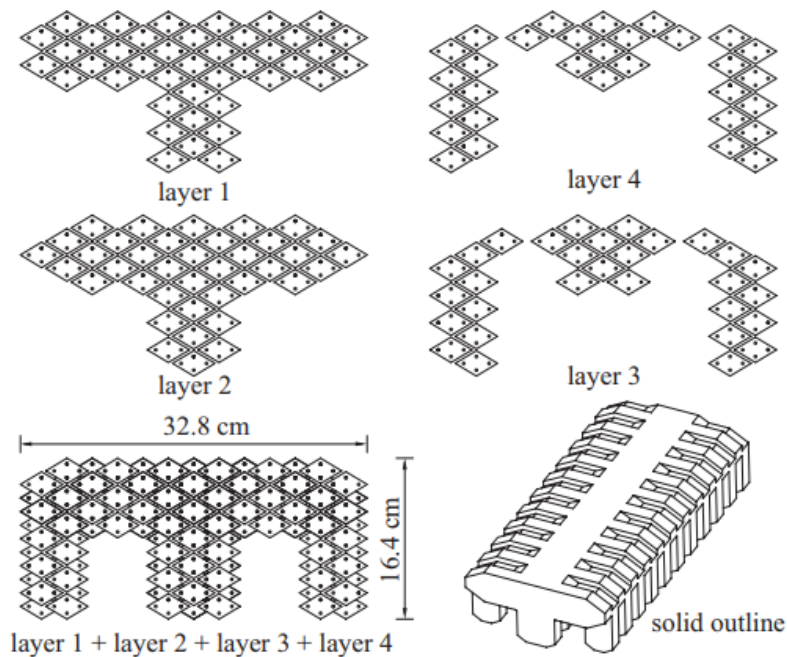


**Gambar 2.1** Sketsa dari percobaan Chun-Yan Ji *et al.* (2015)

Sumber : Jurnal *Experimental study of a new type of floating breakwater*

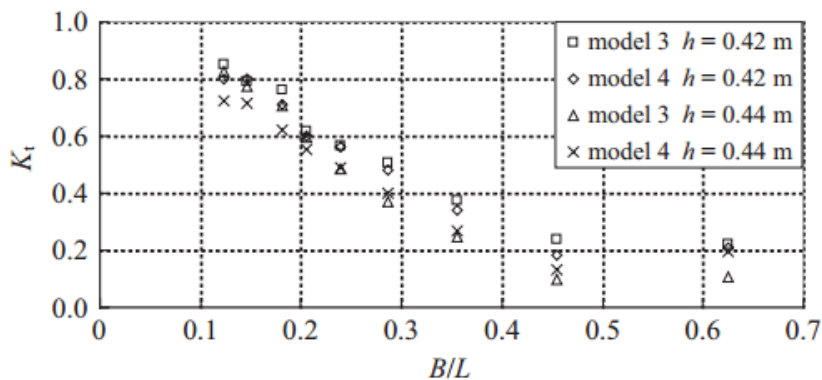
Sedangkan dalam penelitian yang dilakukan oleh Huan-Yu Wang dan Zhao-Chen Sun (2010) dengan *floating breakwater* yang berbentuk jajar genjang, dimana *floating breakwater* ini terdiri dari berbagai layer yang dikombinasikan menjadi satu seperti yang terlihat pada gambar 2.2. Sedangkan gambar 2.3 merupakan hasil koefisien transmisi dari penelitian Huan-Yu Wang dan Zhao-Chen Sun yang mencapai nilai kurang dari 0,2 dengan perubahan B/L. Dimana B adalah lebar model dan L panjang gelombang.

Dengan meninjau dari berbagai bentuk dan data yang sudah diteliti, penulis akan melakukan percobaan membuat model baru *floating breakwater* dengan bentuk *hexagonal*. Besar harapan penulis, bahwa model baru *hexagonal floating breakwater* ini dapat memberikan hasil yang optimal bila dibandingkan dengan penelitian yang sudah ada dan kedepannya dapat diterapkan di perairan Indonesia.



**Gambar 2.2** Model 3 dari percobaan Huan-Yu Wang dan Zhao-Chen Sun

Sumber : Jurnal *Experimental study on the Influence of Geometrical Configuration of Porous Floating Breakwater on Performance*, 2010



**Gambar 2.3** Hasil koefisien transmisi Huan-Yu Wang dan Zhao-Chen Sun

Sumber : Jurnal *Experimental study on the Influence of Geometrical Configuration of Porous Floating Breakwater on Performance*, 2010



Pada dasarnya, pertimbangan pemilihan hexafloater (*Hexagonal Floating Breakwater*) dalam mereduksi energi gelombang untuk mencegah terjadinya erosi pantai didasarkan pada pertimbangan teknik ( struktural dan lokasi penempatan) serta ekonomi ( biaya konstruksi ), karena *floating breakwater* mempunyai struktur yang lebih sederhana dan mudah untuk ditempatkan di berbagai lokasi serta biaya konstruksi yang murah. Namun *floating breakwater* juga memiliki kekurangan yang juga harus dipertimbangkan. Berikut adalah keuntungan dan kerugian dari penggunaan *floating breakwater* :

a) Keuntungan

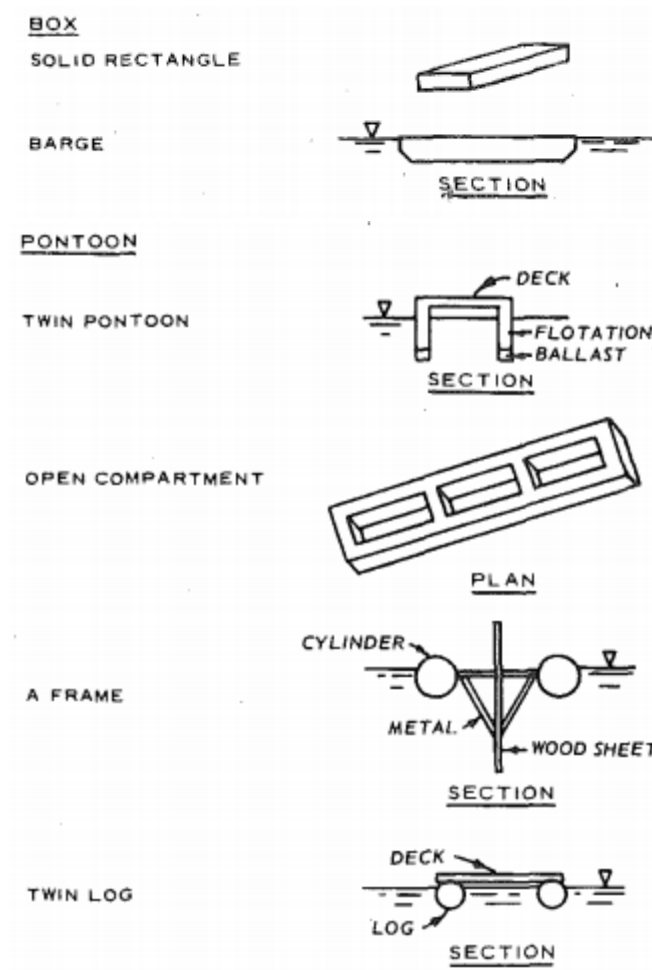
1. *Floating breakwater* lebih murah dibandingkan dengan *fixed breakwater* untuk laut dalam (kedalaman  $> 10$  ft) (Hales,1981)
2. *Floating breakwater* dapat mereduksi tinggi gelombang (kurang dari 6,5 ft) (Tsinker,1995)
3. Kondisi tanah yang buruk memungkinkan digunakannya *floating breakwater* dari pada *fixed breakwater* (Mc Cartney, 1985)
4. *Floating breakwater* meminimalisasi pengaruh akibat sirkulasi air, transpor sedimen, dan migrasi ikan (Kelly, 1999)
5. *Floating breakwater* dapat dengan mudah dipindahkan dan dirakit kembali dengan *layout* yang berbeda serta dapat dipindahkan ke lokasi yang berbeda (Hales,1981)
6. *Floating breakwater* lebih memiliki nilai estetika dibandingkan *fixed breakwater*

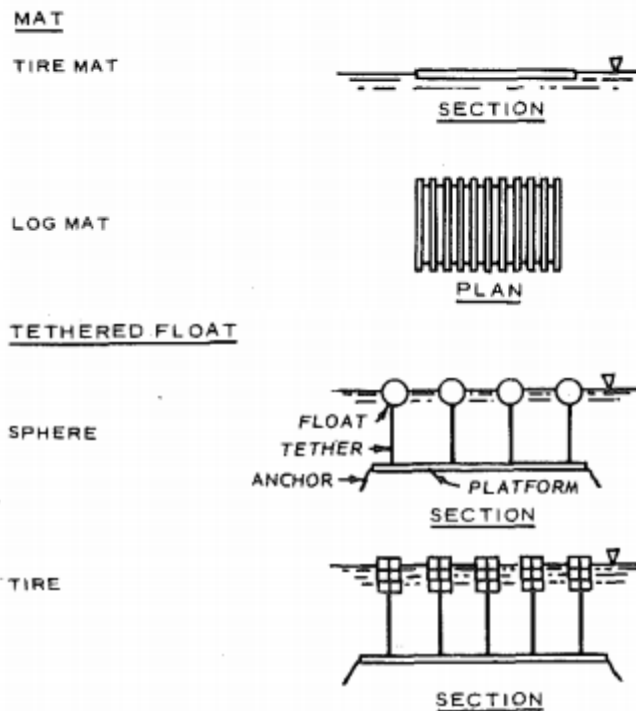
b) Kerugian

1. *Floating breakwater* tidak terlalu efektif dalam mengurangi tinggi gelombang untuk gelombang kecil dibandingkan dengan *fixed breakwater*, batas atas untuk desain frekuensi,  $1,0$  rad//s sampai  $1,6$  rad/s (Tsinker,1995)
2. *Floating breakwater* mudah mengalami kegagalan struktural jika terjadi badai (Tsinker,1995)
3. Jika strukturnya gagal dan dalam keadaan masih terikat dengan *mooring*, maka *floating breakwater* mungkin akan menimbulkan suatu bahaya (Kelly,1999)

4. Jika dibandingkan dengan breakwater pada umumnya, *floating breakwater* lebih membutuhkan biaya pemeliharaan yang besar (Tsinker,1995)

Sudah banyak studi dan pengujian model yang dilakukan untuk mengembangkan *floating breakwater*. Walaupun peneliti pertama telah menggunakan pendekatan *trial-and-error* untuk menguji penemuannya (Fousert,2006), tetapi penelitian lebih lanjut dilakukan tepat setelah perang dunia ke-2. Hingga sekarang (tahun 2018) telah banyak penggunaan *floating breakwater* dengan tipe yang berbeda-beda. Tipe *floating breakwater* yang ada, dapat dikatakan sebagai kombinasi dari variasi material, bentuk *breakwater*, sistem *mooring* (termasuk konfigurasi), dan fungsinya. Variabel tersebut dapat memungkinkan adanya bermacam-macam tipe *floating breakwater*. Walaupun demikian, *floating breakwater* pada dasarnya dapat dibagi menjadi empat kelompok yaitu *box*, *pontoon*, *mat*, dan *thetereed float* (McCartney,1985) seperti yang terlihat pada gambar 2.4.





**Gambar 2.4** Berbagai tipe *floating breakwater* McCartney  
 Sumber : *Floating breakwater design*, 1985

Sedangkan Hales(1981) melakukan eksperimen untuk beberapa tipe *floating breakwater* dan kinerjanya. Kebanyakan tipe *floating breakwater* yang digunakan adalah tipe prisma, katamaran, dan *scrap tire assembly*. Tipe *box* dan *pontoon breakwater* lebih mahal dan membutuhkan waktu yang lebih lama dalam mendesain dari pada tipe *mat* atau *tethered breakwater*. Begitu juga dengan biaya perawatan dan perbaikan sangat mahal. Sedangkan untuk *flexible mat* atau *tethered float breakwater* relatif lebih murah dan mudah dalam proses pemindahannya.

Penelitian mengenai hexafloater memiliki beberapa kelebihan yang menjadikan struktur ini cocok untuk digunakan, yaitu ramah lingkungan, tahan lama, cara pemasangan mudah dan praktis, tahan sinar ultraviolet dan erosi pantai, tahan air laut dan zat asam, dan bebas perawatan. Namun hexafloater ini juga mempunyai sedikit kekurangan yaitu sangat rawan mengalami kegagalan struktur dikarenakan hanya menggunakan sistem *mooring* untuk penahannya dan menggunakan pin untuk mengaitkan/menyusun struktur ini, sehingga jika terjadi badai struktur akan mudah hanyut dan hancur.

## 2.2 Landasan Teori

Dasar teori merupakan teori yang berhubungan atau digunakan dalam perhitungan maupun pembahasan.

### 2.2.1 Gelombang Laut

Berdasarkan penyebab terjadinya ada beberapa pengertian gelombang yaitu, gelombang laut yang terjadi karena adanya tiupan angin di permukaan air laut; gelombang pasang surut yang terjadi karena adanya gaya tarik – menarik antara bumi, bulan dan matahari; gelombang tsunami yang terjadi karena adanya letusan gunung berapi, gerakan lempeng bumi atau gempa di dasar laut; dan gelombang riak yang terjadi karena adanya kapal yang bergerak. (Triatmodjo, 1999). Parameter penting gelombang laut meliputi panjang gelombang, tinggi gelombang, dan kedalaman air. Parameter-parameter yang lain seperti kecepatan dan percepatan dapat ditentukan dari ketiga parameter pokok diatas.

Panjang gelombang (L) adalah jarak horizontal antara dua puncak atau titik tertinggi gelombang yang berurutan, bisa juga dikatakan sebagai jarak antara dua lembah gelombang ( $gT^2$ )

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_0}\right) \dots\dots\dots(2.1)$$

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh kd \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana k adalah angka gelombang dengan persamaan :

$$k = \frac{2\pi}{L} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dengan menggunakan cara iterasi maka persamaan 2.1 dapat diselesaikan untuk menentukan panjang gelombang (L). Kemudian untuk mendapatkan cepat rambat gelombang (C) yang merupakan perbandingan antara panjang gelombang dan periode gelombang (L/T) dimana periode gelombang merupakan waktu yang dibutuhkan oleh dua puncak atau lembah gelombang gelombang yang berurutan melewati suatu titik tertentu. Maka persamaan untuk menentukan C adalah:

$$C = \frac{gT}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_0}\right) \dots\dots\dots(2.4)$$

Gambar 2.5 menunjukkan suatu gelombang yang berada pada sistem koordinat x-y dimana gelombang menjalar pada arah sumbu x. Dengan notasi yang digunakan adalah:

$d$  : jarak antara muka air rerata dan dasar laut (kedalaman laut)

$H$  : Tinggi gelombang

$L$  : Panjang gelombang, jarak antara dua puncak gelombang yang berurutan

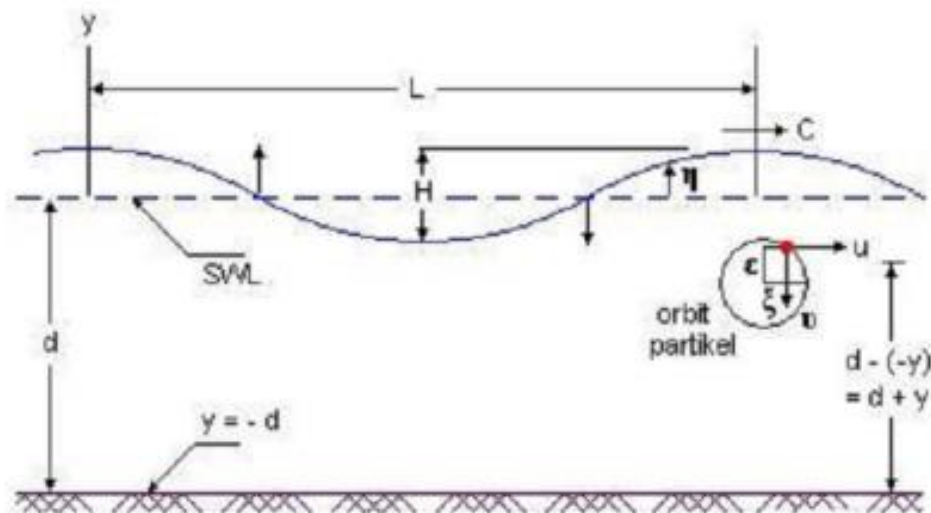
$T$  : Periode gelombang

$C$  : Cepat rambat gelombang

$k$  : Angka gelombang =  $2\pi/L$

$\sigma$  : Frekuensi gelombang =  $2\pi/T$

$\eta(x, t) : \frac{H}{2} \sin \left( \frac{2\pi}{L} x - \frac{2\pi}{T} t \right)$  merupakan fluktuasi muka air terhadap muka air diam



**Gambar 2.5** Sketsa definisi gelombang

Sumber : Triatmodjo (1999:14)

### 2.2.2 Klasifikasi Gelombang Menurut Kedalaman Relatif

Berdasarkan kedalaman relatif, yaitu perbandingan antara kedalaman air  $d$  dan panjang gelombang  $L$ , ( $d/L$ ), gelombang dapat diklasifikasikan menjadi tiga macam yaitu :

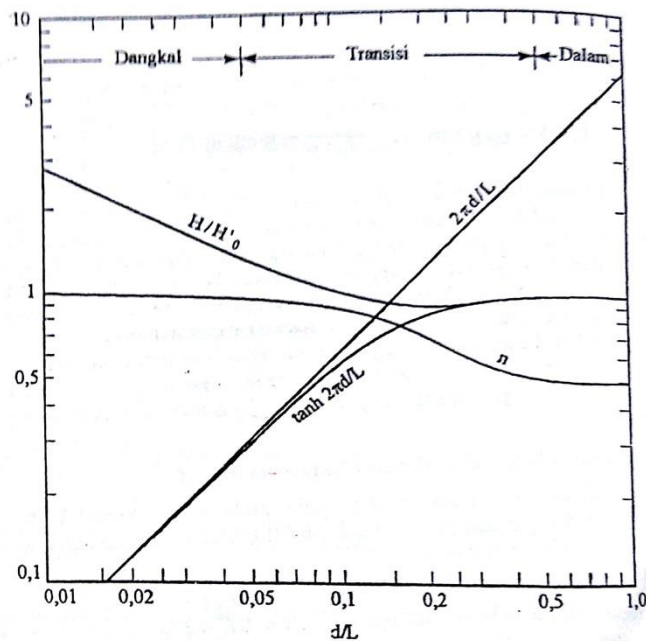
- Gelombang di laut dangkal jika  $d/L \leq 1/20$
- Gelombang di laut transisi jika  $1/20 < d/L < 1/2$
- Gelombang di laut dalam jika  $d/L \geq 1/2$

Klasifikasi ini dilakukan untuk menyederhanakan rumus-rumus gelombang. Penyederhanaan ini dapat dijelaskan dengan menggunakan gambar 2.6 yang menunjukkan berbagai parameter sebagai fungsi dari kedalaman relatif.

Apabila kedalaman relatif  $d/L$  adalah lebih besar dari 0,5 maka nilai  $\tanh\left(\frac{2\pi d}{L_0}\right) = 1,0$  sehingga persamaan 2.1 dan 2.4 menjadi

$$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi} \dots\dots\dots(2.5)$$

$$C_0 = \frac{gT}{2\pi} \dots\dots\dots(2.6)$$



**Gambar 2.6** Parameter fungsi kedalaman relatif

Sumber: Triatmodjo (1999:18)

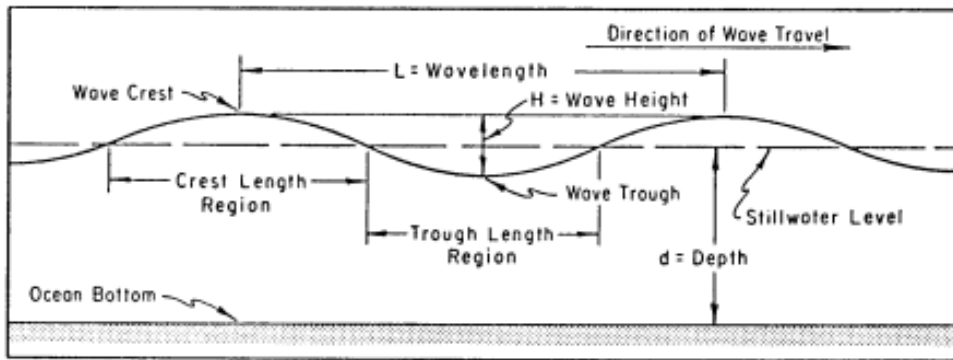
Indeks 0 menunjukkan bahwa nilai-nilai tersebut adalah untuk kondisi dilaut dalam. Apabila percepatan gravitasi adalah  $9,81 \text{ m/s}^2$  maka 2.5 menjadi :

$$L_0 = 1.56 T^2 \dots\dots\dots(2.7)$$

### 2.2.3 Teori Gelombang Linear

Gerakan gelombang secara sederhana dapat direpresentasikan sebagai gelombang yang sinusoidal, *long-crested*, dan *progressive* (laing, 1998). Sinusoidal memiliki arti bahwa gelombang bentuk seperti kurva sinus yang

berulang-ulang. *Long-crested* memiliki arti bahwa gelombang merupakan suatu rangkaian puncak gelombang yang panjang dan paralel, memiliki ketinggian dan jarak yang sama diantara dua puncak gelombang (*equidistant*). *Progressive* berarti gelombang bergerak dengan kecepatan yang konstan dan tanpa perubahan bentuk. Bentuk gelombang sinusoidal sederhana ditunjukkan pada Gambar 2.7.



**Gambar 2.7** Karakteristik gelombang sinusoidal

Sumber : SPM Vol.1, 1984

Profil gelombang memiliki bentuk yang sinusoidal, maka persamaanya dapat dituliskan sebagai berikut:

$$(x, t) = asin(kx - \omega t) \dots\dots\dots (2.8)$$

Untuk tinggi gelombang reguler dalam pencatatannya dapat didekati dengan nilai reratanya sebagai berikut :

$$\bar{H} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N H_i \dots\dots\dots (2.9)$$

$$\bar{T} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N T_i \dots\dots\dots (2.10)$$

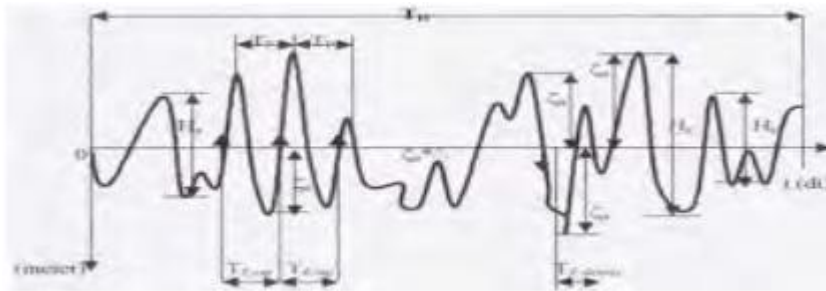
Dimana N adalah jumlah gelombang yang terjadi

**2.2.4 Teori Gelombang Acak**

Secara umum gelombang dilaut sangat kompleks dan sulit untuk digambarkan dalam bentuk matematis, hal ini diakibatkan oleh ketidaklinernya tiga dimensi dan mempunyai bentuk yang acak. Dimana suatu deret gelombang

memiliki tinggi dan periode yang berbeda. Menurut Bhattacharyya (1972), gelombang acak (*irregular*) memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- Permukaan gelombang yang tidak beraturan, selalu berubah dari waktu ke waktu dan bervariasi dari tempat ke tempat, tergantung oleh kecepatan angin
- Permukaan gelombang merupakan permukaan yang tidak beraturan
- Dari interval ke interval, pola atau bentuk gelombang *irregular* tidak pernah berulang, seperti ditunjukkan pada gambar 2.8 dibawah ini:



**Gambar 2.8** Definisi gelombang *irregular*

Sumber : Bhattacharyya, 1972

Dimana :

- $\gamma$  = elevasi gelombang
- $\gamma_a$  = amplitude gelombang semu (*apparent wave amplitude*)
- H = tinggi gelombang semu (*apparent wave height*)
- $T_r$  = periode lintas nol semu (*apparent zero closing period*)
- $T_c$  = periode semu (*apparent period*)

Pengukuran gelombang acak dapat dilakukan dengan dua metode yaitu *zero upcrossing method* dan *zero downcrossing method*. Untuk *zero upcrossing method* hal pertama yang perlu dilakukan adalah menetapkan titik nol, dimana titik nol ini adalah elevasi rerata dari permukaan air berdasarkan fluktuasi muka air pada waktu pencatatan. Pemberian tanda titik perpotongan antara kurva naik dan garis nol, kemudian titik tersebut ditetapkan sebagai awal dari satu gelombang. Jarak antar kedua titik tersebut adalah periode gelombang pertama ( $T_1$ ). Sedangkan jarak vertikal antara titik tertinggi dan terendah diantara kedua titik tersebut adalah tinggi gelombang pertama ( $H_1$ ). Selanjutnya dilakukan penelusuran lagi untuk mendapatkan gelombang kedua, ketiga dan seterusnya.



Metode *zero downcrossing* mempunyai prosedur yang sama, tetapi titik yang dicatat adalah pertemuan antara kurva turun dan garis nol (Triatmodjo, 2011). Dalam pencatatan gelombang *irregular* dengan luaran berupa tinggi gelombang signifikan ( $H_s$ ) atau  $H_{1/3}$  dari jumlah gelombang yang tercatat menjadi :

$$H_s = H_{1/3} = \frac{1}{N/3} \sum_{j=1}^{N/3} H_j \dots\dots\dots(2.11)$$

$$T_s = T_{1/3} = \frac{1}{N/3} \sum_{j=1}^{N/3} T_j \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana j adalah data yang diurutkan sesuai tinggi gelombang. Selain  $H_s$  ada juga gelombang yang biasanya digunakan dalam perancangan yaitu  $H_{1/10}$  (tinggi gelombang rata-rata pada satu persepuluh data gelombang tertinggi).

### 2.2.5 Spektrum Gelombang JONSWAP

Spektrum parameter tunggal yang paling sering digunakan adalah model Pierson-Moskowitz yang berdasarkan pada tinggi gelombang signifikan atau kecepatan angin. Selain itu beberapa spektrum parameter ganda yang bisa digunakan adalah Bretschneider, Scott,ISSC. Sedangkan spektrum JONSWAP merupakan spektrum yang menggunakan lima parameter, namun biasanya tiga diantaranya adalah konstan. Model *spectral* yang lebih kompleks lagi adalah model yang diciptakan oleh Ochi dan Hubble dengan menggunakan enam parameter. Spektrum ini menggambarkan dua puncak pada spektrum energi

Spektra JONSWAP dikemukakan oleh Hasselman (1973) berdasarkan percobaan yang dilakukan di North Sea (Murdjito, 1996). Formula atau persamaan untuk spektrum JONSWAP dapat ditulis dengan modifikasi dari persamaan P-M, yaitu

$$S(\omega) = \alpha g^2 \omega^{-5} \exp \left[ -1.25 \left( \frac{\omega}{\omega_0} \right)^{-4} \right] \gamma^{\exp \left[ \frac{-(\omega - \omega_0)^2}{2\tau^2 \omega_0^2} \right]} \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana :  $\gamma$  = *peak edness* parameter (3.3)

$\tau$  = *shape* parameter  
 = 0.07, jika  $\omega \leq \omega_0$   
 = 0.09, jika  $\omega \geq \omega_0$

$\alpha$  =  $0.076 (x_0)^{-0.22}$  ketika x tidak diketahui maka  $\alpha = 0.00819$

$$\begin{aligned}\omega_0 &= 2\pi(g/\nu\omega_0)(x_0)^{-0.33} \\ x_0 &= gx/\nu\omega_0^2 \\ \omega_0^2 &= 0.161 g/H_s\end{aligned}$$

### 2.2.6 Transmisi Gelombang

Respon garis pantai terhadap keberadaan pemecah gelombang dikendalikan oleh sedikitnya 14 variabel (Hanson dan Kraus, 1991) delapan diantaranya adalah variabel yang sangat berperan yaitu:

- a. Jarak dari pantai
- b. Panjang struktur
- c. Karakteristik dasar pantai
- d. Tinggi gelombang
- e. Periode gelombang
- f. Orientasi sudut dari struktur
- g. Arah gelombang dominan

Analisis transformasi gelombang pada pemecah gelombang dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai variabel non-dimensional dalam bentuk grafik. Proses transmisi gelombang didefinisikan sebagai koefisien transmisi ( $K_t$ ), yaitu rasio antara tinggi gelombang transmisi ( $H_t$ ) dan tinggi gelombang datang ( $H_i$ ) atau akar dari energi gelombang transmisi ( $E_t$ ) dengan energi gelombang datang ( $E_i$ )

$$K_t = \frac{H_t}{H_i} = \left(\frac{E_t}{E_i}\right)^{0.5} \dots\dots\dots (2.14)$$

Hasil penelitian menunjukkan bahwa koefisien transmisi tergantung dari tinggi relative pemecah gelombang dan kecuraman gelombang. Efek tinggi gelombang datang, kemiringan sisi struktur, dan lebar puncak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap besarnya transmisi gelombang. Struktur dengan sisi lebih curam (sudut lebih besar), melewatkan gelombang lebih besar dibandingkan dengan sisi yang lebih landai, baik untuk kondisi puncak tenggelam maupun tidak. Secara fisik perbedaan ini dapat dijelaskan dengan efek gesekan dasar. Energi gelombang yang berjalan sepanjang *slope* akan terdisipasi melalui gesekan permukaan. Sisi yang landai mempunyai panjang yang lebih besar dibandingkan dengan sisi tegak, sehingga energi gelombang akan terdisipasi lebih besar yang menyebabkan transmisi gelombang menjadi lebih kecil.

### **2.2.7 Pemodelan fisik**

Pemodelan fisik dapat dikatakan sebagai percobaan yang dilakukan dengan membuat bentuk model yang sama dengan prototipenya atau menggunakan model yang lebih kecil dengan kesebangunan atau similaritas yang cukup memadai. Pemodelan fisik dilakukan apabila fenomena dari permasalahan yang ada pada prototipe sulit untuk diperoleh karena berbagai keterbatasan.

Keuntungan digunakan pemodelan fisik ini antara lain model fisik mengintegrasikan semua persamaan pembangkit suatu proses tanpa adanya penyederhanaan asumsi, menyediakan data yang akurat, tetapi biasanya membutuhkan biaya yang tinggi dan memuat variabel alam yang dapat menyebabkan kesulitan dalam interpretasi data.

Dilaboratorium kondisi model bisa diatur dan dikontrol sesuai dengan yang dikehendaki. Pemandangan ke laboratorium ini tentunya harus memenuhi kesebangunan dan pertimbangan dimensi secara benar. Diharapkan bentuk model fisik yang dibuat bisa mewakili perilaku aslinya walaupun hanya dalam bentuk pendekatan. Pemandangan dilakukan kadang-kadang dengan menggunakan pengecilan ukuran (skala) sesuai dengan fasilitas laboratorium. Hal yang harus diperhatikan adalah adanya kesamaan parameter-parameter dominan antara model dengan prototipe, agar perilaku model bisa diinterpretasikan kembali ke prototipe.

Studi model dimaksudkan untuk meneruskan segala permasalahan yang ada di prototipe ke suatu model yang dapat dibuat dan dikontrol di laboratorium. Tugas dan peranan model diantaranya adalah:

- a. Meramalkan kemungkinan yang akan terjadi setelah bangunan dibuat
- b. Mendapatkan suatu tingkat keyakinan yang tinggi akan keberhasilan suatu perencanaan bangunan
- c. Mengetahui dan meramalkan penampilan bangunan serta pengaruhnya terhadap lingkungan

### **2.2.8 Sebangun Geometrik**

Ada dua jenis yang dapat digunakan dalam pemakaian skala model fisik hidraulika yaitu, skala model sama (*undistorted model*) dan skala model yang tidak sama (*distorted model*). Skala model sama adalah skala yang dipakai dalam

pembuatan model dimana perbandingan skala mendatar dan skala tegak adalah sama. Sedangkan skala model yang tidak sama adalah perbandingan antar skala mendatar dan skala tegak yang tidak sama.

Hubungan skala yang digunakan untuk pembuatan model fisik dibedakan menjadi dua kelompok ( de Vries, 1977:28) :

- a. *Scale Law* merupakan hubungan antar skala parameter yang harus dipenuhi (dalam hal ini adalah *roughnes condition* dan *froude condition*)
- b. *Scale Condition* merupakan hubungan antar skala parameter yang harus dipenuhi untuk menghindari *scale effect* (dalam hal ini adalah kriteria kesebangunan)

Hubungan antara model dan prototipe dipengaruhi oleh hukum-hukum sifat sebangun hidrolika. Perbandingan antara prototipe dan model disebut dengan skala model. Dalam merencanakan suatu model terdapat sifat-sifat kesebangunan model, yang amat menentukan ketelitian model tersebut. Yang dimaksudkan dengan kesebangunan tersebut adalah :

- a. Sebangun geometris, disebut juga dengan sebangun bentuk. Yaitu perbandingan antara ukuran analog prototipe dengan model harus sama besarnya. Perbandingan yang digunakan adalah panjang, luas dan volume.

$$n_l = \frac{\text{ukuran di prototipe}}{\text{ukuran di model}} = \frac{l_p}{l_m} \dots\dots\dots (2.15)$$

Semua ukuran pada titik sembaran di model dan prototipe harus mempunyai skala yang sama. Sebangun geometris sempurna tidak selalu mudah dicapai, sehingga kekasaran permukaan dari model yang kecil tidak mungkin merupakan hasil dari skala model, tetapi hanya dibuat permukaan yang lebih licin daripada prototipe

- b. Sebangun kinematis, yaitu sebangun gerakan. Perbandingan yang digunakan adalah waktu, kecepatan dan debit.
- c. Sebangun dinamis, yaitu kesebangunan gaya-gaya yang terjadi bila gerakannya sebangun kinematis, dan rasio dari massa yang bergerak serta gaya penyebabnya sudah homolog besarnya.

Menurut Hughes (1993), Skala berat untuk armor dihitung dengan merasiokan prototipe terhadap model, hal ini dapat dinyatakan:

$$W_a = \gamma_a V \dots\dots\dots(2.16)$$

Dengan :

- $W_a$  = Berat armor (kg)
- $\gamma_a$  = Berat jenis armor (kg/m<sup>3</sup>)
- $V$  = Volume armor (m<sup>3</sup>)

Rapat massa dapat diketahui dengan persamaan berikut:

$$(\gamma_a)_m = (\gamma_a)_p \times \frac{(\gamma_w)_m}{(\gamma_w)_p} \dots\dots\dots(2.17)$$

Dengan :

- $(\gamma_a)_m$  = Rapat massa model (kg/m<sup>3</sup>)
- $(\gamma_a)_p$  = Rapat massa prototipe (kg/m<sup>3</sup>)
- $(\gamma_w)_m$  = Rapat massa air tawar (kg/m<sup>3</sup>)
- $(\gamma_w)_p$  = Rapat massa air laut (kg/m<sup>3</sup>)

Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai hubungan skala berat ( $N_{wa}$ ) sebagai berikut (Hughes, 1993)

$$N_{wa} = N_{\gamma_a} \times N_L^3 \dots\dots\dots(2.18)$$

Dengan :

$N_{wa}$  = Nilai perbandingan antara rapat massa prototipe dengan rapat massa model

Dengan demikian berat model dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$(W_a)_m = \frac{(W_a)_p}{N_{wa}} \dots\dots\dots(2.19)$$

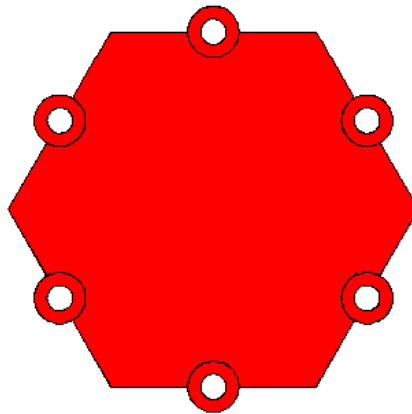
Dimana :

- $(W_a)_m$  = Berat model (kg)
- $(W_a)_p$  = Berat prototipe (kg)
- $N_{wa}$  = Angka skala berat armor

### 2.2.9 Tinjauan Teori Tentang Bentuk *Hexagonal*

Bentuk hexagon merupakan sebuah bentuk yang mendekati bentuk lingkaran dan memiliki rasio tepi yang rendah. Bentuk hexagon juga hampir menyerupai

bentuk dari lambung kapal. Dimana lambung kapal menyediakan daya apung yang dapat mencegah kapal tenggelam. Dengan bentuk hexagonal ini, kapasitas ruang rongga udaranya akan jauh lebih besar dari pada bentuk segitiga maupun persegi panjang. Sehingga dengan rongga udara yang besar maka memiliki daya apung (buoyancy) yang jauh lebih besar pula. *Hexagonal* juga memiliki perimeter yang lebih rendah jika dibandingkan dengan persegi empat dimana area yang dimiliki sama. Gambar 2.9 dibawah ini merupakan salah satu rancangan dari konfigurasi *hexagonal floating breakwater* yang akan diteliti dalam penelitian ini. Hal menarik dengan bentuk *hexagonal* ini yaitu memiliki variasi susunan bentuk yang jauh lebih banyak dibandingkan dengan bentuk-bentuk *floating breakwater* lainnya, seperti bentuk ponton maupun persegi.



**Gambar 2.9** Desain bentuk dari *hexagonal floating breakwater*

Sumber : Dokumentasi penulis

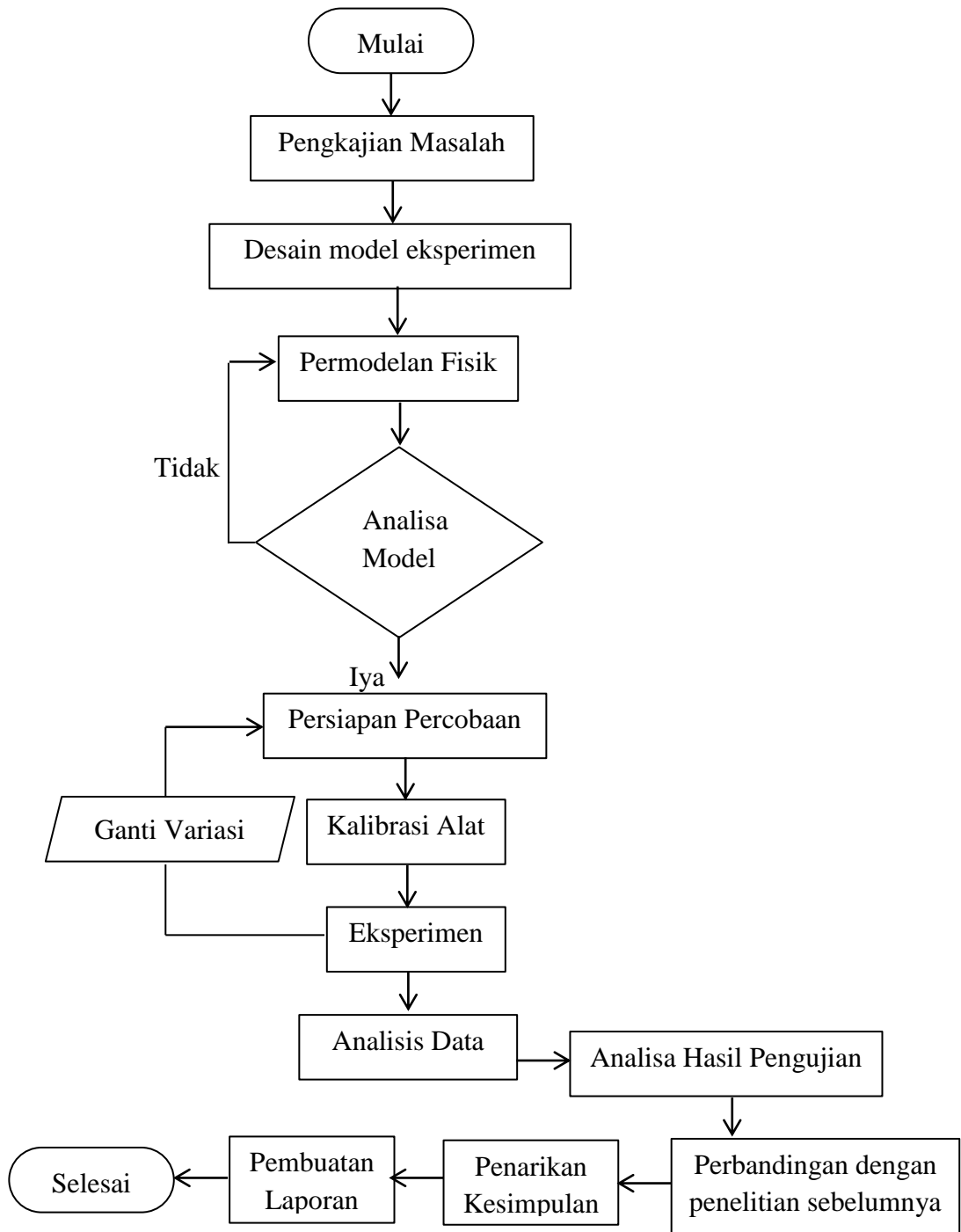


**BAB III**  
**METODOLOGI PENELITIAN**

**BAB III**  
**METODOLOGI PENELITIAN**

**3.1 Diagram Alir (Flow Chart)**

Metode pelaksanaan dalam penelitian yang digunakan, secara garis besar ditunjukkan pada gambar 3.1 di bawah ini:



**Gambar 3.1** Diagram alir penelitian *Hexagonal Floating Breakwater*

Sumber: Dokumen pribadi



### 3.2 Penjelasan Diagram Alir

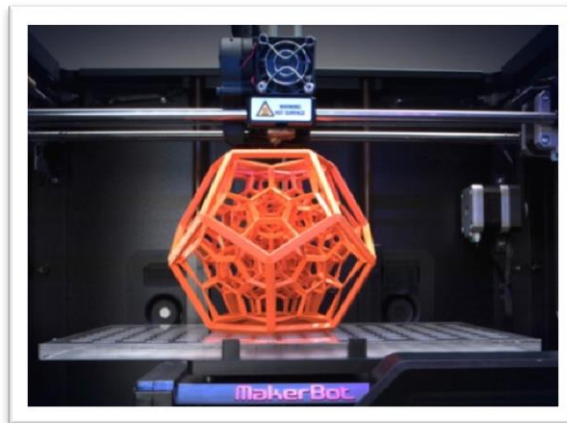
Berdasarkan diagram alir di atas, dapat dijelaskan langkah-langkah dalam penelitian pada tugas akhir di bawah ini:

#### a) Pengkajian Masalah

Berdasarkan informasi dan data yang telah didapatkan, diketahui bahwa masih banyak hasil penelitian mengenai *floating breakwater* yang memberikan hasil redaman gelombang yang masih kurang optimal. Masalah yang dikaji dalam penelitian ini adalah tentang bagaimana mendapatkan hasil redaman gelombang yang optimal, agar meningkatkan perlindungan wilayah pesisir terhadap ancaman erosi pantai.

#### b) Desain Model Eksperimen

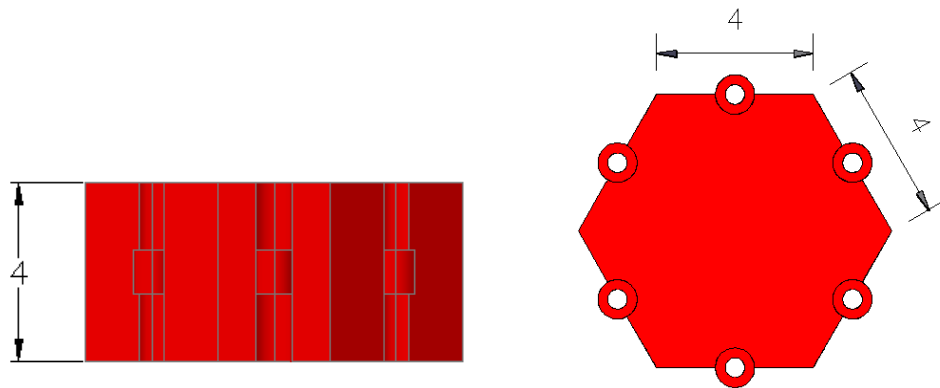
Dalam penelitian ini akan menggunakan jenis permodelan fisik yang dibuat dari bahan plastik. Pembuatan model eksperimen dapat menggunakan percetakan 3D printing seperti terlihat pada gambar 3.2. Dalam perancangan model fisik perlu memperhatikan beberapa hal yang meliputi skala panjang dan skala berat. Hal ini dimaksudkan agar model fisik *floating breakwater* semaksimal mungkin bisa mewakili karakteristik dari prototipe yang sebenarnya.



**Gambar 3.2** Contoh pembuatan model *hexagonal* dengan menggunakan 3D printing

Sumber: [www.msesupplies.com](http://www.msesupplies.com)

Berikut pada gambar 3.3 dapat dilihat desain model hexagonal yang digunakan sebagai model uji.



**Gambar 3.3** Desain model hexagonal *floating breakwater* satuan dalam cm

Sumber: Dokumentasi pribadi

**Tabel 3.1** Ukuran dimensi dan skala model untuk prototype

Sumber: Dokumentasi pribadi

Dimensi	Model (cm)	Skala	Prototype (cm)
Panjang	4	1:10	40
Lebar	4	1:10	40
Tinggi	4	1:10	40

### c) Persiapan Percobaan

Dalam persiapan percobaan ini perlu diketahui bahwa jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimental, dimana kondisi tersebut dibuat dan diatur oleh peneliti dengan mengacu pada literatur-literatur yang berkaitan dengan penelitian ini. Persiapan percobaan yang perlu dilakukan pada tahap ini adalah pengecekan alat laboratorium. Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Lingkungan dan Energi Laut, Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS. Sebelum melakukan penelitian perlu diperhatikan dan diketahui fasilitas laboratorium yang akan digunakan misalnya seperti *flume tank*, komputer, *wave probe*, pengecekan *wave generator* dan *absorber*. Berikut adalah alat-alat yang digunakan untuk mengetahui hasil redaman gelombang pada hexagonal *floating breakwater*.

**a) *Wave Flume***

*Wave flume* merupakan sebuah kolam tempat dimana model uji ditempatkan seperti terlihat pada gambar 3.4. Lebar kolam yang digunakan dalam penelitian kali ini sebesar 40 cm dengan batas pinggir yang sudah diberi penyekat.



**Gambar 3.4** *Wave flume* tempat model uji ditempatkan

Sumber: Dokumentasi pribadi

**b) *Wave Probe***

*Wave Probe* adalah sebuah alat yang berfungsi sebagai sensor pembaca gelombang yang kemudian hasilnya ditampilkan melalui komputer. Dalam pengujian kali ini, menggunakan 3 buah *wave probe* sebagai pembaca gelombang. Dimana 2 buah (*wave probe* 1 dan 2) diletakkan didepan struktur dan 1 buah (*wave probe* 3) diletakkan dibelakang struktur. *Wave probe* 3 diletakkan sejauh 3.5 m di depan struktur, sedangkan *wave probe* 2 berada 1 m didepan struktur. Untuk *wave probe* 3 diletakkan sejauh 1 m dibelakang struktur.



**Gambar 3.5** *Wave Probe* yang digunakan dalam pengujian hexagonal *floating breakwater*

Sumber: Dokumentasi pribadi

Pada gambar 3.5 dapat dilihat bentuk dari *wave probe* yang sudah terpasang dalam *wave flume*.

**c) *Wave Generator* atau Pembangkit Gelombang**

*Wave Generator* merupakan alat yang digunakan sebagai pembangkit gelombang buatan dengan cara menyalakan terlebih dahulu *control panel* kemudian atur ketinggian dan periode gelombang yang ingin dibangkitkan melalui komputer seperti yang terlihat pada gambar 3.6.

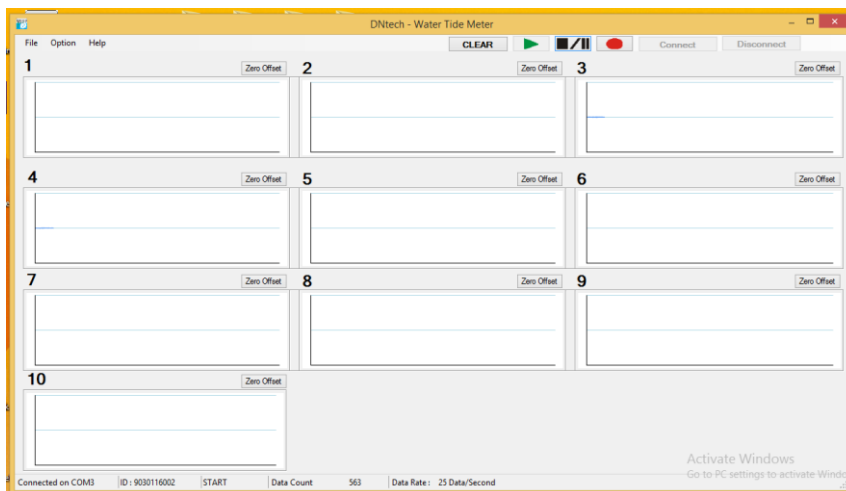


**Gambar 3.6** *Wave generator* Departemen Teknik Kelautan, ITS

Sumber: Dokumentasi pribadi

#### d) Komputer Kendali

Komputer kendali yang digunakan dalam pengujian terdapat 2 buah komputer, dimana satu komputer berfungsi merekam pencatatan data pada tiga buah *wave probe* yang digunakan dalam penelitian kali ini seperti terlihat pada gambar 3.7. Sedangkan komputer lainnya berfungsi sebagai pengatur ketinggian dan periode gelombang yang ingin dibangkitkan oleh *wave generator* seperti terlihat gambar 3.8.



**Gambar 3.7** Tampilan pencatatan data gelombang pada komputer

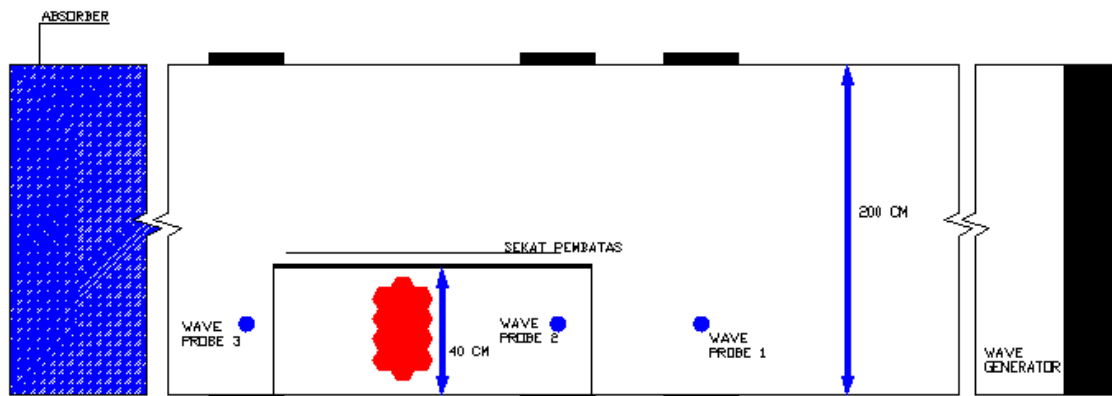
Sumber: Dokumentasi pribadi



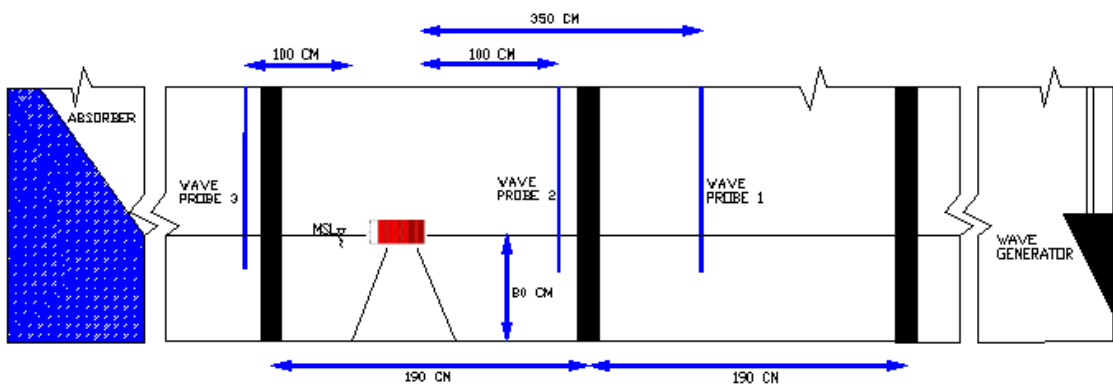
**Gambar 3.8** Tampilan pengaturan *wave generator*

Sumber: Dokumentasi pribadi

Pada gambar 3.9 dapat dilihat lokasi penempatan model uji di dalam *wave flume*.



a. Tampak Atas



b. Tampak Samping

**Gambar 3.9** Penempatan model uji pada *wave flume*

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Penyusunan model hexafloater dilakukan sesuai dengan konfigurasi model A dan B. Dalam penempatan *wave probe* 1 diletakkan minimal sejauh satu kali panjang gelombang yang digunakan dalam percobaan. Menurut Goda (1985), perletakkan *wave probe* minimal sejauh satu kali panjang gelombang dari struktur. Hal ini bertujuan agar pembacaan *wave probe* tidak terganggu oleh gelombang refleksi/pantul dari struktur itu sendiri. Dalam penelitian ini, periode maksimum yang digunakan sebesar  $T=1.5$  s dengan ketinggian gelombang  $H=5$  cm. Dengan menggunakan data maksimum dalam perhitungan panjang gelombang, hal ini bisa mewakili

data-data lain yang digunakan. Berikut perhitungan panjang gelombang yang digunakan sebagai acuan dalam meletakkan probe 1.

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_0}\right)$$

$$L_0 = 1.56 T^2$$

$$L_0 = 1.56 \times 1.5^2 = 3.51 \text{ m}$$

$$L = \frac{9.81 \times 1.5^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi \times 0.8\text{m}}{3.51}\right)$$

$$L = 3.13 \text{ m}$$

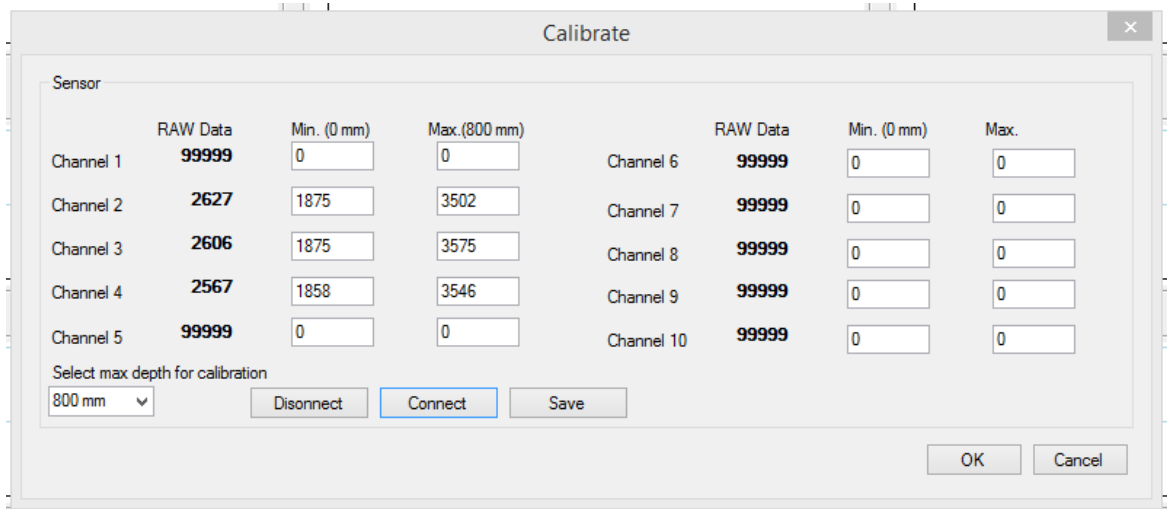
Sehingga dari perhitungan yang telah dilakukan, *wave probe* 1 harus diletakkan minimal sejauh 3.13 m dari depan struktur. Dalam percobaan ini, peneliti meletakkan *wave probe* 1 sejauh 3.50 m dari depan struktur.

#### **d) Kalibrasi Wave Probe**

Untuk mendapatkan kesesuaian yang baik pada proses pengamatan model, dilakukan kalibrasi pada sensor (*wave probe*) pengamat tinggi gelombang. Proses kalibrasi dilakukan dengan cara mencatat posisi zero point pada *wave probe*. Saat melakukan proses kalibrasi air pada *wave flume* harus pada posisi tenang, hal ini bertujuan agar hasil yang didapatkan nanti valid.

Langkah pertama kalibrasi pada pengujian kali ini dengan menempatkan ujung *wave probe* ke dalam *wave flume* hingga menyentuh permukaan air. Kemudian pada komputer pengendali akan muncul sebuah angka yang selalu berubah-ubah. Ambil rata-rata angka yang sering muncul. Kemudian catat angka tersebut.

Langkah ke dua, ulangi seperti langkah yang pertama, namun *wave probe* yang diletakkan kedalam air bukanlah ujung dari *wave probe* tersebut. Masukkan *wave probe* kedalam air sejauh 800 mm dari ujung *wave probe*. Berikut pada gambar 3.10 dapat dilihat contoh hasil dari kalibrasi yang telah dilakukan.



**Gambar 3.10** Hasil kalibrasi yang telah tercatat (satuan dalam mm)

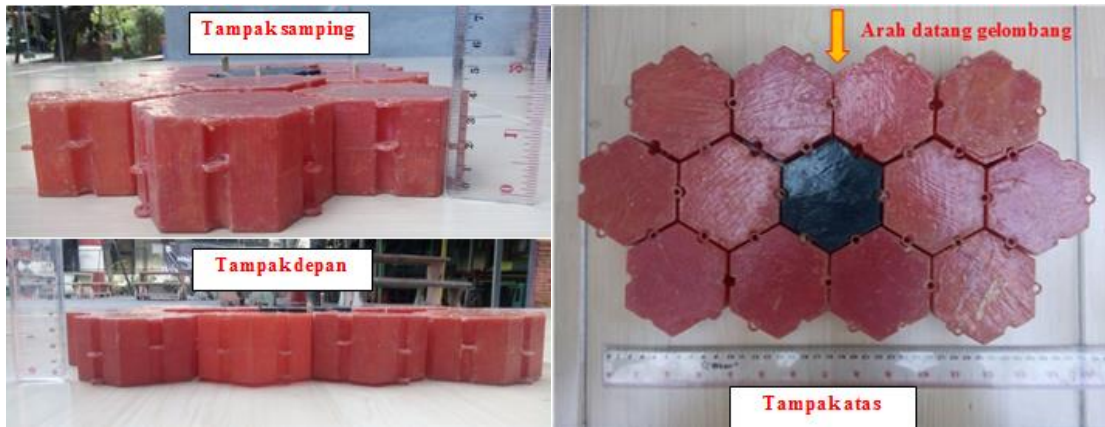
Sumber: Dokumentasi pribadi

#### e) Pelaksanaan Percobaan

Pada tahap ini akan dilaksanakan pengujian sesuai dengan desain eksperimen model yang telah dibuat. Pengujian akan dilakukan satu kali untuk setiap variasi bentuk model. Terdapat dua konfigurasi model *hexagonal floating breakwater* yang akan diuji. Seperti yang terlihat pada gambar 3.xx . Skala model menggunakan perbandingan 1:10 yang menyeluruh dari prototype.

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui keefektifan bentuk *hexagonal floating breakwater* serta konfigurasi mana yang dapat memberikan hasil redaman gelombang laut secara optimal. Untuk konfigurasi yang akan digunakan dalam percobaan dapat dilihat pada gambar 3.11. Model yang terpasang pada pengujian akan ditata tegak lurus terhadap arah gelombang datang. Model akan diuji dengan variasi tinggi gelombang (H) serta periode (T).





a. Konfigurasi model A



b. Konfigurasi model B

**Gambar 3.11** Konfigurasi model *hexagonal floating breakwater*

Sumber: Dokumentasi pribadi

Pengujian *hexagonal floating breakwater* ini menggunakan jenis gelombang *irregular* dengan kedalaman 80 cm. Pada tabel 4.1 dapat dilihat daftar pengujian model dengan menggunakan gelombang *irregular*.

Sedangkan perencanaan desain pengujian model *hexagonal floating breakwater* di *wave flume* akan dijelaskan pada tabel 3.2.

**Tabel 3.2** Daftar pengujian model dengan menggunakan gelombang *irregular*

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Model	Kedalaman perairan (cm)	Tinggi gelombang bangkitan (cm)	Periode gelombang bangkitan (detik)	Jumlah Running
Model A	80	3	1.1	3
			1.3	3
			1.5	3
		4	1.1	3
			1.3	3
			1.5	3
		5	1.1	3
			1.3	3
			1.5	3
Model B	80	3	1.1	3
			1.3	3
			1.5	3
		4	1.1	3
			1.3	3
			1.5	3
		5	1.1	3
			1.3	3
			1.5	3

Dari Tabel 3.2 diatas dapat terlihat variasi-variasi yang diujikan pada eksperimen *hexagonal floating breakwater*.

**f) Analisis dan Hasil**

Data yang didapatkan dari hasil pengujian laboratorium akan diolah dengan rumus perhitungan yang sesuai dengan penelitian ini, untuk memperoleh koefisien transmisi. Hasil perhitungan akan disajikan dalam bentuk grafik dan tabel. Selain itu dari hasil yang sudah didapatkan akan dibandingkan dengan hasil percobaan *floating breakwater* yang sudah diteliti oleh peneliti sebelumnya.

**g) Kesimpulan**

Dari hasil analisis akan diperoleh nilai koefisien transmisi dan keefektifan bentuk *hexagonal* dalam meredam gelombang laut. Selain itu peneliti akan memberikan saran untuk penelitian yang akan dilakukan kedepannya.

**h) Penyusunan Laporan Akhir**

Penyusunan laporan akhir dilakukan setelah semua tahap yang dibutuhkan telah selesai, sehingga hasil yang diperoleh dari pembuatan model *hexagonal floating breakwater* dapat dijelaskan secara rinci sesuai dengan hasil yang telah didapatkan dalam pengujian laboratorium.



**BAB IV**  
**ANALISA DAN PEMBAHASAN**

## BAB 4

### ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Analisis Dimensi

Analisis dimensi merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengurangi jumlah kerumitan variabel eksperimen yang mempengaruhi gejala fisik tertentu, dengan menggunakan semacam teknik peringkasan. Apabila suatu gejala tergantung pada  $n$  variabel berdimensi, analisis dimensi akan menyederhanakan permasalahan tersebut sehingga hanya tergantung pada  $k$  variabel tak berdimensi (parameter). Jumlah parameter dalam suatu eksperimen dapat ditentukan dengan cara, jumlah variabel dikurangi jumlah dimensi yang ada. Untuk lebih jelas, berikut analisis dimensi pengujian transmisi gelombang dengan menggunakan metode buckingham.

$$\phi = [ H_i, H_t, T, d, B, \rho, g, ]$$

Dimana :

- $H_t$  : Tinggi gelombang transmisi (mm)
- $H_i$  : Tinggi gelombang datang (mm)
- $T$  : periode gelombang (sec)
- $d$  : kedalaman air (cm)
- $b$  : Lebar floaters (cmm)
- $\rho$  : Berat jenis air ( $\text{kg/m}^3$ )
- $g$  : Percepatan gravitasi bumi ( $\text{m/det}^2$ )

**Tabel 4.1** Variabel-variabel analisis dimensi

Symbol	Parameter	Dimensi
<b>H<sub>t</sub></b>	Tinggi Gelombang Transmisi (m)	L
<b>H<sub>i</sub></b>	Tinggi Gelombang Datang (m)	L
<b>T</b>	Periode Gelombang (sec)	T
<b>d</b>	Kedalaman Air (m)	L
<b>B</b>	Lebar Floaters (m)	L

<b>P</b>	Berat Jenis Air (kg/m <sup>3</sup> )	L <sup>-3</sup> M
<b>G</b>	Percepatan Gravitasi Bumi (m/det <sup>2</sup> )	L T <sup>-2</sup>

$$\phi = [Hi, Ht, T, d, B, \rho, g, ]$$

$$k = [Hi] [Ht] [T] [d] [B] [\rho] [g]$$

$$k = [L] [L] [T] [L] [L] [L^{-3} M] [L T^{-2}]$$

Dari persamaan diatas ada 7 variabel dan 3 elemen pokok, maka dapat diturunkan menjadi 4 (empat) bilangan tidak berdimensi yang diumpamakan  $\pi_1, \pi_2, \pi_3, \pi_4$ . Kemudian pilih 3 variabel berulang, misalnya Hs, T, dan  $\rho$ .

Perhitungan  $\pi_1$  sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \pi_1 &= Ht [Hi]^a [T]^b [\rho]^c \\ &= (L) (L)^a (T)^b (L^{-3} M)^c = M^0 L^0 T^0 \end{aligned}$$

Maka didapatkan :

$$c = 0 \text{ (Untuk M)}$$

$$1 + a - 3c = 0 \text{ (Untuk L)}$$

$$b = 0 \text{ (Untuk T)}$$

$$\text{Maka } a = (-1) \text{ } b = (0) \text{ } c = (0)$$

$$\text{Jadi, } \pi_1 = \frac{Ht}{Hi}$$

Perhitungan  $\pi_2$  sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \pi_2 &= d [Hi]^a [T]^b [\rho]^c \\ &= (L) (L)^a (T)^b (L^{-3} M)^c = M^0 L^0 T^0 \end{aligned}$$

Maka didapatkan :

$$c = 0 \text{ (Untuk M)}$$

$$1 + a - 3c = 0 \text{ (Untuk L)}$$

$$b = 0 \text{ (Untuk T)}$$

$$\text{Maka } a = (-1) \text{ } b = (0) \text{ } c = (0)$$

$$\text{Jadi, } \pi_2 = \frac{d}{Hi}$$

Perhitungan  $\pi_3$  sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\pi_3 &= B [Hi]^a [T]^b [\rho]^c \\ &= (L) (L)^a (T)^b (L^{-3} M)^c = M^0 L^0 T^0\end{aligned}$$

Maka didapatkan :

$$c = 0 \text{ (Untuk M)}$$

$$1 + a - 3c = 0 \text{ (Untuk L)}$$

$$b = 0 \text{ (Untuk T)}$$

$$\text{Maka } a = (-1) \text{ } b = (0) \text{ } c = (0)$$

$$\text{Jadi, } \pi_3 = \frac{B}{Hi}$$

Perhitungan  $\pi_4$  sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\pi_4 &= g [Hi]^a [T]^b [\rho]^c \\ &= (L T^{-2}) (L)^a (T)^b (L^{-3} M)^c = M^0 L^0 T^0\end{aligned}$$

Maka didapatkan :

$$c = 0 \text{ (Untuk M)}$$

$$1 + a - 3c = 0 \text{ (Untuk L)}$$

$$-2 + b = 0 \text{ (Untuk T)}$$

$$\text{Maka } a = (-1) \text{ } b = (2) \text{ } c = (0)$$

$$\text{Jadi, } \pi_4 = \frac{gT^2}{Hi}$$

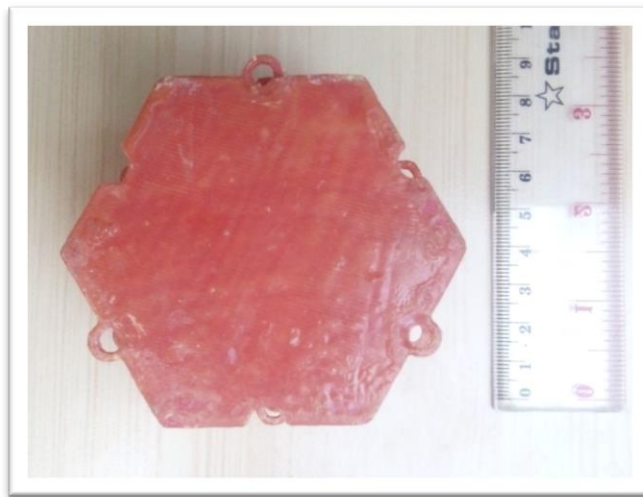
$$\text{Jadi persamaan totalnya, } \phi \left( \frac{Ht}{Hi}, \frac{d}{Hi}, \frac{B}{Hi}, \frac{gT^2}{Hi} \right) = 0$$

$$\frac{Ht}{Hi} = \phi \left[ \frac{Hi}{d}, \frac{Hi}{B}, \frac{Hi}{gT^2} \right]$$

Dimana  $\frac{Hi}{d}$  adalah kedalaman air relatif,  $\frac{Hi}{B}$  geometri struktur, dan  $\frac{Hi}{gT^2}$  adalah kecuraman gelombang. Pada pengujian transmisi gelombang ini, terbatas dalam meninjau kedalaman air relatif dan geometri struktur.

## 4.2 Analisis dan Penyusunan Model Uji

Model uji *floating breakwater* dengan bentuk *hexagonal* memiliki ukuran 4 cm x 4 cm x 4 cm seperti pada gambar 4.1. Model ini menggunakan bahan plastik jenis PLA (PolyLactic Acid) dimana bahan ini mempunyai sifat kuat dan tidak lentur. Model disusun dengan menggunakan batang bambu yang sudah di potong-potong, dengan massa yang diabaikan.



a. Tampak atas



b. Tampak samping

**Gambar 4.1** Bentuk *hexagonal floating breakwater*

Sumber: Dokumentasi pribadi



Pengujian hexagonal *floating breakwater* dilaksanakan di laboratorium lingkungan dan energi laut Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

### **4.3 Kalibrasi *Wave Probe***

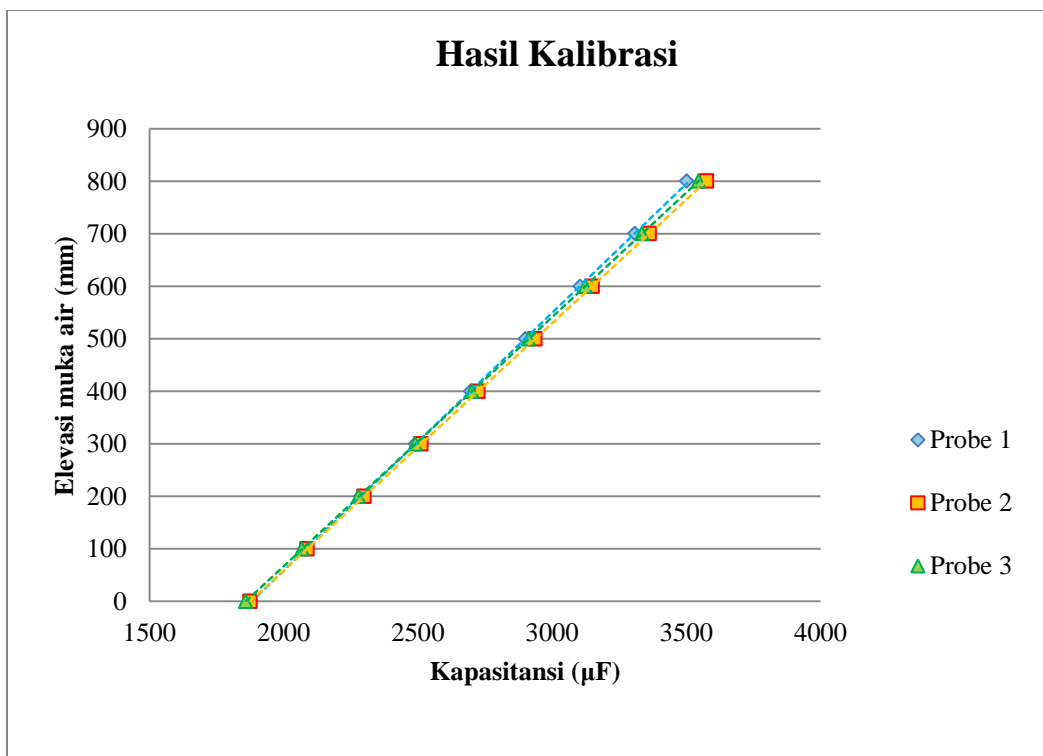
Untuk mendapatkan data yang akurat dalam sistem komputer pada saat pengujian model fisik maka perlu dilakukan kalibrasi *wave probe* atau alat pengukur gelombang. *Wave probe* terdiri dari dua elektrode berbentuk kabel yang konduktif. Kemudian elektroda tersebut dilapisi oleh lapisan osilator. Elektroda yang bersifat konduktor dan air, akan membentuk sebuah kapasitor yang berfungsi menyalurkan energi pada area elektroda tersebut, dan besarnya energi/muatan listrik yang teralirkan dalam area tersebut disebut sebagai kapasitansi. Sedangkan sisi lapisan isolator akan membentuk dielektrik. Sehingga dengan bertambahnya ketinggian dari permukaan air maka nilai kapasitansi dari *wave probe* akan bertambah. Dari hal tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan bertambahnya nilai kapasitansi merupakan fungsi dari adanya penambahan ketinggian elektroda yang tercelup.

Proses kalibrasi dilakukan dengan cara mencatat posisi *zero point* pada *wave probe*. Kemudian *wave probe* digerakkan ke bawah setiap 100 mm, dan catat voltase yang terdeteksi pada *wave probe*. Lakukan hal tersebut dengan mencatat perubahan elevasi dari *wave probe* saat dicelupkan dengan interval 100 mm hingga mencapai kedalaman kolam yaitu 800 mm. Setelah selesai *wave probe* dikembalikan ke posisi semula. Hasil pencatatan kalibrasi dapat dilihat pada tabel 4.2, kemudian dibuat regresi seperti pada gambar 4.2. Dengan menentukan batas atas dan batas bawah yang mampu ditangkap oleh *wave probe* pada proses kalibrasi, sehingga hasil dari pembacaan gelombang dapat tercatat pada *Software Water Tide Meter*.

**Tabel 4.2.** Data hasil kalibrasi *wave probe*

Sumber: Dokumentasi pribadi

No	Elevasi Muka Air	Probe 1	Probe 2	Probe 3
	(mm)	( $\mu\text{F}$ )	( $\mu\text{F}$ )	( $\mu\text{F}$ )
1	0	1875	1875	1858
2	100	2084	2087	2068
3	200	2288	2299	2279
4	300	2492	2512	2490
5	400	2696	2724	2701
6	500	2900	2937	2912
7	600	3104	3149	3123
8	700	3308	3362	3334
9	800	3502	3575	3546

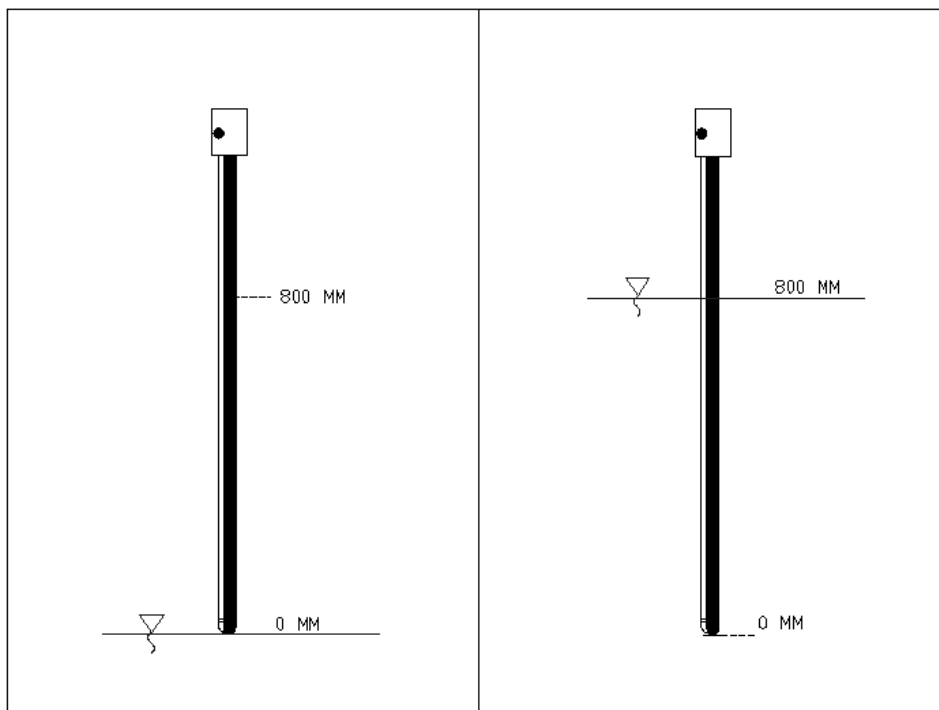


**Gambar 4.2** Grafik hasil kalibrasi

(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Dari gambar 4.2 dapat dilihat bahwa semakin dalam *wave probe* yang tercelup kedalam air maka kapasitansi yang dihasilkan akan semakin bernilai besar. Kapasitansi itu sendiri merupakan kemampuan suatu benda untuk menyimpan muatan listrik. Pada kasus kalibrasi *wave probe* ketika senar yang terdapat pada *wave probe* mengalirkan sebuah listrik pada media air maka resistansi yang dihasilkan akan bertambah besar seiring dengan bertambahnya *wave probe* yang tercelup pada air. Hal ini dikarenakan listrik yang mengalir pada senar *wave probe* akan disimpan oleh air, dan semakin banyak senar yang terkena air maka kapasitansi yang disimpan air semakin besar.

Perlu diingat dan dipahami baik-baik bahwa kalibrasi dilakukan hanya untuk mengetahui apakah pembacaan *wave probe* sudah dilakukan dengan benar atau belum. Pada gambar 4.3 dapat dilihat bagaimana cara melakukan kalibrasi pada *wave probe*. Kalibrasi dilakukan dengan mencelupkan *wave probe* kedalam air setiap 100 mm. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah pembacaan *wave probe* mempunyai trend yang lurus apa tidak. Seperti yang terlihat pada gambar 4.2 hasil kalibrasi mempunyai trend yang lurus, apabila hasil kalibrasi tidak mempunyai trend yang lurus maka pembacaan yang dilakukan *wave probe* salah.



**Gambar 4.3** Ilustrasi pada saat melakukan kalibrasi *wave probe*

Sumber: Dokumentasi pribadi

Pada gambar 4.3 saat *wave probe* pada posisi 0 mm tercelup kedalam air akan menghasilkan kapasitansi sebesar 1875  $\mu\text{F}$  sedangkan pada saat *wave probe* tercelup kedalam air sepanjang 800 mm nilai kapasitansinya 3502  $\mu\text{F}$ . Dari hasil pengecekan kalibrasi tersebut terdapat selisih nilai kapasitansi pada kedalaman 0 sampai 800 mm sebesar 1627  $\mu\text{F}$ . Setelah mendapatkan selisih sebesar 1627  $\mu\text{F}$  maka nilai tersebut dibagi dengan 800 mm dan didapatkan nilai sebesar 2,03  $\mu\text{F}/\text{mm}$ . Nilai 2,03  $\mu\text{F}/\text{mm}$  mempunyai arti bahwa setiap mm *wave probe* yang tercelup kedalam air memiliki kapasitansi sebesar 2,03  $\mu\text{F}$ . Dari hal tersebut didapatkan korelasi antara kalibrasi *wave probe* terhadap ketinggian gelombang. Ketika percobaan berlangsung dan posisi *zero point wave probe* sudah ditentukan, kemudian tinggi muka air berubah-ubah sekian mm terhadap *zero point wave probe* karena adanya gelombang. Pada saat itu *wave probe* dapat membaca ketinggian gelombang dengan cara nilai kapasitansi pada *zero point* dibagi dengan ketinggian *zero point* tersebut. Maka ketika ketinggian gelombang diatas posisi *zero point* pencatatan ketinggian tersebut dilakukan dengan cara menambahkan nilai *zero point* dengan nilai kapasitansi setiap mm seperti contoh nilainya sebesar 2,03  $\mu\text{F}/\text{mm}$ .

#### **4.4 Kalibrasi Wave Maker**

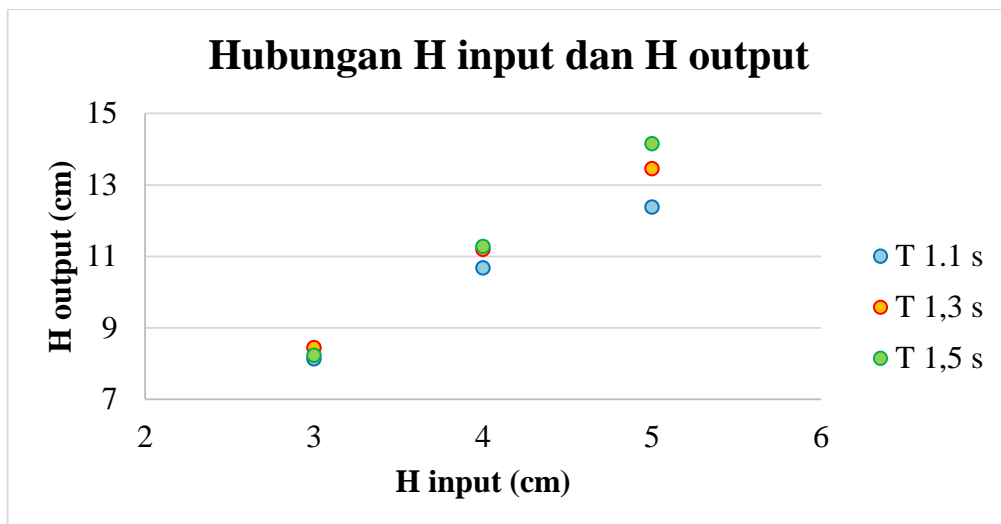
Kalibrasi *wave maker* bertujuan untuk dapat mengetahui apakah output tinggi dan periode gelombang pada *wave maker* sesuai dengan input yang dimasukkan pada saat percobaan berlangsung. Gelombang yang dibangkitkan untuk kalibrasi *wave maker* menggunakan jenis gelombang *irregular*. Kemudian tinggi dan periode gelombang akan dicatat oleh *wave probe* yang sudah dikalibrasi sebelumnya. Hasil dari kalibrasi *wave maker* dapat dilihat pada tabel 4.3 dan gambar 4.4 sampai 4.5.

**Tabel 4.3** Hasil input dan output gelombang *irregular* menggunakan *software*

WAVAN

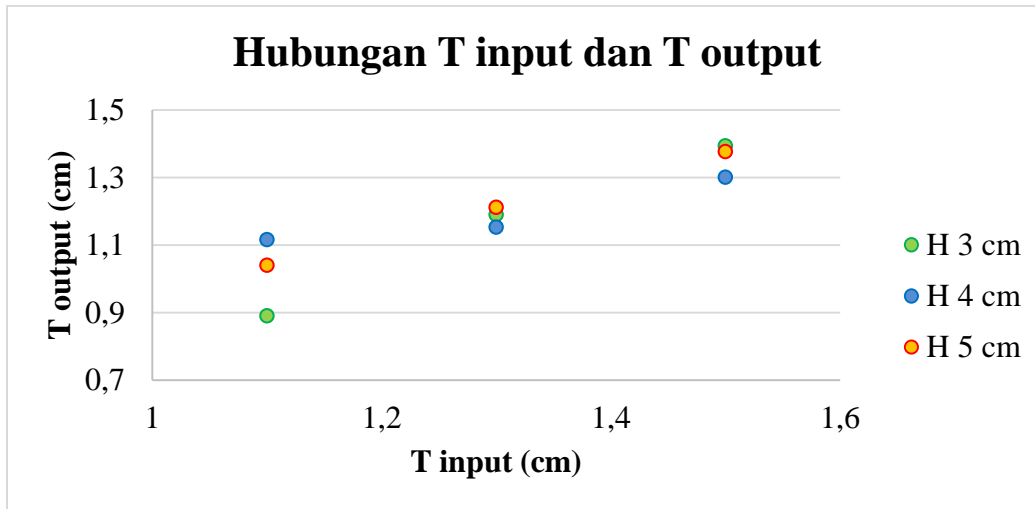
Sumber: Dokumentasi pribadi

H input (cm)	T input (s)	H output (cm)	T output (s)
3	1,1	8,126	0,891
3	1,3	8,439	1,190
3	1,5	8,224	1,394
4	1,1	10,667	1,116
4	1,3	11,194	1,153
4	1,5	11,270	1,301
5	1,1	12,374	1,040
5	1,3	13,450	1,211
5	1,5	14,148	1,377



**Gambar 4.4** Korelasi antara H input dengan H output

Sumber: Dokumentasi pribadi



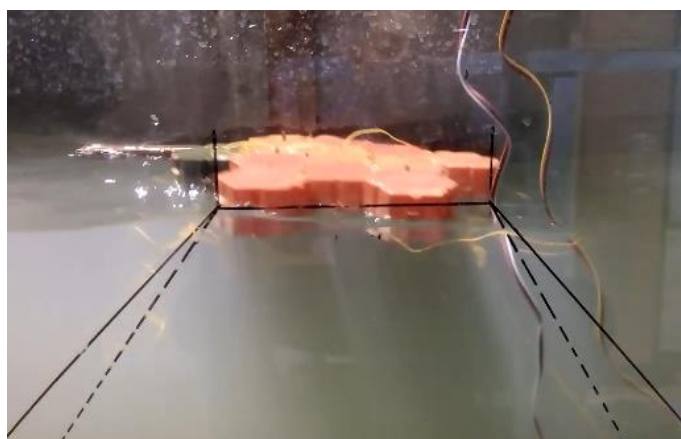
**Gambar 4.5** Korelasi antara T input dengan T output

Sumber: Dokumentasi pribadi

Tinggi gelombang (H) dan periode (T) yang diinputkan pada *wave generator* memiliki output tinggi dan periode gelombang yang berbeda yang berbeda pada saat pengujian menggunakan gelombang *irregular*

#### 4.5 Pengujian Model dan Pengambilan Data

Setelah semua persiapan dilakukan dan model hexagonal *floating breakwater* sudah disusun dan ditempatkan didalam *wave flume*. Seperti pada gambar 4.6 merupakan susunan konfigurasi model B yang telah berada di dalam *wave flume*.



**Gambar 4.6** Pengujian konfigurasi model B yang telah terpasang didalam *wave flume*

Sumber: Dokumentasi pribadi

Kemudian masing-masing konfigurasi diuji dengan input tinggi dan periode gelombang sesuai dengan data yang telah direncanakan. Untuk setiap pengujian dibangkitkan gelombang irregular dengan spektrum JONSWAP. Pengujian dilakukan selama 3 menit atau 180 detik dan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali setiap variasi pengujian. Data-data yang diperoleh selama percobaan berasal dari hasil rekaman *wave probe*, yang kemudian ditampilkan dalam bentuk data *time series* untuk mencari tinggi gelombang dan periode gelombang datang maupun gelombang transmisi. Perekaman data *wave probe* menggunakan frekuensi 25 Hz, yang artinya tiap 1 detik sistem perekam merekam fluktuasi air sebanyak 25 data. Eksperimen berlangsung selama 180 detik untuk 1 variasi, sehingga data yang tercatat oleh sistem komputer rata-rata berjumlah 4500 data. Berikut pada tabel 4.4 menunjukkan contoh hasil pembacaan gelombang pada konfigurasi B dengan ketinggian gelombang (H) 3 cm dan periode (T) 1.1.

**Tabel 4.4** Rekaman data gelombang probe 1, 2 dan 3

Sumber: Dokumentasi pribadi

Data ke-	Time (s)	Probe 1 (mm)	Probe 2 (mm)	Probe 3 (mm)
1	0	-6	-8	-10
2	0	2	-14	-10
3	0	12	-18	-10
..	..	..	..	..
..	..	..	..	..
..	..	..	..	..
4521	184	10	25	-8
4522	184	18	32	-12
4523	184	25	36	-13

Analisis dilakukan dengan perhitungan manual. Selain itu dilakukan juga perhitungan menggunakan *software* “Wavan” dengan bantuan *software* “Matlab” sebagai pembanding dengan output yang didapatkan dari perhitungan manual.

Pada tabel 4.5 dibawah merupakan sebagian data percobaan gelombang pada model B dengan tinggi gelombang (H) 3 cm dan periode (T) 1,1 detik yang digunakan untuk membandingkan hasil perhitungan manual dengan perhitungan wawan. Kemudian dari data tersebut dibuat grafik seperti yang terlihat pada gambar 4.7.

**Tabel 4.5** Data sebagian percobaan gelombang pada model B dengan tinggi gelombang (H) 3 cm dan periode (T) 1,1 detik

Sumber : Dokumentasi pribadi

No	Time (s)	Fluktuasi (cm)							
			31	1,24	0,6		63	2,52	2,6
			32	1,28	1,6		64	2,56	2,4
1	0,04	-2,2	33	1,32	2,6		65	2,6	2,2
2	0,08	-2	34	1,36	2,7		66	2,64	1,8
3	0,12	-1,5	35	1,4	2,8		67	2,68	1,4
4	0,16	-1	36	1,44	2,8		68	2,72	0,8
5	0,2	-0,3	37	1,48	3		69	2,76	-1,3
6	0,24	0,2	38	1,52	2,9		70	2,8	-2,2
7	0,28	0,8	39	1,56	3		71	2,84	-2,8
8	0,32	1,2	40	1,6	2,6		72	2,88	-2,8
9	0,36	1,5	41	1,64	2		73	2,92	-2,4
10	0,4	2,3	42	1,68	1,4		74	2,96	-2
11	0,44	2,6	43	1,72	0,8		75	3	-1,4
12	0,48	2,7	44	1,76	0		76	3,04	-0,6
13	0,52	2,8	45	1,8	-0,8		77	3,08	0,2
14	0,56	2,8	46	1,84	-2,8		78	3,12	0,6
15	0,6	2,8	47	1,88	-3,4		79	3,16	0,8
16	0,64	2,4	48	1,92	-3,8		80	3,2	1
17	0,68	1,4	49	1,96	-3,8		81	3,24	1
18	0,72	1	50	2	-3,2		82	3,28	1,1
19	0,76	0,6	51	2,04	-2,4		83	3,32	1,2
20	0,8	-0,2	52	2,08	-1,6		84	3,36	1
21	0,84	-0,6	53	2,12	-0,8		85	3,4	0,6
22	0,88	-1,2	54	2,16	0,2		86	3,44	0,4
23	0,92	-2	55	2,2	1		87	3,48	0,4
24	0,96	-2,4	56	2,24	1,7		88	3,52	0,6
25	1	-3	57	2,28	2,4		89	3,56	0,6
26	1,04	-3	58	2,32	2,7		90	3,6	1,2
27	1,08	-3	59	2,36	2,8		91	3,64	1,4
28	1,12	-2,6	60	2,4	2,6		92	3,68	1,6
29	1,16	-1,8	61	2,44	2,8		93	3,72	1,3
30	1,2	-0,8	62	2,48	2,8		94	3,76	1,2



95	3,8	1
96	3,84	0,8
97	3,88	0,6
98	3,92	0,4
99	3,96	0,2
100	4	0
101	4,04	-0,2
102	4,08	-0,4
103	4,12	-0,7
104	4,16	-1,1
105	4,2	-1,4
106	4,24	-1,6
107	4,28	-1,6
108	4,32	-1,2
109	4,36	-0,8
110	4,4	-0,4
111	4,44	-0,4
112	4,48	-0,3
113	4,52	-0,4
114	4,56	0
115	4,6	0,4
116	4,64	1,8
117	4,68	2,2
118	4,72	2,6
119	4,76	2,8
120	4,8	2,4
121	4,84	2,2
122	4,88	2
123	4,92	1,3
124	4,96	0,8
125	5	0,3
126	5,04	-0,2
127	5,08	-0,8
128	5,12	-1,5
129	5,16	-1,5
130	5,2	-1,9
131	5,24	-2,1
132	5,28	-2,1
133	5,32	-1,8
134	5,36	-1,6
135	5,4	-1,1
136	5,44	-0,6
137	5,48	0,4

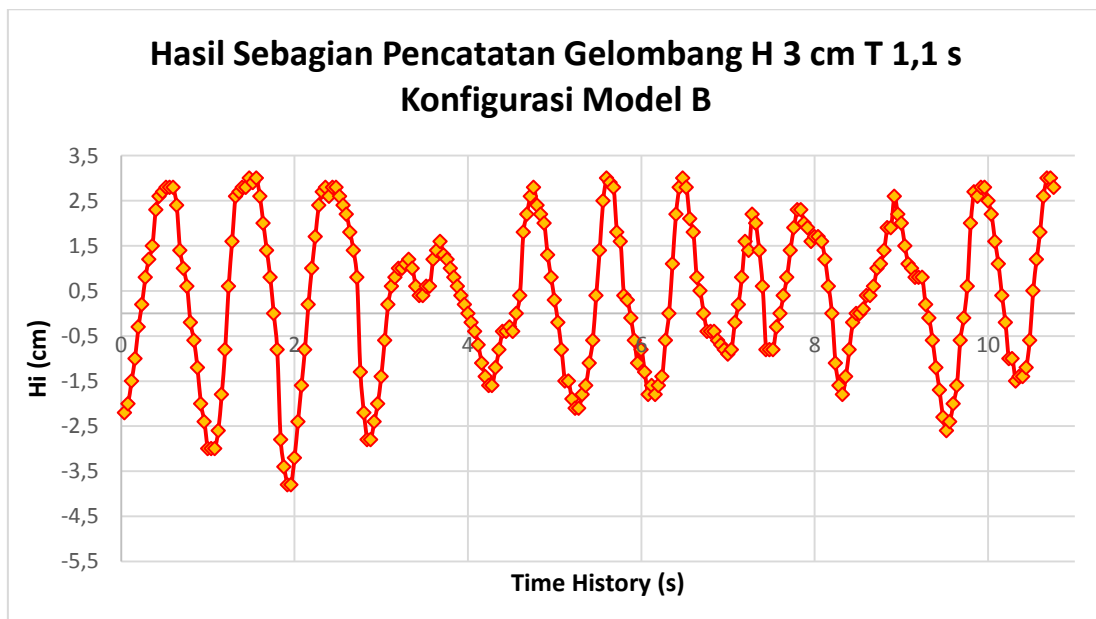
138	5,52	1,4
139	5,56	2,5
140	5,6	3
141	5,64	2,9
142	5,68	2,8
143	5,72	1,8
144	5,76	1,6
145	5,8	0,4
146	5,84	0,3
147	5,88	-0,1
148	5,92	-0,6
149	5,96	-1,1
150	6	-0,8
151	6,04	-1,3
152	6,08	-1,8
153	6,12	-1,6
154	6,16	-1,8
155	6,2	-1,6
156	6,24	-1,4
157	6,28	-0,6
158	6,32	0
159	6,36	1,1
160	6,4	2,2
161	6,44	2,8
162	6,48	3
163	6,52	2,8
164	6,56	2,1
165	6,6	1,8
166	6,64	0,8
167	6,68	0,5
168	6,72	0
169	6,76	-0,4
170	6,8	-0,4
171	6,84	-0,4
172	6,88	-0,6
173	6,92	-0,7
174	6,96	-0,8
175	7	-0,9
176	7,04	-0,8
177	7,08	-0,2
178	7,12	0,2
179	7,16	0,8
180	7,2	1,6

181	7,24	1,4
182	7,28	2,2
183	7,32	2
184	7,36	1,4
185	7,4	0,6
186	7,44	-0,8
187	7,48	-0,8
188	7,52	-0,8
189	7,56	-0,3
190	7,6	0
191	7,64	0,4
192	7,68	0,8
193	7,72	1,4
194	7,76	1,9
195	7,8	2,3
196	7,84	2,3
197	7,88	2
198	7,92	1,9
199	7,96	1,6
200	8	1,7
201	8,04	1,7
202	8,08	1,6
203	8,12	1,2
204	8,16	0,6
205	8,2	0
206	8,24	-1,1
207	8,28	-1,6
208	8,32	-1,8
209	8,36	-1,4
210	8,4	-0,8
211	8,44	-0,2
212	8,48	0
213	8,52	0
214	8,56	0,1
215	8,6	0,4
216	8,64	0,4
217	8,68	0,6
218	8,72	1
219	8,76	1,1
220	8,8	1,4
221	8,84	1,9
222	8,88	1,9
223	8,92	2,6

224	8,96	2,2
225	9	2
226	9,04	1,5
227	9,08	1,1
228	9,12	1
229	9,16	0,8
230	9,2	0,8
231	9,24	0,8
232	9,28	0,2
233	9,32	-0,1
234	9,36	-0,6
235	9,4	-1,2
236	9,44	-1,7
237	9,48	-2,3
238	9,52	-2,6
239	9,56	-2,4

240	9,6	-2
241	9,64	-1,6
242	9,68	-0,6
243	9,72	-0,1
244	9,76	0,6
245	9,8	2
246	9,84	2,7
247	9,88	2,6
248	9,92	2,8
249	9,96	2,8
250	10	2,5
251	10	2,2
252	10,1	1,6
253	10,1	1,1
254	10,2	0,4
255	10,2	-0,2

256	10,2	-1
257	10,3	-1
258	10,3	-1,5
259	10,4	-1,4
260	10,4	-1,4
261	10,4	-1,2
262	10,5	-0,6
263	10,5	0,5
264	10,6	1,2
265	10,6	1,8
266	10,6	2,6
267	10,7	3
268	10,7	3
269	10,8	2,8



**Gambar 4.7** Hasil rekaman sebagian fluktuasi gelombang pada pengujian model B dengan H 3 cm dan T 1,1 s  
 Sumber: Dokumentasi pribadi

Dari grafik diatas dapat dihitung banyaknya gelombang, tinggi gelombang signifikan ( $H_s$ ) dan tinggi rata-rata dengan penjumlahan manual seperti tabel 4.6 dibawah ini.

**Tabel 4.6** Hasil perhitungan gelombang datang secara manual

Sumber: Dokumentasi pribadi

Gelombang ke-	Hi	Hi <sup>2</sup>	1/3 Hi Tertinggi	Hs	H rata-rata
	cm	cm	cm	cm	Cm
1	5,8	33,64	6,8	6,07	4,68
2	6,8	46,24	5,8		
3	5,6	31,36	5,6		
4	3,2	10,24			
5	4,9	24,01			
6	4,7	22,09			
7	3,9	15,21			
8	3	9			
9	4,1	16,81			
10	5,2	27,04			
11	4,3	18,49			
Jumlah	51,5	254,13	18,2		

Dari tabel diatas didapatkan berbagai parameter sebagai berikut:

- Tinggi gelombang maksimum  $H_{max}$  = 6,8 cm
- Tinggi gelombang 10% ( $H_{1/10}$ ) = 6,8 cm
- Tinggi gelombang *root mean square* =  $H_{rms} = \sqrt{\left(\frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} H_i^2\right)}$   
 $H_{rms} = 5,04$

```
Command Window
>> wavan

                Program WAVAN

                Wave Analysis

INPUT

enter input filename  Tmanual.txt
Enter Number of Columns in Input File:  1
Enter Sampling Time, Delt:  0.04
Enter No. of Points (Multiple of 8):  264
Do you want plots? - Yes=1, No=0:  1
Remove Mean (1) or Trend (2)?:  2
Enter Desired Resolution, M:  10

Enter Number of Bins for Histogram: 5
|

Basic Output

Mean Water Level          =  0.2850 centimetres
Water Level Trend         =  0.01080 cm/s
Sigma                     =  1.649 centimetres

Wave Statistics

Up-Crossing (1), Down-Crossing (2) or Average (3)?: 1

Number of Waves          =  11
Average Wave Period      =  0.9600 seconds
Significant Wave Height  =  5.6658 centimetres
Maximum Wave Height     =  6.8052 centimetres
Average Wave Height     =  4.6963 centimetres
rms Wave Height         =  4.8209 centimetres
Average of Highest 1/10 =  6.3056 centimetres
Sigmaz                   =  0.9316 centimetres
```

**Gambar 4.8** Tampilan hasil pemograman Wavan

Sumber: Dokumentasi pribadi

Setelah didapatkan hasil perhitungan manual maupun dengan menggunakan Matlab dapat dilihat bahwa parameter gelombang yang didapatkan dari hasil perhitungan memiliki nilai yang saling mendekati seperti yang terlihat pada tabel 4.7 dibawah ini.

**Tabel 4.7** Perbandingan antara hasil perhitungan manual dengan Wavan  
Sumber: Dokumentasi pribadi

Parameter Gelombang Datang	Manual	Wavan	Error
	( cm )	( cm )	( % )
Jumlah gelombang	11,00	11,00	0%
Tinggi gelombang signifikan	6,07	5,67	7%
Tinggi gelombang rata-rata	4,68	4,70	0%
Tinggi gelombang maksimum	6,80	6,81	0%
Tinggi gelombang 10% ( $H_{1/10}$ )	6,80	6,31	7%
Tinggi gelombang <i>root mean square</i> ( $H_{rms}$ )	5,04	4,82	4%

#### 4.6 Analisis Hasil Pengujian

Dalam analisis hasil pengujian *hexagonal floating breakwater*, untuk mengetahui hubungan antara nilai koefisien transmisi dengan parameter yang lain berdasarkan dari berbagai data time series yang telah didapatkan pada saat pengujian, maka digunakan grafik analisis yang menyatakan hubungan nilai koefisien transmisi dengan suatu parameter tertentu. Dari data-data tersebut kemudian dapat ditentukan harga untuk tinggi gelombang datang maupun gelombang transmisi, sehingga nilai koefisien transmisi dapat diketahui dari perbandingan antara gelombang transmisi dengan gelombang datang. Setelah didapatkan nilai koefisien transmisi, maka hasil tersebut dibandingkan dengan parameter kecuraman gelombang (*wave steepness*)

##### 4.6.1 Koefisien Transmisi

Data pengujian yang diperoleh dari pencatatan gelombang menggunakan *wave probe* berupa data dalam bentuk time series. Data tersebut kemudian diolah menggunakan *wavan*. Pengolahan dengan *wavan* menggunakan bantuan

perangkat lunak Matlab. Langkah penggunaan pada perangkat ini di bagi menjadi 3 bagian yaitu tahap persiapan, pemrosesan, dan penyimpanan hasil. Setelah langkah-langkah penggunaan perangkat lunak Matlab sudah dilakukan, maka akan didapatkan hasil untuk setiap file yang di analisis. Nilai-nilai koefisien transmisi tiap-tiap konfigurasi dari hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.8.

**Tabel 4.8** Hasil perhitungan Kt (Koefisien Transmisi)

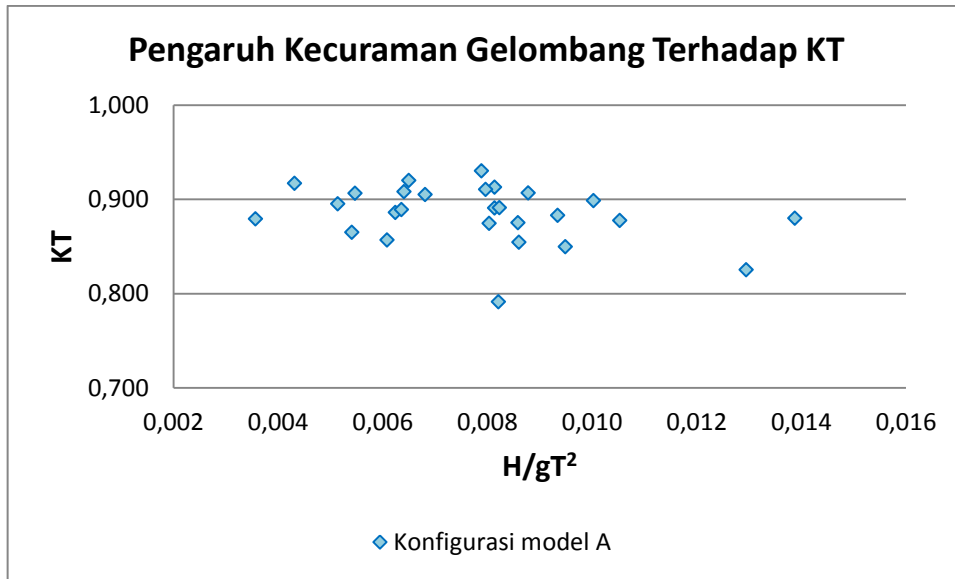
Sumber: Dokumentasi pribadi

No	Jenis Floating Breakwater	Kt Maks	Kt Min	Kt Average
1	Konfigurasi model A	0,93	0,79	0,86
2	Konfigurasi model B	0,89	0,73	0,81

Dari hasil perhitungan nilai koefisien transmisi diatas dapat dilihat bahwa konfigurasi A dan B memiliki selisih nilai Kt yang tidak begitu jauh. Dimana konfigurasi model A nilai  $Kt_{maks}$  sebesar 0,93 sedangkan model B 0,89. Selain itu  $Kt_{min}$  untuk model A mempunyai nilai 0,79 dan model B 0,73. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa konfigurasi model B lebih optimal dalam meredam gelombang dibandingkan dengan model A.

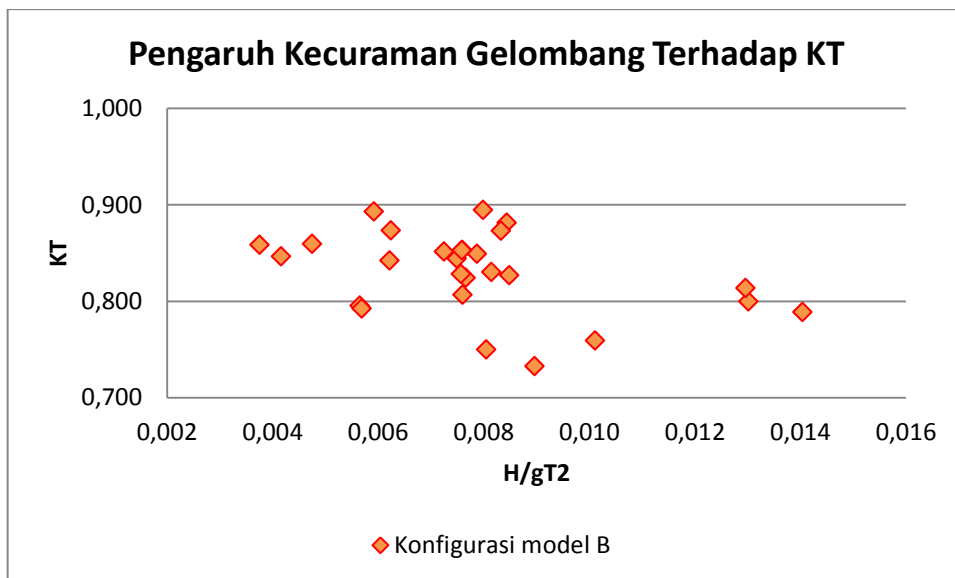
#### 4.6.2 Pengaruh Kecuraman Gelombang Terhadap Transmisi Gelombang

Tinggi gelombang datang dan periode yang digunakan untuk merumuskan hubungan antara kecuraman gelombang ( $H/gT^2$ ) terhadap pengaruh koefisien transmisi (Kt) dari tiap-tiap konfigurasi dapat ditentukan dengan menggunakan parameter tinggi gelombang datang signifikan ( $H_s$ ) dan periode gelombang datang rata-rata ( $T_{avg}$ ) seperti yang terlihat pada gambar 4.8 sampai 4.9.



**Gambar 4.9** Hubungan kecuraman gelombang dengan koefisien transmisi pada konfigurasi A

Sumber: Dokumentasi pribadi

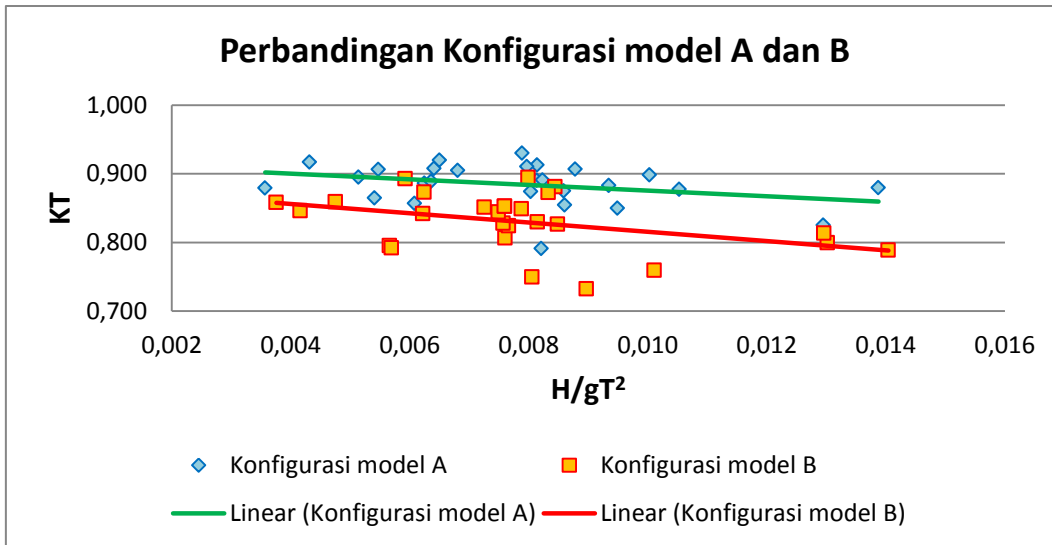


**Gambar 4.10** Hubungan kecuraman gelombang dengan koefisien transmisi pada konfigurasi B

Sumber: Dokumentasi pribadi

Dari grafik pada gambar 4.9 dan 4.10 menunjukkan hubungan *wave steepness* pada sumbu-x dan koefisien transmisi pada sumbu-y. Dapat diketahui

bahwa variasi tinggi gelombang pembangkit mempengaruhi nilai koefisien transmisi yang dihasilkan.



**Gambar 4.11** Hubungan kecuraman gelombang dengan koefisien transmisi pada konfigurasi A dan B

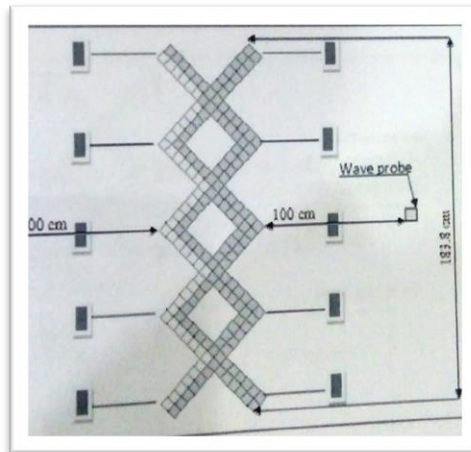
Sumber: Dokumentasi pribadi

Pada gambar 4.11 menunjukkan hubungan koefisien transmisi dengan kecuraman gelombang pada kedalaman yang sama (80 cm) dengan konfigurasi yang berbeda. Nilai-nilai koefisien transmisi berkisar antara 0,79 – 0,93 untuk konfigurasi A, sedangkan untuk konfigurasi B nilai koefisien transmisi berkisar 0,73 – 0,89. Dengan bertambah tingginya nilai H dan T maka kecuraman gelombang akan semakin bertambah besar. Dari grafik gambar 4.7 dapat diketahui bahwa masing-masing konfigurasi memiliki nilai koefisien transmisi yang terus menurun dengan bertambah besarnya kecuraman gelombang. Perilaku model ini sesuai dengan teori yang sudah ada dan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, bahwa *floating breakwater* tidak akan efektif untuk meredam gelombang yang rendah (Tsinker, 1995). Sehingga dapat dikatakan bahwa masing-masing konfigurasi model tersebut efektif dalam meredam gelombang besar.

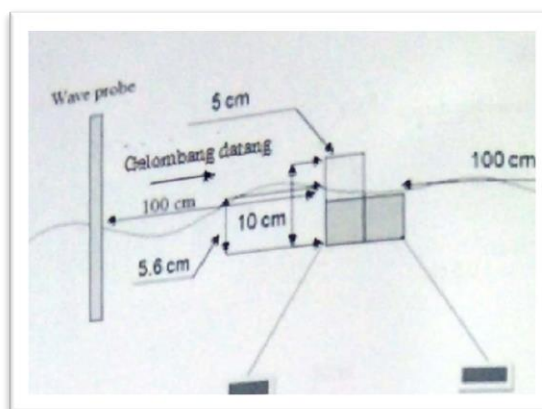


### 4.6.3 Perbandingan Hasil Pegujian

Untuk mengetahui seberapa efektif *hexagonal floating breakwater* maka perlu adanya pembanding dari bentuk lain yang sudah dilakukan oleh penelitian sebelumnya. Penelitian yang digunakan untuk membandingkan hasil pengujian fisik di Laboratorium Energi dan Bawah air yaitu penelitian dari Yogi (2011) dan Murali Mani (1991). Dalam penelitian Yogi, menggunakan bentuk model floaton (berbentuk persegi) yang disusun hingga berbentuk zig-zag, seperti yang terlihat pada gambar 4.12. Sedangkan pada penelitian Murali dan Mani menggunakan *cage floating breakwater* yang terdiri dari dua ponton berbentuk trapesium dengan barisan pipa vertical seperti yang terlihat pada gambar 4.13.



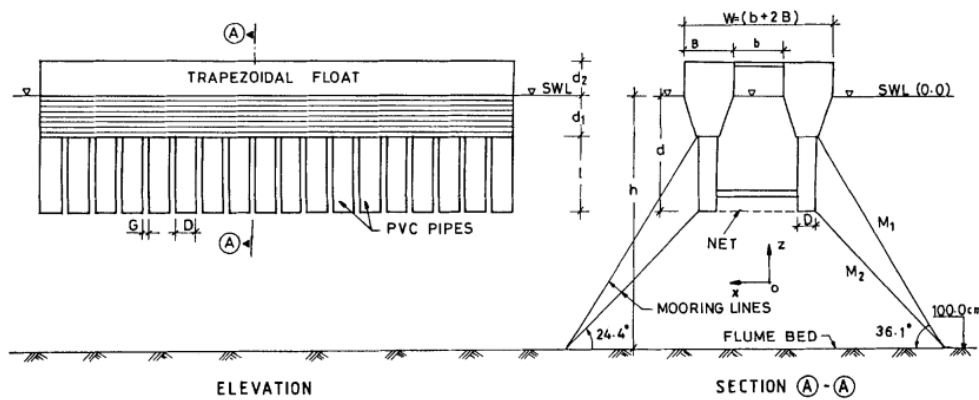
a. Desain pengujian tampak atas



b. Desain pengujian tampak samping

**Gambar 4.12** Model desain pengujian dari penelitian yogi

Sumber: *Transmisi Gelombang pada Floating Breakwater Polyethylene Bentuk Zig Zag*, 2011



**Gambar 4.13** Model desain *cage floating breakwater* Murali dan Mani

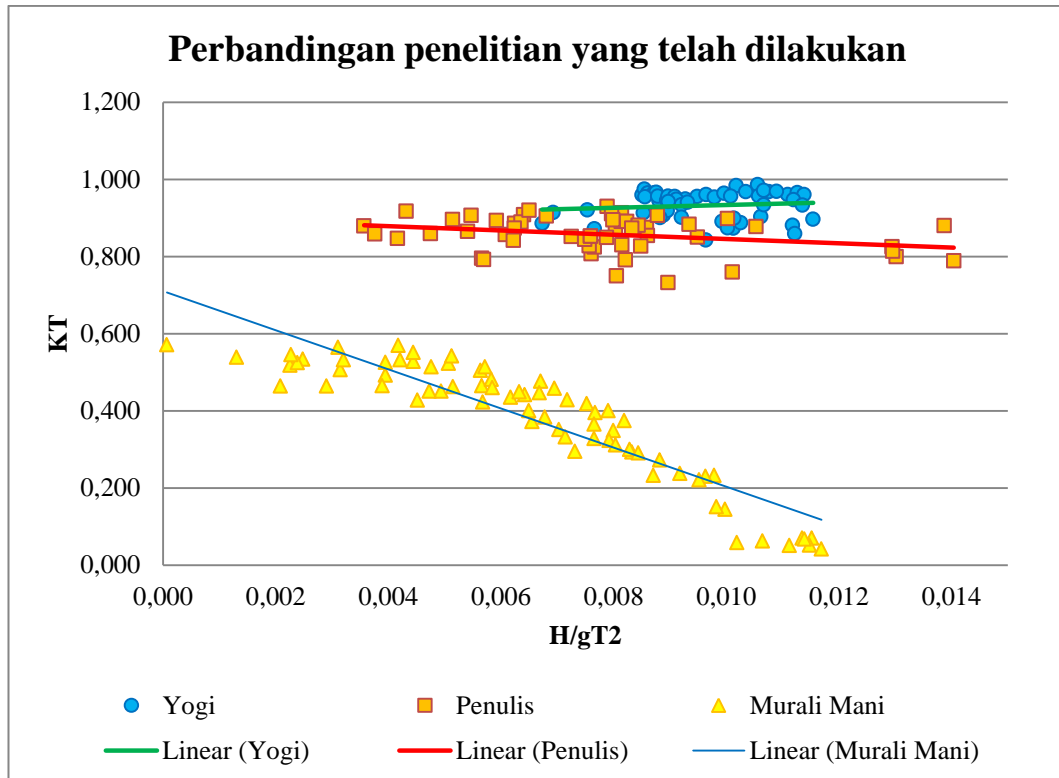
Sumber: *Performance of Cage Floating Breakwater* (1991)

**Tabel 4.9** Data perbandingan dengan penelitian sebelumnya

Sumber: Dokumentasi pribadi

Peneliti	Model Floating Breakwater			
	Type	Dimensi	Data kondisi lingkungan percobaan	Variasi
Yogi Rezkirana	Floaton	B= 5 cm; L= 5 cm; H = 4 cm	Gelombang irreguler H= 4, 5, dan 6 cm; T= 1,1 s;1,3 s;1,5 s	kemiringan sudut mooring dan draft
Murali dan Mani	Cage Floating Breakwater	B = 20 cm; L = 20,30 dan 40 cm;	Gelombang irreguler; Kedalaman air h=100 cm; Tinggi gelombang H= 4-24 cm; T= 0,8-2,0	Lebar pontoon dan gap
Penulis	Hexafloater	B= 4 cm; L= 4 cm; H = 4 cm	Gelombang irreguler H= 3, 4, dan 5 cm; T= 1,1 s;1,3 s;1,5 s	Konfigurasi bentuk

Perbandingan grafik hasil penelitian yang telah dilakukan oleh penelitian sebelumnya dapat dilihat pada gambar 4.14 dibawah ini. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa nilai kecuraman gelombang memberikan dampak terhadap nilai koefisien transmisi yang dihasilkan.



**Gambar 4.14** Grafik perbandingan antara koefisien transmisi dengan kecuraman gelombang dari penelitian sebelumnya dan penulis

Sumber: Dokumentasi pribadi

Jika dibandingkan dengan penelitian Yogi, nilai kecuraman gelombang yang semakin besar akan menghasilkan koefisien transmisi yang cenderung akan naik (berbanding lurus). Akan tetapi dalam penelitian yang telah dilakukan penulis semakin besar kecuraman gelombang yang dihasilkan maka koefisien transmisi yang didapatkan cenderung menurun. Sedangkan pada penelitian yang telah dilakukan oleh Murali dan Mani, nilai koefisien transmisi yang dihasilkan memiliki nilai yang paling baik. Karakteristik hubungan koefisien transmisi terhadap kecuraman gelombang yang dimiliki penulis dengan Murali dan Mani memiliki kesamaan yaitu semakin besar kecuraman gelombang semakin kecil pula koefisien transmisinya. Sehingga hal ini dapat disimpulkan bahwa *hexagonal floating breakwater* lebih efektif dalam meredam gelombang dibandingkan dengan floaton.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*



**BAB V**  
**KESIMPULAN DAN SARAN**

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari analisis hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, maka didapatkan beberapa kesimpulan yang dapat digunakan untuk menjawab rumusan masalah yang telah dikemukakan diawal penulisan Tugas Akhir ini, kesimpulan tersebut antara lain adalah :

- a) Dalam meredam gelombang konfigurasi model B memberikan hasil yang optimal dibandingkan dengan model A. Dengan  $K_{t_{maks}}$  model B bernilai 0,89 dan  $K_{t_{min}}$  0,73 sedangkan untuk model A  $K_{t_{maks}}$  bernilai 0,93 dan  $K_{t_{min}}$  0,79
- b) Dari hasil pengujian dapat dilihat kecenderungan nilai koefisien transmisi (Kt) yang semakin turun dengan bertambah naiknya *wave steepness*, memperlihatkan bahwa konfigurasi model A dan B mampu mereduksi gelombang dengan ketinggian gelombang datang dan periode yang semakin besar
- c) Hubungan antara koefisien transmisi dengan *wave steepness* berbanding terbalik, dimana semakin tinggi nilai periode puncak ( $T_p$ ) maka nilai Kt akan semakin rendah

#### 5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya terkait dengan hexagonal *floating breakwater* ini, terdapat beberapa saran berdasarkan hasil dan analisis yang sudah dilakukan pada Tugas Akhir ini diantaranya adalah :

- a) Menambahkan jumlah model hexagonal *floating breakwater* untuk meningkatkan kemampuannya dalam meredam gelombang datang, selain itu variasi konfigurasi model juga akan bertambah banyak
- b) Menambahkan ketinggian model sehingga dapat mengurangi limpasan gelombang datang (*overtopping*)

- c) Pemasangan *mooring* sebaiknya dipasang secara serong ke samping, hal ini akan membuat struktur lebih rigid atau kaku. Jika dipasang didepan dan dibelakang struktur, maka akan terjadi banyak gerakan pada struktur
- d) Perlu dilakukan penelitian dengan variasi lebar struktur dan kedalaman air



**DAFTAR PUSTAKA**



## DAFTAR PUSTAKA

- Armono, H.D. 2004. "A Two Dimensional Hydrodynamic Model in the Vicinity of Artificial Reefs". Paper presented for OIT XXI-HATHI, Denpasar.
- Chun, Y.J., *et al.* 2015."Experimental study of a new type of floating breakwater", *Ocean Engineering* 105, 295-303.
- Coastal Engineering Manual (CEM). 2005."Engineering and Design Coastal Engineering Manual", Department of The Army, US Army Corps of Engineers, Washington DC
- Dong, G.H., Zheng, Y.N., Li, Y.C. 2008. "Experiments on wave transmission coefficient of floating breakwater", *Ocean Engineering* 35, 931-938.
- 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
- Hales, Z.L., 1981. "Floating Breakwater; State-of-the-art Literature Review", Technical Report No. 81-1. US Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, Mississippi, USA.
- Hughes, S.A. 1993."Physical Models and Laboratory Techniques in Coastal Engineering, USA: Coastal Engineering Research Center
- Mani,J.S., 1991."Design of Y-Frame Floating Breakwater".*J.Waterw.Port Coast Ocean Eng.* 117 (2). 105-118
- McCartney, Bruce, I."Floating Breakwater Design, this paper is part of the *journal of waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering*", Vol. 111, No.2, March, 2985
- Moorey, J. 1998."Floating Breakwater Predicting Their Performance", Canada: Faculty Of Engineering and Applied Science Memorial University of Newfoundland
- Rezkirana, Yogi., *et al.* 2011."Transmisi Gelombang pada Floating Breakwater Polyethylene Bentuk Zig Zag", Digilib ITS, Surabaya
- Tazaki, *et al.* 1975,"Floating Breakwater", United States Patent, Tokyo Japan.
- Triatmodjo, Bambang. 1999. "Teknik Pantai", Yogyakarta: Beta Offset

Wang, H.T., Sun, Z.C., 2010."Experimental Study On The Influence Of Geometrical Configuration Of Porous Floating Breakwater On Performance". Marine Science and Technology, Vol. 18 No 4, 574-579.

Zidan, A.R., et al. 2012."Wave Interaction With Single And Twin pontoons", Mansoura University, Istanbul Turkey



**LAMPIRAN A**  
**CONTOH LISTING PROGRAM**  
**WAVAN**

## LAMPIRAN A

### CONTOH LISTING PROGRAM WAVAN

```
% Program WAVAN
% - Wave Analysis - Version 1.1
% - Copyright (c) J.W. Kamphuis
% - Last Update: 28 Sep, 2000

% !!! READ ALL INSTRUCTIONS BELOW !!!

% Setup:
% - There is a MATLAB program WAVAN.m
% - It calls on two functions: SPECCALC.m and FFF.m
% - It requires an input data file
% - For ease of operation, put WAVAN, SPECCALC, FFF
%   and the input file all in the same directory.

% WAVAN performs:
% - Zero Up- and Downcrossing
% - Spectrum Analysis
% - Long Wave Analysis

% INPUT files can be either:
% - One column consisting of water levels
% - Time column followed by several water level columns

% INPUT files must have the following characteristics:
% - The file must consist of numbers only!
% - All other material must be stripped from the file
% - Filename must consist of letters and numbers only!
% - Therefore carefully rename the stripped file.
% - Input file needs to be in the same directory as WAVAN

% The program OUTPUTS to:

% - COMMAND WINDOW
% - I have selected the output
% - You can add quickly to the output by:
%   a) Naming the new output with the display command
%       before the location where the variable is calculated
%       - disp 'xxx' - would simply type xxx in the command window
%   b) removing the semi-colon ; from the end of the command
%       displays the calculated value in the command window

% - FILES: wavan.out, wadist.out, wahr.out, waetap.out
%         warawspc.out, waresspc.out, wasegspc.out
%   The files are put in directory Matlab/Output
%   You need to create such a directory or you need
%   to change the program to produce files elsewhere.

% - PLOTS(optional):
% - Plot 1 - Water levels
% - Plot 2 - Water level excursions from the mean
```

```

% - Plot 3 - Long wave action
% - Plot 4 - Wave heights distributions and
%           raw short wave and long wave spectra
% - Plot 5 - Four short wave spectra

% - This forms one basis for wave analysis
% - YOU ARE ENCOURAGED TO DEVELOP THIS PROGRAM FURTHER
% - Any major improvements I would like to see
%   kamphuis@civil.queensu.ca

```

```

clear
disp ' '
disp ' '
disp '           Program WAVAN'
disp ' '
disp '           Wave Analysis'
disp ' '
disp 'INPUT'
disp ' '

```

```

% ***** 1. Introduction *****

```

```

% Note that all INPUTS are either:
% - Answers to a prompt (the most general)
% - or entered directly into the code
%   (when you get tired of answering the prompts)
% - One of either the prompt or the direct input
%   must be commented out with (%)!

```

```

% *** Input filename ***

```

```

fin = input('enter input filename ','s');
      % (e.g. 'wl.dat')
% fin = 'wl2.dat';

```

```

% *** Load filename ***

```

```

load_com=['load ' fin]; % makes 'load wl.dat'
eval(load_com);        % loads fin - load wl.dat
[k,w] = size (fin);    % sizes the input file as a string
var=[fin(1,1:w-4)];    % changes 'wl.dat' to 'wl'
recin=eval(var);       % recin is wl
file=fin;               % outputs file name 'wl.dat'

```

```

% *** Input calculation values ***

```

```

nc = input('Enter Number of Columns in Input File: ');
%nc=1;

```

```

if nc==1
    delt = input('Enter Sampling Time, Delt: ');
    %delt=0.25;
else

```

```

    recin(1,1);
    recin(2,1);
    delt=recin(2,1)-recin(1,1);
end

nn = input ('Enter No. of Points (Multiple of 8): ');
% nn=2048;

plots = input ('Do you want plots? - Yes=1, No=0: ');
% plots=1;

trends = input ('Remove Mean (1) or Trend (2): ');
% trends=2;

M = input ('Enter Desired Resolution, M: ');
% M=4;

% *** START OF THE MAIN LOOP (ONCE FOR EACH z DATASET)***

% *** This loop ends at the end of the program ***

if nc == 1
    ncount=1;
else
    ncount=2;
end

while ncount <= nc
    n=nn;
    fmint=1/(n*delt);
    ft=fmint*(0:n/2);
    if nc == 1
        nz=1;
    else
        nz=ncount-1;
    end

    z=recin(1:nn,ncount);
        % z = the ncount column in data file

    if nc == 1
        t=linspace(0,(nn*delt),nn); % generate t vector
    else
        t=recin(1:nn,1); % t = 1st column in data file
    end

    % *** remove mean or trend from the record ***

    if trends == 1
        meanwl=sum(z)/n;
        eta=z-meanwl;
        trend=0;
    else
        if nc == 1
            coef=polyfit(t,z',1);
            trend=coef(1);
        end
    end
end

```

```
    meanwl=coef(2);
    ztrend=trend*t+meanwl;
    eta=z-ztrend';
else
    coef=polyfit(t,z,1);
    trend=coef(1);
    meanwl=coef(2);
    ztrend=trend*t+meanwl;
    eta=z-ztrend;
end
end

% *** rms of the signal (sigma) ***

rms = sqrt(sum(eta.*eta)/n);

% ***** end - 1. Introduction *****
```

The page features a decorative border consisting of a grid of icons. Each icon is a circular gear with a yellow lotus flower in the center. The gear's color alternates between light blue and light purple in a checkerboard pattern.

**LAMPIRAN B**  
**TABEL PERHITUNGAN**  
**KOEFISIEN TRANSMISI**



**LAMPIRAN B**  
**TABEL PERHITUNGAN KOEFISIEN TRANSMISI**

Konfigurasi A skenario 1

No	H	T	Channel	MWL	WLT	Sigma	NoW	AWP	SWH	MWH	AWH	rmsWH	AoH1/10	Sigmaz	SWH	Tpeak	K <sub>T</sub>	H/gT <sup>2</sup>
	(cm)	(s)		(cm)	(cm/s)	cm		(s)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(m)	(s)		
1	3	1,1	1	0,337	-0,001	2,118	211	0,859	8,126	12,300	5,459	5,965	9,739	1,700	0,081	0,891	0,791	0,008
2			2	-0,320	0,001	2,167	205	0,884	8,518	13,350	5,636	6,177	10,305	1,736	0,085	0,891		
3			3	-0,173	0,001	1,617	203	0,893	6,430	10,600	4,183	4,648	7,831	1,314	0,064	1,004		
4		1,3	1	-0,020	0,000	2,256	182	0,993	8,439	13,150	5,570	6,123	10,203	1,722	0,084	1,190	0,857	0,006
5			2	-0,522	0,000	2,302	174	1,042	8,611	11,950	5,922	6,393	10,197	1,865	0,086	1,190		
6			3	-0,274	-0,001	1,191	183	0,991	7,232	10,800	4,686	5,227	8,682	1,486	0,072	1,190		
7		1,5	1	-0,079	0,000	2,192	145	1,240	8,224	12,400	5,528	6,046	10,013	1,745	0,082	1,394	0,917	0,004
8			2	-0,738	0,000	2,209	146	1,232	8,309	12,300	5,572	6,079	9,806	1,652	0,083	1,322		
9			3	-0,538	0,000	1,959	152	1,183	7,541	11,400	4,808	5,382	8,881	1,502	0,075	1,322		
10	4	1,1	1	0,005	-0,001	2,886	173	1,048	10,667	17,150	7,443	8,047	12,595	2,296	0,107	1,116	0,886	0,006
11			2	-0,683	0,000	2,932	168	1,076	11,079	16,000	7,688	8,270	13,100	2,347	0,111	1,320		
12			3	-0,644	0,001	2,472	175	1,033	9,453	13,450	6,353	6,943	10,964	1,991	0,095	1,320		
13		1,3	1	-0,121	-0,002	2,908	170	1,058	11,194	17,050	7,325	8,074	13,756	2,157	0,112	1,153	0,875	0,009
14			2	-0,785	0,000	2,939	170	1,058	11,318	16,100	7,479	8,223	13,725	2,135	0,113	1,153		
15			3	-0,774	0,001	2,516	175	1,028	9,797	14,400	6,393	7,101	12,056	1,933	0,098	1,342		
16		1,5	1	-0,303	0,001	3,006	155	1,167	11,270	17,450	7,416	8,214	13,894	2,213	0,113	1,301	0,908	0,006
17			2	-0,833	0,000	3,035	158	1,148	11,472	17,900	7,598	8,369	13,859	2,333	0,115	1,339		
18			3	-0,693	-0,001	2,722	163	1,109	10,234	18,000	6,675	7,461	12,568	1,994	0,102	1,339		
19	5	1,1	1	-0,278	-0,001	3,168	191	0,944	12,374	18,150	7,957	8,831	15,033	2,449	0,124	1,040	0,850	0,009
20			2	-0,965	0,000	3,154	183	0,983	12,476	21,350	8,148	8,982	15,621	2,342	0,125	1,153		
21			3	-0,895	0,000	2,668	189	0,954	10,516	17,750	6,703	7,549	13,688	2,104	0,105	1,077		
22		1,3	1	-0,562	0,001	3,451	164	1,101	13,450	24,200	8,857	9,791	17,097	2,503	0,135	1,211	0,883	0,009
23			2	-1,041	0,000	3,556	172	1,052	13,738	24,000	8,802	9,826	17,100	2,678	0,137	1,211		
24			3	-0,961	0,000	2,995	171	1,055	11,876	19,450	7,437	8,445	15,050	2,349	0,119	1,211		
25		1,5	1	-0,286	0,000	3,735	151	1,199	14,148	21,550	9,525	10,389	17,247	2,800	0,141	1,377	0,905	0,007
26			2	-0,957	0,001	3,683	159	1,135	13,969	21,250	8,882	10,020	17,568	2,678	0,140	1,378		
27			3	-0,996	0,000	3,282	160	1,128	12,807	20,200	7,942	9,054	16,406	2,398	0,128	1,456		

Konfigurasi A skenario 2

No	H (cm)	T (s)	Channel	MWL (cm)	WLT (cm/s)	Sigma cm	NoW	AWP (s)	SWH (cm)	MWH (cm)	AWH (cm)	rmsWH (cm)	AoH1/10 (cm)	Sigmaz (cm)	SWH (m)	Tpeak (s0)	K <sub>T</sub>	H/gT <sup>2</sup>	
1	3	1,1	1	0,838	-0,002	2,159	239	0,755	8,181	13,350	5,069	5,782	9,884	1,623	0,082	0,910	0,855	0,009	
2			2	0,855	0,001	2,014	218	0,826	7,857	11,750	5,098	5,644	9,483	1,491	0,079	0,985			
3			4	0,963	0,000	1,783	224	0,806	6,991	9,900	4,471	4,982	8,394	1,399	0,070	0,985			
4			1,3	1	0,413	0,000	2,145	204	0,885	8,228	12,450	4,967	5,717	9,905	1,598	0,082	1,278	0,895	0,005
5			2	0,790	-0,001	2,023	199	0,905	7,554	14,400	4,840	5,419	9,421	1,463	0,076	1,278			
6			4	1,109	0,000	1,947	194	0,929	7,367	11,700	4,761	5,286	8,950	1,463	0,074	1,250			
7			1,5	1	0,516	0,000	2,243	168	1,078	8,327	14,450	5,198	5,948	10,244	1,665	0,083	1,543	0,879	0,004
8			2	0,733	-0,001	2,044	168	1,078	7,452	14,850	4,678	5,326	9,258	1,436	0,075	1,504			
9			4	1,135	0,000	1,992	161	1,121	7,323	14,200	4,745	5,293	8,821	1,338	0,073	1,432			
10	4	1,1	1	0,745	-0,002	2,824	186	0,969	11,071	19,450	6,671	7,782	14,350	2,098	0,111	1,170	0,874	0,008	
11			2	0,871	0,000	2,677	193	0,936	10,157	19,500	6,281	7,194	13,140	1,991	0,102	1,170			
12			4	1,032	0,001	2,495	190	0,951	9,681	18,100	5,877	6,802	12,625	1,789	0,097	1,185			
13			1,3	1	0,535	-0,001	2,827	192	0,938	10,929	16,400	6,680	7,688	13,560	2,120	0,109	1,170	0,913	0,008
14			2	0,936	-0,001	2,742	185	0,977	10,513	16,150	6,739	7,534	12,774	2,056	0,105	1,170			
15			4	1,123	0,000	2,528	184	0,979	9,977	14,700	6,260	7,055	12,379	1,840	0,100	1,335			
16			1,5	1	0,519	0,000	2,953	171	1,054	11,108	17,500	7,017	7,964	13,342	2,194	0,111	1,335	0,889	0,006
17			2	0,847	0,000	2,771	168	1,076	10,376	16,050	6,779	7,543	12,867	2,056	0,104	1,335			
18			4	1,065	0,000	2,619	167	1,079	9,875	14,500	6,317	7,074	11,994	1,958	0,099	1,335			
19	5	1,1	1	0,533	-0,001	3,184	196	0,921	12,770	19,650	7,909	8,988	15,643	2,524	0,128	1,003	0,825	0,013	
20			2	0,879	-0,002	2,963	192	0,940	11,692	18,600	7,418	8,343	14,418	2,278	0,117	1,003			
21			4	1,191	-0,001	2,680	198	0,914	10,540	16,250	6,524	7,430	13,143	2,039	0,105	1,055			
22			1,3	1	0,446	0,000	3,437	175	1,031	13,508	22,000	8,626	9,672	16,867	2,725	0,135	1,172	0,899	0,010
23			2	0,695	0,000	3,352	180	1,006	12,912	20,250	8,249	9,253	16,258	2,571	0,129	1,245			
24			4	1,070	0,000	3,027	170	1,065	12,138	18,100	7,939	8,764	14,906	2,297	0,121	1,245			
25			1,5	1	0,414	0,000	3,554	165	1,097	13,831	20,800	8,645	9,797	16,694	2,805	0,138	1,337	0,930	0,008
26			2	0,663	0,000	3,463	174	1,037	13,203	20,100	7,923	9,179	16,011	2,513	0,132	1,337			
27			4	0,999	0,000	3,223	164	1,104	12,865	21,100	7,686	8,956	16,091	2,455	0,129	1,337			

Konfigurasi A skenario 3

No	H (cm)	T (s)	Channel	MWL (cm)	WLT (cm/s)	Sigma cm	NoW	AWP (s)	SWH (cm)	MWH (cm)	AWH (cm)	rmsWH (cm)	AoH1/10 (cm)	Sigmaz (cm)	SWH (m)	Tpeak (s0)	K <sub>T</sub>	H/gT <sup>2</sup>
1	3	1,1	1	0,980	-0,002	1,982	217	0,834	7,486	13,700	5,127	5,577	9,122	1,496	0,075	0,889	0,878	0,011
2			2	0,928	-0,001	1,872	226	0,799	7,986	12,750	4,774	5,235	8,492	1,402	0,080	0,926		
3			4	0,653	0,001	1,780	231	0,781	6,571	10,750	4,431	4,866	7,686	1,350	0,066	0,851		
4		1,3	1	0,519	0,000	2,181	184	0,982	8,421	13,200	5,385	6,034	10,253	1,663	0,084	1,260	0,865	0,005
5			2	0,607	0,000	2,054	191	0,946	7,733	14,350	5,028	5,596	9,713	1,461	0,077	1,001		
6			4	0,602	0,001	1,924	195	0,924	7,286	15,250	4,565	5,179	8,998	1,356	0,073	1,185		
7		1,5	1	0,559	0,000	2,153	151	1,197	8,287	12,600	5,288	5,924	9,931	1,643	0,083	1,243	0,906	0,005
8			2	0,502	-0,001	2,010	158	1,144	7,838	11,400	4,878	5,527	9,515	1,544	0,078	1,243		
9			4	0,542	0,000	1,976	162	1,112	7,512	10,900	4,518	5,198	9,018	1,412	0,075	1,430		
10	4	1,1	1	0,679	-0,002	2,805	180	1,004	10,924	15,850	7,000	7,812	13,071	2,169	0,109	1,296	0,891	0,008
11			2	0,455	0,001	2,628	177	1,018	10,275	14,200	6,722	7,391	12,084	2,148	0,103	1,001		
12			4	0,302	0,002	2,503	184	0,979	9,731	13,900	6,077	6,865	11,818	1,901	0,097	1,170		
13		1,3	1	0,600	-0,003	2,843	177	1,018	11,058	18,200	7,146	7,944	13,584	2,182	0,111	1,133	0,907	0,009
14			2	0,602	-0,002	2,662	185	0,977	10,310	18,000	6,493	7,347	13,087	2,015	0,103	1,133		
15			4	0,421	0,000	2,545	187	0,963	10,028	16,450	6,245	7,069	12,555	1,812	0,100	1,185		
16		1,5	1	0,227	0,000	2,972	158	1,144	11,357	20,350	7,345	8,263	14,579	2,236	0,114	1,335	0,920	0,007
17			2	0,292	0,000	2,812	167	1,079	10,799	23,000	6,705	7,689	13,806	2,038	0,108	1,335		
18			4	0,393	0,001	2,657	163	1,109	10,447	17,000	6,476	7,342	12,821	1,912	0,104	1,335		
19	5	1,1	1	0,281	-0,001	3,188	192	0,938	12,634	17,850	8,124	9,066	15,133	2,489	0,126	0,963	0,880	0,014
20			2	0,250	0,000	3,101	195	0,926	12,128	20,050	7,789	8,712	14,715	2,469	0,121	0,963		
21			4	0,289	-0,001	2,797	194	0,931	11,119	17,900	7,017	7,914	13,970	2,119	0,111	0,963		
22		1,3	1	0,207	0,000	3,446	173	1,044	13,566	20,700	8,759	9,774	16,592	2,781	0,136	1,296	0,891	0,008
23			2	0,101	0,001	3,316	179	1,007	12,675	20,000	8,197	9,146	15,471	2,462	0,127	1,296		
24			4	0,127	0,000	3,032	177	1,021	12,088	18,100	7,656	8,603	14,668	2,419	0,121	1,296		
25		1,5	1	0,135	0,000	3,570	157	1,151	13,915	20,550	8,916	9,960	16,635	2,736	0,139	1,260	0,911	0,008
26			2	0,054	0,000	3,434	163	1,109	13,367	20,850	8,357	9,426	16,279	2,610	0,134	1,260		
27			4	0,109	0,000	3,209	157	1,148	12,670	19,100	7,871	8,929	15,529	2,467	0,127	1,335		

Konfigurasi B skenario 1

No	H	T	Channel	MWL	WLT	Sigma	NoW	AWP	SWH	MWH	AWH	rmsWH	AoH1/10	Sigmaz	SWH	Tpeak	K <sub>T</sub>	H/gT <sup>2</sup>
	(cm)	(s)		(cm)	(cm/s)	cm		(s)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(m)	(s)			
1	3	1,1	1	0,687	-0,004	2,075	270	0,668	7,942	12,150	4,811	5,529	9,718	1,497	0,079	1,003	0,75	0,0081
2			2	1,037	-0,001	1,933	216	0,838	7,679	11,850	4,989	5,518	9,535	1,554	0,077	0,780		
3			4	0,371	0,000	1,542	223	0,811	5,957	8,900	3,856	4,286	7,294	1,187	0,060	1,003		
4		1,3	1	0,059	0,000	2,286	242	0,746	8,598	15,700	4,879	5,842	11,180	1,629	0,086	1,114	0,795	0,0057
5			2	0,775	-0,001	2,083	191	0,947	8,037	14,100	5,012	5,701	10,208	1,546	0,080	1,114		
6			4	0,273	-0,001	1,775	179	1,008	6,839	12,650	4,377	4,946	8,845	1,332	0,068	1,245		
7		1,5	1	0,099	0,000	2,259	199	0,908	8,343	13,650	4,814	5,695	10,586	1,548	0,083	1,430	0,846	0,0042
8			2	0,587	-0,001	1,956	158	1,144	7,415	11,600	4,702	5,283	9,109	1,466	0,074	1,430		
9			4	0,096	-0,001	1,832	151	1,193	7,062	10,400	4,579	5,084	8,606	1,401	0,071	1,430		
10	4	1,1	1	0,102	-0,001	2,887	173	1,041	11,200	17,550	7,331	8,111	14,125	2,171	0,112	1,133	0,807	0,0076
11			2	0,295	0,000	2,706	186	0,971	10,668	16,400	6,532	7,464	13,418	2,024	0,107	0,985		
12			4	-0,091	0,001	2,322	179	1,009	9,036	13,800	5,718	6,426	11,358	1,734	0,090	1,226		
13		1,3	1	0,044	-0,001	2,867	170	1,065	11,331	17,450	7,521	8,247	13,492	2,220	0,113	1,114	0,824	0,0077
14			2	0,372	-0,001	2,674	179	1,008	10,354	17,150	6,739	7,498	12,753	2,049	0,104	1,003		
15			4	0,070	0,003	2,395	173	1,043	9,339	14,300	6,196	6,815	11,172	1,904	0,093	1,228		
16		1,5	1	-0,128	0,000	2,938	148	1,219	11,537	17,850	7,644	8,398	14,253	2,163	0,115	1,373	0,873	0,0062
17			2	0,140	0,003	2,787	158	1,138	10,876	17,900	6,895	7,760	13,544	2,114	0,109	1,373		
18			4	0,040	0,000	2,553	150	1,199	10,078	15,600	6,581	7,281	12,491	1,957	0,101	1,373		
19	5	1,1	1	-0,084	0,000	3,223	195	0,924	12,796	18,000	8,153	9,096	15,368	2,394	0,128	0,910	0,8	0,013
20			2	0,252	0,000	3,080	186	0,969	12,375	16,350	8,070	8,897	14,583	2,492	0,124	1,001		
21			4	0,009	-0,001	2,557	184	0,982	10,231	13,900	6,757	7,392	12,171	2,025	0,102	1,001		
22		1,3	1	-0,139	0,000	3,426	171	1,054	13,356	23,250	8,781	9,712	16,561	2,747	0,134	1,112	0,849	0,0079
23			2	0,095	-0,001	3,336	180	1,004	13,003	24,600	8,233	9,263	15,895	2,537	0,130	1,092		
24			4	-0,046	-0,001	2,849	172	1,051	11,341	17,050	7,242	8,084	13,789	2,251	0,113	1,315		
25		1,5	1	-0,179	0,000	3,556	147	1,226	13,910	23,800	9,309	10,229	16,988	2,876	0,139	1,296	0,881	0,0084
26			2	-0,042	0,001	3,433	157	1,151	13,414	22,400	8,534	9,558	16,150	2,672	0,134	1,296		
27			4	-0,128	0,000	3,126	161	1,123	12,258	18,750	7,512	8,561	14,632	2,391	0,123	1,296		

Konfigurasi B skenario 2


No	H	T	Channel	MWL	WLT	Sigma	NoW	AWP	SWH	MWH	AWH	rmsWH	AoH1/10	Sigmaz	SWH	Tpeak	K <sub>T</sub>	H/gT <sup>2</sup>
	(cm)	(s)		(cm)	(cm/s)	cm		(s)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(m)	(s)			
1	3	1,1	1	0,244	-0,003	2,148	260	0,694	8,194	13,400	4,916	5,700	10,256	1,515	0,082	0,965	0,733	0,009
2			2	0,640	0,000	1,964	216	0,838	7,681	11,700	5,078	5,600	9,608	1,498	0,077	0,965		
3			4	-0,078	0,001	1,581	218	0,830	6,003	10,200	4,058	4,449	7,404	1,144	0,060	0,965		
4		1,3	1	-0,242	0,000	2,203	210	0,860	8,389	13,100	5,129	5,864	10,434	1,593	0,084	1,226	0,792	0,0057
5			2	0,469	-0,001	2,049	185	0,974	8,146	12,450	5,071	5,743	10,234	1,583	0,081	1,060		
6			4	0,060	0,000	1,740	184	0,982	6,648	10,700	4,258	4,772	7,971	1,342	0,066	1,226		
7		1,5	1	-0,178	0,000	2,327	198	0,910	8,546	14,100	4,917	5,831	10,841	1,546	0,085	1,355	0,859	0,0047
8			2	0,378	-0,001	2,044	157	1,151	7,856	11,900	5,087	5,657	9,553	1,556	0,079	1,355		
9			4	-0,037	-0,001	1,924	158	1,140	7,345	10,400	4,631	5,219	8,941	1,485	0,073	1,355		
10	4	1,1	1	0,336	-0,004	2,923	178	1,015	11,153	16,350	7,469	8,201	13,524	2,310	0,112	1,243	0,828	0,0076
11			2	0,416	0,000	2,722	178	1,012	10,577	16,000	6,899	7,648	12,784	2,129	0,106	1,243		
12			4	-0,307	0,001	2,385	178	1,015	9,236	14,600	5,938	6,650	11,311	1,843	0,092	1,226		
13		1,3	1	-0,068	0,000	2,881	181	0,998	11,228	17,950	7,110	8,009	13,868	2,178	0,112	1,185	0,83	0,0081
14			2	0,517	-0,001	2,718	180	1,001	10,675	16,050	6,761	7,608	13,305	2,098	0,107	1,072		
15			4	-0,056	-0,001	2,386	176	1,027	9,321	14,100	5,950	6,657	11,569	1,829	0,093	1,185		
16		1,5	1	-0,052	0,000	2,921	163	1,107	11,328	17,300	7,077	8,039	14,238	2,195	0,113	1,262	0,851	0,0072
17			2	0,359	0,000	2,735	168	1,074	10,584	15,700	6,662	7,516	12,972	1,297	0,106	1,262		
18			4	-0,256	0,000	2,494	161	1,125	9,646	14,050	6,236	6,924	11,812	1,855	0,096	1,337		
19	5	1,1	1	0,042	0,000	3,266	224	0,806	12,737	21,150	7,554	8,820	15,831	2,414	0,127	1,001	0,814	0,013
20			2	0,315	-0,001	3,170	189	0,953	12,580	19,900	8,319	9,143	15,250	2,620	0,126	1,001		
21			4	-0,136	-0,001	2,594	190	0,951	10,365	15,950	6,684	7,451	12,983	2,051	0,104	1,001		
22		1,3	1	-0,315	0,000	3,481	202	0,894	13,483	22,650	8,088	9,410	16,693	2,535	0,135	1,315	0,844	0,0075
23			2	0,146	0,000	3,348	171	1,054	13,065	23,150	8,699	9,585	15,911	2,607	0,131	1,001		
24			4	-0,334	0,000	2,902	169	1,069	11,383	16,950	7,733	8,397	13,547	2,283	0,114	1,355		
25		1,5	1	-0,409	0,000	3,658	185	0,976	14,004	24,550	8,248	9,672	17,968	2,579	0,140	1,337	0,895	0,008
26			2	0,121	0,000	3,427	162	1,118	13,362	24,450	8,465	9,547	16,594	2,602	0,134	1,262		
27			4	-0,368	0,000	3,143	162	1,114	12,530	21,450	7,591	8,747	15,441	2,449	0,125	1,337		

Konfigurasi B skenario 3

No	H	T	Channel	MWL	WLT	Sigma	NoW	AWP	SWH	MWH	AWH	rmsWH	AoH1/10	Sigmaz	SWH	Tpeak	K <sub>T</sub>	H/gT <sup>2</sup>
	(cm)	(s)		(cm)	(cm/s)	cm		(s)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(m)	(s)			
1	3	1,1	1	0,184	0,000	2,074	208	0,868	8,211	13,350	5,500	5,997	10,082	1,596	0,082	0,910	0,759	0,0101
2			2	0,368	-0,001	2,045	222	0,813	7,924	11,850	5,162	5,720	9,546	1,609	0,079	0,985		
3			4	0,443	0,000	1,607	211	0,854	6,235	12,800	4,195	4,597	7,580	1,204	0,062	0,910		
4		1,3	1	-0,107	-0,001	2,148	192	0,941	8,349	13,800	5,230	5,907	10,450	1,554	0,083	1,133	0,842	0,0062
5			2	0,175	-0,001	2,102	200	0,901	8,127	14,050	4,864	5,642	10,298	1,529	0,081	1,170		
6			4	0,201	0,000	1,854	185	0,977	7,031	11,700	4,484	5,018	8,611	1,324	0,070	1,170		
7		1,5	1	0,017	0,000	2,312	146	1,234	8,738	13,250	5,915	6,450	10,500	1,757	0,087	1,540	0,858	0,0038
8			2	-0,113	0,000	2,019	160	1,130	7,732	12,250	4,772	5,447	9,506	1,484	0,077	1,278		
9			4	0,123	-0,001	1,959	151	1,193	7,501	12,350	4,825	5,385	9,144	1,506	0,075	1,315		
10	4	1,1	1	0,003	-0,001	2,904	178	1,015	11,393	20,550	7,470	8,263	13,947	2,084	0,114	1,170	0,827	0,0085
11			2	0,107	0,000	2,667	189	0,956	10,332	16,150	6,536	7,354	12,803	1,926	0,103	1,001		
12			4	-0,018	0,000	2,368	186	0,971	9,419	14,200	5,695	6,575	11,797	1,736	0,094	1,170		
13		1,3	1	-0,126	-0,001	2,892	184	0,979	11,190	18,600	7,060	7,947	14,024	2,219	0,112	1,226	0,853	0,0076
14			2	0,134	-0,001	2,746	181	0,995	10,539	17,300	6,868	7,624	13,258	1,900	0,105	1,226		
15			4	0,016	0,000	2,425	176	1,024	9,545	15,400	6,070	6,792	11,745	1,863	0,095	1,226		
16		1,5	1	-0,253	0,000	2,874	168	1,072	10,986	15,200	7,073	7,883	13,222	2,115	0,110	1,375	0,893	0,0059
17			2	-0,174	0,001	2,711	168	1,072	10,474	16,000	6,666	7,453	12,747	2,072	0,105	1,296		
18			4	0,025	-0,001	2,514	163	1,105	9,810	16,550	6,128	6,957	11,985	1,989	0,098	1,375		
19	5	1,1	1	-0,222	0,000	3,195	188	0,957	13,302	20,350	8,165	9,274	16,533	2,536	0,133	0,983	0,789	0,014
20			2	0,034	-0,001	3,007	184	0,980	12,368	18,750	7,821	8,740	15,266	2,376	0,124	0,983		
21			4	-0,044	0,000	2,620	189	0,952	10,494	17,250	6,459	7,366	13,303	2,000	0,105	1,058		
22		1,3	1	-0,214	0,000	3,427	175	1,032	13,260	21,700	8,870	9,734	16,592	2,613	0,133	1,133	0,853	0,0076
23			2	-0,141	0,000	3,221	174	1,035	12,734	20,600	8,350	9,248	16,044	2,477	0,127	1,133		
24			4	-0,018	0,000	2,883	173	1,044	11,308	18,300	7,315	8,170	14,100	2,272	0,113	1,335		
25		1,5	1	-0,222	0,000	3,568	159	1,139	13,770	24,050	8,775	9,838	16,927	2,775	0,138	1,298	0,873	0,0083
26			2	-0,155	0,000	3,349	158	1,142	13,067	20,500	8,351	9,363	16,329	2,479	0,131	1,298		
27			4	-0,016	0,000	3,133	171	1,059	12,022	20,600	7,357	8,479	15,497	2,289	0,120	1,298		

Keterangan simbol :

H	= Wave Height
T	= Wave Period
MWL	= Mean Water Level
WLT	= Water Level Trend
NoW	= Number of Waves
AWP	= Avarage Wave Period
SWH	= Significant Wave Height
MWH	= Maximum Wave Height
AWH	= Avarage Wave Height
rmsWH	= Root Mean Square Wave Height
AoH 1/10	= Avarage of Height 1/10
Tpeak	= Peak Period



**LAMPIRAN C**  
**PERHITUNGAN  $H_s$ ,  $T_p$  DENGAN**  
**CARA MANUAL DAN WAVAN**



## LAMPIRAN C

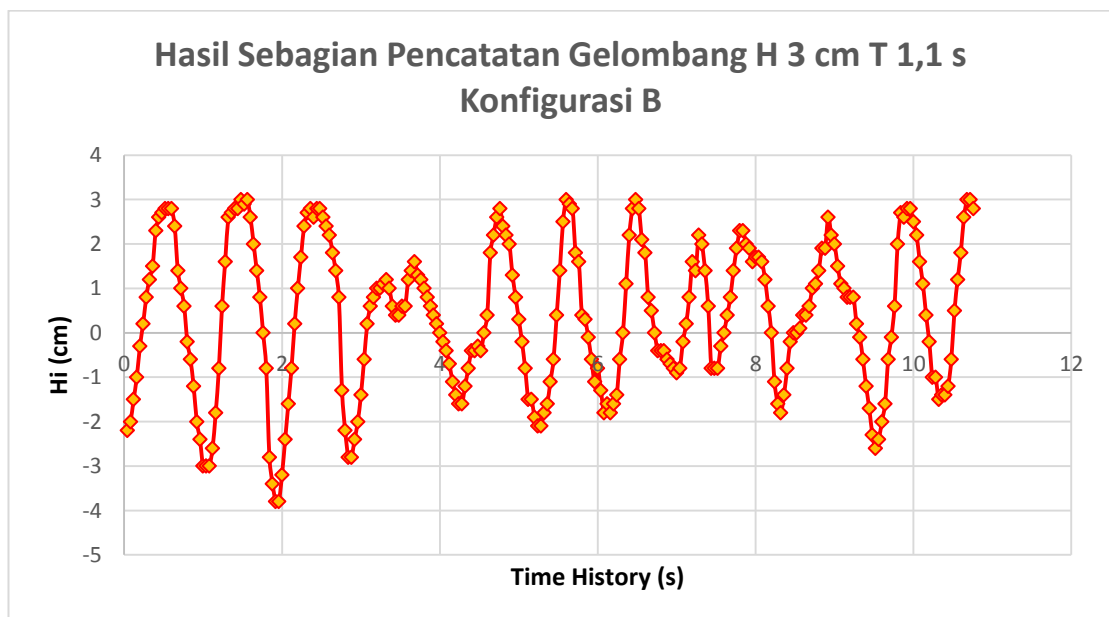
### PERHITUNGAN $H_s$ , $T_p$ DENGAN CARA MANUAL DAN WAVAN

- Validasi ketinggian gelombang signifikan  $H_s$

Berikut data percobaan yang digunakan dalam validasi  $H_s$

Time	Gelombang Datang (cm)
0,04	-2,2
0,08	-2
0,12	-1,5
0,16	-1
...	...
...	...
...	...
...	...
1,52	-0,6
1,56	0,5
1,6	1,2
1,64	1,8
1,68	2,6
1,72	3
1,76	3
1,8	2,8

Kemudian buat grafik dari tabel tersebut



Kemudian olah data gelombang seperti berikut

Gelombang ke-	Hi	Hi <sup>2</sup>	1/3 Hi Tertinggi	Hs	H rata-rata
	cm	cm	cm	cm	cm
1	5,8	33,64	6,8	6,07	4,68
2	6,8	46,24	5,8		
3	5,6	31,36	5,6		
4	3,2	10,24			
5	4,9	24,01			
6	4,7	22,09			
7	3,9	15,21			
8	3	9			
9	4,1	16,81			
10	5,2	27,04			
11	4,3	18,49			
Jumlah	51,5	254,13	18,2		

Lalu bandingkan dengan perhitungan menggunakan Wavan

Parameter Gelombang Datang	Manual	Wavan	Error
	( cm )	( cm )	( % )
Jumlah gelombang	11,00	11,00	0%
Tinggi gelombang signifikan	6,07	5,67	7%
Tinggi gelombang rata-rata	4,68	4,70	0%
Tinggi gelombang maksimum	6,80	6,81	0%
Tinggi gelombang 10% ( $H_{1/10}$ )	6,80	6,31	7%
Tinggi gelombang <i>root mean square</i> ( $H_{rms}$ )	5,04	4,82	4%

## Contoh perhitungan menggunakan Wawan

```
Command Window
>> wawan

                Program WAVAN

                Wave Analysis

INPUT

enter input filename Tmanual.txt
Enter Number of Columns in Input File: 1
Enter Sampling Time, Delt: 0.04
Enter No. of Points (Multiple of 8): 264
Do you want plots? - Yes=1, No=0: 1
Remove Mean (1) or Trend (2)?: 2
Enter Desired Resolution, M: 10

Enter Number of Bins for Histogram: 5
|

Basic Output

Mean Water Level          = 0.2850 centimetres
Water Level Trend         = 0.01080 cm/s
Sigma                     = 1.649 centimetres

Wave Statistics

Up-Crossing (1), Down-Crossing (2) or Average (3)?: 1

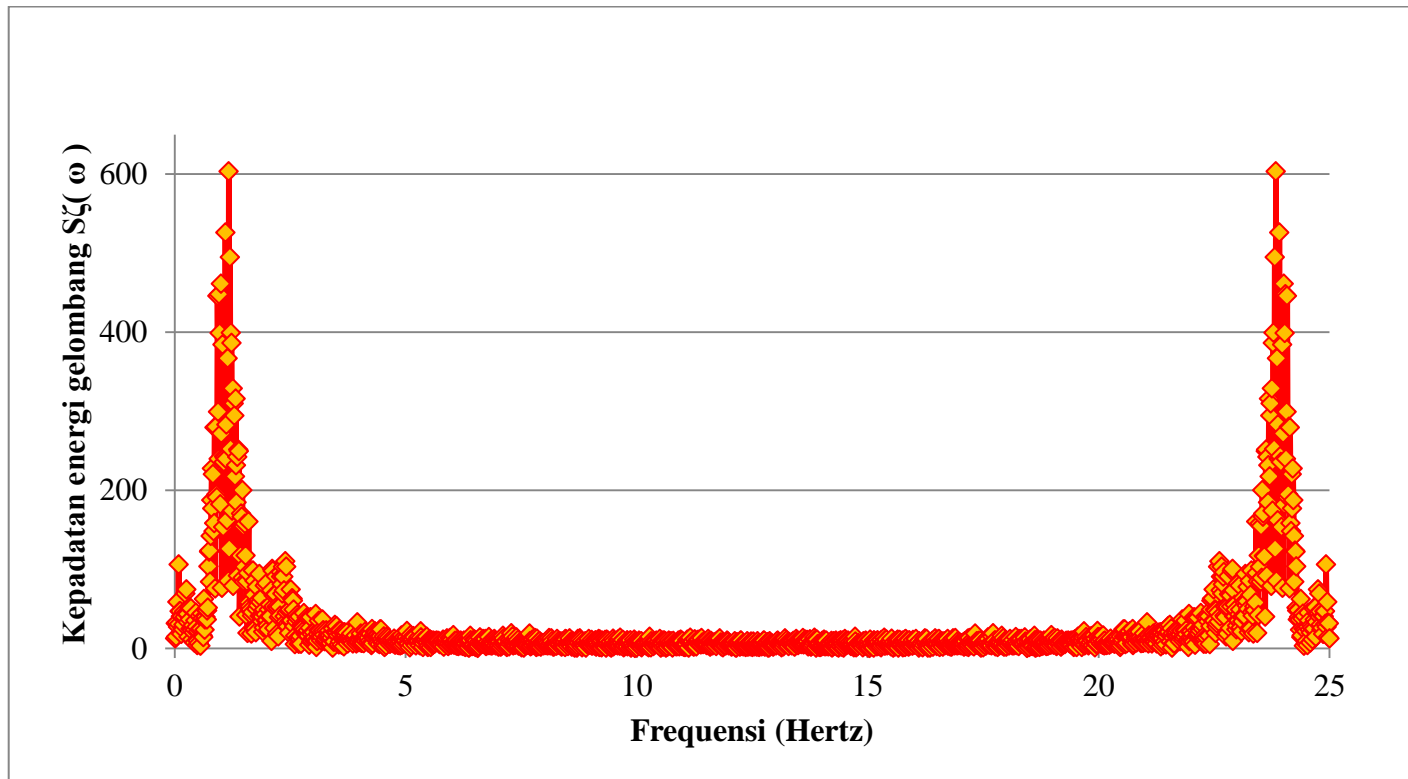
Number of Waves          = 11
Average Wave Period      = 0.9600 seconds
Significant Wave Height  = 5.6658 centimetres
Maximum Wave Height     = 6.8052 centimetres
Average Wave Height     = 4.6963 centimetres
rms Wave Height          = 4.8209 centimetres
Average of Highest 1/10  = 6.3056 centimetres
SigmaZ                   = 0.9316 centimetres
```

- Validasi periode puncak gelombang

Perhitungan periode puncak secara manual dilakukan dengan merubah data pengujian kedalam kurva spektra energi gelombang dalam domain frekuensi terlebih dahulu, menggunakan algoritma FFT (*Fast Fourier Transform*)

Time	H(cm)	FFT	Kepadatan energi gelombang $S_{\zeta}(\omega)$	$\omega$ (Hz)
0	-2,2	770,1	770,10	0
0,04	-2	10.4190160096212-6.68021308211298i	12,38	0,012212995
0,08	-1,5	9.1194598369113+29.9768956042106i	31,33	0,024425989
0,12	-1	3.52224278013549-14.0986348032273i	14,53	0,036638984
0,16	-0,3	-18.3431004183409+26.8808824390624i	32,54	0,048851979
0,2	0,2	-17.7439564531183-55.8093752110847i	58,56	0,061064973
0,24	0,8	-11.3009682446281+24.5282621828529i	27,01	0,073277968
0,28	1,2	58.7664145337321+88.3454885892702i	106,11	0,085490962
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
81,6	1,8	26.2067777515065+16.1384414026605i	30,78	24,91450904
81,64	2	58.7664145337313-88.3454885892708i	106,11	24,92672203
81,68	1,6	-11.3009682446282-24.5282621828529i	27,01	24,93893503
81,72	1,4	-17.7439564531178+55.8093752110845i	58,56	24,95114802
81,76	1,4	-18.3431004183409-26.8808824390622i	32,54	24,96336102
81,8	0,7	3.5222427801355+14.0986348032273i	14,53	24,97557401
81,84	0,6	9.11945983691128-29.9768956042107i	31,33	24,98778701
81,88	0,1	10.4190160096214+6.68021308211291i	12,38	25

Kemudian plot tabel diatas kedalam sebuah grafik dengan sumbu x frekuensi gelombang dan sumbu y kepadatan energi gelombang



Kemudian dari grafik diatas didapatkan frekuensi gelombang tertinggi sebesar 1,172 Hz. Dari frekuensi tertinggi yang telah didapatkan, ubah frekuensi tersebut kedalam periode. Sehingga didapatkan periode puncak sebesar 0,852951 s.

Perhitungan periode puncak menggunakan wavan

```
Up-Crossing (1), Down-Crossing (2) or Average (3)?: 3
Number of Waves           = 99
Average Wave Period       = 0.8275 seconds
Significant Wave Height   = 5.8324 centimetres
Maximum Wave Height       = 8.9000 centimetres
Average Wave Height       = 3.9384 centimetres
rms Wave Height           = 4.3147 centimetres
Average of Highest 1/10   = 7.0227 centimetres
Sigmaz                    = 1.2014 centimetres
Warning: Integer operands are required for colon operator
when used as index
> In wavan (line 472)
Warning: Integer operands are required for colon operator
when used as index
> In wavan (line 472)

For the Raw Spectrum

fmin                       = 0.0122 Hz
Sigma                      = 1.5350 cm
S(p)                      = 14.2041 cm2/Hz
f(p)                      = 1.1719 Hz
T(p)                      = 0.8533 sec
```

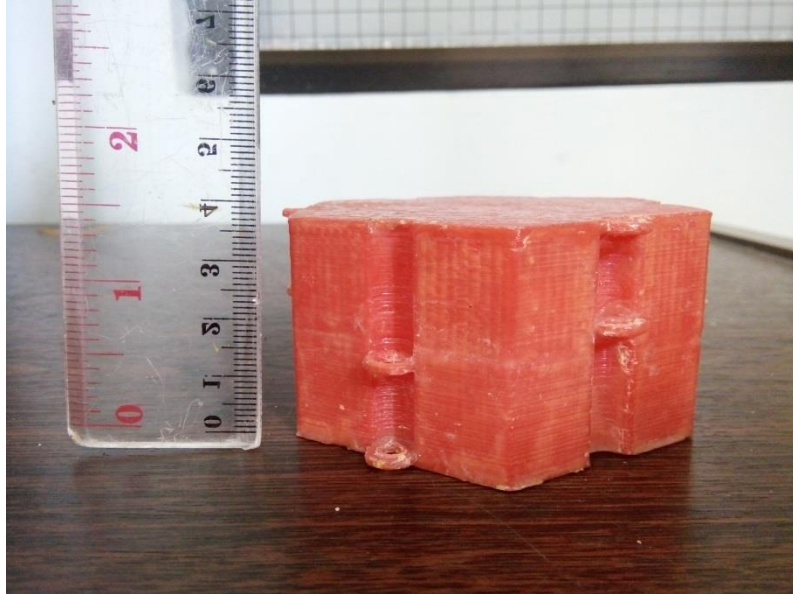
Perbandingan perhitungan periode puncak manual dengan Wavan

Pembanding	Manual (s)	Wavan (s)	Error
Tpeak	0,852951211	0,8533	0,0409%

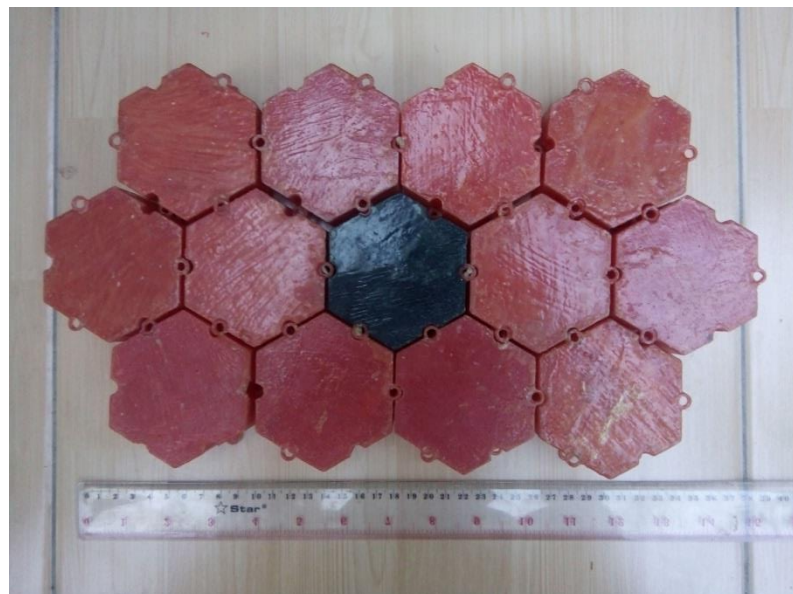


**LAMPIRAN D**  
**DOKUMENTASI KEGIATAN**

**LAMPIRAN D**  
**DOKUMENTASI KEGIATAN**

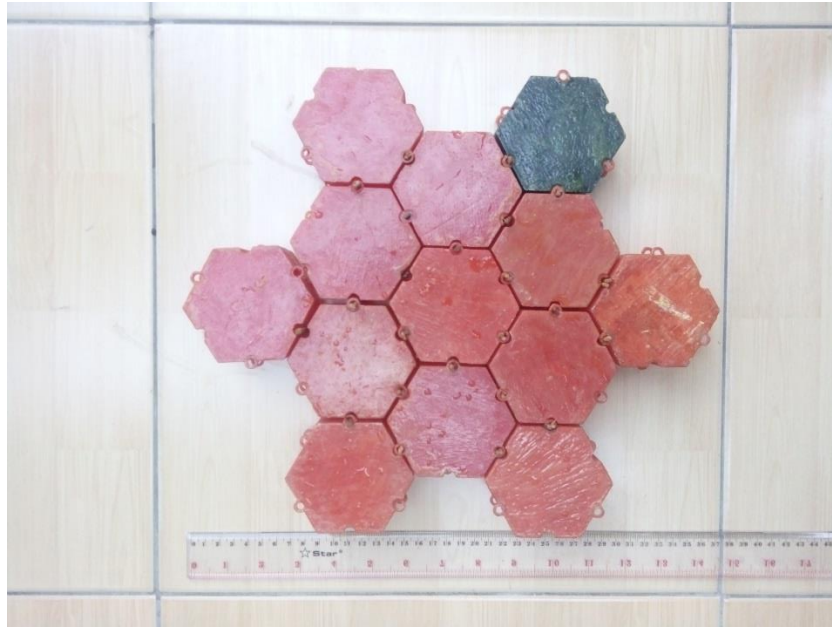


**Model uji *Hexagonal Floating Breakwater***



**Konfigurasi A**





**Konfigurasi B**

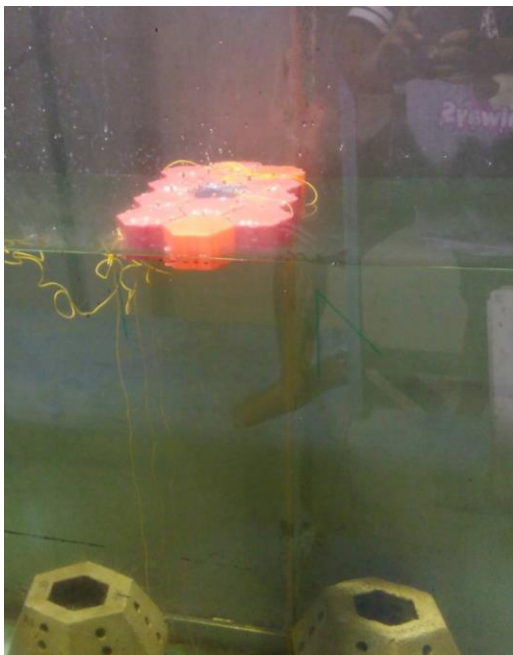


Calibrate

Sensor	RAW Data	Min. (0 mm)	Max. (800 mm)	Chann
Channel 1	99999	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	Chann
Channel 2	2627	<input type="text" value="1875"/>	<input type="text" value="3502"/>	Chann
Channel 3	2606	<input type="text" value="1875"/>	<input type="text" value="3575"/>	Chann
Channel 4	2567	<input type="text" value="1858"/>	<input type="text" value="3546"/>	Chann
Channel 5	99999	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	Chann

Select max depth for calibration  
800 mm


**Kalibrasi Wave Probe**



**Peletakkan model *hexagonal floating breakwater***



**Pemasangan *mooring* pada model *hexagonal floating breakwater***



**BIODATA  
PENULIS**

## BIODATA PENULIS



Abdi Kurnia Gusti, putra dari pasangan suami istri Rusminto dan Sriati ini lahir di TulungAgung, 09 Agustus 1995, Provinsi Jawa Timur. Penulis adalah anak pertama dari dua bersaudara. Pendidikan formal penulis dimulai dari SDN Kauman II Kota Blitar, SMPN 3 Kota Blitar, dan SMAN 2 Kota Blitar. Kemudian pada tahun 2014 penulis melanjutkan pendidikannya di Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember melalui jalur SNMPTN Bidik Misi.

Selama perjalanannya menjadi seorang mahasiswa penulis tidak hanya aktif di dalam kelas melainkan juga aktif diluar kelas seperti mengikuti berbagai organisasi di lingkungan kampus (UKM PSHT ITS, LMB, HIMATEKLA) selain itu penulis juga aktif bekerja diluar kampus untuk pengembangan diri dan memenuhi kebutuhannya. Dalam melakukan berbagai aktivitas penulis selalu memegang teguh kata-kata “**Sepiro Gedening Sengsoro Yen Tinompo Amung Dadi Cobo**”, berkat usaha keras penulis dan doa orang tua, teman-teman sekalian serta pertolongan Allah SWT pada bulan Juli 2018 penulis bisa menyelesaikan studi S-1 di Teknik Kelautan dengan judul tugas akhir “**Studi Eksperimental Floating Breakwater Bentuk Hexagonal**”. Apabila pembaca buku tugas akhir ini ingin mengetahui penulis lebih lanjut bisa menghubungi melalui email: [abdikurniagusti@gmail.com](mailto:abdikurniagusti@gmail.com).