

SKRIPSI

**STUDI PENGARUH PANJANG RANGKAIAN MODEL PIPA TERHADAP
PENGURANGAN TINGGI GELOMBANG TRANSMISI PADA
BREAKWATER BERPORI**



OLEH :

HENDRA
105 81 2537 15

YUSRAN
105 81 2518 15

18/02/2021

1 esp
Smb. Alumni

R/0005/SIP/21 CD
HEN
s1

**PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
2020**



FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website : www.unismuh.ac.id, e-mail : unismuh@gmail.com

Website : <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Hendra** dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 2537 15 dan **Yusran** dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 2518 15, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0011/SK-Y/22201/091004/2020, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 12 Desember 2020.

Makassar, 27 Rabi'ul Akhir 1442 H
12 Desember 2020 M

Panitia Ujian :

Pengawas Umum

1. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag

2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, MT.

Penguji :

1. Ketua : Dr. Eng. Ir. H. Farouk Maricar, MT

2. Sekretaris : Kasmawati, ST., MT

Anggota: 1. Dr. Ir. Hj. Fenty Daud S, MT

2. Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT., IPM

3. Muh. Syafaat S Kuba, ST., MT

Mengetahui :

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Nenny T Karim, ST., MT., IPM

Andi Makbul Syamsuri, ST., MT., IPM



Dekan

Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT., IPM
NBM : 855 500



FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website : www.unismuh.ac.id, e-mail : unismuh@gmail.com

Website : <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **STUDI PENGARUH PANJANG RANGKAIAN MODEL PIPA TERHADAP PENGURANGAN TINGGI GELOMBANG TRANSMISI PADA BREAKWATER BERPORI**

Nama : HENDRA
YUSRAN
NIM : 105 81 2537 15
105 81 2518 15

Makassar, 27 Rabi'ul Akhir 1442 H
12 Desember 2020 M

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing:

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Ir. Nenny T Karim, ST., MT., IPM

Andi Makbul Syamsuri, ST., MT., IPM

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Pengairan



Andi Makbul Syamsuri, ST., MT., IPM

NBM : 1183 084

Studi Pengaruh Panjang Rangkaian Model Pipa Terhadap Pengurangan Tinggi Gelombang Transmisi Pada Breakwater Berpori

Hendra¹, Yusran²

Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

Email : ¹hendracivil70@gmail.com, ²yusranpc7@gmail.com

Abstrak

Bangunan pemecah gelombang *breakwater* dibedakan menjadi dua macam yaitu, pemecah gelombang lepas pantai dan pemecah gelombang sambung pantai. Bentuk dan karakteristik *breakwater* berbeda-beda begitu juga kemampuan peredaman gelombang yang dihasilkan. Menurut bentuknya bangunan dibedakan menjadi bangunan sisi miring dan sisi tegak dengan tipe tenggelam dan tidak tenggelam. Konstruksi *breakwater* tenggelam dari sisi estetika sangat baik dan relatif jauh lebih murah (ekonomis). Biaya konstruksi *breakwater* tenggelam yang murah dari segi manapun sangat diharapkan. Sehingga dilakukan penelitian-penelitian lain yang memungkinkan menekan biaya konstruksinya dengan peredaman gelombang yang maksimal. Seperti penelitian *breakwater* tenggelam yang konstruksinya menggunakan tumpukan split, dan penelitian *breakwater* tenggelam yang dipasang seri. Akan tetapi penelitian mengenai *breakwater* tenggelam yang konstruksinya menggunakan tumpukan pipa, baik permodelan secara fisik maupun pemodelan secara numerik belum banyak dilakukan. Pada penelitian ini akan dibahas mengenai panjang gelombang yang datang kearah pantai melewati *breakwater* tenggelam yang menggunakan bahan konstruksi pipa dengan skala laboratorium. Data yang dihasilkan adalah data transmisi gelombang setelah melewati *breakwater*. Bentuk saluran yang digunakan adalah flume saluran pembangkit gelombang dengan parameter panjang 15 m, tinggi 0,46 m dan lebar 0,30 m. Selain itu, pada penelitian ini, digunakan tiga perbandingan panjang model pipa, yaitu model dengan panjang 1L, 0.75L dan 0.5L. Dari hasil simulasi dapat diambil kesimpulan bahwa model 1L lebih efektif dalam meredam gelombang dibandingkan dengan model 0,75L dan 0,5L.

Kata Kunci: *Breakwater, Gelombang transmisi (Ht), Koefisien transmisi (Kt)*

Abstract

There are two types of breakwater breakwaters, namely, offshore breakwaters and continuous shore breakwaters. The shape and characteristics of the breakwaters differ as well as the ability to absorb the waves produced. According to its shape, the building is divided into sloping and upright side buildings with the type of sinking and not sinking. The construction of the sink breakwater from the aesthetic point of view is very good and relatively much cheaper (economical). Cheap construction costs of sinking breakwaters in any way are desirable. So that other studies are carried out which allows to reduce construction costs with maximum wave attenuation. Such as research on sinking breakwaters whose construction uses split piles, and research on sinking breakwaters which are installed in series. However, research on sinking breakwaters whose construction uses a pile of pipes, both physical modeling and numerical modeling, has not been widely carried out. This research will discuss about the wavelengths coming towards the beach through the sinking breakwater using laboratory scale pipe construction materials. The resulting data is the wave transmission data after passing the breakwater. The channel shape used is a wave generator channel flume with parameters of 15 m long, 0.46 m high and 0.30 m wide. In addition, in this study, three comparisons of pipe lengths were used, namely the 1L, 0.75L and 0.5L length models. From the simulation results, it can be concluded that the 1L model is more effective in absorbing waves compared to the 0.75L and 0.5L models.

Keywords: *Breakwater, Transmission wave (Ht), Transmission coefficient (Kt)*

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“STUDI PENGARUH PANJANG RANGKAIAN MODEL PIPA TERHADAP PENGURANGAN TINGGI GELOMBANG TRANSMISI PADA BREAKWATER BERPORI”** guna memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik program studi Teknik Sipil Pengairan pada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan tugas skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Terkhusus penulis ucapkan terima kasih kepada Kedua orang tua kami tercinta, yang telah mencurahkan seluruh cinta, kasih sayang yang hingga kapanpun penulis takkan bisa membalasnya.
2. Bapak Ir. Hamzah Al-Imran, ST., MT.,IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak Andi Makbul Syamsuri, ST., MT., IPM selaku Ketua Prodi Teknik Pengairan, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Bapak Muh. Amir Zainuddin, ST., MT selaku Sekretaris Prodi Teknik Pengairan, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Ibu Dr. Ir. Nenny T Karim, ST., MT., IPM selaku Dosen Pembimbing Idalam penyusunan skripsi ini.

6. Bapak Andi Makbul Syamsuri, ST., MT., IPM selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan mengarahkan dalam penyusunan skripsi ini.
7. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen dan Staff Akademik Prodi Teknk Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
8. Terima kasih juga kepada Himpunan Mahasiswa Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
9. Serta ucapan terima kasih kepada saudara-saudara seperjuangan Reaksi 2015

Penulis menyadari bahwa proposal ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga proposal ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Makassar, November 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
E. Batasan Masalah	4
F. Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Defenisi <i>Perforated Breakwater</i>	6
B. Pemecah Gelombang (<i>Breakwater</i>)	10
1. Pengertian Pemecah Gelombang (<i>Breakwater</i>)	10
2. Tipe Pemecah Gelombang (<i>Breakwater</i>)	12
C. Gelombang	15
1. Pengertian Gelombang	15
2. Karakteristik Gelombang	16
3. Tinggi Gelombang	18

4. Parameter Bangunan Peredam Energi.....	19
5. Klasifikasi Teori Gelombang.....	21
D. Hukum Dasar Model.....	22
E. Penelitian yang Relevan.....	27

BAB III METODE PENELITIAN.....

A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	32
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data.....	32
C. Alat dan Bahan.....	33
1. Alat.....	33
2. Bahan.....	35
D. Desain Penelitian.....	36
E. Metode Pengambilan Data.....	39
F. Prosedur Langkah Penelitian.....	39
G. Flowchart Prosedu Percobbaan Penelitian.....	42

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....

A. Hasil Analisis.....	43
1. Panjang Gelombang (L).....	43
2. Data Gelombang (H).....	43
a) Gelombang Datang (H_i).....	44
b) Gelombang Refleksi (H_r).....	44
c) Gelombang Transmisi (H_t).....	45
3. Kecuraman Gelombang (H_i/L).....	46
4. Panjang Relatif Model (B/L).....	47

5. Nilai Koefisien Transmisi (K_t).....	51
6. Nilai Koefisien Refleksi (K_r).....	51
B. Pembahasan.....	56
1. Hubungan (H_t) terhadap ($H_i L$) untuk Variasi (T) pada $1L$, $0.75L$ dan $0.5L$	57
2. Hubungan (H_t) terhadap ($H_i L$) untuk Variasi (d) pada $1L$, $0.75L$ dan $0.5L$	59
3. Hubungan ($B L$) terhadap (K_t) pada $1L$, $0.75L$ dan $0.5L$	63
4. Perbandingan (K_t) terhadap ($B L$).....	66
BAB VKESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan.....	67
B. Saran.....	68

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Batasan Gelombang Air Dangkal, Air Transisi dan Air Dalam	21
Tabel 2. Matriks Penelitian Sebelumnya	27
Tabel 3. Rancangan Simulasi Model	38
Tabel 4. Data Pengamatan Tinggi Gelombang Pada Panjang Model 1L	48
Tabel 5. Data Pengamatan Tinggi Gelombang Pada Panjang Model 0.75L ...	49
Tabel 6. Data Pengamatan Tinggi Gelombang pada Panjang Model 0.5L.....	50
Tabel 7. Hasil Rekapitulasi Perhitungan pada Pemecah Gelombang dengan Panjang Model 1L.....	53
Tabel 8. Hasil Rekapitulasi Perhitungan pada Pemecah Gelombang dengan panjang Model 0.75L.....	54
Tabel 9. Hasil Rekapitulasi Perhitungan pada Pemecah Gelombang dengan Panjang Model 0.5L.....	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Perforated-Wall Caisson Breakwater	6
Gambar 2. Sketsa Model Perforated-Wall Caisson reakuwater.....	7
Gambar 2. Sketsa Konfigurasi Penelitian Hollow Hemispherical Shape Artificial Reefs (HSAR).....	8
Gambar 4. Sketsa Percobaan Perforated Break water	9
Gambar 5. Sketsa Perforated Skirt Breakwater	9
Gambar 6. Sketsa Tumpukan Pipa	10
Gambar 7. Konsep Pemecah Gelombang Umum	11
Gambar 8. Tipe Bangunan Pantai	12
Gambar 9. Pemecah Gelombang Lepas Pantai	14
Gambar 10. Pemecah Gelombang Sambung Pantai.....	15
Gambar 11. Karakteristik Gelombang	17
Gambar 12. Gerak Partikel Air dalam Gelombang.....	22
Gambar 13. Tangki Pembangkit Gelombang (Wave Flume)	33
Gambar 14. Unit Pembangkit Gelombang.....	34
Gambar 15. Posisi Probe pada Flume.....	34
Gambar 16. Komputer dan Wave Monitor	35
Gambar 17. Panjang 1L	36
Gambar 18. Model <i>breakwater</i> Pipas 0,10 m dan Panjang 1 L.....	36
Gambar 19. Model <i>breakwater</i> Pipas 0,10 m dan Panjang 0,75 L.....	36
Gambar 20. Model <i>breakwater</i> Pipas 0,10 m dan Panjang 0,5 L.....	36
Gambar 21. Sketsa Model dengan Panjang 1 L.....	37

Gambar 22. Sketsa Model dengan Panjang 0.75 L.....	37
Gambar 23. Sketsa Model dengan Panjang 0.5 L.....	37
Gambar 24. Posisi penempatan Model dan Probe.....	40
Gambar 25. Flowchart	42
Gambar 26. Hubungan (H_t) terhadap (H_i/L) untuk Variasi (T) pada Panjang Model 1L.....	56
Gambar 27. Hubungan (H_t) terhadap (H_i/L) untuk Variasi (T) pada Panjang Model 0.75L.....	57
Gambar 28. Hubungan (H_t) terhadap (H_i/L) untuk Variasi (T) pada Panjang Model 0.5L.....	58
Gambar 29. Hubungan (H_t) terhadap (H_i/L) untuk Variasi (d) pada Panjang Model 1L.....	59
Gambar 30. Hubungan (H_t) terhadap (H_i/L) untuk Variasi (d) pada Panjang Model 0.75L.....	60
Gambar 31. Hubungan (H_t) terhadap (H_i/L) untuk Variasi (d) pada Panjang Model 0.5L.....	61
Gambar 32. Hubungan (H_t) terhadap (H_i/L) untuk Variasi (d).....	62
Gambar 33. Hubungan (B/L) terhadap (K_t) pada Panjang Model 1L.....	63
Gambar 34. Hubungan (B/L) terhadap (K_t) pada Panjang Model 0.75L.....	64
Gambar 35. Hubungan (B/L) terhadap (K_t) pada Panjang Model 0.5L.....	65
Gambar 36. Perbandingan (K_t) terhadap (B/L).....	66

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Erosi pantai terjadi karena kekuatan-kekuatan yang berasal dari laut lebih kuat dari pada kekuatan-kekuatan yang berasal dari darat. Pemanasan global juga mengakibatkan kenaikan muka air laut dan perubahan iklim sehingga semakin memperparah kerusakan pada pantai.

Untuk melindungi pantai pada erosi maka diperlukan bangunan pemecah gelombang *breakwater* yang menghancurkan energi gelombang sebelum mencapai pantai. Dengan adanya *breakwater*, energi yang datang menuju pantai akan berkurang atau hilang sama sekali, perairan dibelakang bangunan menjadi tenang sehingga akan terjadi endapan dibelakang bangunan yang disebut *cusplate* dan transpor sedimen yang terjadi pada daerah pinggir pantai akan berkurang dan dapat mempertahankan bentuk garis pantai.

Bangunan pemecah gelombang *breakwater* dibedakan menjadi dua macam yaitu, pemecah gelombang lepas pantai dan pemecah gelombang sambung pantai. Bentuk dan karakteristik *breakwater* berbeda-beda begitu juga kemampuan peredaman gelombang yang dihasilkan. Menurut bentuknya bangunan dibedakan menjadi bangunan sisi miring dan sisi tegak dengan tipe tenggelam dan tidak tenggelam. Konstruksi *breakwater* tenggelam dari sisi estetika sangat baik dan relatif jauh lebih murah (ekonomis). Biaya konstruksi *breakwater* tenggelam yang murah dari segi manapun sangat diharapkan.

Sehingga dilakukan penelitian-penelitian lain yang memungkinkan menekan biaya konstruksinya dengan peredaman gelombang yang maksimal. Seperti penelitian breakwater tenggelam yang konstruksinya menggunakan tumpukan split, dan penelitian breakwater tenggelam yang dipasang seri. Akan tetapi penelitian mengenai *breakwater* tenggelam yang konstruksinya menggunakan tumpukan pipa, baik permodelan secara fisik maupun pemodelan secara numerik belum banyak dilakukan. Untuk itu maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai model bangunan *breakwater* tenggelam menggunakan bahan konstruksi dari tumpukan pipa. (Wiby Febriando, dkk. 2012).

Pada penelitian ini akan dibahas mengenai panjang gelombang yang datang kearah pantai melewati *breakwater* tenggelam yang menggunakan bahan konstruksi pipa dengan skala laboratorium. Data yang dihasilkan adalah data transmisi gelombang setelah melewati *breakwater*.

Sehubungan dengan hal tersebut di atas, maka penulis mengangkat sebuah tugas akhir dengan judul **“STUDI PENGARUH PANJANG RANGKAIAN MODEL PIPA TERHADAP PENGURANGAN TINGGI GELOMBANG TRANSMISI PADA BREAKWATER BERPORI”**.



data.

d. Komputer yang dilengkapi aplikasi pembaca gelombang untuk pengambilan

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh panjang model terhadap pengurangan tinggi gelombang transmisi pada breakwater berpori ?
2. Bagaimana pengaruh kedalaman air terhadap gelombang transmisi pada breakwater berpori ?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah sebagaimana yang dirumuskan diatas maka tujuan penelitian :

1. Untuk mengetahui pengaruh panjang model terhadap pengurangan tinggi gelombang transmisi pada breakwater berpori.
2. Untuk mengetahui pengaruh kedalaman air terhadap gelombang transmisi pada breakwater berpori.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi keilmuan bidang teknik sipil memberikan tambahan referensi pengetahuan tentang bagaimana pengaruh panjang model terhadap pengurangan tinggi gelombang transmisi pada pemecah gelombang berpori.

2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan acuan dan informasi para peneliti dalam mengembangkan penelitian yang berhubungan dengan struktur pantai.

E. Batasan Masalah

Untuk menghindari pembahasan yang luas serta mempermudah dalam penyelesaian masalah sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.

Batasan masalah dalam Penelitian ini adalah sebagai berikut :

Penelitian dilakukan dilaboratorium hidrolika Universitas Hasanuddin, Gowa.

1. Bentuk saluran adalah Flume saluran pembangkit gelombang dengan parameter panjang 15 m, tinggi 0,46 m dan lebar 0,30 m.
2. Air yang digunakan yaitu air tawar.
3. Dasar perairan model rata dan kedap.
4. Arah datang gelombang tegak lurus terhadap struktur.
5. Gelombang yang dibangkitkan dalam kondisi belum pecah.
6. Struktur model dianggap kukuh.
7. Tinggi gelombang transmisi (H_t) yang dihitung adalah pengurangan tinggi gelombang terhadap panjang model.
8. Variasi panjang model yang digunakan dalam penelitian ini yaitu $1L$, $0.75L$ dan $0.5L$.
9. Diameter pipa yang digunakan $\varnothing = 10$ Cm.

F. Sistematika Penulisan

Penulisan ini merupakan susunan yang serasi dan teratur oleh karena itu dibuat dengan komposisi bab-bab mengenai pokok-pokok uraian sehingga mencakup pengertian tentang apa dan bagaimana, jadi sistematika penulisan diuraikan sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Merupakan bab yang menguraikan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini dijelaskan mengenai kerangka acuan yang memuat landasan teoridan penelitian terdahulu yang relevan.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini dijelaskan waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, jenis penelitian, metode pengambilan data, metode analisis data, metode yang diteliti, prosedur penelitian dan flowchart.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan tentang penelitian, analisis hasil dan pembahasan.

BAB V. PENUTUP

Bab ini merupakan penutup dari keseluruhan isi penelitian yang berupa kesimpulan dan saran.

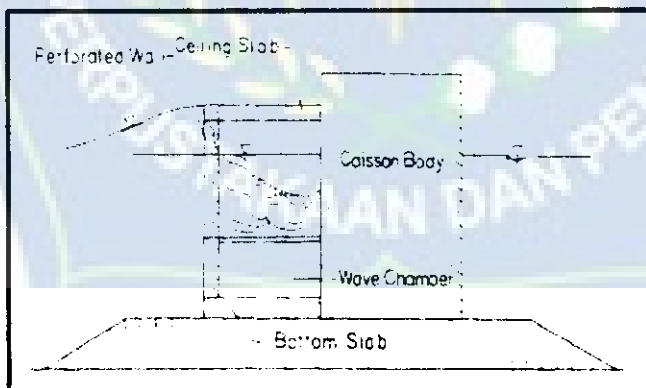
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Defenisi Perforated breakwater

Perforated wall breakwater pertama kali diusulkan pada tahun 1961 oleh G. E. Jarlan. *Breakwater* jenis ini diadopsi dari *breakwater* bentuk kaison dengan memodifikasi dinding vertikal bagian depan kaison (yang menghadap kelaut) diberiperforasi, sedangkan dinding kaison bagian belakang adalah dinding *impermeable*. Ruang yang ada diantara dinding depan dan belakang disebut *wave chamber*.

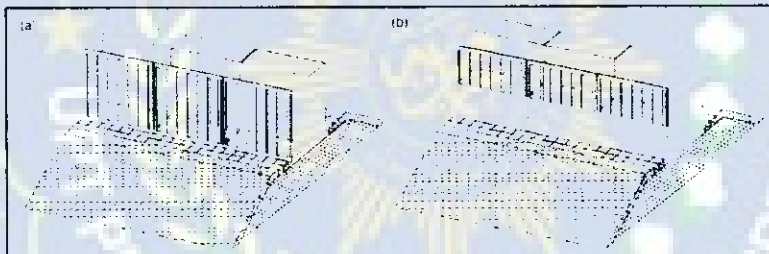
Karena kemampuannya dalam menyerap energi gelombang dan stabilitas yang tinggi terhadap gelombang, tipe kaison tersebut dimanfaatkan dan diadopsi sebagai *seawall* dan *breakwater*. Meskipun pada awalnya *perforated wall caisson* (kaison dinding berpori) ditujukan untuk laut yang relatif tenang, pada tahap selanjutnya sudah dimanfaatkan untuk laut terbuka (Takahashi, 1996).



Gambar 1. Perforated-Wall Caisson/Breakwater (Takahashi, 1996 dalam Indra, 2011)

Suh dkk (2006) dalam Indra (2011) mengembangkan model numerik untuk menghitung refleksi dari gelombang *irregular* untuk *breakwater* kaison dengan perforasi pada sebagian dindingnya. Mereka memodifikasi penelitian sebelumnya tentang model numerik dari refleksi gelombang *regular* pada *breakwater* kaison dengan perforasi penuh pada dindingnya. Model numerik tersebut kemudian diverifikasi dengan melakukan pengujian model fisik di laboratorium.

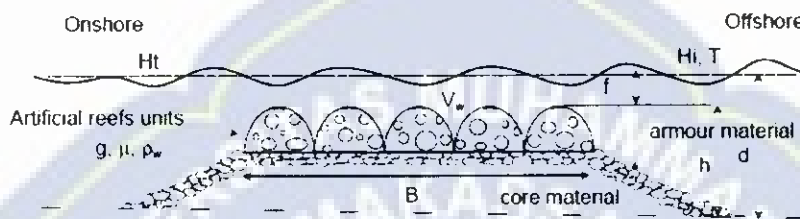
Dari pengujian model kaison dengan perforasi pada sebagian dindingnya (*partially perforated-wall caisson breakwater*) diperoleh bahwa, koefisien refleksi bernilai minimum baik untuk gelombang *regular* dan *irregular* pada saat B/L_c dan B/L_{cs} adalah sekitar 0,2 dimana B adalah lebar *wave chamber*, L_c adalah panjang gelombang didalam *wave chamber* dan L_{cs} adalah panjang gelombang signifikan didalam *wave chamber*.



Gambar 2. Sketsa model *perforated-wall caisson breakwater* :
 (a) *fully perforated-wall* (b) *partially perforated-wall* (Suh dkk, 2006 dalam Indra 2011)

Armono dan Hall 2002 dalam Ariyaratne 2007 dalam Andojo dkk 2010 melakukan penelitian terhadap terumbu karang berongga/*Hollow Hemispherical Shape Artificial Reef* (HSAR), mengungkapkan pengurangan tinggi gelombang dipengaruhi oleh kecuraman gelombang (*wavesteepness*), kedalaman struktur yang tenggelam dan geometri karang. Hasil penelitian mengungkapkan sekitar

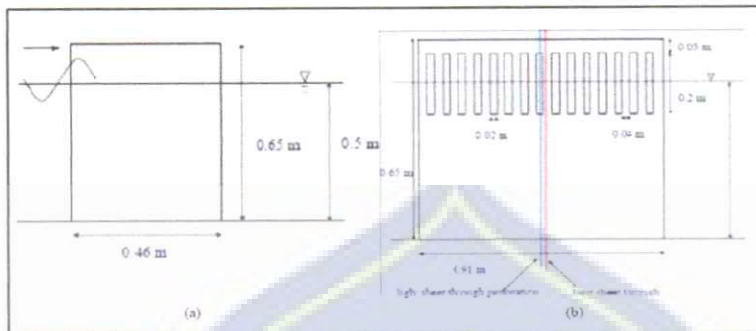
60% energi gelombang yang datang dapat dikurangi. Konfigurasi penelitian oleh Armono dan Hall dapat dilihat pada Gambar 2 beserta dengan parameter penelitian, dimana B adalah lebar total dari beberapa terumbu karang, h adalah jarak dari dasar perairan hingga bagian teratas dari terumbu karang, dan d adalah kedalaman perairan. Adapun dalam penelitian tersebut, Armono dan Hall meletakkan terumbu karang buatan berongga di atas struktur solid.



Gambar 3. Sketsa konfigurasi penelitian *Hollow Hemispherical Shape Artificial Reefs (HSAR)*. (Armono dan Hall, 2002)

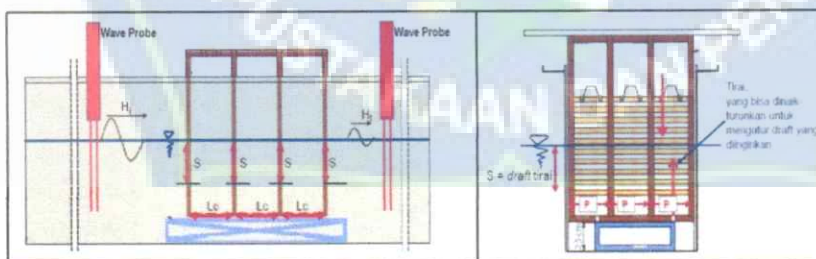
Ariyaratne 2007 dalam Andojo dkk 2010, melakukan penelitian terhadap *Perforated Breakwater*. Dimana struktur *breakwater* terdiri dari struktur masif dari dasar hingga ke bagian atas *breakwater* dengan bagian perforasi pada bagian atas (gambar 2), Ariyaratne menemukan refleksi, transmisi dan energi disipasi tergantung pada parameter B/L , dimana B adalah lebar struktur dan L adalah panjang gelombang. Untuk kondisi gelombang yang diuji, energi disipasi berkisar antara 56% dan 78%, dan untuk lebih dari 75% dari kasus yang diuji, energi disipasinya di atas 69%. Ini berarti struktur sangat efektif untuk energi disipasi. Sementara koefisien refleksi menurun dengan meningkatnya B/L sampai sekitar 0,225 dan nilai koefisien refleksi mulai

meningkat kembali. Koefisien refleksi minimum terjadi pada $B/L \approx 0,2-0,25$. Hal ini sejalan dengan Kondo (1979), Suh, dkk. (2006) dan Hagiwara (1984).



Gambar 4. Sketsa percobaan *perforated breakwater* (Ariyaratne, 2007)
(a) Tampak samping (b) Tampak depan

Sementara itu Andojo Wurjanto, Harman Ajiwibowo, dan Rahmat Zamzami 2010 dalam Jurnal Teknik Sipil vol.17 no.3 Desember 2010 Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan Institut Teknologi Bandung, meneliti *Perforated Skirt Breakwater*. Andojo dkk mendapatkan semakin besar nilai *draft breakwater* (S), maka nilai koefisien transmisi semakin kecil (K_T) atau semakin besar energi disipasi yang terjadi. Semakin kecil nilai koefisien K_T berarti semakin baik fungsi dari *breakwater*. Sketsa Penelitian Andojo dkk dapat dilihat pada gambar 5.

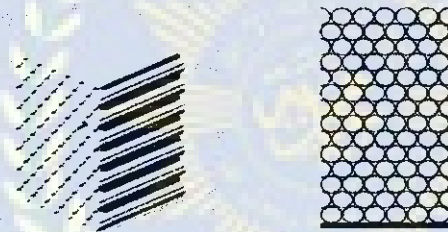


a. Tampak Samping

b. Tampak Depan

Gambar 5. Sketsa *Perforated Skirt Breakwater* (Andojo, dkk. 2010)

Sementara itu Wiby Febrianto Edy, Aprizal, Ilyas Sadad, meneliti *Perilaku Gelombang Air Setelah Melewati Breakwater Tenggelam Yang Berbentuk Tumpukan Pipa*. Wiby dkk mendapatkan perbedaan koefisien peredam dapat terlihat jelas antara gelombang yang berjalan tanpa adanya pengaruh breakwater dan tidak diberi breakwater, dan tinggi gelombang yang diizinkan sampai ke pantai dapat diatur berdasarkan panjang pipa yang digunakan. Untuk kedalam air 3 m, disetiap perubahan panjang pipa sebesar 2 m mampu menambah peredaman gelombang sebesar $\pm 6,12\%$ dan untuk kedalam air 3,5, disetiap perubahan panjang pipa sebesar 2 m mampu menambah peredaman gelombang sebesar $\pm 4,82\%$. Sketsa Penelitian Wiby, dkk dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Sketsa Tumpukan Pipa (Wiby, dkk. 2012).

B. Pemecah gelombang (*Breakwater*)

1. Pengertian Pemecah Gelombang (*Breakwater*)

Pemecah gelombang adalah bangunan yang digunakan untuk melindungi daerah perairan dari gangguan gelombang. Bangunan ini memisahkan perairan dari laut bebas, sehingga perairan tidak banyak dipengaruhi oleh gelombang besar di laut. Pemecah gelombang dapat dibedakan atas tiga tipe yaitu pemecah

gelombang dinding tegak, pemecah gelombang sisi miring dan pemecah gelombang campuran.

Van der Meer (1998 : 4) menyatakan konsep pemecah gelombang yang paling umum ditunjukkan sebagai berikut :

- a) pemecah gelombang tumpukan batu konvensional;
- b) pemecah gelombang tanggul;
- c) bangunan jenis karang;
- d) pemecah gelombang bawah air/ permukaan;
- e) kaisan pemecah gelombang pada pondasi batu dan;
- f) gabungan kaisan/ pemecah gelombang tumpukan batu.

Gambar 7. Konsep pemecah gelombang umum (Sumber : van der Meer (1998))

Struktur pemecah gelombang dapat dibedakan menjadi pemecah gelombang sisi tegak dan sisi miring (*U.S. Army Corps of Engineers, 2002*). Pemecah gelombang sisi miring lebih banyak dibuat karena lebih fleksibel dalam pemeliharaannya. Pemecah gelombang tipe ini berbentuk tanggul trapesium dan biasa dibuat dari tumpukan batu (*rubble-mound*) berlapis-lapis. Lapisan batu

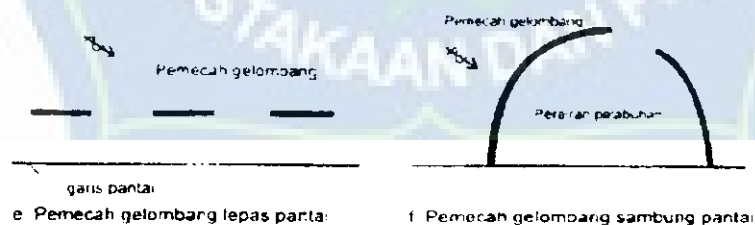
paling luar terdiri dari batu- batu berukuran lebih berat daripada lapis didalamnya. Lapisan paling luar ini disebut lapisan pelindung (*armor layer*).

Salah-satu hal penting dalam perencanaan suatu pemecah gelombang adalah penentuan berat batu pelindung. Berat batu akan sangat mempengaruhi stabilitas dari suatu pemecah gelombang. Berat batu yang relatif ringan memiliki kemungkinan kurang tahan terhadap gaya gelombang yang terjadi.

Meskipun demikian berat batu bukan satu-satunya penentu stabilitas karena masih ada faktor-faktor lain. Pengertian batu dalam konteks ini dapat berarti batu alami maupun batu buatan. Batu buatan biasa dibuat dari beton baik tanpa maupun dengan tulangan. Batu buatan memiliki bentuk yang beraneka ragam yang dibuat dengan tujuan untuk memperbesar koefisien stabilitas. Dewasa ini, batu buatan lebih banyak dipilih karena beberapa keunggulan yang dimiliki (Widiyanto, 2014).

2. Tipe Pemecah Gelombang(*Breakwater*)

Pemecah gelombang (*breakwater*) dibedakan menjadi dua macam yaitu pemecah gelombang lepas pantai dan pemecah gelombang sambung pantai.

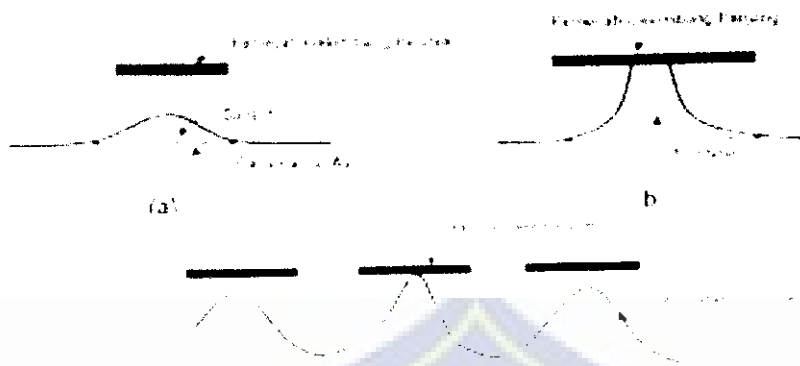


Gambar8. Tipe bangunan pantai

Bangunan tipe pertama banyak digunakan sebagai pelindung pantai terhadap erosi dengan menghancurkan energi gelombang sebelum mencapai pantai. Perairan di belakang bangunan menjadi tenang sehingga terjadi endapan di daerah tersebut. Endapan ini dapat menghalangi transportsedimen sepanjang pantai. Bangunan ini dapat dibuat dalam satu rangkaian pemecah gelombang yang dipisahkan oleh celah dengan panjang tertentu. Bangunan tipe kedua biasanya digunakan untuk melindungi daerah perairan pelabuhan dari gangguan gelombang, sehingga kapa-kapal dapat merapat ke dermaga untuk melakukan bongkar-muat barang dan menaik turunkan penumpang (Triatmodjo, B, 2011).

a. Pemecah gelombang lepas pantai (*datached breakwater*)

Pemecah gelombang lepas pantai adalah bangunan yang terpisah dari pantai dan sejajar dengan garis pantai, seperti ditunjukkan dalam gambar 8, gelombang yang menuju pantai terhalang oleh bangunan tersebut sehingga gelombang yang sampai pantai sudah mengecil dan berkurang energinya untuk merusak pantai. Daerah dibelakang bangunan menjadi tenang. Transport sedimen sepanjang pantai yang berasal dari daerah disekitarnya akan di endapkan dibelakang bangunan. Bangunan pengendapan tersebut menyebabkan terbentuknya salient. Apabila bangunan ini cukup panjang terhadap jaraknya dari garis pantai, maka akan terbentuk tombolo. Biasanya pemecah gelombang lepas pantai terdiri dari suatu seri pemecah gelombang seperti ditunjukkan (gambar 8).



Gambar 9. Pemecah gelombang lepas pantai

Pada gambar 9. dimana panjang pemecah gelombang relatif pendek terhadap jaraknya dari garis pantai dapat menyebabkan terbentuknya tonjolan daratan dari garis pantai ke arah laut (*salient*), dan terbentuknya tombolo oleh pemecah gelombang yang cukup panjang.

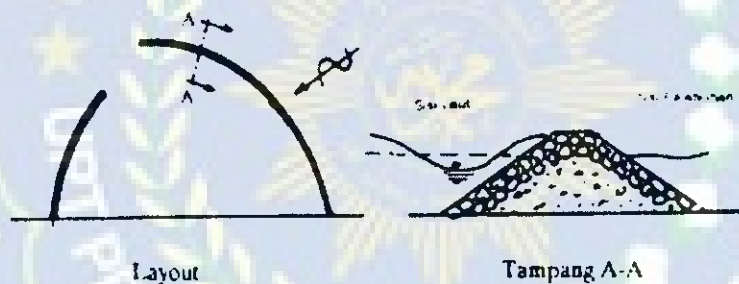
b. Pemecah Gelombang Sambung Pantai

Pemecah gelombang sambung pantai digunakan untuk melindungi daerah perairan perairan dari gangguan gelombang. Salah satu persyaratan suatu pelabuhan adalah adanya perairan yang tenang terhadap gangguan gelombang sehingga kapal dapat merapat di dermaga untuk melakukan berbagai kegiatan seperti menaik-turunkan penumpang, bongkar muat barang, mengisi bahan bakar dan air bersih.

Bangunan ini memisahkan daerah perairan dari laut bebas, sehingga perairan pelabuhan tidak banyak dipengaruhi oleh gelombang besar di laut. Gelombang besar yang datang dilaut akan di halangi oleh bangunan ini. Daerah perairanan dihubungkan dengan laut oleh mulut pelabuhan dengan lebar tertentu,

dan kapal keluar/masuk pelabuhan melalui celah tersebut. Ujung pemecah gelombang (mulut pelabuhan) harus berada diluar gelombang pecah. Dengan adanya pemecah gelombang ini daerah perairan pelabuhan menjadi tenang dan kapal bisa melakukan bongkar muat barang dengan mudah.

Pemecah gelombang dapat dibuat dengan tumpukan batu, blok beton, beton massa, turap dan sebagainya. Dimensi pemecah gelombang tergantung pada banyak faktor diantaranya adalah ukuran dan layout perairan pelabuhan, kedalaman laut, tinggi pasang surut dan gelombang, ketenangan pelabuhan yang diharapkan (besarnya limpasan air melalui puncak bangunan yang diijinkan), transport sedimen disekitar lokasi pelabuhan, kemampuan oleh gerak apal yang menggunakan pelabuhan. (Triatmodjo, B, 2011)



Gambar 10. Pemecah gelombang sambung pantai

C. Gelombang

1. Pengertian gelombang

Gelombang adalah salah satu bentuk energi yang dapat membentuk pantai, menimbulkan arus dan transport sedimen dalam arah tegak lurus dan sepanjang pantai, serta menyebabkan gaya-gaya yang bekerja pada bangunan pantai. (Bambang Triatmodjo, 2011, hal 21).

Gelombang di laut dapat dibedakan menjadi beberapa macam yang tergantung pada gaya pembangkitnya. Gelombang tersebut yaitu gelombang angin yang dibangkitkan oleh tiupan angin di permukaan laut, gelombang pasang surut dibangkitkan oleh gaya tarik benda-benda langit terutama matahari dan bulan terhadap bumi, gelombang stunami terjadi karena letusan gunung berapi atau gempa di laut, gelombang yang dibangkitkan oleh kapal yang bergerak. Di antara beberapa macam gelombang tersebut yang paling penting adalah gelombang angin dan pasang surut (Loupatty, Grace, 2013).

2. Karakteristik gelombang

Periode gelombang dikontrol oleh putaran *pulleey*, tinggi gelombang dibangkitkan oleh posisi *stroke* yang mengatur gerakan plaf, semakin besar *stroke* maka semakin jauh dorongan plaf untuk membangkitkan gelombang. Data karakteristik gelombang ini akan memberikan informasi tentang tinggi gelombang maksimum dan tinggi gelombang minimum sebelum diletakkan model peredam gelombang.

Parameter penting untuk menjelaskan gelombang air adalah panjang gelombang, tinggi gelombang, dan kedalaman air dimana gelombang tersebut menjalar.

- a. Panjang gelombang (L) adalah jarak horizontal atau kedua titik tertinggi gelombang yang berurutan (jarak antara dua puncak gelombang).

$$L = \frac{gT^2}{\pi} \operatorname{Tanh} \frac{(2\pi d)}{L_0} \dots \dots \dots (1)$$

Dengan menggunakan cara iterasi maka persamaan (1) dapat diselesaikan untuk menentukan panjang gelombang (L) pada persamaan (1) diperlukan panjang gelombang awal (L_0) dengan menggunakan persamaan berikut:

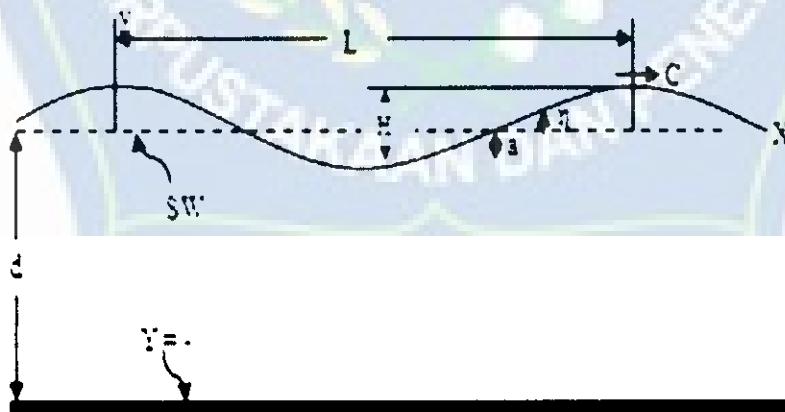
$$L_0 = 1,56 T^2 \dots\dots\dots (2)$$

- b. Kecuraman gelombang adalah perbandingan antara tinggi gelombang datang terhadap panjang gelombang. Berikut adalah rumus kecuramana gelombang :

$$\frac{H_i}{L} \dots\dots\dots (3)$$

- c. Kedalaman air (d), yaitu jarak antara muka air rerata dan dasar.
- d. Periode gelombang (T) adalah waktu yang dibutuhkan oleh lembah gelombang atau dua puncak gelombang yang berurutan melewati titik tertentu (Fadlullah, M, 2016).
- e. Cepat rambat gelombang (C) adalah perbandingan antara panjang gelombang dan periode gelombang (L/T)

Secara skematika mengenai karakteristik gelombang dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 11. Karakteristik Gelombang (Triadmodjo B, *Teknik pantai*, 1999)

3. Tinggi Gelombang

Gelombang yang menjalar melalui suatu rintangan, sebagian dari energi gelombang akan dihancurkan melalui proses gesekan, turbulensi, dan gelombang pecah, dan sisanya akan di pantulkan (refleksi), dihancurkan (disipasi), dan diteruskan (transmisi) tergantung dari karakteristik gelombang datang. (CERC, 1984).

Refleksi gelombang terjadi ketika gelombang datang mengenai atau mengatur suatu rintangan sehingga kemudian di pantulkan sebagian atau seluruhnya. Jika suatu gelombang yang mengalami pemantulan yang tidak sempurna membentur suatu penghalang, maka tinggi gelombang datang akan lebih besar dari tinggi gelombang yang direfleksikan. Periode gelombang datang dan yang dipantulkan adalah sama, sehingga panjang gelombangnya juga sama. Hitung refleksi dapat dihitung dengan rumus:

$$H_r = \frac{(H_{max})_r + (H_{min})_r}{2} \dots \dots \dots (4)$$

$$H_i = \frac{(H_{max}) + (H_{min})}{2} \dots \dots \dots (5)$$

Dimana:

H_r : Tinggi gelombang refleksi (cm)

H_i : Tinggi gelombang datang (cm)

Parameter transmisi gelombang adalah suatu koefisien transmisi yang didefinisikan sebagai perbandingan antara tinggi gelombang di belakang bangunan pantai dan tinggi gelombang datang.

$$H_t = \frac{(H_{max})_t + (H_{min})_t}{2} \dots \dots \dots (6)$$

Dimana :

H_t : tinggi gelombang transmisi

H_{max} : tinggi gelombang maksimum

H_{min} : tinggi gelombang minimum

Dengan demikian untuk eksperimen di laboratorium, dilakukan pengukuran pada beberapa titik baik di depan model maupun di belakang model guna menentukan tinggi gelombang maksimum dan minimum.

4. Parameter Bangunan Peredam Energi

Besar kemampuan suatu bangunan memantulkan gelombang diberikan oleh koefisien refleksi, yaitu perbandingan antara tinggi gelombang refleksi (H_r) dan tinggi gelombang datang (H_i). Parameter refleksi gelombang biasanya dinyatakan dalam bentuk koefisien refleksi (K_r) yang didefinisikan sebagai berikut :

$$K_r = \frac{H_r}{H_i} = \sqrt{\frac{E_r}{E_i}} \dots \dots \dots (7)$$

Dengan :

K_r : koefisien refleksi gelombang,

H_r : tinggi gelombang refleksi

H_i : tinggi gelombang datang

E_r : energi refleksi

E_i : energi gelombang datang

Dimana energi refleksi $E_r = \frac{1}{8} \rho g H_r^2$ dan energi gelombang datang adalah $E_i = \frac{1}{8} \rho g H_i^2$ dengan ρ adalah rapat massa zat cair dan g adalah percepatan

gravitasi. Nilai K_r berkisar dari 1,0 untuk refleksi total hingga 0 untuk tidak ada refleksi.

Transmisi gelombang (H_t) adalah tinggi gelombang yang diteruskan melalui rintangan dan diukur dengan koefisien transmisi (K_t) dihitung dengan persamaan berikut :

$$K_t = \frac{H_t}{H_i} = \sqrt{\frac{E_t}{E_i}} \dots \dots \dots (8)$$

Dimana energi gelombang transmisi adalah $E_t = \frac{1}{8} \rho g H_t^2$

Tinggi gelombang datang (H_i) dan tinggi gelombang transmisi (H_t) adalah tinggi gelombang rerata dari nilai maksimum dan minimum tinggi gelombang terukur masing-masing sebelum dan sesudah melewati rintangan. Sedangkan tinggi gelombang refleksi adalah setengan dari selisih tinggi maksimum dan minimum terukur sebelum melalui rintangan.

Menurut Horikawa (1978) bahwa besarnya energi gelombang yang didipaskan/diredam (K_d) adalah besarnya energi gelombang datang dikurangi energi gelombang yang ditransmisikan dan direflesikan :

$$K_d = 1 - K_t - K_r \dots \dots \dots (9)$$

Pada bangunan kedap air (impermeable) transmisi gelombang diakibatkan oleh hempasan volume air yang melimpas diatas mercu bangunan (debit overtopping), sedangkan pada bangunan lulus air (permeable) transmisi gelombang merupakan gabungan dari konstruksi overtopping dan perembesan air melalui bangunan. Gelombang panjang akan menghasilkan gelombang transmisi yang lebih besar dibandingkan gelombang pendek. Selain itu transmisi gelombang

juga di pengaruhi oleh kecuraman gelombang (Edy,W.F., Aprizal., dan Sadad,I, 2012).

Kondo (1970) mengemukakan bahwa koefisien transmisi tergantung kepada porositas (porosity), ikatan (tortuosity), pembentuk bangunan, bilangan reynold, kecepatan maksimum orbital partikel air dipermukaan air (still water level), ukuran material dan viskositas kinematik air.

Dalam menentukan tinggi gelombang transmisi dalam penelitian ini dilakukan dengan pengukuran tinggi gelombang terukur dibelakang model pemecah gelombang (Dirgayusa, IGPN., dan Yuwono, N, 1997).

5. Klasifikasi Teori Gelombang

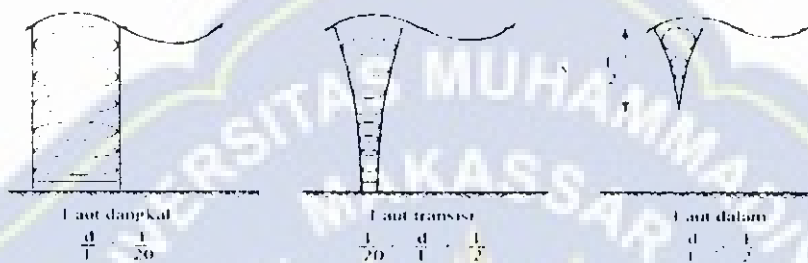
Jika ditinjau dari kedalaman perairan dimana gelombang menjalar, maka gelombang dikelompokkan dalam 3 kategori yaitu gelombang air dangkal, transisi dan air dalam. Batasan dari ketiga kategori tersebut didasarkan pada rasio antara kedalaman dan panjang gelombang (d/L). Batasan penggunaannya dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.(Bambang Triatmodjo, 2011)

Tabel 1. Batasan gelombang air dangkal, airtransisi dan air dalam

Kategori gelombang	d/L	$2\pi d/L$	$\text{Tanh}(2\pi d/L)$
Air dalam	$>0,5$	$>\pi$	$=1$
Air transisi	$0,05 - 0,5$	$0,25 - \pi$	$\text{Tanh}(2\pi d/L)$
Air dangkal	$<0,05$	$<,25$	$2\pi d/L$

Gelombang juga dapat dikelompokkan berdasarkan rasio antara tinggi gelombang dan panjang gelombang. Pada pengelompokkan ini dikenal gelombang amplitu dokecil dan gelombang amplitudo berhingga (*Stock, Cnoidal, Solitair*).

Gelombang amplitudo kecil dikembangkan oleh Airy sehingga dikenal dengan teori gelombang Airy. Teori gelombang Airy diturunkan berdasarkan anggapan bahwa perbandingan antara tinggi gelombang dengan panjangnya atau kedalamannya sangat kecil, sedangkan teori gelombang amplitudo berhingga memperhitungkan besarnya rasio antara tinggi gelombang terhadap panjang dan kedalamannya.



Gambar 12. Gerak partikel air dalam gelombang

D. Hukum Dasar Model

Konsep dasar pemodelan dengan bantuan skala model adalah membentuk kembali masalah atau fenomena yang ada di prototipe dalam skala yang lebih kecil, sehingga fenomena yang terjadi di model akan sebangun (mirip) dengan yang ada di prototipe. Kesebangunan yang dimaksud adalah berupa sebangun geometrik, sebangun kinematik dan sebangun dinamik (Yuwono, N, 1996).

Hubungan antara model dan prototipe diturunkan dengan skala, untuk masing-masing parameter mempunyai skala tersendiri dan besarnya tidak sama. Skala dapat didefinisikan sebagai rasio antara nilai yang ada di prototipe dengan nilai parameter tersebut pada model.

Dasar dari semua pemodelan fisik adalah model dibuat agar bisaberperilaku hampir sama dengan *prototype*-nya sehingga model fisik dapat digunakan memprediksi *prototype* pada keadaan sebenarnya dibawah kondisi yang ditentukan. Meskipun terdapat kemungkinan hasil dari pemodelan fisik tidak mewakili perilaku *prototype* karena efek dari skala dan faktor laboratorium.

Akan tetapi, perlu diketahui bahwa aturan untuk melakukan pemodelan fisik adalah meminimalisir efek penyekalan dengan mengerti dan menggunakan prinsip kesamaan sebaik mungkin dan meminimalisir efek laboratorium dengan mengoperasikan model dengan cermat dan berhati-hati.

Keserupaan antara *prototype* dengan model fisik dapat diperoleh jika semua faktor yang mempengaruhi reaksi, berada pada porsi yang sesuai antara kondisi sebenarnya dengan model. Untuk model pant, tiga kondisi umum dibawah ini harus dipenuhi untuk memperoleh kesamaan model (model similitude). (Teguh. B., Dwito, H, A. & Sujantoko, 2008).

a. Sebangun Kinematik

Sebangun kinematik adalah kesebangunan yang memenuhi kriteria sebangun geometrik dan perbandingan kecepatan dan percepatan aliran di dua titik pada model dan prototipe pada arah yang sama adalah sama besar. Pada model tanpa distorsi, perbandingan kecepatan dan percepatan pada semua arah adalah sama, sedangkan pada model dengan distorsi perbandingan yang sama hanya pada arah tertentu saja, yaitu pada arah vertikal atau horisontal. Oleh sebab itu pada permasalahan yang menyangkut tiga dimensi sebaiknya tidak

menggunakan *distorted* model. Skala kecepatan diberi notasi n_u , skala percepatan n_a , dan skala waktu n_T didefinisikan sebagai berikut :

$$n_L = \frac{u_p}{u_m} = \frac{n_L}{n_T} \dots\dots\dots (10)$$

$$n_a = \frac{a_p}{a_m} = \frac{n_L}{n_T^2} \dots\dots\dots (11)$$

$$n_Q = \frac{Q_p}{Q_m} = \frac{n_L^2}{n_T} \dots\dots\dots (12)$$

$$n_T = \frac{T_p}{T_m} \dots\dots\dots (13)$$

b. Sebangun Geometrik

Sebangun geometrik adalah suatu kesebangunan dimana bentuk yang ada di model sama dengan bentuk prototipe tetapi ukuran bisa berbeda. Perbandingan antara semua ukuran panjang antara model dan prototipe adalah sama. Ada dua macam kesebangunan geometrik, yaitu sebangun geometrik sempurna (tanpa *distorsi*) dan sebangun geometrik dengan distorsi (*distorted*). Pada sebangun geometrik sempurna skala panjang arah horisontal (skala panjang) dan skala panjang arah vertikal (skala tinggi) adalah sama, sedangkan pada *distorted* model skala panjang dan skala tinggi tidak sama. Jika memungkinkan sebaiknya skala dibuat tanpa distorsi, namun jika terpaksa, maka skala dapat dibuat distorsi.

Sebangun geometrik dapat dinyatakan dalam bentuk :

$$n_L = \frac{L_p}{L_m} \dots\dots\dots (14)$$

$$n_h = \frac{h_p}{h_m} \dots\dots\dots (15)$$

Dengan :

n_L : Skala Panjang

n_h : Skala Tinggi

L_p : Ukuran Panjang Prototipe

L_m : Ukuran Panjang Model

h_p : Ukuran Tinggi Pada Prototipe

h_m : Ukuran Tinggi Pada Model

c. Sebangun Dinamik

Sebangun dinamik adalah kesebangunan yang memenuhi kriteria sebangun geometrik dan kinematik, serta perbandingan gaya-gaya yang bekerja pada model dan prototipe untuk seluruh pengaliran pada arah yang sama adalah sama besar. Gaya-gaya yang dimaksud adalah gaya inersia, gaya tekanan, gaya berat, gaya gesek, gaya kenyal dan tegangan permukaan.

Beberapa sebangun dinamik yaitu sebangun dinamik Reynold (*Reynoldnumber*) yang diekspresikan sebagai perbandingan gaya inersia terhadap gaya gesek, sebangun dinamik froude (*froude number*) yaitu perbandingan gaya inersia dan gaya gravitasi, bilangan Cauchy (*Cauchy Number*) yaitu perbandingan gayainersia dan gaya elastik serta bilangan Weiber (*Weiber Number*) yaitu perbandingan antara gaya inersia dan gaya tegangan permukaan.

Untuk penelitian refleksi dan transmisi gelombang terhadap gelombang yang merambat melalui pemecah gelombang terapung banyak dipengaruhi gaya gravitasi sehingga digunakan kesebangunan Froud. Dengan pertimbangan fasilitas yang ada di laboratorium, maka pada penelitian ini, akan menggunakan skala panjang yang sama dengan skala tinggi (*undistorted models*) dan menggunakan kesebangunan Froude.

$$F_y = \frac{(pL^3)\left(\frac{v^2}{L}\right)}{pgL^3} = \frac{v^2}{gL} \dots\dots\dots (16)$$

Dengan demikian bila gaya gravitasi memegang peranan penting dalam permasalahan, maka perbandingan gaya inersia dan gaya gravitasi pada model dan prototipe harus sama.

$$n_{fy} = \frac{n_U}{n_L^{0.5}} \dots\dots\dots (17)$$

$$n_{fy} = \frac{F_{yp}}{F_{ym}} \dots\dots\dots (18)$$

Oleh karena digunakan model tanpa distorsi, maka skala panjang gelombang n_L , skala panjang struktur n_B , skala kedalaman n_d dan skala sarat n_s adalah sama seperti berikut :

$$n_L = n_B = n_H = n_d = n_s \dots\dots\dots (19)$$

Sedangkan skala waktu n_T dan skala gravitasi ditulis seperti berikut:

$$n_T = n_L^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (20)$$

$$n_g = 1 \dots\dots\dots (21)$$

E. Penelitian Yang Relevan

Tabel 2. Matriks Penelitian Sebelumnya

1	<p>Wiby Febrando Edy, Aprizal, Ilyas Sadad</p>	<p>Analisa Perilaku Gelombang Air Setelah Melewat Breakwater Tenggelam Yang Berbentuk Tumpukan Pipa</p>	<p>untuk mengetahui pengaruh peredaman gelombang oleh bangunan pemecah gelombang tipe tenggelam yang tersusun dari pipa setinggi 2,5m dan diletakan pada kedalaman 3m hingga 3,5m dengan gelombang rencana maksimum 1m.</p>	<p>pengaruh perubahan diameter pipa pada <i>breakwater</i> terhadap perilaku gelombang yang melaluinya.</p>	<p>mengkaji model fisik difraksi gelombang 1-D melalui <i>breakwater</i> tenggelam dan mensimulasikan gelombang tersebut pada uji laboratorium dengan skala model.</p>	
---	--	---	---	---	--	---

2	(Widiyanto, Wahyu, April 2014)	Asesmen terhadap Berat Batu Lapis Pelindung Pemecah Gelombang Di Pelabuhan Logending, Pltu Adipala Dan Cikidang	Menganalisis berapa tinggi gelombang rencana yang dipakai oleh perencanaan dan menilai apakah cukup sesuai dengan kondisi pantai selatan jawa yang tergolong pantai dengan energi besar (<i>high energy</i>)	Inspeksi dan monitoring perlu dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak gelombang yang melampaui tinggi gelombang rencana sekaligus untuk menilai stabilitas pemecah gelombang dari waktu ke waktu.	Ketiga pemecah gelombang memiliki tinggi gelombang rencana yang cukup berbeda meskipun jenis batu yang dipakai sama (hexapod) dan berada pada pantai yang relatif serupa dan berdekatan.
---	--------------------------------	---	--	--	--

3	<p>Bambang Surendro, Nur Yuwono, Suseno Darsono</p>	<p>Transmisi Dan Refleksi Gelombang Pada Pemecah Gelombang Ambang Rendah Ganda Tumpukan Batu</p>	<p>Untuk Mengetahui Parameter Yang Berpengaruh Terhadap Perubahan Nilai Gelombang Transmisi (K_t) Dan Koefisien Gelombang Refleksi (K_r);</p>	<p>dilakukan penelitian dalam usaha memperkecil biaya pembangunan sehingga diperoleh bangunan pemecah gelombang ambang rendah yang efektif dan efisien</p>	<p>Pemecah gelombang ambang rendah ganda, Koefisien gelombang transmisi, Koefisien Gelombang refleksi.</p>	<p>Gambar 1 Pemecah gelombang ambang rendah (tipe tumpukan batu) (PDA&TB)</p> <p>Gambar 2 Pemecah gelombang ambang rendah ganda tumpukan batu (PDA&TB) dalam saluran gelombang</p> <p>Merak Abidin</p>
---	---	--	---	--	--	--

4	Muh. AswarAnas	Studi pemecah gelombang blok beton berpori susun seri	Untuk mengetahui perbandingante rhadap parameter yang diperoleh	Variasi terhadap kedalaman air dan model pemecah gelombang blok beton dengan bentuk desain pori berbeda sehingga diharapkan ada peneliti lain yang mengkaji lebih lanjut	Perbandingan parameter hasil penelitian Antara dua jenis model	
---	----------------	---	---	--	--	--

5	Zulkanain, Nadjadi Anwar	Kajian model fisik pengaruh freeboard dan susunan buis beton sebagai pemecah gelombang tenggelam ambang rendah (pegar) dalam mereduksi gelombang	Untuk mengetahui perbandinagn pengaruh dari jarak freeboard dan susunan buis beton terhadap perilaku peredaman gelombang yang dihasilkan setelah melewati struktur	Bersifat eksperimental dengan model fisik pemecah gelombang tenggelam (<i>submerged breakwater</i>) ambang rendah menggunakan <i>cylinderconcret e</i> atau lebih dikenal dengan buis beton ini akan dilakukan <i>waveflume</i> adalah kolam gelombang	Pengaruh pemassangan <i>breakwater</i> tenggelam dengan menggunakan buis beton terhadap nilai peredaman gelombang faktor yang sangat berpengaruh adalah <i>wavestepness</i> dan susunan buis beton dari ketiga skenario	
---	--------------------------	--	--	--	---	--

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hidrolika Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Gowa, dengan waktu penelitian selama 3 bulan.

B. Jenis Penelitian dan Sumber Data

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimental, di mana kondisi tersebut dibuat dan diatur oleh peneliti dengan mengacu pada literatur-literatur yang berkaitan dengan penelitian tersebut, serta adanya kontrol, dengan tujuan untuk menyelidiki ada tidaknya hubungan sebab akibat serta berapa besar hubungan sebab akibat tersebut dengan memberikan perlakuan-perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimental dan menyelidiki kontrol untuk pembandingan.

Pada penelitian ini akan menggunakan dua sumber data, yaitu:

1. Data primer, yaitu data yang diperoleh langsung dari simulasi model fisik di laboratorium.
2. Data sekunder, yaitu data yang diperoleh dari literatur dan hasil penelitian yang sudah ada, baik yang telah dilakukan di laboratorium maupun dilakukan di tempat lain yang berkaitan dengan penelitian pemecah gelombang berpori.

C. Alat dan Bahan

1. Alat

- a. Tangki pembangkit gelombang (Wave Flume)

Dilakukan pada saluran gelombang multiguna berukuran panjang 15 m, lebar 0,30 m. Kedalaman efektif saluran 0,46 m.

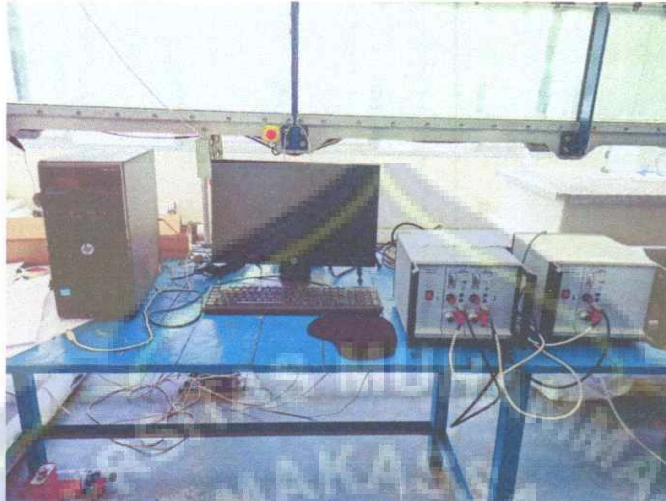
- b. Unit pembangkit



Gambar 13. Tangki Pembangkit Gelombang (*Wave Flume*)

Mesin pembangkit terdiri dari mesin utama, *pulley* yang berfungsi mengatur waktu putaran piringan yang dihubungkan pada *stroke* sehingga menggerakkan *flap* pembangkit gelombang.

- d. Komputer yang dilengkapi aplikasi pembaca gelombang untuk pengambilan data.



Gambar 16. Komputer dan Wave monitor

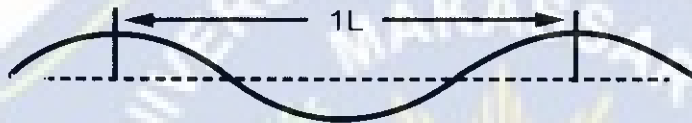
- e. Meteran untuk mengetahui kedalaman.
- f. Gergaji untuk memotong model (rangkain pipa).
- g. Kamera digital digunakan untuk merekam (dalam bentuk foto) momen-momen yang penting dalam keseluruhan kegiatan penelitian khususnya tahap-tahap dalam proses penelitian.

2. Bahan

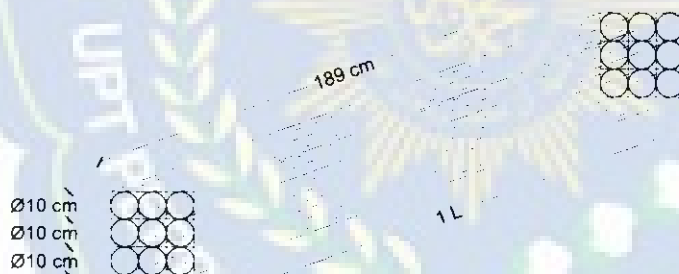
- a. Pipa dengan Θ 10 cm
- b. LemSilicon/Fox
- c. Lem korea

D. Desain Penelitian

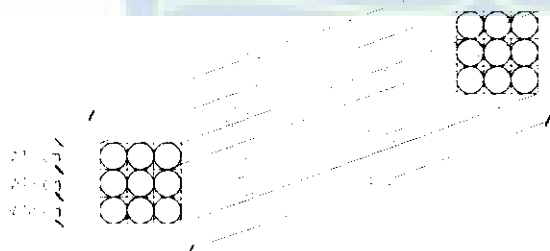
Sebelum dilakukan penelitian, terlebih dahulu dilakukan desain/perancangan model berdasarkan variabel yang akan diteliti. Desain/perancangan model pemecah gelombang didasarkan pada beberapa spesifikasi yaitu berdasarkan pertimbangan fasilitas di laboratorium, model terbuat dari bahan pipa PVC dengan panjang 189 cm (1L), 142 cm (0,75L), 94,5 cm (0,5L), dan diameter pipa (D) 0,10 m.



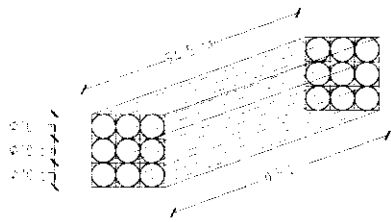
Gambar 17. Panjang gelombang 1L



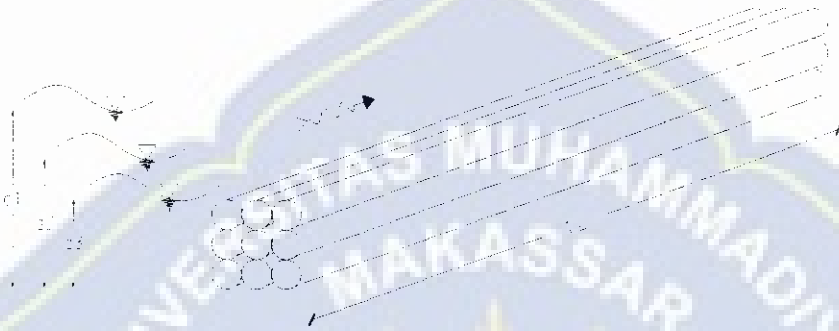
Gambar 18. Model *breakwater* Pipa \varnothing 0,10 m dan Panjang 1L



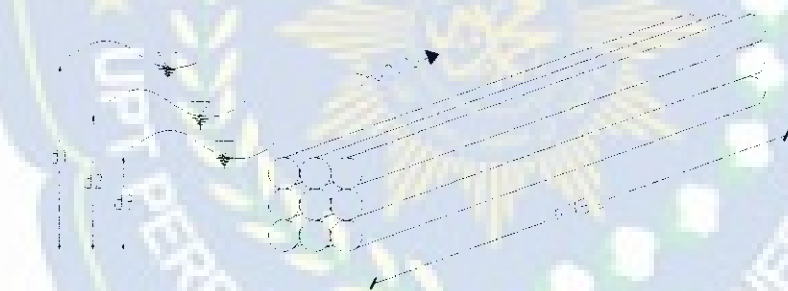
Gambar 19. Model *breakwater* Pipa \varnothing 0,10 m dan Panjang 0,75L



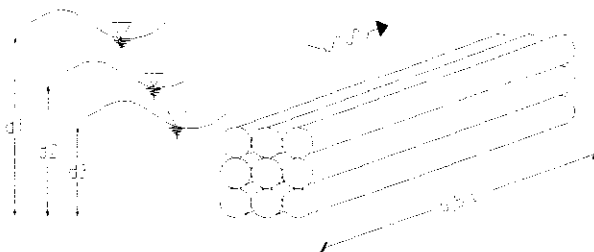
Gambar 20. Model *breakwater* Pipa \varnothing 0,10 m dan Panjang 0,5L



Gambar 21. Sketsa Model dengan Panjang 1L



Gambar 22. Sketsa Model dengan Panjang 0,75L



Gambar 23. Sketsa Model dengan Panjang 0,5L

Tabel 3. Rancangan simulasi model

Panjang Model	kedalaman d (cm)	L (m)	T (dtk)	stroke	Probe 1 H Min	Probe 2 H Max	Hi (cm) (HMax+HMin)/2	Hr (cm) (HMax-HMin)/2	Probe 3 Ht (cm)	
1 L	28	1.350	1.0	4						
				5						
				6						
		1.540	1.1	4						
				5						
				6						
	1.720	1.2	4							
			5							
			6							
	32	1.420	1.0	4						
				5						
				6						
		1.610	1.1	4						
				5						
				6						
	1.810	1.2	4							
			5							
			6							
36	1.450	1.0	4							
			5							
			6							
	1.670	1.1	4							
			5							
			6							
1.890	1.2	4								
		5								
		6								
0,75 L	28	1.350	1.0	4						
				5						
				6						
		1.540	1.1	4						
				5						
				6						
	1.720	1.2	4							
			5							
			6							
	32	1.420	1.0	4						
				5						
				6						
		1.610	1.1	4						
				5						
				6						
	1.810	1.2	4							
			5							
			6							
36	1.450	1.0	4							
			5							
			6							
	1.670	1.1	4							
			5							
			6							
1.890	1.2	4								
		5								
		6								
0,5 L	28	1.350	1.0	4						
				5						
				6						
		1.540	1.1	4						
				5						
				6						
	1.720	1.2	4							
			5							
			6							
	32	1.420	1.0	4						
				5						
				6						
		1.610	1.1	4						
				5						
				6						
	1.810	1.2	4							
			5							
			6							
36	1.450	1.0	4							
			5							
			6							
	1.670	1.1	4							
			5							
			6							
1.890	1.2	4								
		5								
		6								

E. Metode Pengambilan Data

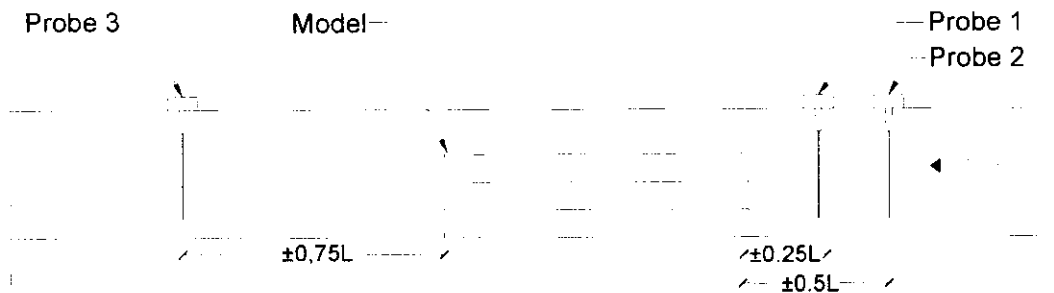
Dalam metode pengambilan data, tinggi gelombang diukur pada titik yaitu probe 1 dengan jarak $0,25L$ dan probe 2 dengan jarak $0,5L$ berada di depan model dan probe 3 dengan jarak $0,75L$ berada dibelakang model. Pengukuran tinggi gelombang dilakukan pada saat gelombang yang dibangkitkan pada kondisi stabil, yaitu beberapa saat setelah gelombang dibangkitkan. Dalam pengambilan data, dilakukan untuk setiap panjang model pada kedalaman $0,28\text{m}$, $0,32\text{ m}$ dan $0,36\text{ m}$. Untuk setiap percobaan dibagi menjadi 3 periode (T) (1.0 detik, 1.1 detik dan 1.2 detik), dan setiap periode dibagi kedalam 3 stroke (stroke 4,5, dan 6).

Gelombang yang dihasilkan oleh wave generator terdiri dari 3 variasi periode dan 3 tinggi gelombang. Periode gelombang dikontrol oleh putaran pulley. Tinggi gelombang dikontrol oleh posisi stroke yang mengatur gerakan flap. Sedangkan kedalaman air pada flume dibagi menjadi tiga jenis kedalaman yakni kedalaman $0,28\text{ m}$, $0,32\text{ m}$ dan $0,36\text{ m}$. Data karakteristik diperoleh sebelum diletakkan model peredam gelombang.

F. Prosedur / Langkah Penelitian

Adapun prosedur / langkah penelitian analisis gelombang pada pemecah gelombang berpori adalah sebagai berikut :

- a. Nyalakan PC, wave monitor, dan eagle daq kemudian pasang masing-masing probe pada posisi yang telah ditentukan.
- b. Atur posisi probe 1, probe 2 dan probe 3 sesuai dengan gambar 23.



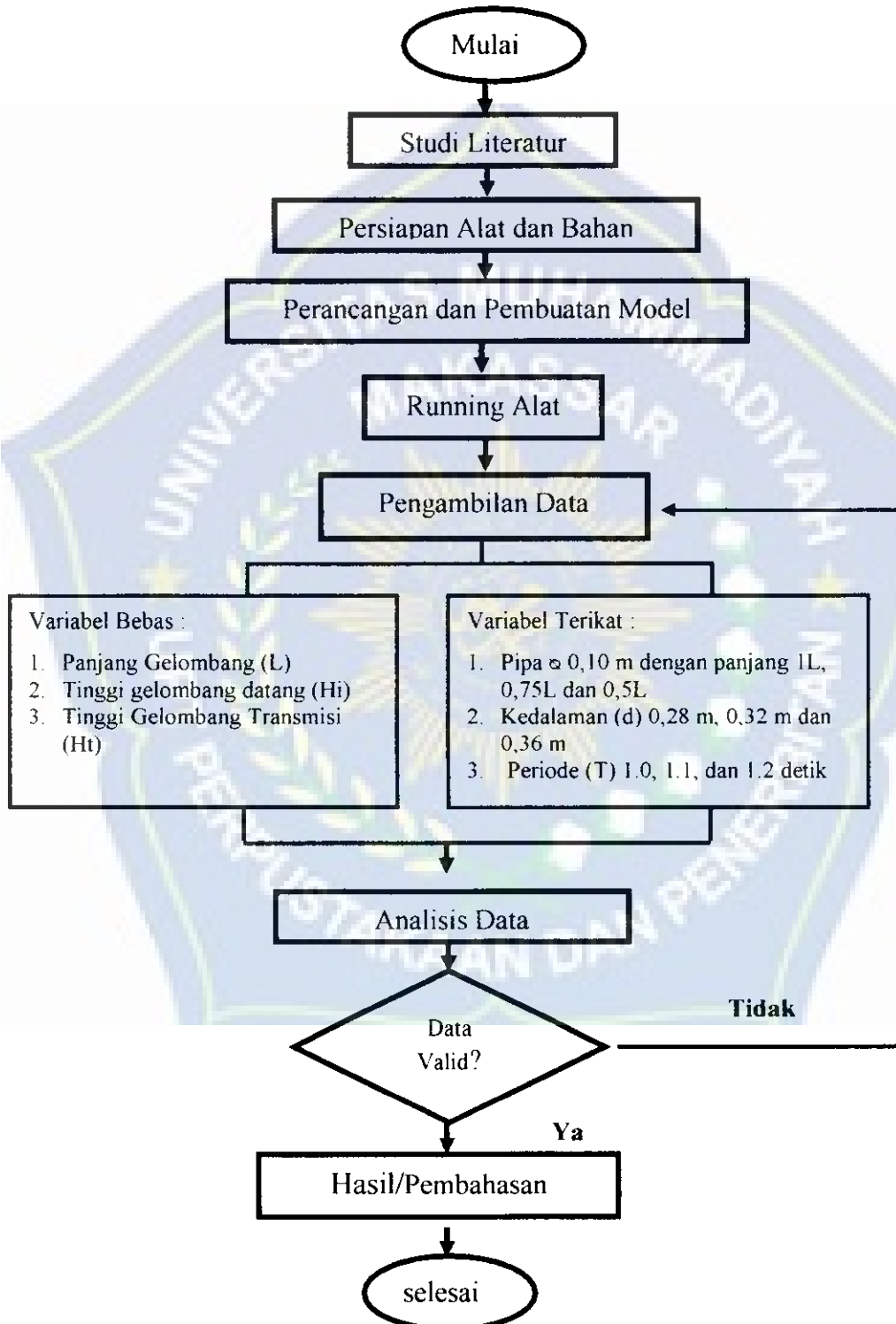
Gambar 24. Posisi penempatan Mode dan Probe

- c. Kalibrasi masing-masing probe dengan kedalaman air yang sudah ditentukan.
- d. Masukkan model kedalam flume dengan jarak 10 m dari pembangkit gelombang dan model berada diantara probe 1 dan probe 3 seperti pada gambar 24.
- e. Atur kedalaman yang direncanakan ($d_1 = 0,28$ m, $d_2 = 0,32$ dan $d_3 = 0,36$) dengan menggunakan mesin pompa pada flume hingga tercapai kedalaman yang ditentukan dan atur jarak pukulan pada flap menjadi beberapa stroke yang telah ditentukan yaitu (stroke 4, 5, dan 6) serta mengatur variasi periode gelombang ($T_1 = 1,0$ detik, $T_2 : 1,1$ detik, $T_3 : 1,2$ detik) dengan memutar pulley pada mesin utama.
- f. Setelah semua komponen siap, running dimulai dengan membangkitkan gelombang dengan menyalakan mesin pada unit pembangkit gelombang.
- g. Pembacaan tinggi gelombang di depan dan di belakang model diperoleh dari hasil pembacaan masing – masing probe, yang kemudian mengirim hasil rekamannya ke PC.
- h. Setelah selesai, periode kemudian diubah menjadi $T_2 = 1,1$, $T_3 = 1.2$.

- i. Prosedur (d) sampai (h) dilakukan kembali untuk kedalaman $d_2 = 0,32$ m dan $d_3 = 0,36$ m
- j. Prosedur (d) sampai (i) dilakukan kembali untuk panjang model $0,75L$ dan $0,5L$.
- k. Mengkonversi data yang tercatat di dalam PC dalam bentuk Microsoft excel yang selanjutnya akan diolah.
- l. Ketika hasil pengamatan tinggi gelombang belum sesuai maka penempatan probe diperbaiki secara manual dengan memindahkan pada titik yang dianggap bagus dan penyetelan probe diperbaiki secara manual membersihkan probe dengan menggunakan lap yang bersih.
- m. Setelah data yang dihasilkan sudah bagus, mengkonversi data yang tercatat di dalam PC dalam bentuk Microsoft excel yang selanjutnya akan diolah. Pengolahan data mengacu pada rumus-rumus yang telah dicantumkan pada bab 2 mengenai landasan teori.

G. Flow Chart Prosedur Percobaan Penelitian

Secara garis besar penelitian ini dapat dilihat dalam diagram alur sebagai berikut :



Gambar 25. Flow Chart

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Analisis

1. Panjang Gelombang (L)

Dalam penentuan nilai panjang gelombang, kita dapat menggunakan dua metode, yaitu dengan metode perhitungan iterasi dari persamaan panjang gelombang dan menggunakan dua metode probe yang tercatat langsung di komputer dengan mempertemukan dua titik puncak gelombang sehingga dapat diketahui nilai besaran pada panjang gelombang. Untuk pengukuran dengan menggunakan bantuan dua probe di laboratorium dapat diketahui dengan mengukur panjang gelombang secara langsung yang terdiri dari satu bukit dan satu lembah. Sedangkan untuk metode iterasi kita menggunakan data periode yang ditentukan pada saat pra-penelitian. Dalam penelitian kali ini digunakan panjang gelombang yang dihitung dengan metode iterasi dengan tiga data periode, yakni periode (T) = 1.0 dt, 1.1 dt dan 1.2 dt. Salah satu perhitungan panjang gelombang (L) pada kedalaman 0,36 m periode 1,2 dtk model pemecah gelombang berpori yang berdiameter 10 cm adalah sebagai berikut :

Diketahui : $d = 0,36 \text{ m}$

dimana : $d = \text{Kedalaman air}$

$$T = 1,2 \text{ dtk}$$

T = Periode

Ditanyakan Panjang gelombang (L) =?

$$L_0 = 1,56 (T^2)$$

$$L_0 = 1,56 (1.0^2)$$

$$L_0 = 1,56 \text{ m}$$

$$d/L_0 = 0,36/1,56 = 0,230 \text{ m/dtk}$$

$$d/L = 0,1904 \text{ (Lihat di tabel untuk nilai } d/L_0 = 0,230 \text{ m/dtk)}$$

$$\frac{d}{L} = \frac{0,36}{0,2079}$$

$$L = 1,890 \text{ m}$$

2. Data Gelombang (H)

Pengukuran tinggi gelombang dilakukan di 2 titik didepan dan 1 titik dibelakang model. Jarak antara 2 titik pengukuran didepan model ditentukan pada panjang gelombang yakni pada node dan anti node pada gelombang. Data utama yang diamati dan dicatat selama pengujian di laboratorium adalah tinggi gelombang didepan model dan dibelakang model. Dari hasil eksperimen dan pencatatan tinggi gelombang di tiap titik lokasi pengamatan diambil nilai maksimum dan tinggi gelombang minimum, didepan dan di belakang model. Pencatatan menggunakan alat probe yang berupa sensor dan kemudian hasil rekamannya akan di transfer PC.

a) Gelombang Datang (Hi)

Tinggi Gelombang datang (Hi) yang dialami oleh pemecah gelombang tergantung seberapa besar nilai tinggi gelombang maksimum (Hmax) dan nilai tinggi gelombang minimum (Hmin) yang dialami oleh bagian depan pemecah gelombang tersebut. Hal ini berdasarkan landasan teori yakni besarnya gelombang datang sama dengan (Hmax) dijumlahkan dengan (Hmin) kemudian hasil penjumlahannya dibagi 2. Hasil pembagian tersebut merupakan besar tinggi gelombang datang (Hi), dapat dirumuskan dengan menggunakan persamaan (4). Salah satu perhitungan (Hi) pada kedalaman 28 cm periode 1,0 dtk stroke 4 model

pemecah gelombang berpori dengan diameter 10 cm dan panjang model 1L adalah sebagai berikut :

Diketahui : $H_{max} = 6,3219 \text{ cm}$

$H_{min} = 3,3192 \text{ cm}$

$$H_i = \frac{H_{max} + H_{min}}{2}$$

$$H_i = \frac{6,3219 + 3,3192}{2}$$

$$H_i = 4,8205 \text{ cm}$$

Dimana : H_i = gelombang datang

H_{max} = tinggi gelombang maksimum

H_{min} = tinggi gelombang minimum

b) Gelombang Refleksi (H_r)

Gelombang datang yang mengenai/membentur suatu rintangan akan dipantulkan sebagian atau sepenuhnya, fenomena gelombang ini disebut gelombang refleksi (H_r). Gelombang refleksi dapat diselesaikan dengan persamaan (3). Salah satu perhitungan refleksi pada kedalaman (d) 32cm periode (T) 1,0 dtk stroke 4 model pemecah gelombang berpori dengan diameter 10 cm dan panjang 1Lyaitu sebagai berikut :

Diketahui : $H_{max} = 5.2505 \text{ cm}$

$H_{min} = 3.7711 \text{ cm}$

$$H_r = \frac{H_{max} - H_{min}}{2}$$

$$H_r = \frac{5.2505 - 3.7711}{2}$$

$$H_r = 0.7397 \text{ cm}$$

Dimana : H_r = gelombang datang

H_{max} = tinggi gelombang maksimum

H_{min} = tinggi gelombang minimum

c) Gelombang Transmisi (Ht)

Gelombang yang bergerak menerus melewati suatu struktur akan ditransmisikan, sehingga terdapat sisa-sisa energi gelombang yang terjadi setelah melewati struktur tersebut. Tinggi gelombang transmisi (Ht) dapat diselesaikan dengan persamaan (5). Salah satu perhitungan gelombang transmisi di belakang model pada kedalaman (d)36cm periode (T) 1,0 dtk stroke 4 model pemecah gelombang berpori dengan diameter 10 cm dan panjang 1L yaitu sebagai berikut :

Diketahui :

$$H_{max} = 2.5338 \text{ cm}$$

$$H_{min} = 2.7803 \text{ cm}$$

$$H_t = \frac{H_{max} + H_{min}}{2}$$

$$H_t = \frac{2.5338 + 2.7803}{2}$$

$$H_t = 2.8514 \text{ cm}$$

Dimana : Ht = gelombang datang
 Hmax = tinggi gelombang maksimum
 Hmin = tinggi gelombang minimum

3. Kecuraman Gelombang (Hi/L)

Hasil simulasi pengambilan data tinggi gelombang yang didapatkan dari pencatatan/perekaman otomatis dari komputer, jika dikonfersi kedalam perhitungan kecuraman gelombang (Hi/L) dengan panjang gelombang sesuai kedalaman 28 cm pada periode 1,0 dtk stroke 4 model pemecah gelombang berpori dengan diameter 10 cm dan panjang model 1L adalah sebagai berikut :

Diketahui :

$$H_i = 4.8205 \text{ cm}$$

$$L = 135 \text{ cm}$$

$$= \frac{H_i}{L}$$

$$= \frac{4.8205}{135}$$

$$= 0,0357 \text{ cm}$$

Dimana : H_i = gelombang datang

L = panjang gelombang

4. Panjang Relatif Model (B/L)

Panjang relatif model (B/L) adalah perbandingan antara variasi panjang model dengan panjang gelombang. Hasil perbandingan nilai dari variasi panjang model dengan Panjang gelombang pada panjang model 1L dapat kita lihat sebagai berikut :

Diketahui : B = 189 cm

L = 135 cm

$$= \frac{B}{L}$$

$$= \frac{189}{135}$$

$$= 1,400 \text{ cm}$$

Berikut disajikan tabel 4,5 dan 6 hasil pengamatan tinggi gelombang pada variasi panjang model 1L, 0.75L dan 0.5L.

Tabel 4. Data pengamatan tinggi gelombang pada panjang model 1L

No d (cm)	L (m)	T (dtk) stroke	Probe 1			Probe 2			Hr (cm)	Probe 3			
			Pembacaan Bawah	Pembacaan Atas	Hmin	Pembacaan Bawah	Pembacaan Atas	Hmax (Hmax-Hmin)/2		H Min	Hmax	Hr (cm)	
28	1,540	1,1	4	-1,8208	1,4984	3,3192	-2,9146	3,4073	6,3219	1,5013	-0,3981	0,4180	1,1160
			5	-1,7820	2,4283	4,1103	-3,1935	4,6424	8,1359	2,0128	-0,7072	0,5801	1,2874
			6	-2,2211	2,8803	5,1014	-4,0701	5,1604	9,9305	2,4145	-0,6768	0,9501	1,3269
			4	-1,3687	1,6275	2,9963	-2,8216	3,4338	6,0555	1,5296	-0,3524	0,4686	1,0211
			5	-1,7433	1,7309	3,4742	-3,2997	3,7659	7,0656	1,7957	-0,3981	0,6055	1,0035
			6	-2,1436	2,2991	4,4428	-3,6052	4,6557	8,9609	2,2591	-0,3170	0,8285	1,1454
32	1,610	1,1	4	-1,3817	1,3305	2,7122	-2,5161	3,0354	4,9516	1,1197	-0,5602	0,5244	1,2846
			5	-1,4721	1,6146	3,1867	-2,9412	3,4073	6,0484	1,4309	-0,4538	0,5903	1,1441
			6	-1,5883	2,0796	3,7679	-3,4857	4,0182	7,2039	1,7180	-0,4335	0,6359	1,4694
			4	-1,8807	1,8904	3,7711	-3,0628	2,1877	5,2505	0,7397	-1,6569	1,2731	1,9300
			5	-2,2801	3,0587	5,5388	-4,2109	4,4532	8,2641	1,3627	-1,5214	1,0521	2,0735
			6	-2,6498	3,6798	6,8296	-4,4405	5,4176	10,7581	1,9642	-1,3503	1,3016	2,1520
36	1,670	1,1	4	-1,9695	1,6242	3,5937	-3,0016	2,1174	5,1740	0,7902	-1,3218	0,8810	2,1028
			5	-2,6646	2,1714	4,8359	-4,0731	2,4632	6,7363	0,9502	-1,5499	1,1020	2,4519
			6	-2,8716	3,3101	6,0817	-3,9048	2,9990	8,5037	1,2110	-1,7353	1,2446	2,5799
			4	-1,9103	1,6390	3,9493	-3,1700	2,0499	5,7199	0,8853	-1,7139	1,3515	2,2654
			5	-2,3096	2,1566	4,6662	-3,2465	1,9887	6,4352	0,8845	-1,7353	1,5226	2,6579
			6	-3,0491	2,7186	5,7676	-3,8129	2,6499	7,8598	1,0461	-2,1060	1,5725	2,7785
36	1,890	1,2	4	-2,4371	3,3912	5,8283	-3,5547	3,7023	7,4569	0,8143	-2,7803	2,5338	2,8514
			5	-3,1351	3,8623	6,9974	-4,6553	4,3842	9,2405	1,1216	-2,3938	2,5918	3,2855
			6	-3,0828	4,7523	8,0350	-4,7612	5,5209	10,9821	1,4735	-2,1619	2,1570	3,6189
			4	-1,9485	3,1295	5,0780	-2,9601	3,5274	6,2875	0,6048	-2,3165	1,0748	3,1913
			5	-2,7338	3,5133	6,9471	-3,9044	4,6815	8,8859	0,9694	-2,4131	1,1038	3,5169
			6	-3,3968	4,6651	8,5619	-4,4290	6,8324	11,1614	1,2997	-2,3648	1,2198	3,5846
36	1,890	1,2	4	-1,8787	2,6409	5,0195	-2,8202	3,3875	6,1077	0,5441	-2,0749	0,9782	3,2931
			5	-3,0304	4,1241	6,8545	-4,0793	3,9296	8,4088	0,7772	-3,4373	0,6787	4,0160
			6	-3,5364	4,4731	8,0095	-4,5864	4,8039	9,8903	0,9404	-3,5435	1,0265	4,3701

Sumber : data hasil penelitian

Tabel 5. Data pengamatan tinggi gelombang pada panjang model 0.75L

No d (cm)	L (m)	T (dtk)	stoke	Probe 1				Probe 2				Hr (cm)	Probe 3		
				Pembacaan Bawah	Pembacaan Atas	Hmin	Hmax	Pembacaan Bawah	Pembacaan Atas	Hmax	(Hmax-Hmin)/2		H Min	Hmax	Ht (cm)
28	1,540	1,1	4	-1,3429	3,1173	3,5203	-3,0208	3,7792	6,3000	1,3899	-0,3981	0,4180	1,4160		
			5	-1,7562	2,2604	4,0166	-3,4458	4,5760	7,5219	1,7526	-0,7072	0,5801	1,5874		
			6	-2,0403	3,0369	5,1273	-4,0169	5,8643	10,0812	2,4770	-0,6768	0,9501	1,6269		
			4	-1,4979	1,7309	3,2288	-2,5826	3,1416	5,5242	1,1477	-0,3524	0,4686	1,3211		
			5	-1,5495	2,5187	4,0682	-3,2068	4,1643	7,1711	1,5514	-0,3981	0,6055	1,5035		
			6	-1,9887	2,5187	4,5074	-3,6982	5,0542	8,4524	1,9725	-0,3170	0,8285	1,7454		
32	1,610	1,1	4	-1,0200	1,5113	2,7313	-2,4232	2,7034	4,7266	0,9976	-0,5602	0,5244	1,3846		
			5	-1,6787	1,6017	3,2804	-3,0208	3,4073	5,8281	1,2738	-0,4538	0,5903	1,5441		
			6	-1,8337	2,3508	4,1845	-3,6982	4,3370	7,8352	1,8253	-0,4335	0,6359	1,5694		
			4	-1,8364	2,7925	4,6289	-3,0781	4,1164	6,3946	0,8828	-1,6569	1,2731	2,2300		
			5	-2,3540	3,5319	5,9860	-3,7670	4,9737	8,4407	1,2274	-1,5214	1,0521	2,5735		
			6	-2,7681	4,1974	7,2655	-4,5171	5,9074	10,5845	1,6595	-1,3503	1,3016	2,9520		
36	1,810	1,2	4	-1,8956	2,3341	4,5296	-2,6036	3,5807	6,0843	0,7773	-1,3218	0,8810	2,4028		
			5	-2,2209	3,1918	5,7127	-3,3843	4,6216	8,0059	1,1466	-1,5499	1,1020	2,7519		
			6	-2,4871	3,9164	6,4036	-3,7364	5,4635	9,1999	1,3982	-1,7353	1,2446	3,1799		
			4	-1,5702	2,0679	4,0381	-2,5271	3,2133	5,3403	0,6511	-1,7139	1,3515	2,4654		
			5	-2,0139	2,4819	4,6958	-3,1700	4,1777	6,4477	0,8759	-1,7353	1,5226	2,8579		
			6	-2,1322	3,2953	5,9275	-3,6139	4,9430	8,0569	1,0647	-2,1060	1,5725	3,1785		
36	1,450	1,0	4	-2,5069	3,7402	6,4471	-3,4323	4,1919	7,7242	0,6385	-2,7803	2,5338	3,5514		
			5	-3,0478	4,3509	7,3988	-4,0618	5,0312	9,1930	0,8971	-2,3938	2,5918	3,8855		
			6	-3,5364	5,3805	8,7169	-4,6913	6,4826	11,4739	1,3785	-2,1619	2,1570	4,0189		
			4	-1,9659	2,9549	5,1809	-3,1000	3,9121	6,0121	0,4156	-2,3165	1,0748	3,5913		
			5	-2,8210	3,9496	6,7706	-3,7470	4,6640	8,2110	0,7202	-2,4131	1,1038	3,6169		
			6	-3,2747	4,6476	7,9223	-4,4465	5,7482	10,0947	1,0862	-2,3648	1,2198	3,9846		
36	1,670	1,1	4	-1,8787	2,7630	5,1417	-2,7328	3,5449	5,8777	0,3680	-2,0749	0,9782	3,7931		
			5	-2,6988	3,2690	5,9679	-3,2049	4,2269	7,1318	0,5820	-3,4373	0,6787	4,1160		
			6	-3,0304	4,2288	7,7592	-3,6421	5,3810	9,0231	0,6319	-3,5435	1,0265	4,5701		
36	1,890	1,2	4												
			5												
			6												

Sumber : data hasil penelitian

Tabel 6. Data pengamatan tinggi gelombang pada panjang model 0.5L

No d (cm)	L (m)	T (dtk)	stoke	Probe 1			Probe 2			Hr (cm)	Probe 3		
				Pembacaan Bawa	Pembacaan Atas	Hmin	Pembacaan Bawa	Pembacaan Atas	Hmax		Hmax (Hmax-Hmin)/2	H Min	Hmax
28	1,540	1,1	4	-1,7562	2,0408	4,3970	-3,0341	3,7393	6,7734	1,1882	-1,1011	1,5247	2,4258
			5	-2,4407	2,6995	5,1402	-3,4857	4,6292	8,1148	1,4873	-1,3289	1,6626	2,7914
			6	-2,8798	3,8231	6,5029	-3,9372	5,1073	10,4445	1,9708	-1,4008	1,6146	3,0154
			4	-2,1307	2,6478	4,7786	-3,6716	4,1643	7,0359	1,1287	-1,3828	1,2369	2,6198
			5	-2,2082	2,7899	5,1981	-3,4774	4,4167	7,8891	1,3455	-1,5147	1,3328	2,8476
			6	-2,8152	3,4744	6,5896	-3,8841	4,7620	10,1461	1,7782	-1,0411	1,6446	3,1857
32	1,610	1,1	4	-1,9887	2,3250	3,7136	-3,2865	3,9385	5,3250	0,8057	-1,2809	1,1770	2,4579
			5	-1,8466	2,4024	4,6490	-3,2732	3,8588	7,1320	1,2415	-1,2030	1,4527	2,6557
			6	-2,3632	2,8157	5,6789	-3,9107	4,5495	8,4602	1,3906	-0,9932	1,9503	2,9435
			4	-2,1470	3,4580	5,6050	-3,2924	4,1318	7,4242	0,9096	-1,7495	2,6632	3,3128
			5	-2,8864	4,0496	6,9360	-4,2262	5,2186	9,4448	1,2544	-1,9420	2,6989	3,8041
			6	-3,4040	4,7150	8,2191	-4,9610	5,7084	10,8694	1,3252	-2,6335	2,7488	4,2823
36	1,810	1,2	4	-2,1470	2,4080	4,5550	-3,2771	2,6775	5,7047	0,5748	-1,8565	2,0288	3,2853
			5	-2,5019	3,5763	6,0782	-3,8588	3,2898	7,6487	0,7852	-2,2771	2,1428	3,8199
			6	-2,9456	4,3305	7,1761	-4,7007	3,8409	9,1416	0,9828	-1,9848	2,8343	4,0191
			4	-1,9103	2,2453	4,5557	-2,9863	2,8612	5,6475	0,5459	-1,9135	2,1785	3,1920
			5	-2,4575	3,1918	5,6493	-3,5986	3,9021	7,1007	0,7257	-2,0418	2,2783	3,8201
			6	-2,9012	3,8129	6,7141	-3,8741	4,2389	8,5130	0,8994	-2,2343	2,3995	4,2338
36	1,670	1,1	4	-3,1874	4,8744	7,0619	-3,3973	4,7689	8,1662	0,5522	-2,7416	1,8864	4,3280
			5	-4,0251	5,6597	8,4847	-4,5514	5,4334	10,0848	0,8000	-3,2923	2,0410	4,8333
			6	-4,3566	5,9040	9,8606	-4,6039	6,5351	12,0389	1,0892	-3,3406	2,0893	5,3300
			4	-2,6988	4,2811	6,6800	-3,0301	4,1394	7,5695	0,4448	-2,3551	2,6207	4,7759
			5	-3,6411	5,1536	8,1948	-3,5896	5,6957	9,2854	0,5453	-3,0121	3,0459	5,2580
			6	-4,3391	6,0261	9,3653	-4,4640	6,7099	11,1739	0,9043	-3,4469	3,0942	5,7411
36	1,890	1,2	4	-2,3847	3,6006	5,8853	-3,0476	3,7197	6,3673	0,2410	-2,3165	2,6401	4,4565
			5	-3,0828	4,3858	7,4686	-3,9569	4,4367	8,3935	0,4625	-2,6450	2,4468	5,0918
			6	-3,3445	5,2060	8,5505	-4,7787	5,5558	10,3346	0,8921	-2,9928	3,3550	5,6478

Sumber : data hasil penelitian

5. Nilai Koefisien Transmisi (Kt)

Besarnya koefisien transmisi (Kt) berdasarkan landasan teori pada bab 2, dihitung dengan menggunakan persamaan (5). Salah satu perhitungan koefisien transmisi gelombang pada kedalaman 32 cm periode 1,0 dtk stroke 4 model pemecah gelombang berpori dengan diameter 10 cm dan panjang model 1L, yakni sebagai berikut :

$$\text{Diketahui : } H_i = 4.5108 \text{ cm}$$

$$H_t = 1.9300 \text{ cm}$$

$$K_t = \frac{H_t}{H_i}$$

$$K_t = \frac{4.5108}{1.9300}$$

$$K_t = 0.4279 \text{ cm}$$

$$\text{Dimana : } H_i = \text{gelombang datang}$$

$$H_t = \text{gelombang transmisi}$$

$$K_t = \text{koefisien transmisi}$$

6. Nilai Koefisien Refleksi (Kr)

Besarnya koefisien Refleksi (Kr) berdasarkan teori pada bab 2, dihitung dengan menggunakan persamaan (6). Salah satu perhitungan koefisien refleksi gelombang pada kedalaman 36 cm periode 1,0 dtk stoke 4 model pemecah gelombang berpori dengan diameter 10 cm dan panjang model 1L, yakni sebagai berikut :

$$\text{Diketahui : } H_i = 6,6428 \text{ cm}$$

$$H_r = 0.8143 \text{ cm}$$

$$K_r = \frac{H_r}{H_i}$$

$$K_r = \frac{6.6428}{0.814}$$

$$K_r = 0,1226 \text{ cm}$$

Dimana : H_i = gelombang datang

H_t = gelombang transmisi

K_t = koefisien refleksi

Berikut adalah tabel 7, 8 dan 9 hasil rekapitulasi perhitungan pada pemecah gelombang dengan panjang model $1L$, $0.75L$ dan $0.5L$.



Tabel 7. Hasil rekapitulasi perhitungan pada pemecah gelombang dengan panjang model 1L.

No	Kedalaman (d)	Periode (T)	Pjg Gel. (L)	Pjg Model (B)	B/L	tinggi Gelombang			H _i /L (cm)	K _t (cm)	K _r (cm)
						Hi (cm)	H _r (cm)	H _t (cm)			
1	28	1.0				4.8205	1.5013	1.1160	0.0357	0.2315	0.3114
2	28	1.0	135	189	1.400	6.1231	2.0128	1.2874	0.0454	0.2102	0.3287
3	28	1.0				7.5160	2.4145	1.3269	0.0557	0.1766	0.3213
4	28	1.1				4.5259	1.5296	1.0211	0.0294	0.2256	0.3380
5	28	1.1	154	189	1.227	5.2699	1.7957	1.0035	0.0342	0.1904	0.3408
6	28	1.1				6.7018	2.2591	1.1454	0.0435	0.1709	0.3371
7	28	1.2				3.8319	1.1197	1.2846	0.0223	0.3352	0.2922
8	28	1.2	172	189	1.099	4.6176	1.4309	1.1441	0.0268	0.2478	0.3099
9	28	1.2				5.4859	1.7180	1.4694	0.0319	0.2679	0.3132
10	32	1.0				4.5108	0.7397	1.9300	0.0318	0.4279	0.1640
11	32	1.0	142	189	1.331	6.9014	1.3627	2.0735	0.0486	0.3004	0.1974
12	32	1.0				8.7939	1.9642	2.1520	0.0619	0.2447	0.2234
13	32	1.1				4.3838	0.7902	2.1028	0.0272	0.4797	0.1802
14	32	1.1	161	189	1.174	5.7861	0.9502	2.4519	0.0359	0.4238	0.1642
15	32	1.1				7.2927	1.2110	2.5799	0.0453	0.3538	0.1661
16	32	1.2				4.8346	0.8853	2.2654	0.0267	0.4686	0.1831
17	32	1.2	181	189	1.044	5.5507	0.8845	2.6579	0.0307	0.4788	0.1593
18	32	1.2				6.8137	1.0461	2.7785	0.0376	0.4078	0.1535
19	36	1.0				6.6426	0.8143	2.8514	0.0458	0.4293	0.1226
20	36	1.0	145	189	1.303	8.1190	1.1216	3.2855	0.0560	0.4047	0.1381
21	36	1.0				9.5086	1.4735	3.6189	0.0656	0.3806	0.1550
22	36	1.1				5.6827	0.6048	3.1913	0.0340	0.5616	0.1064
23	36	1.1	167	189	1.132	7.9165	0.9694	3.5169	0.0474	0.4443	0.1225
24	36	1.1				9.8616	1.2997	3.5846	0.0591	0.3635	0.1318
25	36	1.2				5.5636	0.5441	3.2931	0.0294	0.5919	0.0978
26	36	1.2	189	189	1	7.6317	0.7772	4.0160	0.0404	0.5262	0.1018
27	36	1.2				8.9499	0.9404	4.3701	0.0474	0.4883	0.1051

Sumber : data hasil penelitian

Tabel 8. Hasil rekapitulasi perhitungan pada pemecah gelombang dengan panjang model 0.75 L.

No	Kedalaman (d)	Periode (T)	Pjg Gel. (L)	Pjg Model (B)	B/L	tinggi Gelombang			Hi/L (cm)	Kt (cm)	Kr (cm)
						Hi (cm)	Hr (cm)	Ht (cm)			
1	28	1.0	135	142	1.052	4.9101	1.3899	1.4160	0.0364	0.2884	0.2831
2	28	1.0				5.7692	1.7526	1.5874	0.0427	0.2751	0.3038
3	28	1.0	154	142	0.922	7.6043	2.4770	1.6269	0.0563	0.2140	0.3257
4	28	1.1				4.3765	1.1477	1.3211	0.0284	0.3019	0.2622
5	28	1.1	172	142	0.826	5.6197	1.5514	1.5035	0.0365	0.2675	0.2761
6	28	1.1				6.4799	1.9725	1.7454	0.0421	0.2694	0.3044
7	28	1.2	142	142	1.000	3.7290	0.9976	1.3846	0.0217	0.3713	0.2675
8	28	1.2				4.5543	1.2738	1.5441	0.0265	0.3390	0.2797
9	28	1.2	142	142	0.882	6.0098	1.8253	1.5694	0.0349	0.2611	0.3037
10	32	1.0				5.5117	0.8828	2.2300	0.0388	0.4046	0.1602
11	32	1.0	161	142	0.882	7.2133	1.2274	2.5735	0.0508	0.3568	0.1702
12	32	1.0				8.9250	1.6595	2.9520	0.0629	0.3308	0.1859
13	32	1.1	181	142	0.785	5.3069	0.7773	2.4028	0.0330	0.4528	0.1465
14	32	1.1				6.8593	1.1466	2.7519	0.0426	0.4012	0.1672
15	32	1.1	145	142	0.979	7.8017	1.3982	3.1799	0.0485	0.4076	0.1792
16	32	1.2				4.6892	0.6511	2.4654	0.0259	0.5258	0.1389
17	32	1.2	167	142	0.850	5.5717	0.8759	2.8579	0.0308	0.5129	0.1572
18	32	1.2				6.9922	1.0647	3.1785	0.0386	0.4546	0.1523
19	36	1.0	189	142	0.751	7.0856	0.6385	3.5514	0.0489	0.5012	0.0901
20	36	1.0				8.2959	0.8971	3.8855	0.0572	0.4684	0.1081
21	36	1.0	142	142	0.850	10.0954	1.3785	4.0189	0.0696	0.3981	0.1365
22	36	1.1				5.5965	0.4156	3.5913	0.0335	0.6417	0.0743
23	36	1.1	189	142	0.751	7.4908	0.7202	3.6169	0.0449	0.4828	0.0961
24	36	1.1				9.0085	1.0862	3.9846	0.0539	0.4423	0.1206
25	36	1.2	142	142	0.826	5.5097	0.3680	3.7931	0.0292	0.6885	0.0668
26	36	1.2				6.5498	0.5820	4.1160	0.0347	0.6284	0.0889
27	36	1.2	142	142	0.751	8.3911	0.6319	4.5701	0.0444	0.5446	0.0753

Sumber : data hasil penelitian

Tabel 9. Hasil rekapitulasi perhitungan pada pemecah gelombang dengan panjang model 0.5 L.

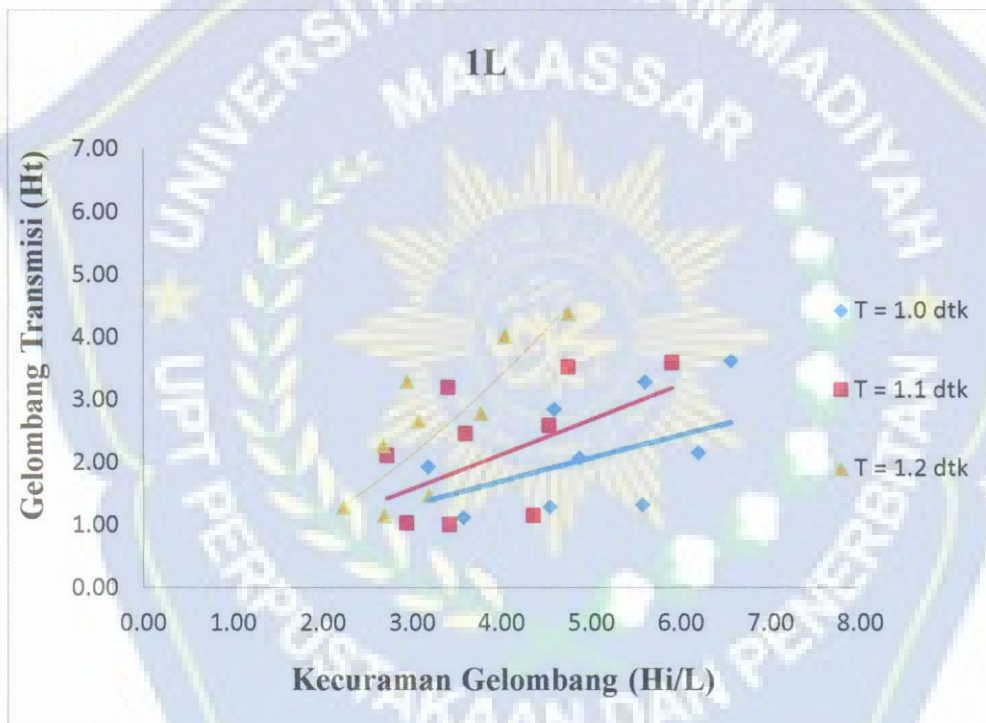
No	Kedalaman (d)	Periode (T)	Pjg Gel. (L)	Pjg Model (B)	B/L	tinggi Gelombang			Hi/L (cm)	Kt (cm)	Kr (cm)
						Hi (cm)	Hr (cm)	Ht (cm)			
1	28	1.0				5.5852	1.1882	2.4258	0.0414	0.4343	0.2127
2	28	1.0	135	95	0.704	6.6275	1.4873	2.7914	0.0491	0.4212	0.2244
3	28	1.0				8.4737	1.9708	3.0154	0.0628	0.3559	0.2326
4	28	1.1				5.9072	1.1287	2.6198	0.0384	0.4435	0.1911
5	28	1.1	154	95	0.617	6.5436	1.3455	2.8476	0.0425	0.4352	0.2056
6	28	1.1				8.3679	1.7782	3.1857	0.0543	0.3807	0.2125
7	28	1.2				4.5193	0.8057	2.4579	0.0263	0.5439	0.1783
8	28	1.2	172	95	0.552	5.8905	1.2415	2.6557	0.0342	0.4508	0.2108
9	28	1.2				7.0695	1.3906	2.9435	0.0411	0.4164	0.1967
10	32	1.0				6.5146	0.9096	3.3128	0.0459	0.5085	0.1396
11	32	1.0	142	95	0.669	8.1904	1.2544	3.8041	0.0577	0.4645	0.1532
12	32	1.0				9.5442	1.3252	4.2823	0.0672	0.4487	0.1388
13	32	1.1				5.1298	0.5748	3.2853	0.0319	0.6404	0.1121
14	32	1.1	161	95	0.590	6.8634	0.7852	3.8199	0.0426	0.5566	0.1144
15	32	1.1				8.1589	0.9828	4.0191	0.0507	0.4926	0.1205
16	32	1.2				5.1016	0.5459	3.1920	0.0282	0.6257	0.1070
17	32	1.2	181	95	0.525	6.3750	0.7257	3.8201	0.0352	0.5992	0.1138
18	32	1.2				7.6136	0.8994	4.2338	0.0421	0.5561	0.1181
19	36	1.0				7.6141	0.5522	4.3280	0.0525	0.5684	0.0725
20	36	1.0	145	95	0.655	9.2848	0.8000	4.8333	0.0640	0.5206	0.0862
21	36	1.0				10.9498	1.0892	5.3300	0.0755	0.4868	0.0995
22	36	1.1				7.1248	0.4448	4.7759	0.0427	0.6703	0.0624
23	36	1.1	167	95	0.569	8.7401	0.5453	5.2580	0.0523	0.6016	0.0624
24	36	1.1				10.2696	0.9043	5.7411	0.0615	0.5590	0.0881
25	36	1.2				6.1263	0.2410	4.4565	0.0324	0.7274	0.0393
26	36	1.2	189	95	0.503	7.9311	0.4625	5.0918	0.0420	0.6420	0.0583
27	36	1.2				9.4425	0.8921	5.6478	0.0500	0.5981	0.0945

Sumber : data hasil penelitian

B. Pembahasan

Pada penelitian ini, terdapat tiga rangkaian panjang model pipa, yakni pipa dengan panjang 1L, 0.75L, dan 0.5L. Adapun variasi kedalaman (d) pada penelitian ini, yakni kedalaman 28 cm, 32 cm dan 36 m dan terdapat juga tiga variasi periode yaitu periode (T) 1.0 dt, 1.1 dt dan 1.2 dt. Pembahasan untuk hasil dari penelitian ini berupa grafik yang akan dijelaskan sebagai berikut :

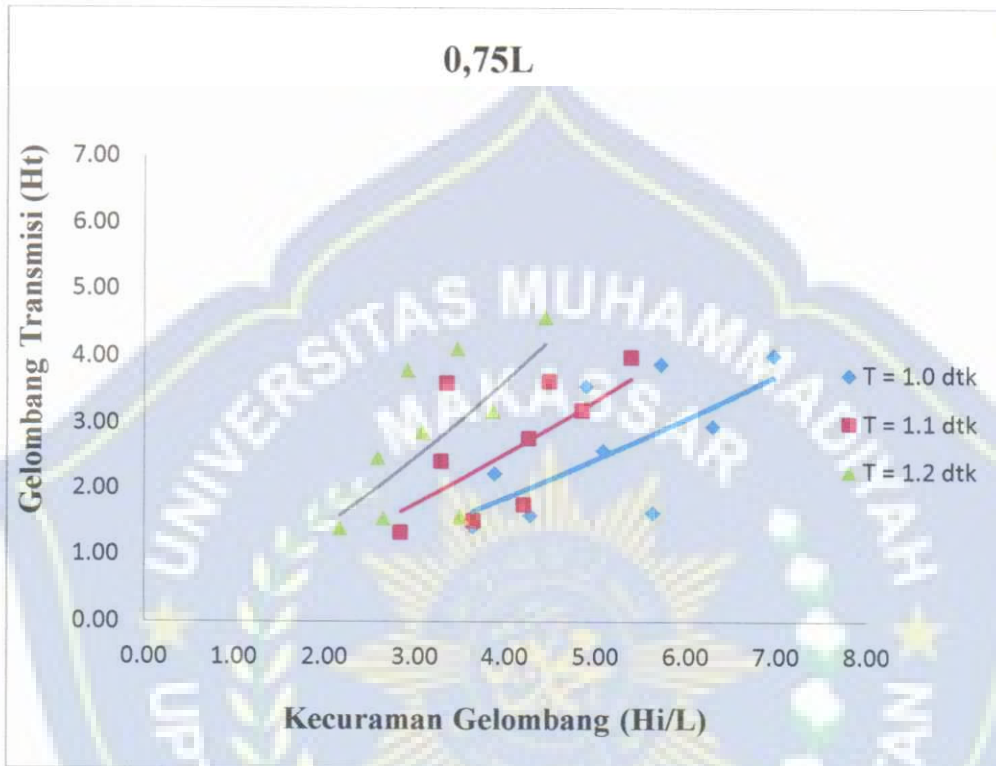
1. Hubungan (H_t) terhadap (H_i/L) untuk variasi (T) pada 1L, 0.75L dan 0.5L



Gambar 26. Hubungan (H_t) terhadap (H_i/L) untuk variasi (T) pada Panjang model 1L.

Pada gambar 26 dengan panjang model 1L diatas menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai kecuraman gelombang (H_i/L) maka nilai gelombang transmisi (H_t) semakin tinggi. Adapun nilai gelombang transmisi (H_t) pada model 1L adalah sebagai berikut :

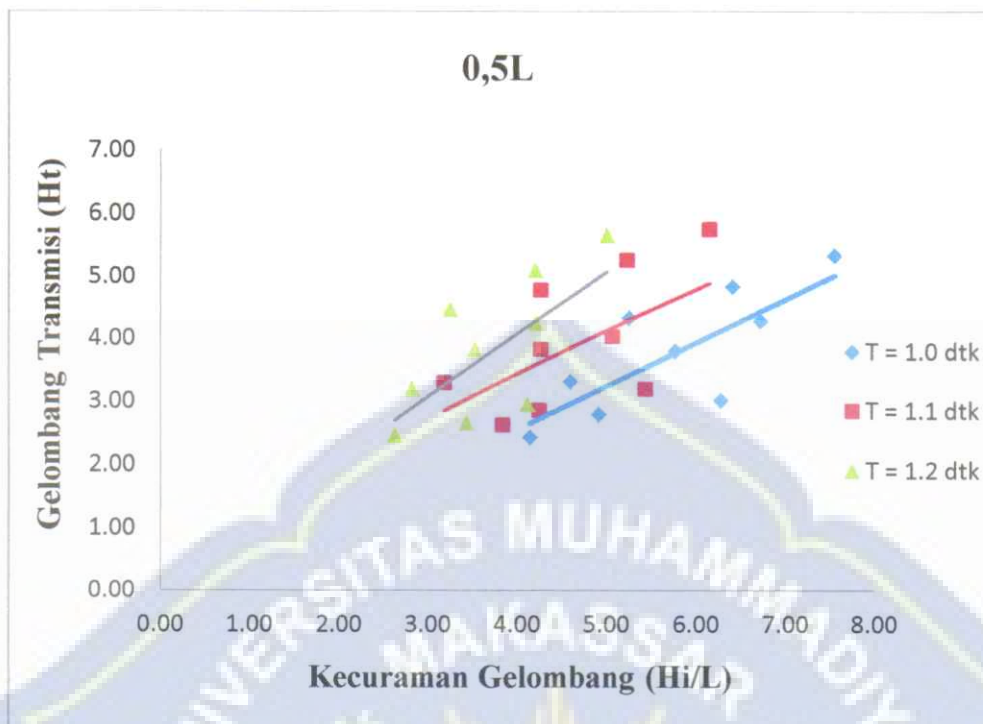
- Nilai (Ht) pada periode (T) 1,0 dtk = (1,1160 cm – 3,6189 cm)
- Nilai (Ht) pada periode (T) 1,1 dtk = (1,0035 cm – 3,5846 cm)
- Nilai (Ht) pada periode (T) 1,2 dtk = (1,1441 cm – 4,3701 cm)



Gambar 27. Hubungan (Ht) terhadap (Hi/L) untuk Variasi (T) pada Panjang model 0,75L.

Pada gambar 27 dengan panjang model 0,75L diatas menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai kecuraman gelombang (Hi/L) maka nilai gelombang transmisi (Ht) semakin tinggi. Adapun nilai gelombang transmisi (Ht) pada model 0,75L adalah sebagai berikut :

- Nilai (Ht) pada periode (T) 1,0 dtk = (1,4160 cm – 4,0189 cm)
- Nilai (Ht) pada periode (T) 1,1 dtk = (1,3211 cm – 3,9846 cm)
- Nilai (Ht) pada periode (T) 1,2 dtk = (1,3846 cm – 4,5701 cm)

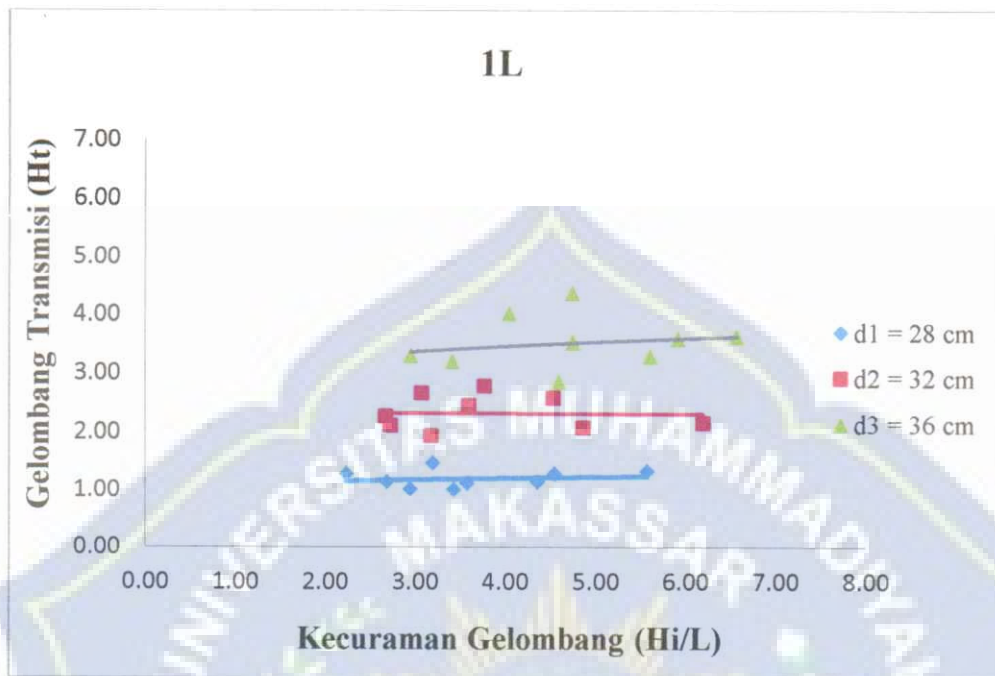


Gambar 28. Hubungan (Ht) terhadap (Hi/L) untuk Variasi (T) pada Panjang model 0.5L.

Pada gambar 28 dengan panjang model 0,5L diatas menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai kecuraman gelombang (Hi/L) maka nilai gelombang transmisi (Ht) semakin tinggi. Adapun nilai gelombang transmisi (Ht) pada model 0,5L adalah sebagai berikut :

- Nilai (Ht) pada periode (T) 1,0 dtk = (2,4258 cm – 5,330 cm)
- Nilai (Ht) pada periode (T) 1,1 dtk = (2,6198 cm – 5,7411 cm)
- Nilai (Ht) pada periode (T) 1,2 dtk = (2,4579 cm – 5,6478 cm)

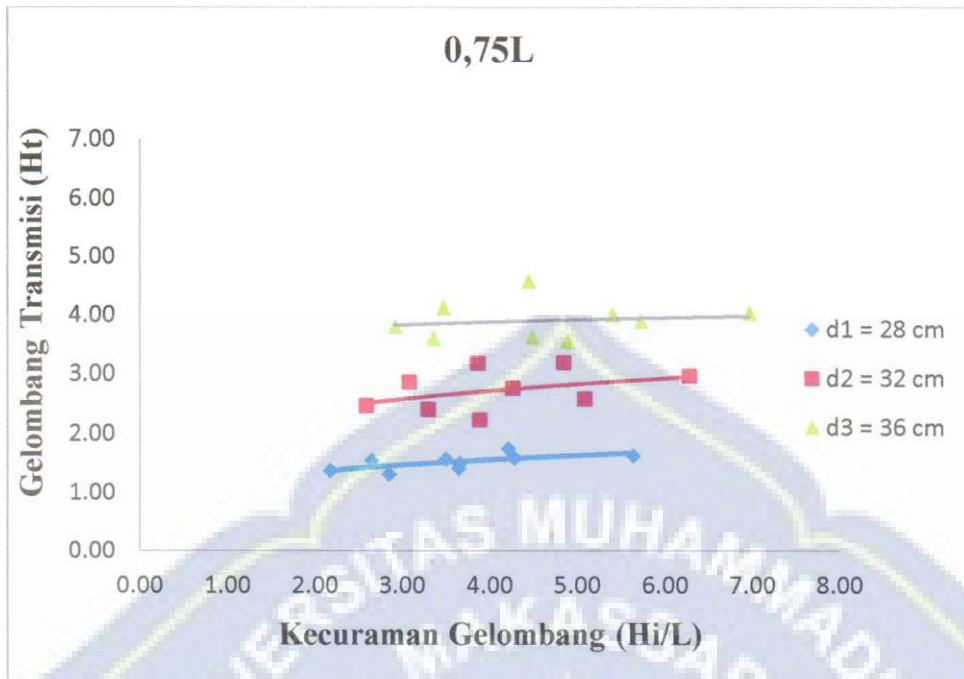
2. Hubungan (H_t) terhadap (H_i/L) untuk variasi kedalaman (d) pada 1L, 0.75L dan 0.5L



Gambar 29. Hubungan (H_t) terhadap (H_i/L) untuk variasi kedalaman (d) pada Panjang model 1L.

Dari gambar 29 diatas dapat disimpulkan bahwa nilai gelombang transmisi (H_t) terhadap kecuraman gelombang (H_i/L) pada panjang model 1L menghasilkan bahwa semakin tinggi kedalaman (d) maka nilai gelombang transmisi (H_t) semakin tinggi. Adapun nilai gelombang transmisi (H_t) untuk variasi ledalaman (d) pada model 1L adalah sebagai berikut :

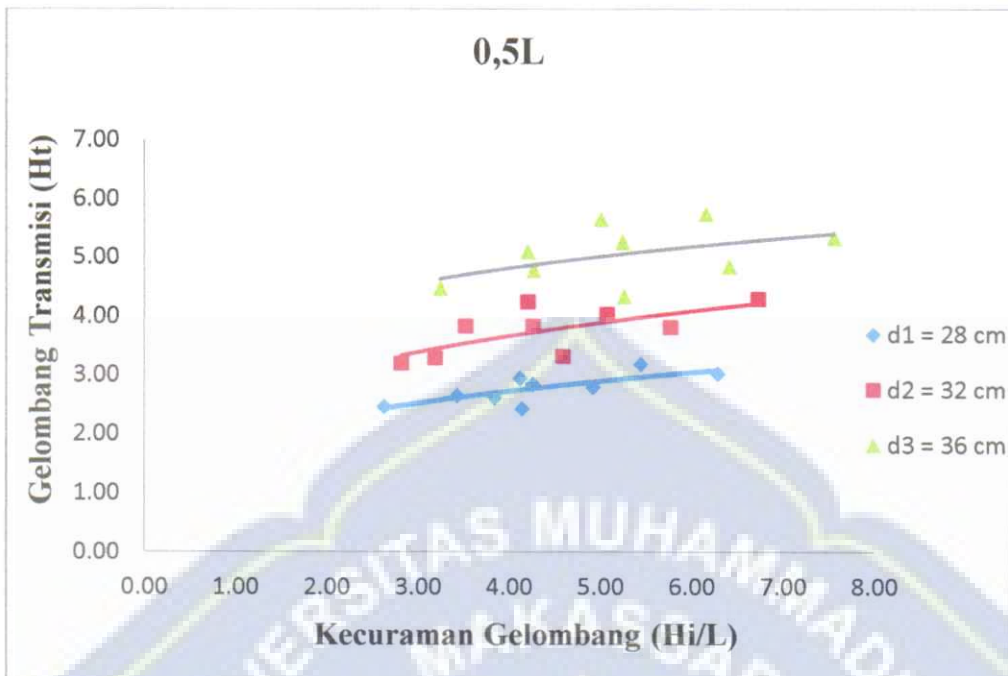
- Nilai gelombang transmisi (H_t) pada kedalaman air (d) 28 cm = (1,0035 cm – 1,4694 cm)
- Nilai gelombang transmisi (H_t) pada kedalaman air (d) 32 cm = (1,9300 cm – 2,7785 cm)
- Nilai gelombang transmisi (H_t) pada kedalaman air (d) 36 cm = (2,8514 cm – 4,3701 cm)



Gambar 30. Hubungan (H_t) terhadap (H_i/L) untuk Variasi kedalaman (d) pada Panjang model 0.75L.

Dari gambar 30 diatas dapat disimpulkan bahwa nilai gelombang transmisi (H_t) terhadap kecuraman gelombang (H_i/L) pada panjang model 0.75L menghasilkan bahwa semakin tinggi kedalaman (d) maka nilai gelombang transmisi (H_t) semakin tinggi. Adapun nilai gelombang transmisi (H_t) untuk variasi ledalaman (d) pada model 0,75L adalah sebagai berikut :

- Nilai gelombang transmisi (H_t) pada kedalaman air (d) 28 cm = (1,3211 cm – 1,5694 cm)
- Nilai gelombang transmisi (H_t) pada kedalaman air (d) 32 cm = (2,2300 cm – 3,1785 cm)
- Nilai gelombang transmisi (H_t) pada kedalaman air (d) 36 cm = (3,5514 cm – 4,5701 cm)

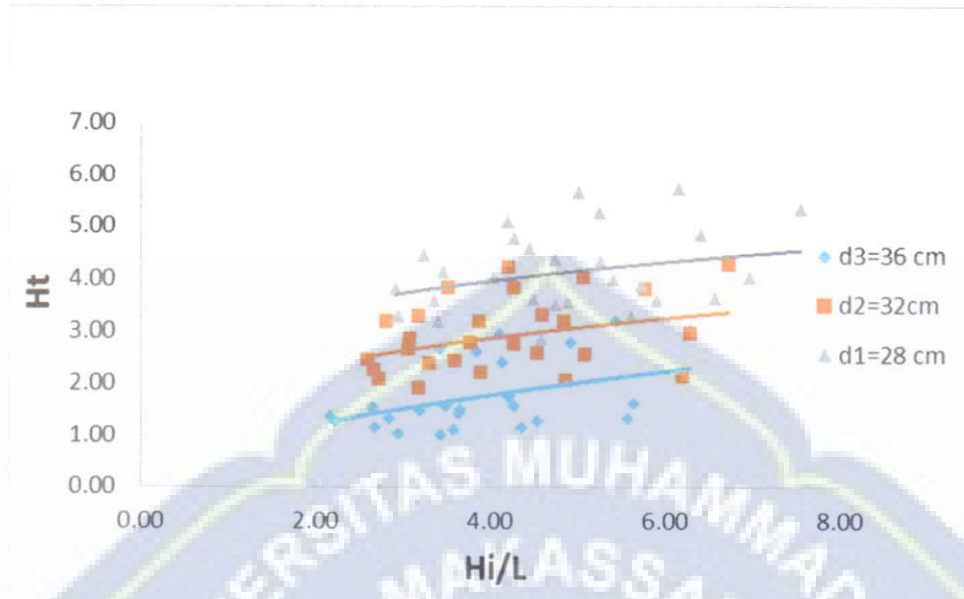


Gambar 31. Hubungan (Ht) terhadap (Hi/L) untuk Variasi kedalaman (d) pada Panjang model 0.5L.

Dari gambar 31 diatas dapat disimpulkan bahwa nilai gelombang transmisi (Ht) terhadap kecuraman gelombang (Hi/L) pada panjang model 0.5L menghasilkan bahwa semakin tinggi kedalaman (d) maka nilai gelombang transmisi (Ht) semakin tinggi. Adapun nilai gelombang transmisi (Ht) untuk variasi ledalaman (d) pada model 0,5L adalah sebagai berikut :

- Nilai gelombang transmisi (Ht) pada kedalaman air (d) 28 cm = (2,4258 cm – 3,0154 cm)
- Nilai gelombang transmisi (Ht) pada kedalaman air (d) 32 cm = (3,3128 cm – 4,2338 cm)
- Nilai gelombang transmisi (Ht) pada kedalaman air (d) 36 cm = (4,3280 cm – 5,6478 cm)

3. Hubungan (H_t) terhadap (H_i/L) untuk variasi kedalaman (d)

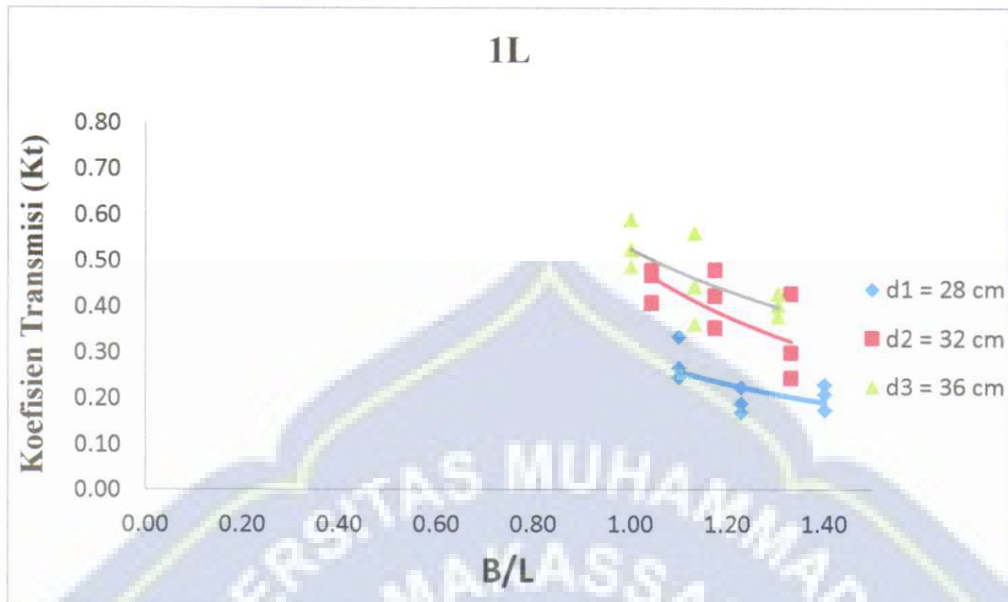


Gambar 32. Hubungan (H_t) terhadap (H_i/L) untuk Variasi kedalaman (d) pada Panjang model 0.5L.

Dari gambar 32 diatas dapat disimpulkan bahwa nilai gelombang transmisi (H_t) terhadap kecuraman gelombang (H_i/L) pada ketiga kedalaman (d) menunjukkan bahwa semakin tinggi kedalaman (d) maka nilai gelombang transmisi (H_t) semakin tinggi. Adapun nilai gelombang transmisi (H_t) untuk variasi ledalaman (d) pada model 0,5L adalah sebagai berikut :

- Nilai gelombang transmisi (H_t) pada kedalaman air (d) 28 cm = (1,0035 cm – 3,1857 cm)
- Nilai gelombang transmisi (H_t) pada kedalaman air (d) 32 cm = (1,9300 cm – 4,2823 cm)
- Nilai gelombang transmisi (H_t) pada kedalaman air (d) 36 cm = (2,8514 cm – 5,7411 cm)

4. Hubungan (B/L) terhadap (Kt) pada 1L, 0.75L dan 0.5L



Gambar 33. Hubungan (B/L) terhadap (Kt) pada panjang model 1L.

Dari gambar 33 dapat disimpulkan bahwa pada panjang model 1L nilai koefisien transmisi (Kt) akan semakin kecil dengan semakin meningkatnya panjang model. Untuk pengaruh antar kedalaman pada panjang model 1L sendiri, semakin tinggi kedalaman (d) maka nilai koefisien transmisi (Kt) akan membesar. Adapun nilai koefisien transmisi (Kt) pada model 1L adalah sebagai berikut :

- Nilai Koefisien transmisi (Kt) pada model 1L kedalaman air (d) 28 cm = (0,1766 cm – 0,3352 cm)
- Nilai Koefisien transmisi (Kt) pada model 1L kedalaman air (d) 32 cm = (0,2447 cm – 0,4788 cm)
- Nilai Koefisien transmisi (Kt) pada model 1L kedalaman air (d) 36 cm = (0,3806 cm – 0,5919 cm)



Gambar 35. Hubungan (B/L) terhadap (Kt) pada panjang 0,5L.

Dari gambar 35 dapat disimpulkan bahwa pada panjang model 0.5L nilai koefisien transmisi (Kt) akan semakin kecil dengan semakin meningkatnya panjang model. Untuk pengaruh antar kedalaman pada panjang model 0.5L sendiri, semakin tinggi kedalaman (d) maka nilai koefisien transmisi (Kt) akan membesar. Adapun nilai koefisien transmisi (Kt) pada model 0.5L adalah sebagai berikut :

- Nilai Koefisien transmisi (Kt) pada model 0.5L kedalaman air (d) 28 cm = (0,3807 cm – 0,4539 cm)
- Nilai Koefisien transmisi (Kt) pada model 0.5L kedalaman air (d) 32 cm = (0,4487 cm – 0,6257cm)
- Nilai Koefisien transmisi (Kt) pada model 0.5L kedalaman air (d) 36 cm = (0,4868 cm – 0,7274 cm)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah kami lakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Perbandingan parameter hasil penelitian antara ketiga panjang model 1L, 0,75L dan 0,5L menghasilkan nilai koefisien transmisi (K_t) untuk model 1L lebih kecil (0,1709 cm – 0,5919 cm), dibandingkan dengan nilai koefisien transmisi (K_t) untuk model 0,75L = (0,2140 cm – 0,6884 cm), dan nilai koefisien transmisi (K_t) untuk model 0,5L = (0,3559 cm – 0,7274 cm). Oleh karena itu dapat diambil kesimpulan bahwa model 1L lebih efektif dalam meredam gelombang dibandingkan dengan model 0,75L dan 0,5L.
2. Perbandingan parameter hasil penelitian dari ketiga kedalaman (d) menghasilkan nilai gelombang transmisi (H_t) pada kedalaman air (d) 28 cm = (1,0035 cm – 3,1857 cm), pada kedalaman air (d) 32 cm = (1,9300 cm – 4,2823 cm), dan pada kedalaman air (d) 36 cm = (2,8514 cm – 5,7411 cm). Maka dari itu dapat kita simpulkan bahwa pengaruh kedalaman air (d) memperlihatkan hasil bahwa semakin besar kedalaman air maka tinggi gelombang datang (H_i) semakin besar sehingga tinggi gelombang transmisi (H_t) dan nilai Koefisien transmisi (K_t) semakin besar pula.

DAFTAR PUSTAKA

- Anas, Muh Azwar. 2014. *Studi Pemecah Gelombang Blok Beton Berpori Susunan Beton (Skripsi)*. Universitas Hasanuddin Makassar.
- Andojo Wurjanto, dkk. 2010. *Perforated Skirt Breakwater* (Jurnal Vol. 17 No. 3) Institut Teknologi Bandung.
- Ariyaratne. 2007 *Efficiency Of Perforate Breakwater And Associated Energy Dissipation*, Thesis. Civil Engineering Of Texas A&M University
- Armono dan hall. 2002. Hollow hemispherical shape artificial reefs (HSAR)
- Armono, H.D., Hall, K.R., 2002, *Wave Transmission On Submerged Breakwater Made Of Hollow Hemispherical Shape Artificial Reefs*, Canadian Coastal Conference.
- CERC, 1984, *Shore Protection Manual*, Washintong: Deperment Of The Army Waterway Experiment Station, Corps Of Engineering Research Center, Fourth Edition, US Government Printing Office.
- Edy, Wiby Febriando, dkk. 2012. *Analisa Perilaku Gelombang Setelah Melewati Breakwater Tenggelam Yang Berbentuk Tumpukan Pipa (Jurnal, 3, 257-269)*. Universitas Bandar Lampung.
- Horikawa, K. 1978. Dirgayusa. 1997 *Coastal Engineering*. University Of Tokyo Press. Tokyo.
- Loupatty, Grace. (2013), *Karakteristik Energi Gelombang Dan Arus Perairan Di Provinsi Maluku* (Vol. 7. No. 1). FMIPA UNPATTI, Ambon.
- Surendro, Bambang, dkk. 2014. *Transmisi dan Refleksi Gelombang Pada Pemecah Gelomban Ambang Rendah Ganda Tumpukan Batu (Jurnal, 20, 179-187)*. UniversitasGajaMada.
- Teguh B, dkk. 2009. *Pengaruh Submergence Pada Koefisien Transmisi Dan Refleksi*. Lab Wave Floomtank. Teknik Kelautan. FTK-ITS.
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai. Beta offset*. Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. 2011. *Perencanaan Bangunan Pantai. Beta offset*. Jogjakarta.
- U.S Army Corps of Engineers, Coastal Engineering Manual (CEM), Engineering Manual 1110-2-1100, Washintong..

Van der Meer, J.W., Tonjes, p., de Waal, J.P., 1998. A code for dike heigt design and examination. In: Allsop, N.W.H. (Ed.), *Coastlines, Structures and Breakwaters*. ICE. Thomas Telford, London.

Widiyanto, Wahyu. 2014. *Asesmen Terhadap Berat Batu Lapis Pelindung Pemecah Gelombang di Pelabuhan Logending, PLTU Adipaladan Cikidang (Jurnal, 4, 285-293)*. Universitas Jenderal Soedirman.

Yuwono, Nur. 1996. *Perencanaan Model Hidraulik*. Lab Hidraulik dan Hidrologi Pusat Antar Universitas Ilmu Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Zulkarnain, Anwar Nadjaji. 2017. *Kajian Model Fisik Pengaruh Freeboard Dan Susunan Buis Beton Sebagai Pemecah Gelombang Tenggelam Ambang Rendah (PEGAR) Dalam Mereduksi Gelombang (Jurnal, 1, 34-43)*. Politeknik Negeri Bengkalis.

