

SKRIPSI

**PENGARUH KEKASARAN DINDING PIPA TERHADAP
TINGGI GELOMBANG PADA PEMECAH
GELOMBANG BERPORI**



OLEH :

SURAHMI
105 81 2492 15

SARTIKA
105 81 2495 15

**JURUSAN TEKNIK SIPIL PENGAIRAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
2019**

SKRIPSI

PENGARUH KEKASARAN DINDING PIPA TERHADAP TINGGI GELOMBANG PADA PEMECAH GELOMBANG BERPORI

SEBAGAI SALAH SATU SYARAT UJIAN AKHIR GUNA MEMPEROLEH GELAR
SARJAN TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN



OLEH :

**SURAHMI
105 81 2492 15**

**SARTIKA
105 81 2495 15**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL PENGAIRAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
2019**



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

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 : **PENGARUH KEKASARAN DINDING PIPA TERHADAP TINGGI GELOMBANG PADA PEMECAH GELOMBANG BERPORI**

Nama : SURAHMI
SARTIKA

Stambuk : 105 81 2492 15
105 81 2495 15

Makassar, 31 Agustus 2019

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II


Ir. H. Riswal K. ST., MT


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

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Pengairan


Andi Maktul Syamsuri, ST., MT., IPM

NBM : 1183 084



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

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 Surahmi dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 2492 15 dan Sartika dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 2492 15, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0007/SK-Y/22201/091004/2019, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 31 Agustus 2019.

Makassar, 1 Muharam 1441 H
31 Agustus 2019 M

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM. :

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

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

2. Penguji :

a. Ketua : Dr. Ir. Hj. Sukmasari Antaria, M.Sc :

b. Sekretaris : Andi Makbul Syamsuri, ST., MT., IPM :

3. Anggota: 1. Dr. Muh. Yunus Ali, ST., MT., IPM :

2. Amrullah Mansida, ST., MT., IPM :

3. Dr. Hj. Arsyuni Ali Mustari, ST., MT :

Mengetahui :

Pembimbing I

Ir. H. Riswal K. ST., MT

Pembimbing II

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



Dekan

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

NBM. 855 500

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Rabbil Alamin, segala puji bagi ALLAH SWT karena berkat limpahan rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal yang berjudul **“Pengaruh Kekasaran Dinding Pipa Terhadap Tinggi Gelombang pada Pemecah Gelombang Berpori”** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Jurusan Teknik Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Salam dan shalawat senantiasa tercurah kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW sebagai suri tauladan untuk seluruh umat manusia. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa selesainya proposal ini adalah berkat bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih serta penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak Andi Makbul Syamsuri, ST., MT., IPM selaku Ketua Prodi Teknik Pengairan Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak Muh. Amir Zainuddin, ST., MT., IPM selaku Sekprodi Teknik Pengairan Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

4. Bapak Ir. H. Riswal K, ST., MT selaku Dosen Pembimbing Satu (1)
5. Ibu Dr. Ir. Nenny T Karim, ST., MT., MT., IPM selaku Dosen Pembimbing Dua (2)
6. Bapak dan Ibu Dosen serta para staf administrasi pada Jurusan Teknik Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
7. Saudara/saudari kami di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Pengairan.
8. Kedua Orang Tua kami yang selalu memberi dukungan secara moral maupun material dan doa kepada kami.

Serta semua pihak yang telah membantu kami. Selaku manusia biasa tentunya kami tak luput dari kesalahan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang konstruktif sangat diharapkan demi penyempurnaan proposal ini.

“Billahi Fii Sabilil Haq Fastabiqul Khaerat”.

Makassar, September 2019

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR PERSAMAAN	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian.....	4
D. Manfaat Penelitian.....	4
E. Batasan Penelitian	5
F. Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Gelombang	7
1. Karakteristik Gelombang	7

2. Klasifikasi Teori Gelombang	12
B. Parameter Bangunan Peredam Energi	16
C. Pemecah Gelombang Tenggelam	18
D. Penelitian Yang Relevan	24

BAB III METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian	27
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data	27
C. Variabel yang Diteliti	30
D. Rencana Penelitian	30
E. Prosedur/ langkah Penelitian	33
F. Flow Chart Penelitian	35

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Analisis	36
1. Panjang Gelombang	36
2. Data Tinggi Gelombang	37
3. Gelombang Datang	40
4. Gelombang Refleksi	40
5. Gelombang Transmisi	41
B. Pembahasan	44
1. Pengaruh Kedalaman (d) Terhadap Tinggi Gelombang Refleksi (H_r)	44

2. Pengaruh Kedalaman (d) Terhadap Tinggi Gelombang Transmisi (Ht)	48
3. Pengaruh Kedalaman (d) Terhadap Tinggi Gelombang Refleksi (Hr) dan Tinggi Gelombang Transmisi (Ht)	53

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	55
---------------------	----

B. Saran	55
----------------	----

DAFTAR PUSTAKA	56
-----------------------------	----

LAMPIRAN	58
-----------------------	----



DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 1 Kecepatan rambat gelombang di laut dalam	13
Persamaan 2 Panjang gelombang dilaut dalam	13
Persamaan 3 Panjang gelombang di laut dalam	13
Persamaan 4 Kecepatan rambat gelombang dilaut dangkal.....	13
Persamaan 5 Panjang gelombang dilaut dangkal	13
Persamaan 6 Kecepatan rambat gelombang dilaut transisi	14
Persamaan 7 Panjang gelombang dilaut transisi	14
Persamaan 8 Tinggi gelombang refleksi	17
Persamaan 9 Tinggi gelombang datang.....	17
Persamaan 10 Tinggi gelombang transmisi.....	18

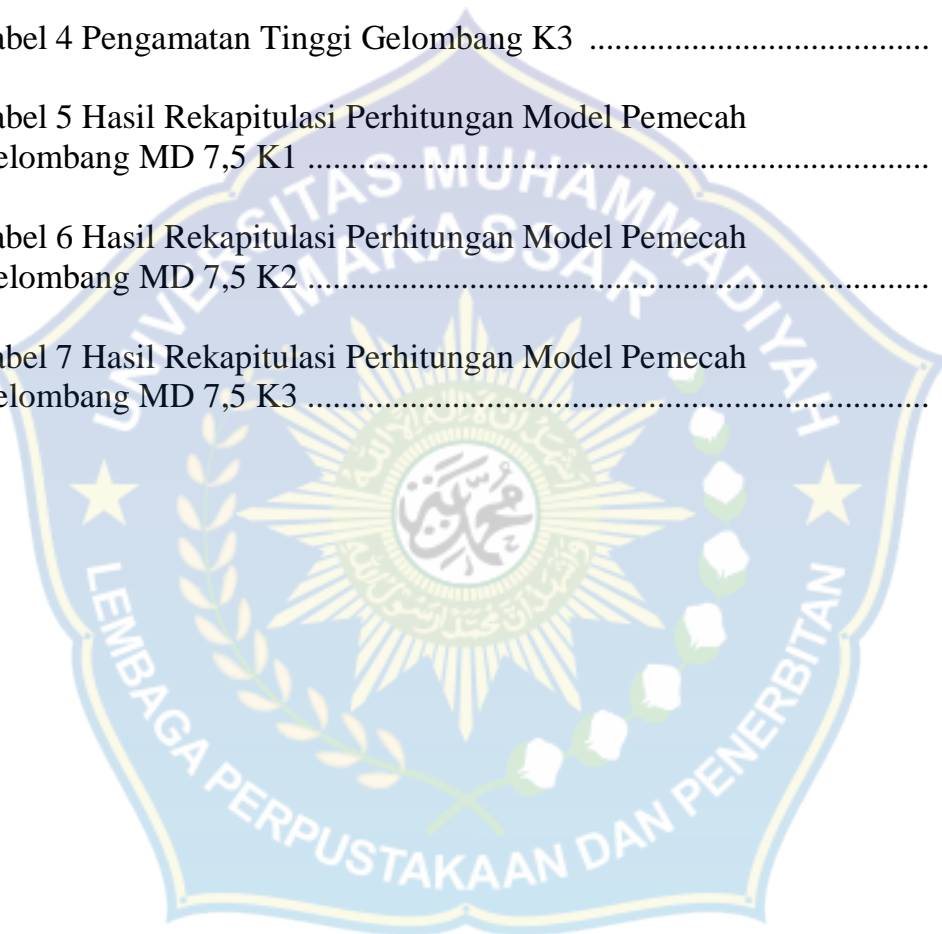
DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Karakteristik gelombang.....	9
Gambar 2 Refraksi gelombang	11
Gambar 3 Difraksi gelombang.....	11
Gambar 4 Gerak orbit partikel	15
Gambar 5 Pemecah gelombang dan garis yang terbentuk	21
Gambar 6 Pemecah gelombang tenggelam	22
Gambar 7 Kondisi pola arus	22
Gambar 8 Tangki pembangkit gelombang	28
Gambar 9 Unit pembangkit.....	29
Gambar 10 Model alat penelitian	31
Gambar 11 Model alat kekasaran lolos saringan no. 40	31
Gambar 12 Model Aalat kekasaran lolos saringan no. 30	32
Gambar 13 Model Alat kekasaran lolos saringan no. 18.....	32
Gambar 14 Model penelitian	33
Gambar 15 Sketsa Flow Chart Penelitian.....	35
Gambar 16 Hubungan kedalaman (d) dengan tinggi gelombang refleksi (Hr) pada periode 1,0 dtk	45
Gambar 17 Hubungan kedalaman (d) dengan tinggi gelombang refleksi (Hr) pada periode 1,1 dtk	45
Gambar 18 Hubungan kedalaman (d) dengan tinggi gelombang refleksi (Hr) pada periode 1,2 dtk	46
Gambar 19 Hubungan kekasaran (K) dengan tinggi gelombang refleksi	

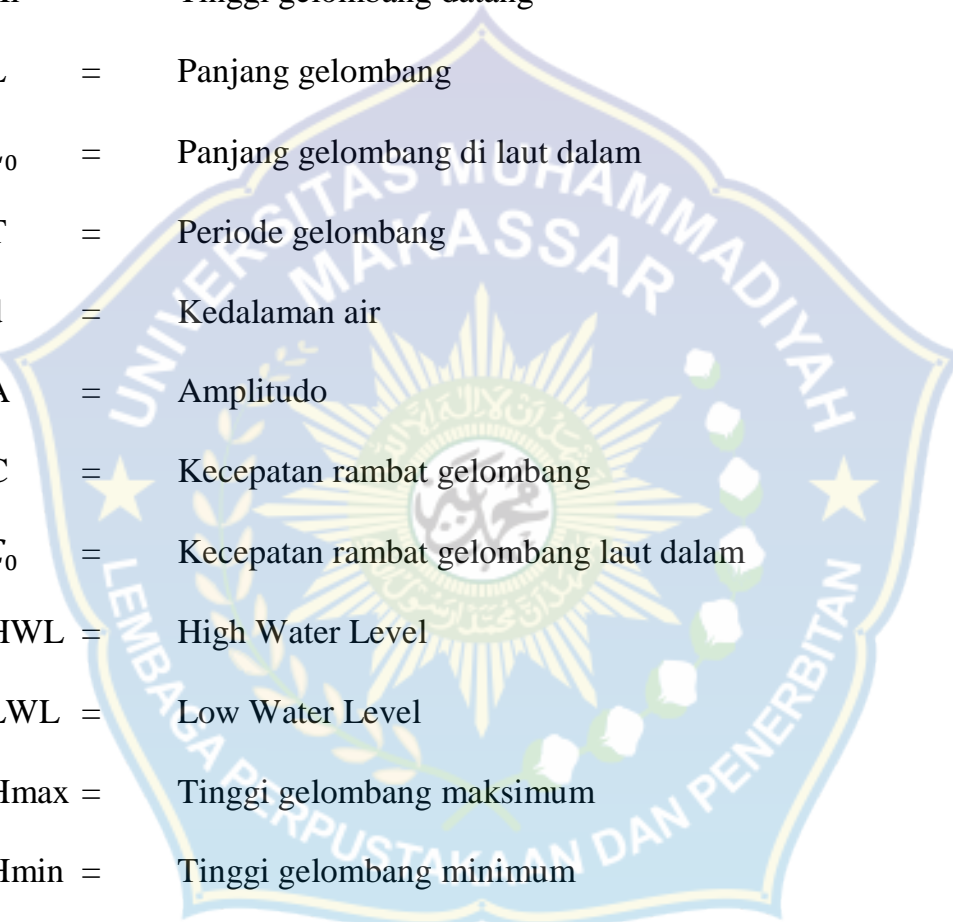
(Hr) pada periode 1,0 dtk	47
Gambar 20 Hubungan kekasaran (K) dengan tinggi gelombang refleksi (Hr) pada periode 1,1 dtk	47
Gambar 21 Hubungan kekasaran (K) dengan tinggi gelombang refleksi (Hr) pada periode 1,2 dtk	48
Gambar 22 Hubungan kedalaman (d) dengan tinggi gelombang transmisi (Ht) pada periode 1,0 dtk	49
Gambar 23 Hubungan kedalaman (d) dengan tinggi gelombang transmisi (Ht) pada periode 1,1 dtk	49
Gambar 24 Hubungan kedalaman (d) dengan tinggi gelombang transmisi (Ht) pada periode 1,2 dtk	50
Gambar 25 Hubungan kekasaran (K) dengan tinggi gelombang transmisi (Ht) pada periode 1,0 dtk	51
Gambar 26 Hubungan kekasaran (K) dengan tinggi gelombang transmisi (Ht) pada periode 1,1 dtk	51
Gambar 27 Hubungan kekasaran (K) dengan tinggi gelombang transmisi (Ht) pada periode 1,2 dtk	52
Gambar 28 Hubungan kedalaman (d) dengan tinggi gelombang transmisi (Ht)	53
Gambar 29 Hubungan kedalaman (d) dengan tinggi gelombang transmisi (Ht)	53

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Batasan gelombang air dangkal, air transisi dan air dalam	12
Tabel 2 Pengamatan Tinggi Gelombang K1	37
Tabel 3 Pengamatan Tinggi Gelombang K2	38
Tabel 4 Pengamatan Tinggi Gelombang K3	39
Tabel 5 Hasil Rekapitulasi Perhitungan Model Pemecah Gelombang MD 7,5 K1	41
Tabel 6 Hasil Rekapitulasi Perhitungan Model Pemecah Gelombang MD 7,5 K2	42
Tabel 7 Hasil Rekapitulasi Perhitungan Model Pemecah Gelombang MD 7,5 K3	43



DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN



H_r	=	Tinggi gelombang refleksi
H_t	=	Tinggi gelombang transmisi
H_i	=	Tinggi gelombang datang
L	=	Panjang gelombang
L_0	=	Panjang gelombang di laut dalam
T	=	Periode gelombang
d	=	Kedalaman air
A	=	Amplitudo
C	=	Kecepatan rambat gelombang
C_0	=	Kecepatan rambat gelombang laut dalam
HWL	=	High Water Level
LWL	=	Low Water Level
H_{max}	=	Tinggi gelombang maksimum
H_{min}	=	Tinggi gelombang minimum
ρ	=	Rapat massa zat cair
g	=	Percepatan gravitasi
π	=	ϕ (3,14)
S	=	stroke
s	=	sekon (detik)

- K1 = Model pemecah gelombang MD 7,5 cm diameter 0,4 cm
- K2 = Model pemecah gelombang MD 7,5 cm diameter 0,6 cm
- K3 = Model pemecah gelombang MD 7,5 cm diameter 1,0 cm



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Wilayah pantai mendukung habitat dan spesies pantai yang sangat penting dalam kehidupan manusia dan makhluk lainnya. Pantai juga merupakan daerah yang sangat intensif dimanfaatkan untuk kegiatan manusia, misalnya sebagai kawasan pemerintahan, permukiman nelayan, industri, pelabuhan, dan lain sebagainya.

Wilayah pantai sangat panjang, aktivitas manusia dan kegiatan pembangunan di daerah pantai serta faktor alam seperti gelombang, pasang surut dan arus dapat menimbulkan dampak negatif di daerah pantai dengan terjadinya erosi. Erosi pantai dapat menyebabkan mundurnya garis pantai dan rusaknya berbagai fasilitas yang ada di daerah pantai, seperti pemukiman dan prasarana umum, jalan, tempat ibadah, perkantoran, dan sekolah.

Erosi pantai terjadi karena kekuatan-kekutan berasal dari laut lebih kuat daripada kekuatan-kekutan berasal dari darat. Pemanasan global juga mengakibatkan kenaikan muka air laut dan perubahan iklim. Kenaikan muka air laut menyebabkan semakin mundurnya garis pantai sehingga gelombang bisa mencapai daerah yang lebih dala ke daratan. Kondisi tersebut semakin memperparah kerusakan pantai.

Meminimalisir dampak akibat erosi dan kerusakan-kerusakan lainnya, maka perlindungan pantai dari 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 *cusate* dan transport sediment yang terjadi pada daerah pinggiran pantai akan berkurang. Selain dapat meredam gelombang konstruksi, konstruksi *breakwater* yang dipasang juga dapat mempertahankan bentuk garis pantai, serta memperhatikan semua elemen yang ada dan pengaruhnya terhadap lingkungan sekitar.

Gelombang yang menjalar mengenai suatu bangunan peredam gelombang sebagian energinya akan dipantulkan (refleksi), sebagian diteruskan (transmisikan), dan sebagian dihancurkan (disipasi) melalui pecahnya gelombang bergantung pada karakteristik gelombang datang seperti periode, tinggi gelombang, kedalaman air serta tipe bangunan peredam gelombang (permukaan halus dan permukaan kasar, lolos air dan tidak lolos air).

Pada penelitian ini akan dibahas mengenai gelombang panjang yang datang kearah pantai melewati *breakwater* tenggelam (bangunan pemecah gelombang yang permukaannya berada dibawah muka air) yang

menggunakan bahan konstruksi pipa paralon dengan diameter kekasaran berpori yang dibuat dalam skala laboratorium.

Pada permasalahan tersebut kemudian dituangkan dalam bentuk penulisan tugas akhir atau skripsi dengan judul :

“PENGARUH KEKASARAN DINDING PIPA TERHADAP TINGGI GELOMBANG PADA PEMECAH GELOMBANG BERPORI”

B. Rumusan Masalah

Adapun Rumusan Masalahnya adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh kekasaran pada kedalaman (d) terhadap tinggi gelombang refleksi (H_r) ?
2. Bagaimana pengaruh kekasaran pada kedalaman (d) terhadap tinggi gelombang transmisi (H_t) ?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh kekasaran pada kedalaman (d) terhadap gelombang refleksi (H_r).
2. Untuk mengetahui pengaruh kekasaran pada kedalaman (d) terhadap gelombang transmisi (H_t).

D. Manfaat Penelitian

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

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan acuan dan informasi para peneliti dalam mengembangkan penelitian yang berhubungan dengan struktur pantai.
2. Sebagai referensi untuk memanfaatkan bahan alam seperti pasir dan batu sebagai salah satu alat untuk mengurangi tinggi gelombang saat sampai di garis pantai untuk berbagai keperluan. Salah satu kegiatan yang membutuhkan hasil dalam kajian ini adalah perlindungan di daerah pantai.

E. Batasan Penelitian

Agar penelitian ini berjalan dengan efektif dan mencapai sasaran maka penelitian ini di berikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Gelombang yang dibangkitkan adalah gelombang teratur (*regular wave*) yang belum pecah.
2. Gaya gelombang terhadap kestabilan alat, jangkar koefisien disipasi penskalaan prototype tidak dikaji.
3. Fluida yang digunakan adalah air tawar, salinitas dan pengaruh mineral air tidak diperhitungkan.

4. Model yang digunakan adalah rangkaian pipa 7,5 cm sebagai bahan dasar pendukung yang di susun secara horizontal dengan diameter kekasaran K1= diameter 0,4 cm, K2= diameter 0,6 cm, dan K3= diameter 1,0 cm sebagai bahan dasar utama.

F. Sistematika Penulisan

Untuk memberikan gambaran mengenai penulisan ini maka kami menguraikan secara sistematis penulisan sebagai berikut:

1. **BAB I, Pendahuluan** yaitu gambaran mengenai latar belakang penelitian, dilanjutkan dengan uraian rumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.
2. **BAB II, Kajian Pustaka** yaitu pengertian dasar serta teori yang digunakan dalam perhitungan yang meliputi abrasi, gelombang, parameter bangunan peredam energi dan pemecah gelombang tenggelam.
3. **BAB III, Metode Penelitian** yaitu gambaran umum lokasi studi dan waktu penelitian, jenis penelitian dan sumber data, alat dan bahan, desain alat pemecah gelombang tenggelam, variabel yang diteliti, prosedur penelitian laboratorium serta diagram proses penelitian laboratorium.

4. **BAB IV, Hasil dan Pembahasan** memaparkan hasil penelitian dan pemikiran penulis tentang analisa hasil penelitian yang meliputi data tinggi gelombang, tinggi gelombang (datang,refleksi dan transmisi), koefisien gelombang (refleksi, transmisi dan disipasi), pengaruh kecuraman gelombang terhadap tinggi gelombang refleksi, pengaruh periode terhadap tinggi gelombang transmisi serta pengaruh kecuraman gelombang terhadap tinggi koefisien refleksi dan koefisien transmisi.
5. **BAB V, Penutup** merupakan bab terakhir dalam susunan skripsi yang memuat hasil penelitian yang meliputi kesimpulan dan saran.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Gelombang

Gelombang adalah salah satu bentuk energi yang dapat membentuk pantai, menimbulkan arus dan transpor 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 tsunami 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.

1. Karakteristik Gelombang

Gelombang permukaan merupakan salah satu bentuk penjalaran energi yang biasanya ditemukan oleh angin yang berhembus di atas lautan. Sifat yang datang menuju pantai sangat dipengaruhi oleh kedalaman air dan

bentuk profil pantainya (*beach profile*), selain tentunya parameter dan karakter gelombang itu sendiri.

Parameter penting untuk menjelaskan gelombang dan kedalaman air dimana gelombang tersebut menjalar. Parameter-parameter yang lain seperti pengaruh kecepatan dapat ditentukan dari ketiga parameter diatas. Adapun pengertian dari beberapa parameter diatas:

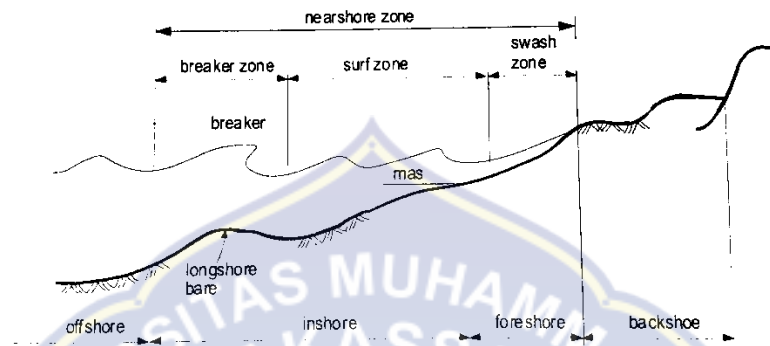
- a. Panjang gelombang (L) adalah jarak horizontal antara dua puncak atau titik tertinggi gelombang yang berurutan, bisa juga dikatakan sebagai jarak antara dua lembah gelombang. Ada dua cara penentuan panjang gelombang yaitu pengamatan langsung pada tangki gelombang dengan mengukur langsung panjang gelombang yang terjadi antara 1 lembah dan 1 bukit atau pada 2 puncak bukit yang berurutan, cara kedua dengan cara perhitungan menggunakan rumus
- b. Periode gelombang (T) adalah waktu yang dibutuhkan oleh dua puncak atau lembah gelombang yang berurutan melewati suatu titik tertentu.
- c. Amplitudo (A) adalah jarak vertikal antara puncak tertinggi gelombang atau lembah terendah gelombang, dengan muka air tenang ($H/2$).
- d. Kecepatan rambat gelombang (celerity) (C) adalah perbandingan antara panjang gelombang dan periode gelombang (L/T). Ketika gelombang air menjalar dengan kecepatan C . Partikel air tidak turut bergerak ke

arah perambatan gelombang. Sedangkan sumbu koordinat untuk menjelaskan



gerak gelombang berada pada kedalaman muka air tenang yaitu $z = -h$.

Karakteristik gelombang dapat dilihat pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. Karakteristik gelombang di daerah pantai (Bambang Triatmodjo, 2011, hal 5)

Berkurangnya kedalaman laut menyebabkan semakin berkurangnya panjang gelombang dan berubahnya (bertambah atau berkurangnya) tinggi gelombang. Pada saat kemiringan gelombang (perbandingan antara tinggi dan panjang gelombang) mencapai batas maksimum, gelombang akan pecah. Karakteristik gelombang setelah pecah berbeda dengan sebelum pecah. Gelombang yang telah pecah tersebut merambat terus ke arah pantai akhirnya gelombang bergerak naik dan turun pada permukaan pantai (*uprush dan downrush*).

Garis gelombang pecah merupakan batas perilaku gelombang. Daerah dari garis gelombang pecah ke arah laut disebut dengan *offshore*. Sedangkan daerah yang terbentang ke arah pantai dari garis gelombang pecah

dibedakan

menjadi tiga daerah yaitu:

- a. *Breaker zone* adalah daerah diman gelombang yang datang dari laut (lepas pantai) mencapai ketidak stabilan dan pecah.
- b. *Surf zone* adalah daerah yang bertentangan antara bagian dalam dari gelombang pecah dan batas naik turunnya gelombang di pantai.
- c. *Swash zone* adalah daerah yang di batasi oleh garis batas tertinggi naiknya gelombang dan batas terendah turunnya gelombang di pantai.

Ditinjau dari profil pantai, daerah ke arah pantai dari garis gelombang pecah dibagi menjadi tiga daerah yaitu:

- a. *Inshore* adalah batas antara air laut pada saat muka air rendah dan permukaan pantai.
- b. *Foreshore* adalah daerah yang terbentang dari garis pantai pada saat muka air rendah sampai batas atas dari *uprush* pada saat air pasang tinggi.
- c. *Backshore* adalah daerah yang di batasi oleh *foreshore* dan garis pantai yang terbentuk pada saat terjadi gelombang badai bersamaan dengan muka air tertinggi.

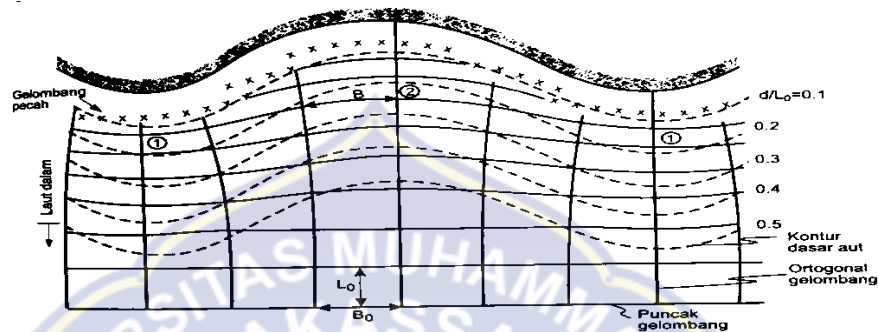
Pada saat gelombang bergerak menuju ke garis pantai (*shoreline*), gelombang mulai bergeseran dengan dasar laut dan menyebabkan pecahnya

gelombang ditepi pantai. Hal ini juga dapat terjadi pengaruh pada garis pantai. Hal ini juga dapat terjadi pengaruh pada garis pantai dan bangunan



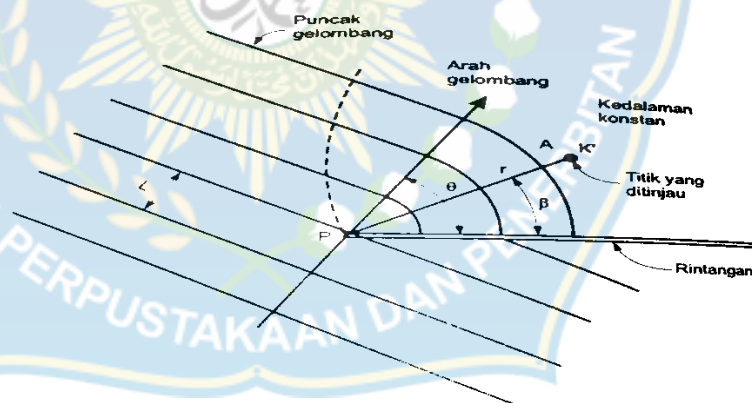
yang ada di sekitarnya. Keenam peristiwa tersebut adalah:

- a. Refraksi gelombang yakni peristiwa berbeloknya arah gerak puncak gelombang.



Gambar 2. Refraksi Gelombang (Bambang Triatmodjo, 2011, hal 29)

- b. Difraksi gelombang yakni peristiwa berpindahnya energi di sepanjang puncak gelombang ke arah daerah yang terlindung.



Gambar 3. Difraksi Gelombang (Bambang Triatmodjo, 2011, hal 34)

- c. Refleksi gelombang yakni peristiwa pemantulan energi gelombang yang biasanya disebabkan oleh suatu bidang bangunan di pantai.
- d. *Wave shoaling* yakni peristiwa pembesarnya tinggi gelombang saat bergerak ke tempat yang lebih dangkal.

- e. *Wave damping* yakni peristiwa teredksinnya energi gelombang yang biasanya disebabkan adanya gaya gesekan dengan dasar pantai.
- f. *Wave breaking* yakni peristiwa pecahnya gelombang yang biasanya terjadi pada saat gelombang mendekati garis pantai (*Surf zone*).

Gelombang yang memecah di pantai merupakan penyebab utama erosi dan akresi (pengendapan) garis pantai. Karakteristik gelombang ini tergantung pada kecepatan angin, durasi dan jarak seret gelombang (*fetch*).

2. 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 tiga kategori tersebut didasarkan pada rasio antara kedalaman dan panjang gelombang (d/L). Batasan penggunaannya dapat dilihat pada tabel berikut:

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

Kategori gelombang	d/L
Air dalam	$> 1/2$
Air transisi	$1/20 - 1/2$
Air dangkal	$< 1/20$

Sumber : Bambang Triatmodjo, 2011

Apabila kedalaman relatif (d/L) lebih besar dari $1/2$ maka untuk menghitung panjang gelombang dalam (L_0) dan cepat rambat gelombang di laut dalam (C_0), adalah:

$$C_0 = \frac{gT}{2\pi} \quad (1)$$

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

Atau

$$L_0 = 1,56 \cdot T^2 \quad (3)$$

Dengan: C_0 = kecepatan rambat gelombang di laut dalam (m/s)

L_0 = panjang gelombang di laut dalam (m)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

d = kedalaman air (m)

T = periode gelombang (s)

π = phi (3,14)

Apabila kedalaman relatif (d/L) kurang dari atau sama dengan $1/20$, maka untuk menghitung panjang gelombang (L) di laut dangkal dan cepat rambat gelombang (C) di laut dangkal, adalah:

$$C = \sqrt{g \cdot d} \quad (4)$$

$$L = \sqrt{g \cdot d} \cdot T = C \cdot T \quad (5)$$

Dengan: C = kecepatan rambat gelombang (m/s)

L = panjang gelombang (m)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

d = kedalaman air (m)

T = periode gelombang (s)

Jika gelombang bergerak menuju di laut dangkal, maka akan terjadi perubahan karakteristik gelombang yang meliputi perubahan tinggi, panjang dan kecepatan gelombang.

Apabila kedalaman relatif (d/L) lebih besar $1/20$, namun kurang dari $1/2$ maka untuk menghitung panjang gelombang (L) di laut transisi dan cepat rambat gelombang (C) di laut transisi, adalah:

$$C = \frac{gT}{2\pi} \tanh \frac{2\pi d}{2\pi} \quad (6)$$

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh \frac{2\pi d}{2\pi} \quad (7)$$

Dengan: C = kecepatan rambat gelombang (m/s)

L = panjang gelombang (m)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

d = kedalaman air (m)

T = periode gelombang (s)

π = phi (3,14)

Selama penjalaran gelombang dari laut dalam ke laut dangkal, orbit partikel mengalami perubahan bentuk. Orbit perpindahan partikel berbentuk lingkaran pada seluruh kedalaman di laut dalam. Di laut transisi dan dangkal lintasan partikel berbentuk elips. Semakin besar kedalaman bentuk elips semakin pipih, dan di dasar gerak partikel adalah horisontal.



Gambar 4. Gerak orbit partikel air di laut dangkal, transisi dan dalam (Bambang Trismondjo, 1999)

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 kedalaman airnya.

1. Gelombang Berdiri Progresif

Apabila gelombang merambat dan dipengaruhi oleh gaya luar maka amplitudo gelombang dapat berubah. Apabila amplitudo gelombang beruba

terhadap ruang dan waktu disebut gelombang progresif atau gelombang berjalan. Sedangkan jika berubah terhadap waktu disebut gelombang berdiri.

2. Gelombang Berdiri Parasial

Apabila gelombang yang merambat melewati suatu penghalang, maka gelombang tersebut akan dipantulkan kembali oleh penghalang tersebut. Apabila pemantulannya sempurna atau gelombang datang dipantulkan seluruhnya, maka tinggi gelombang di depan penghalang menjadi dua kali tinggi gelombang datang dan disebut gelombang berdiri (*Standing wave*). Akan tetapi jika penghalang memiliki porositas atau tidak dapat memantulkan secara sempurna, maka tinggi gelombang di depan penghalang akan kurang dari dua kali tinggi gelombang datang dan pada kondisi ini disebut gelombang berdiri parasial (sebagian).

B. Parameter Bangunan Peredam Energi

Gelombang yang menjalar melalui suatu rintangan, sebagian dari energi gelombang akan dihancurkan melalui proses gesekan, turbulensi dan gelombang pecah, dan sisanya akan dipantulkan (refleksi), dihancurkan (disipasi) dan yang diteruskan (transmisi) melalui pemecah gelombang, gesekan dasar dan lain-lainnya. Pembagian besarnya energi

yang di pantulkan, di hancurkan dan diteruskan tergantung dari karakteristik



datang (periode, tinggi, dan kedalaman air), tipe bangunan peredam gelombang (permukaan halus atau kasar, lurus air dan tidak lurus air).

Gelombang yang menjalar mengenai suatu bangunan peredam gelombang sebagian energinya akan di pantulkan (refleksi), sebagian dihancurkan (disipasi) dan sebagian di teruskan (transmisi).

a. Refleksi gelombang

Refleksi gelombang terjadi ketika gelombang datang mengenai atau mengurugi 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 (H_i) akan lebih besar dari tinggi gelombang yang direfleksikan (H_r). Periode gelombang datang dan yang di pantulkan adalah sama, sehingga panjang gelombangnya juga sama. Tinggi gelombang refleksi (H_r) dapat dihitung dengan rumus:

$$H_r = \frac{(H_{max})_r - (H_{min})_r}{2} \quad (8)$$

$$H_i = \frac{H_{max} + H_{min}}{2} \quad (9)$$

Dimana: H_r = Tinggi gelombang refleksi (cm)

H_i = Tinggi gelombang datang (cm)

b. Transmisi gelombang

Transmisi gelombang adalah penerusan gelombang melalui suatu bangunan. Jika gelombang datang menghantam penghalang sebagian di taransmisikan, maka gelombang yang lewat pun akan mengalami hal yang sama seperti ketika membentur penghalang.

Apabila gelombang yang di transmisikan terhalang oleh suatu penghalang, maka tinggi gelombang transmisi (H_t) dan tinggi gelombang datang (H_i) dapat dihitung dengan rumus:

$$H_t = \frac{(H_{max})_t + (H_{min})_t}{2} \quad (10)$$

Dengan: H_t = Tinggi gelombang transmisi (cm)

C. Pemecah Gelombang Tenggelam

Pemecah gelombang (*breakwater*) adalah kontruksi pengaman pantai yang ditempatkan sejajar atau kira-kira sejajar pantai, dengan jarak tertentu dari garis pasir sejajar pantai maupun tegak lurus pantai dan membentuk perairan yang tenang di belakang strukturnya. (Dede M. Sulaiman, 2018)

Bangunan pantai (*Breakwater*) dibedakan menjadi dua macam yaitu, pemecah gelombang lepas pantai dan pemecah gelombang sambungan



pantai. Pemecah gelombang lepas pantai adalah bangunan yang dibuat sejajar pantai dan berada pada jarak tertentu dan garis pantai. Pemecah gelombang lepas pantai banyak digunakan sebagai perlindungan pantai terhadap erosi dengan menghancurkan energi gelombang sebelum mencapai pantai. Pemecah gelombang sambungan pantai biasanya digunakan untuk melindungi daerah perairan pelabuhan dari gangguan gelombang, sehingga kapal-kapal dapat merambat kedermaga untuk melakukan bongkar muat barang dan menaik-turunkan penumpang.

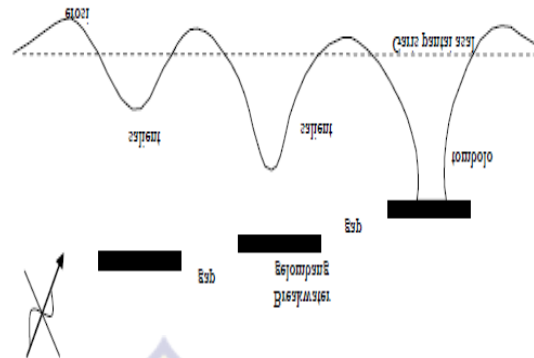
Adaptasi teknologi khususnya terhadap struktur pemecah gelombang lepas pantai telah menghasilkan struktur pemecah gelombang lepas pantai tenggelam yang sekarang dikenal dengan LCB atau *Low-Crested Breakwaters*. Beberapa literatur menyimak merebaknya penggunaan LCB di berbagai negara seperti USA, UK, Jepang, dan Itali, bahkan di Jepang penggunaan LCB menjadi sangat populer dan lebih banyak digunakan dari pada breakwaters konvensional.

Keunggulan LCB antara lain mampu mengurangi dampak estetika, lebih murah, sirkulasi air yang lebih baik yang memungkinkan meningkatnya kualitas air dan produktivitas biologi, dan mengurangi efek hambatan terhadap angkutan sediment.

Pengurangan energi gelombang yang mengenai pantai dapat dilakukan dengan pembuatan bangunan pemecah gelombang sejajar pantai

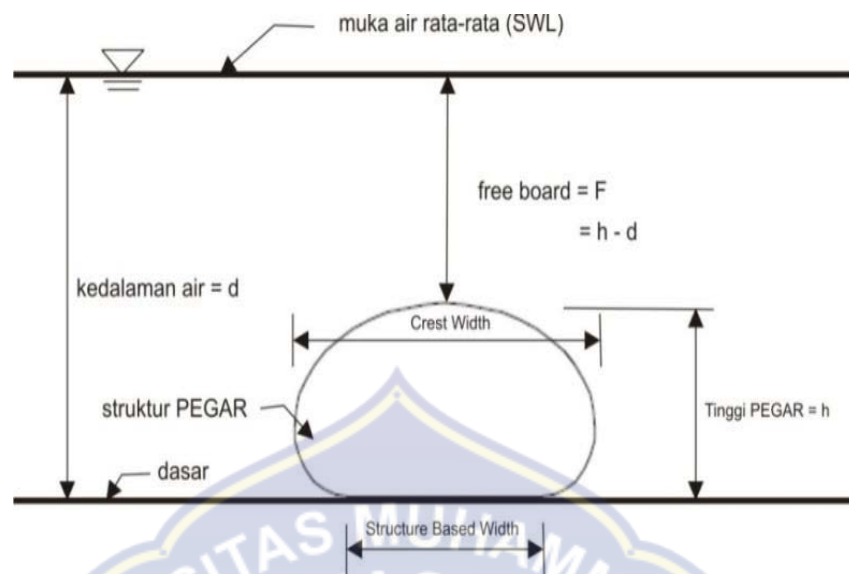
(*offshore breakwaters*). Pemecah gelombang ini menirukan prinsip perlindungan alami oleh terumbu karang. Gelombang besar yang menghempas pantai ditahan dan dihancurkan sebelum garis pantai, sehingga ketika mencapai garis pantai energi gelombang berkurang. Dengan berkurangnya energi gelombang di daerah bayangan pemecah gelombang, maka transportasi sedimen di daerah tersebut akan berkurang dan akan terjadi pengendapan. Pemecah gelombang tenggelam dapat diklasifikasikan ke dalam 3 (tiga) kategori yaitu : *dynamically stable reef breakwater*, *statically stable low-crested breakwater* dan *statically stable submerged breakwater*. Pemakaian pemecah gelombang tenggelam, termasuk *submerged breakwater* belakangan ini sudah banyak dipakai.

Submerged breakwater adalah pemecah gelombang tenggelam dengan elevasi awal ambang terletak di bawah elevasi muka air diam (SWL). Pemecah gelombang ini mungkin tidak efektif pada saat pasang. Untuk mendapatkan hasil yang efektif, pemecah gelombang ini sebaiknya dipasang pada lokasi dengan pasang surut rendah. Fungsi utama dari pemecah gelombang tenggelam adalah meredam energi gelombang yang datang ke pantai melalui mekanisme gelombang pecah, disipasi, gesekan, dan refleksi gelombang.

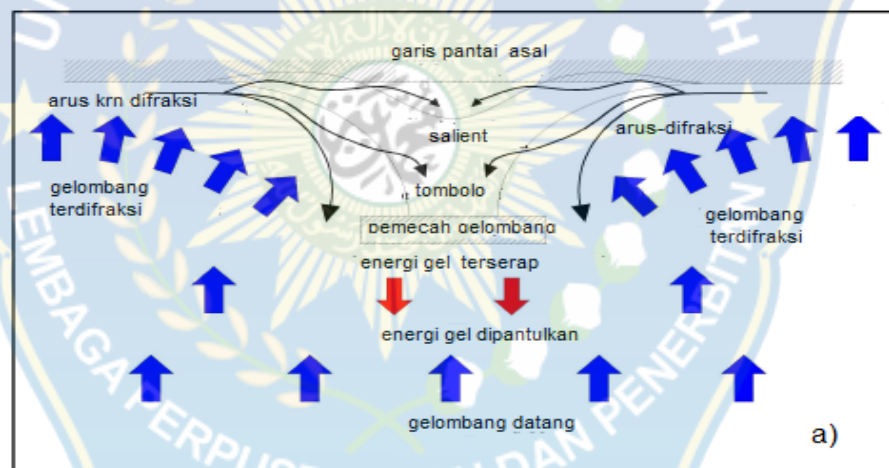


Gambar 5. Pemecah gelombang dan garis pantai yang terbentuk

Perancangan pemecah gelombang tenggelam berarti menentukan tinggi gelombang transmisi dan refleksi yang diharapkan masih melewati puncak pemecah gelombang (lihat gambar 4). Gelombang transmisi dapat disebabkan oleh gelombang overtopping dan run-up yang melewati struktur. Keadaan ini dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain lebar puncak struktur, kedalaman air di kaki struktur, kemiringan sisi bangunan, porositas dan diameter nominal dari unit lapis lindung. Apabila struktur pemecah gelombang permeabel, transmisi gelombang juga disebabkan oleh penetrasi gelombang melalui pori-pori struktur.



Gambar 6. Pemecah gelombang tenggelam (*Submerged Breakwater*).



Gambar 7. Kondisi pola arus yang terjadi disekitar lokasi pemecah gelombang tenggelam

Refleksi gelombang adalah proses transfer energi dari satu arah ke arah lain ketika gelombang datang diintersepsi oleh suatu penghalang. Sebagian atau seluruh energi gelombang datang kemungkinan akan direfleksikan kembali ke arah laut yang direfleksikan sangat tergantung dari

kedalaman air di kaki struktur, sedangkan kemiringan sisi struktur tidak begitu besar pengaruhnya.

Dari beberapa hasil penelitian terdahulu dapat disimpulkan elevasi muka air dan tinggi gelombang rencana merupakan faktor penentu dalam perencanaan pemecah gelombang. Kinerja suatu pemecah gelombang pada umumnya dihubungkan dengan stabilitas struktur terhadap gaya-gaya gelombang.

Perencanaan suatu pemecah gelombang adalah menentukan berat unit lapis lindung yang tahan terhadap gelombang rencana. Stabilitas pemecah gelombang dipengaruhi oleh dua faktor yaitu kondisi lingkungan pantai dan karakter fisik struktur. Faktor lingkungan pantai antara lain tinggi gelombang (H_s), periode gelombang (T_s), durasi (jumlah) gelombang, arah gelombang datang, dan kelompok gelombang. Faktor fisik struktur antara lain diameter nominal unit lapis lindung, bentuk dan kekasaran lapis lindung, kemiringan lereng, lebar puncak struktur, tinggi struktur dan permeabilitas inti. Faktor lain yang juga mempengaruhi tingkat stabilitas struktur tumpukan batu adalah metode penempatan lapis lindung.

D. Penelitian Yang Relevan

Matriks Penelitian Sebelumnya

NO	PENULIS	JUDUL	TUJUAN	METODE	HASIL
1.	Wiby Febriando Edi ¹ , Aprizal ² , Iliyas syadad ³	Analisa perilaku gelombang air setelah melewati breakwater tenggelam yang membentuk tumpukan pipa.	Untuk melindungi daerah pantai dari serangan gelombang, pantai memerlukan perlindungan buatan berupa bangunan pemecah gelombang.	Model Fisik Difraksi Gelombang 1-D dan uji model pergerakan atau perjalanan gelombang melewati pemecah gelombang tenggelam dilaboratorium dengan skala 1:10.	Penelitian menunjukkan bahwa tinggi gelombang yang diizinkan sampai kepantai dapat diatur berdasarkan panjang pipa sebesar 2m mampu menambah peredaman gelombang sebesar $\pm 6,12\%$ dan untuk kedalaman air 3,5m, disetiap perubahan panjang pipa sebesar 2m mampu menambah peredaman gelombang sebesar $\pm 4,82\%$

2.	Zulkarnain ¹ , N adjadji Anwar ²	Kajian model fisik pengaruh freeboard dan susunan buis beton sebagai pemecah gelombang tenggelam ambang rendah (pegar) dalam mereduksi gelombang	Untuk meneliti material yang mudah diperoleh dilapangan yakni RCP beton slinder sebagai pemecah gelombang tenggelam yang ramah lingkungan dan ekonomis.	Model fisik, Uji model transmisi gelombang terhadap struktur pemecah gelombang, ada tiga skenario yang dilakukan A, B dan C, parameter struktur yang divariasikan yakni susunan dari buis beton dan freeboard kedalaman relatif	Semakin kecil nilai koefisien transmisi (Kt) maka akan semakin baik dalam peredaman gelombang yang di hasilkan
3.	Rian M Azhar ¹ , Andojo Wurjanto ² , Nita Yuanita ³	Studi pengaman pantai tipe pemecah gelombang tenggelam dipantai tanjung kait	Untuk memdelkan proses sedimentasi yang terjadi setelah pemasangan struktur pengamanan pantai berupa pemecah gelombang tenggelam akibat pengaruh arus dan gelombang yang terjadi dipantai	Model hidrodinamik dilakukan dengan membandingkan output dari model (arus dan elevasi muka air).	Hasil permodelan menganalisa pola sedimentasi yang terjadi akibat proses hidrodinamik dan gelombang di sekitar struktur pengamanan pantai pemecah gelombang tenggelam
4.	Bambang Surenro, Nur Yuwono, Suseno Darsono	Transmisi dan refleksi gelombang pada pemecah gelombang ambang rendah ganda tumpukan batu	Untuk mengetahui parameter yang berpengaruh terhadap perubahan nilai gelombang transmisi, dan	Model fisik kemudian dilanjutkan dengan kajian secara teoritis	Semakin besar material maka nilai koefisien refleksinya semakin kecil, dan nilai koefisien

			koefisien gelombang refleksi		transmisinya akan besar
5.	Johnny MT.S, Muchtasor, Widi Agus Pratikto	Sudi uji model fisik peredam gelombang tenggelam bentuk enam gigi gergaji	Untuk dapat menanggulangi kerusakan pantai akibat hampasan gelombang maka diperlukan konstruksi untuk menahan besarnya energi gelombang yang tiba di pantai, yang kekuatan struktur tanahnya tidak kuat.	Model uji submerged breakwater gigi 6 gergaji	Hasil model gigi gergaji ini mampu meredam gelombang dan sekaligus mempunyai efek refraksi dan akan dapat menyebabkan garis pantai maju secara sejajar.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hidraulika Jurusan Teknik sipil Universitas Hasanuddin Gowa. Waktu penelitian selama 3 bulan.

B. Jenis Penelitian dan Sumber Data

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimental, dimana 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 cara memberikan perlakuan-perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimental dan menyediakan kontrol untuk perbandingan.

Pada penelitian ini akan menggunakan dua sumber data yakni:

1. Data primer yakni data yang diperoleh langsung dari simulasi model fisik di laboratorium.
2. Data Sekunder yakni data yang diperoleh dari hasil penelitian yang sudah ada baik yang telah dilakukan di Laboratorium maupun dilakukan di tempat lain yang berkaitan dengan penelitian refleksi gelombang.



Secara umum, alat dan bahan yang digunakan dalam menunjang penelitian ini terdiri dari:

1. Alat yang digunakan dalam penelitian

a. Tangki pembangkit gelombang

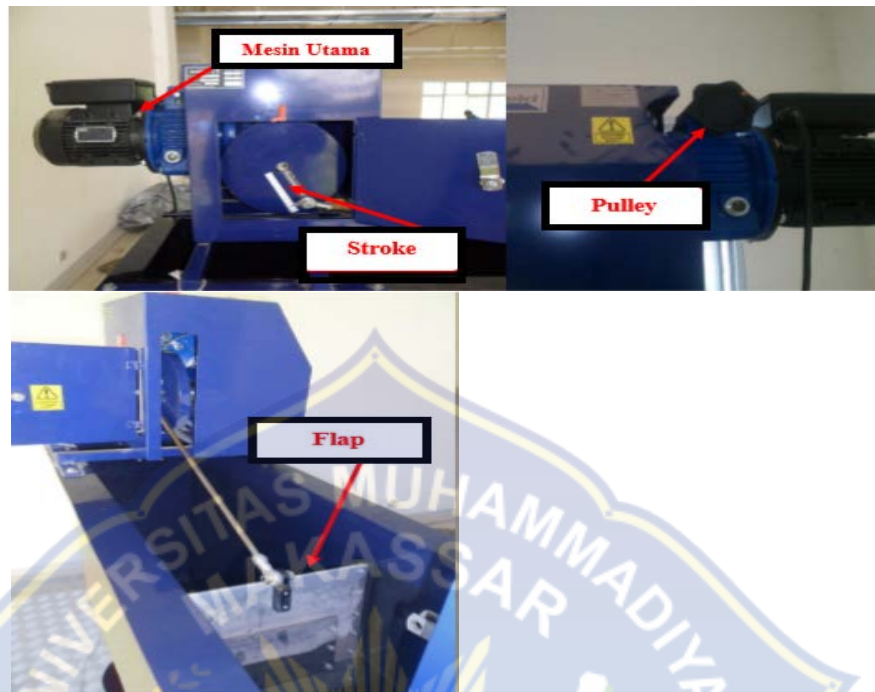
Dilakukan pada saluran gelombang multi guna berukuran panjang 15 m, 0,30 cm , kedalaman efektif saluran 45 cm



Gambar 8. Tangki pembangkit Gelombang

b. Unit pembangkit gelombang

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



Gambar 9. Unit pembangkit gelombang type *flap*

- c. gelombang
- d. Komputer/Laptop
- e. Lem Silicon/Fox
- f. Kalkulator
- g. Pulpen/Spidol
- h. Mistar ukur

2. Bahan

- a. Pipa dengan diameter 7.5 cm
- b. Agregat kekasaran K1 = diameter 0,4 cm K2 = diameter 0,6 cm, dan K3 = diameter 1,0 cm.
- c. Air yang digunakan yaitu air tawar

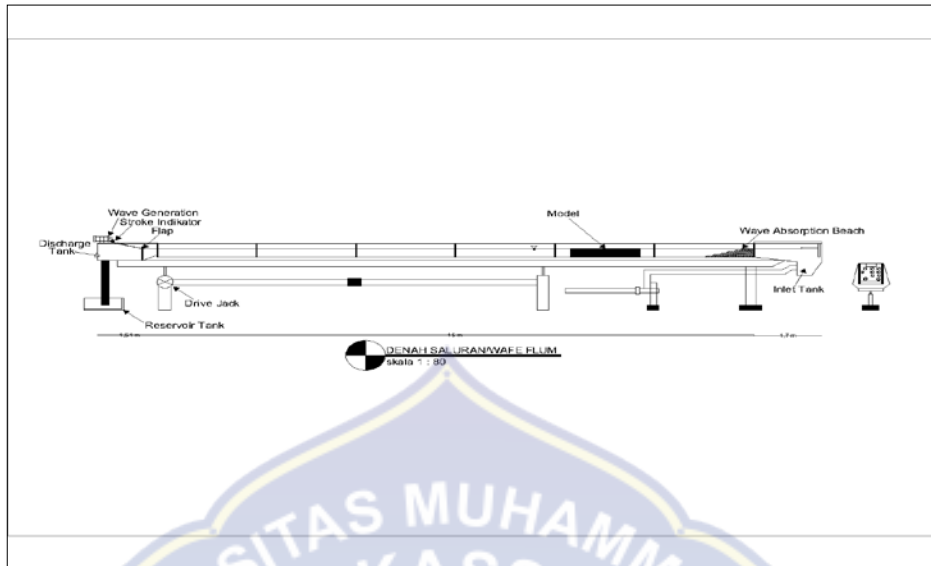
- d. Sketsa gambar
- e. Lem Silicon/FoKertas/ buku

C. Vaeriable yang diteliti

Sesuai dengan tujuan penelitian yang telah dikemukakan pada bab sebelumnya, maka variabel yang diteliti adalah, tinggi gelombang refleksi (H_r), tinggi gelombang transmisi (H_t), periode gelombang (T), diameter lubang pori (d).

D. Rancangan Penelitian

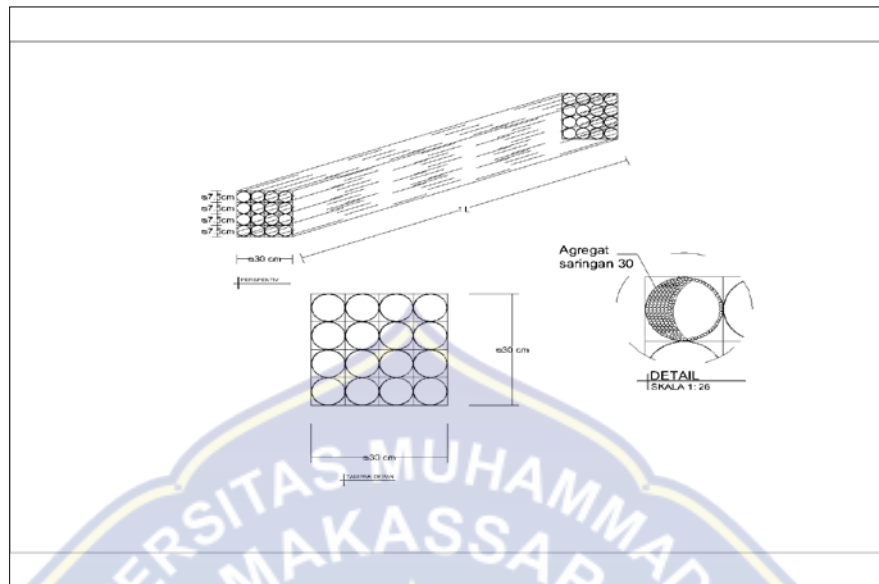
Sebelum dilakukan penelitian, terlebih dahulu dilakukan perancangan model berdasarkan variabel yang akan diteliti. Perancangan model pemecah gelombang didasarkan pada beberapa spesifikasi, yaitu Model terbuat dari pipa dengan panjang 176 cm dan diameter 7,5 cm dengan variasi kekasaran diameter $K_1 =$ diameter 0,4 cm, $K_2 =$ diameter 0,6 cm, $K_3 =$ diameter 1,0 cm.



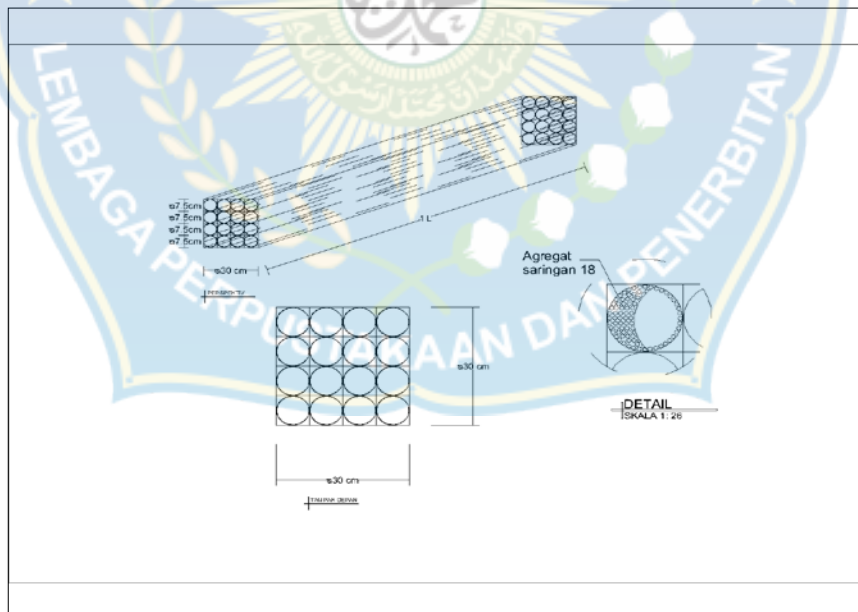
Gambar 10. Model alat penelitian



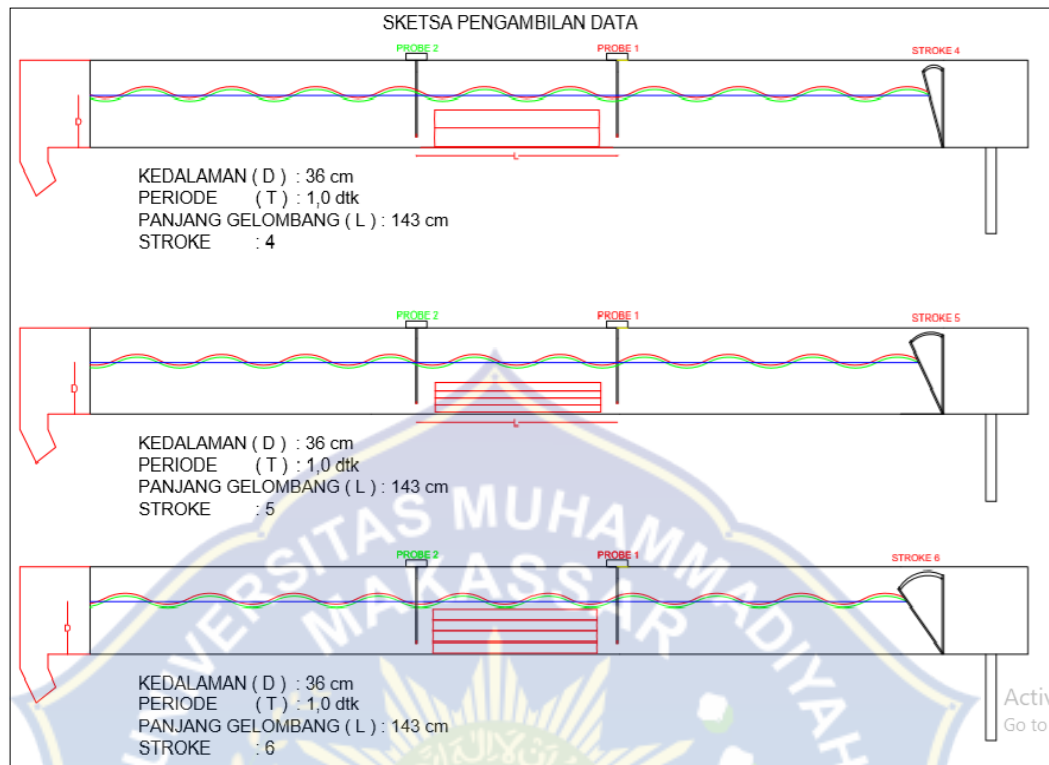
Gambar 11. MD 7,5 cm dengan kekasaran
 $K_1 = \text{diameter } 0,4 \text{ cm}$



Gambar 12. MD 7,5 cm dengan kekasaran
K2 = diameter 0,6 cm



Gambar 13. MD 7,5 cm dengan kekasaran
K3 = diameter 1,0 cm



Gambar 14. Model penelitian

E. Prosedur / Langkah Penelitian

1. Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian pengaruh kekasaran dinding pipa pada pemecah gelombang berpori adalah sebagai berikut :

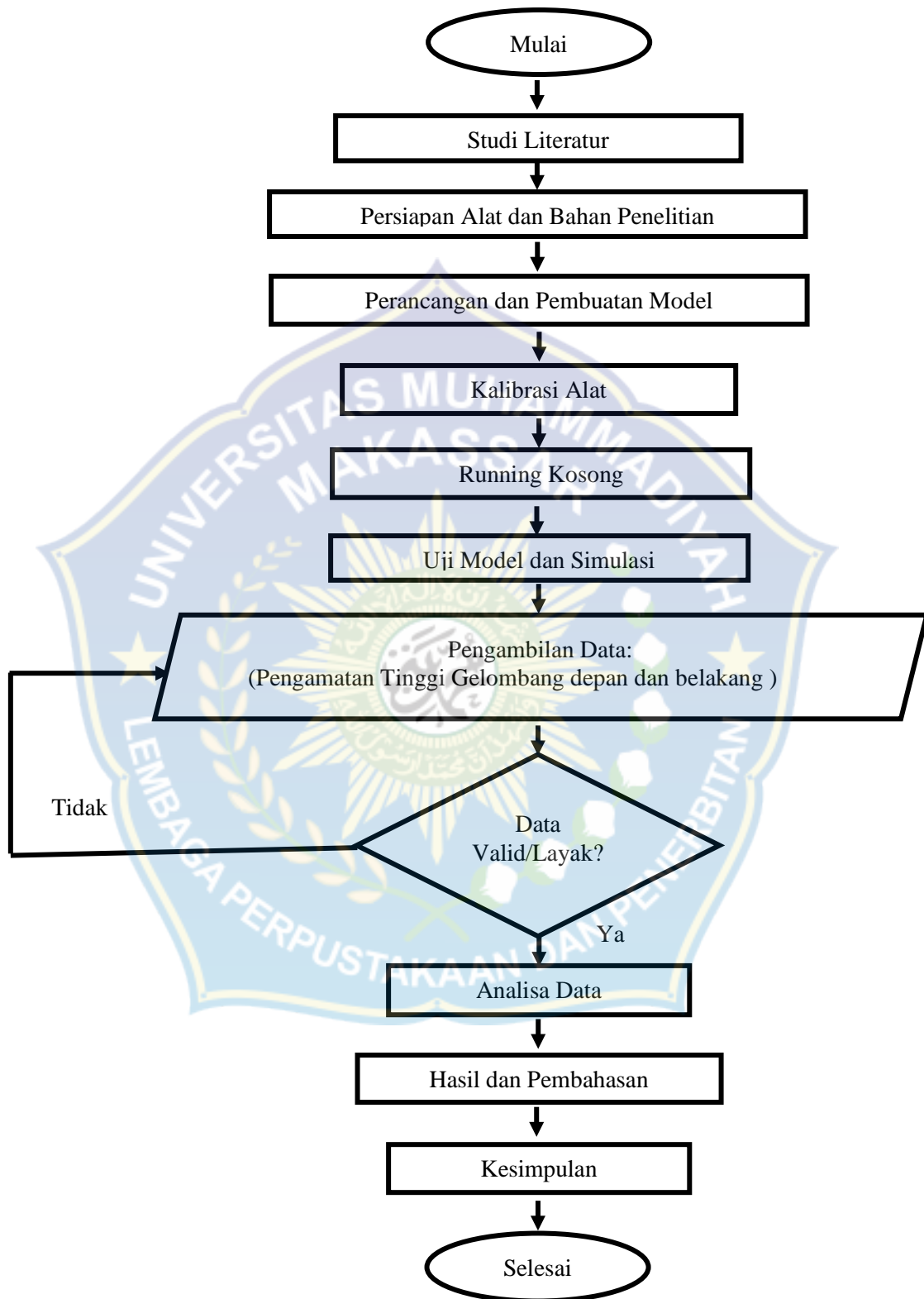
- 1) Atur kedalaman menggunakan mesin pompa pada flume hingga tercapai kedalaman (15 cm, 28 cm, dan 36 cm) yang ditentukan dan atur jarak pukulan pada flat menjadi stroke 4, 5, dan 6 serta mengatur variasi periode gelombang ($T_1 = 1,0$ detik, $T_2 = 1,1$ detik dan $T_3 = 1,2$ detik).

- 2) Nyalakan PC, wave monitor, dan eagle dan kemudian pasang masing-masing probe pada posisi yang telah ditentukan.
- 3) Kalibrasi masing-masing probe dengan kedalaman air yang sudah ditentukan.
- 4) Setelah semua komponen siap, running dimulai dengan membangkitkan gelombang dengan menyalakan mesin pada unit pembangkit gelombang.
- 5) Pembacaan tinggi gelombang di depan dan di belakang model diperoleh dari hasil pembacaan masing – masing probe, yang kemudian mengirim hasil rekamannya ke PC.
- 6) Setelah selesai, periode kemudian diubah menjadi $T_1=1,0$ $T_2= 1,1$ dan $T_3= 1,2$.
- 7) Prosedur ke-2 sampai ke-6 dilakukan kembali untuk variasi kedalaman $d= 15$ $d= 28$ cm dan $d= 36$ cm.

2. Prosedur Pengumpulan Data

Mencatat data dari hasil pengamatan/pengukuran pada uji model pengaruh variasi diameter pipa dengan kekasaran tetap terhadap transmisi pada pemecah gelombang berpori. Pengolahan data mengacu pada rumus-rumus yang telah dicantumkan pada Bab 2 mengenai landasan teori.

F. Sketsa Flow Chart Penelitian



Gambar 15. Sketsa Flow Chart Penelitian



BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Analisis

Hasil penelitian dari seluruh kegiatan eksperimen yang telah dilakukan di laboratorium akan dipaparkan sebagai berikut.

1. Panjang Gelombang (L)

Penentuan nilai besaran panjang gelombang dapat diketahui melalui dua cara, yaitu dengan pengukuran secara langsung dan melalui metode iterasi dari persamaan panjang gelombang yang ada. Untuk pengukuran langsung di laboratorium dapat diketahui dengan mengukur panjang gelombang secara langsung yang terdiri dari 2 bukit dan 1 lembah menggunakan alat ukur meteran.

Sedangkan untuk metode iterasi kita menggunakan data periode yang ditentukan pada saat pra-penelitian, dapat dirumuskan dengan menggunakan persamaan (3). Salah satu hasil perhitungan panjang gelombang (L) pada MD 7,5 cm K1 = diameter 0,4 cm, kedalam 15 cm, periode 1,0 dtk dan stroke 4 model pemecah gelombang menghasilkan panjang gelombang yaitu $L = 108,7$ cm Untuk lebih jelasnya lihat tabel 2, 3 dan 4.



2. Data Tinggi Gelombang (H)

Pengukuran tinggi gelombang dilakukan di 2 titik di depan dan 1 titik di belakang model. Jarak antara 2 titik pengukuran di edepan model ditentukan pada panjang gelombang yakni pada *node* dan *antinode* pada gelombang.

Data utama yang diamati dan dicatat selama pengujian di laboratorium adalah tinggi gelombang di depan model dan dibelakang model. Dari hasil eksperimen dan pencatatan tinggi gelombang di tiap titik lokasi pengamatan diambil nilai maksimum H_{max} dan tinggi gelombang minimum H_{min} , di depan dan dibelakang model. Pencatatan menggunakan alat probe yang berupa sensor dan kemudian dan hasil rekamannya akan ditransfer ke PC.

Berikut disajikan tabel hasil pengamatan tinggi gelombang pemecah gelombang pada K1 = diameter 0,4 cm, K2 = diameter 0,6 cm dan K3 = diameter 1,0 cm.

Tabel 2. Pengamatan tinggi gelombang pada K1 = diameter 0,4 cm

Model		Kedalaman d (cm)	Panjang Gelombang L (cm)	Periode (T)	Stroke (s)	Probe 1		Probe 2	
Diameter pipa (cm)	Diameter kekasaran					Hmax	Hmin	Hmax	Hmin
7,5	0,4 cm	15	108,7	1,0	4	1,5001	1,1564	0,4159	0,1589
					5	1,9103	1,8997	0,4545	0,1246
					6	2,1351	2,0855	0,4245	0,1160
			123,0	1,1	4	1,8775	1,6936	0,4073	0,0084
					5	2,1841	1,9856	0,4031	0,0044
					6	2,5125	2,2926	0,4135	0,0087
		135,3	1,2	4	1,5326	1,0831	0,4803	0,0556	
				5	1,8830	1,4946	0,5661	0,1031	

		36	165,1	1,2	4	2,8665	2,2345	0,5854	0,0249
					5	3,3228	2,5783	0,5854	0,0727
					6	3,9078	3,2312	0,6703	0,1257
			143,3	1,0	4	3,8926	3,2579	0,7977	0,3444
					5	4,7057	3,4082	1,1267	0,3627
					6	6,4701	5,0309	0,8434	0,2439
		165,7	1,1	4	3,5431	3,2865	0,7794	0,1708	
				5	4,9031	4,1144	0,5693	0,9109	
				6	5,5979	4,6909	0,9348	0,8835	
		187,6	1,2	4	4,0457	3,1820	0,7246	0,2713	
				5	4,6222	3,6430	0,9256	0,2348	
				6	4,9274	3,8152	0,7429	0,7830	

Tabel 4. Pengamatan tinggi gelombang pada K3 = diameter 1,0 cm

Model		Kedalaman (d)	Panjang Gelombang L (cm)	Periode (T)	Stroke (s)	Probe 1		Probe 2	
Diameter pipa (cm)	Diameter kekasaran					Hmax	Hmin	Hmax	Hmin
7,5	1,0 cm	15	108,7	1,0	4	1,8337	1,5563	0,3859	0,0559
					5	2,1895	1,9187	0,4502	0,0774
					6	2,6658	2,4126	0,4326	0,0256
			123,0	1,1	4	1,6531	1,4892	0,3559	0,0602
					5	1,8392	1,7081	0,2744	0,1331
					6	2,4304	2,1077	0,3859	0,0688
			135,3	1,2	4	2,0417	1,6321	0,4888	0,0002
					5	2,4085	1,9856	0,3173	0,4320
					6	2,6877	2,1067	0,3687	0,0345
		28	134,7	1,0	4	3,7908	3,0890	0,7446	0,2319
					5	5,0311	3,8612	0,6597	0,2478
					6	6,0841	4,7893	0,7234	0,3115
			147,0	1,1	4	3,6855	3,0539	0,5377	0,1310
					5	4,2004	3,6272	0,4262	0,0335
					6	5,0311	4,2942	0,7287	0,2266
			165,1	1,2	4	3,4047	2,6678	0,4368	0,1363
					5	4,1185	3,2294	0,5111	0,1576
					6	4,5514	3,6432	0,4368	0,1682
		36	143,3	1,0	4	4,2083	3,3161	0,7794	0,6642
					5	6,3961	5,2941	0,6515	0,4679
					6	7,0318	5,6543	0,8800	0,3901

			165,7	1,1	4	3,9126	3,3605	1,0901	0,0765
					5	4,6074	4,0848	0,8708	0,0876
					6	5,6570	4,6466	0,9765	0,0543
			187,6	1,2	4	3,7353	2,9909	0,6607	0,2713
					5	4,6666	3,6413	0,9439	0,3535
					6	5,5239	4,2918	0,6150	0,4540

3. Gelombang Datang (Hi)

Tinggi Gelombang datang (Hi) yang dialami oleh pemecah gelombang tergantung berapa besar tinggi gelombang maksimum (H_{max}) dan tinggi gelombang minimum (H_{min}) yang dialami oleh bagian depan pemecah gelombang tersebut, hal ini berdasarkan teori yakni besarnya gelombang datang sama dengan H_{max} dijumlahkan dengan H_{min} kemudian hasil penjumlahannya dibagi 2. Hasil pembagian tersebut merupakan besar tinggi gelombang datang (Hi), dapat dirumuskan dengan menggunakan persamaan (9). Salah satu contoh perhitungan tinggi gelombang datang (Hi) pada MD 7,5 K1 = diameter 0,4 cm, kedalaman 15, periode 1,0 dtk, stroke 4 model pemecah gelombang, menghasilkan Tinggi gelombang datang (Hi) yaitu 1,3283 cm, Untuk lebih jelasnya lihat tabel 5, 6 dan 7.

4. Gelombang Refleksi

Gelombang datang yang mengenai/membentur suatu rintangan akan dipantulkan sebagian atau seluruhnya, fenomena gelombang ini disebut Gelombang refleksi. Tinggi gelombangrefleksi (H_r) dapat

diselesaikan dengan persamaan (8). Salah satu contoh perhitungan tinggi gelombang



datang (Hr) pada MD 7,5 K1 = diameter 0,4 cm, kedalaman 15, periode 1,0 dt, stroke 4 model pemecah gelombang, menghasilkan tinggi gelombang refleksi (Hr) yaitu 0,1719 cm, Untuk lebih jelasnya lihat tabel 5, 6 dan 7.

5. Gelombang Transmisi

Gelombang yang bergerak menerus melewati suatu struktur akan ditransmisikan, sehingga terdapat sisa-sisa energi gelombang yang terjadi setelah melewati struktur tersebut.

Gelombang yang melewati suatu rintangan akan diteruskan sebagian atau seluruhnya, fenomena gelombang ini disebut gelombang transmisi. Tinggi gelombang transmisi (Ht) dapat diselesaikan dengan persamaan (10). Salah satu contoh perhitungan tinggi gelombang datang (Ht) pada MD 7,5 K1 = diameter 0,4 cm, kedalaman 15, periode 1,0 dt, stroke 4 model pemecah gelombang, menghasilkan tinggi gelombang transmisi (Hr) yaitu 0,2874 cm, Untuk lebih jelasnya lihat tabel 5, 6 dan 7.

Tabel 5. Hasil Rekapitulasi Perhitungan Model Pemecah Gelombang MD 7,5 K1 = diameter 0,4 cm

Model (cm)	Kekasaran (K)	Periode (T)	K1		
			Tinggi Gelombang Datang (Hi)	Tinggi Gelombang Refleksi (Hr)	Tinggi Gelombang Transmisi (Ht)
7,5	0,4	1,0	1,3283	0,1719	0,2874
	0,4		1,9050	0,0053	0,2895
	0,4		2,1103	0,0248	0,2702
	0,4	1,1	1,7856	0,0920	0,2079
	0,4		2,0848	0,0992	0,2038

	0,4		2,4026	0,1100	0,2111
	0,4	1,2	1,3079	0,2248	0,2679
	0,4		1,6888	0,1942	0,3346
	0,4		2,0118	0,2051	0,2595
	0,6	1,0	3,4123	0,4253	0,3423
	0,6		4,8449	0,4553	0,5970
	0,6		5,4205	0,5584	0,3333
	0,6	1,1	3,1989	0,3229	0,3648
	0,6		3,9197	0,3041	0,3105
	0,6		4,4111	0,3041	0,3901
	0,6	1,2	2,9186	0,2755	0,4193
	0,6		3,6121	0,3776	0,4697
	0,6		4,6764	0,3663	0,4511
	1,0	1,0	3,3483	0,2983	0,8817
	1,0		4,0283	0,3870	0,7081
	1,0		4,5900	0,3870	0,7675
	1,0	1,1	3,7326	0,2096	0,5711
	1,0		4,9830	0,2896	0,4066
	1,0		5,0558	0,2907	0,5071
	1,0	1,2	2,8315	0,3664	0,4431
	1,0		3,1542	0,4871	0,4112
	1,0		4,0007	0,4884	0,7492

Tabel 6. Hasil Rekapitulasi Perhitungan Model Pemecah Gelombang MD
7,5 K2 = diameter 0,6 cm

Model (cm)	Kekasaran (K)	Periode (T)	K2		
			Tinggi Gelombang Datang (Hi)	Tinggi Gelombang Refleksi (Hr)	Tinggi Gelombang Transmisi (Ht)
7,5	0,4	1,0	1,5943	0,1245	0,2208
	0,4		1,9747	0,1491	0,2224
	0,4		2,2472	0,1668	0,2371
	0,4	1,1	1,7107	0,1230	0,2960
	0,4		2,0173	0,0683	0,3044
	0,4		2,2308	0,1340	0,3346
	0,4	1,2	1,3905	0,2188	0,2273
	0,4		1,9118	0,2175	0,2494
	0,4		2,2624	0,2173	0,2679
	0,6	1,0	3,1299	0,2398	0,3466
	0,6		4,3760	0,5030	0,3343
	0,6		5,1887	0,3104	0,3503
	0,6	1,1	3,1287	0,2526	0,3980

	0,6		3,9664	0,2339	0,5572
	0,6		4,8557	0,4094	0,6919
	0,6	1,2	2,5505	0,3160	0,3052
	0,6		2,9506	0,3723	0,3290
	0,6		3,5695	0,3383	0,3980
	1,0	1,0	3,5753	0,3174	0,5711
	1,0		4,0569	0,6487	0,7447
	1,0		5,7505	0,7196	0,5437
	1,0	1,1	3,4148	0,1283	0,4751
	1,0		4,5087	0,3943	0,7401
	1,0		5,1444	0,4535	0,9091
	1,0	1,2	3,6138	0,4318	0,4980
	1,0		4,1326	0,4896	0,5802
	1,0		4,3713	0,5561	0,7629

Tabel 7. Hasil Rekapitulasi Perhitungan Model Pemecah Gelombang MD
7,5 K3 = diameter 1,0 cm

Model (cm)	Kekasaran (K)	Periode (T)	K3		
			Tinggi Gelombang Datang (Hi)	Tinggi Gelombang Refleksi (Hr)	Tinggi Gelombang Transmisi (Ht)
7,5	0,4	1,0	1,6950	0,1387	0,2209
	0,4		2,0541	0,1354	0,2638
	0,4		2,5392	0,1266	0,2291
	0,4	1,1	1,5711	0,0820	0,2080
	0,4		1,7737	0,0655	0,2038
	0,4		2,2691	0,1613	0,2273
	0,4	1,2	1,8369	0,2048	0,2445
	0,4		2,1971	0,2115	0,3746
	0,4		2,3972	0,2905	0,2016
	0,6	1,0	3,4399	0,3509	0,4882
	0,6		4,4462	0,5849	0,4538
	0,6		5,4367	0,6474	0,5174
	0,6	1,1	3,3697	0,3158	0,3343
	0,6		3,9138	0,2866	0,2298
	0,6		4,6626	0,3685	0,4776
	0,6	1,2	3,0363	0,3685	0,2866
	0,6		3,6739	0,4445	0,3343
	0,6		4,0973	0,4541	0,3025
	1,0	1,0	3,7622	0,4461	0,7218
	1,0		5,8451	0,5510	0,5597
1,0	6,3430		0,6887	0,6350	

	1,0	1,1	3,6365	0,2761	0,5833
	1,0		4,3461	0,2613	0,4792
	1,0		5,1518	0,5052	0,5154
	1,0	1,2	3,3631	0,3722	0,4660
	1,0		4,1539	0,5126	0,6487
	1,0		4,9079	0,6161	0,5345

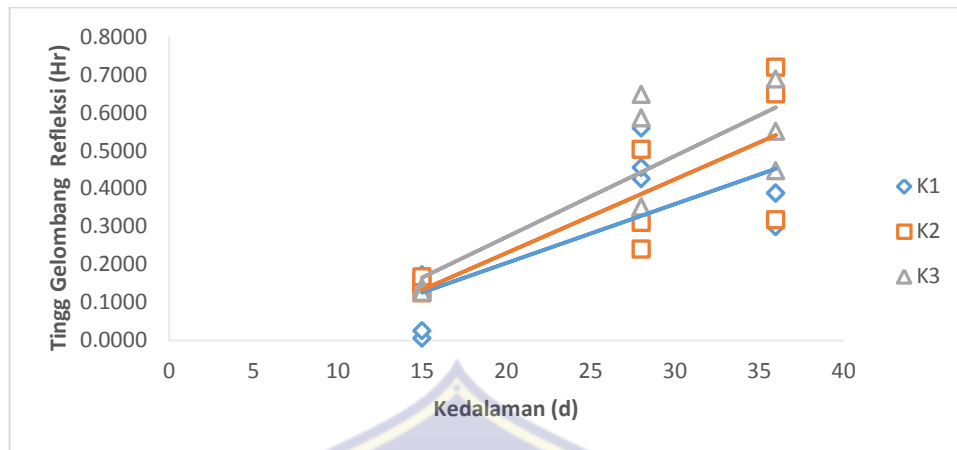
B. Pembahasan

Pada penelitian ini, terdapat 3 variasi model untuk kekasaran $K1 =$ diameter 0,4 cm, $K2 =$ diameter 0,6 cm dan $K3 =$ diameter 1,0 cm pada pemecah gelombang berpori ini, terdapat 3 variasi stroke yakni stroke 4, 5, dan 6 dan terdapat juga tiga variasi periode antara 1,0 1,1 dan 1,2. Pembahasan untuk hasil dari penelitian ini berupa grafik yang akan dijelaskan sebagai berikut.

1. Pengaruh kekasaran pada kedalaman (d) terhadap tinggi gelombang refleksi (Hr)

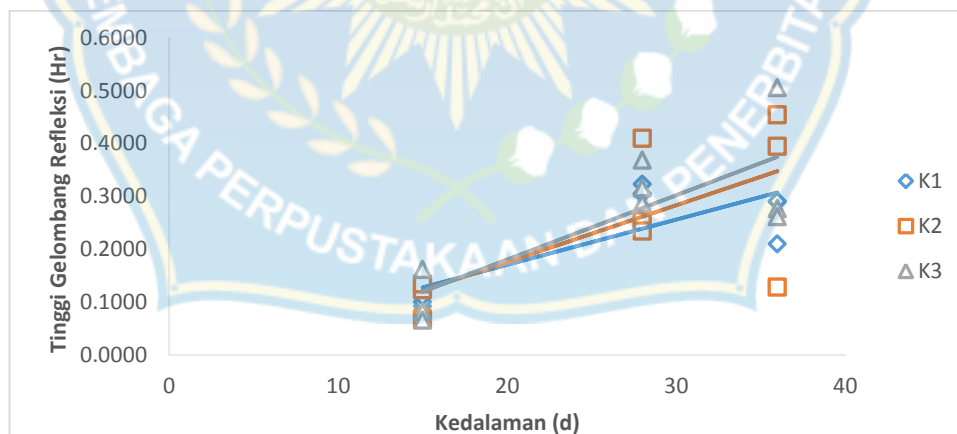
Hasil simulasi ditunjukkan berupa grafik dari hasil pengolahan data. Jika kedalaman (d) dan tinggi gelombang refleksi (Hr), diplot dengan mengambil (d) sebagai variabel sumbu X dan tinggi gelombang refleksi (Hr) sebagai sumbu Y.

Gambar 16, 17, dan 18 memperlihatkan hubungan antara kedalaman (d) terhadap nilai tinggi gelombang refleksi (Hr).



Gambar 16. Hubungan kedalaman (d) terhadap tinggi gelombang refleksi (Hr) pada periode 1,0 dtk

Pada Gambar 16 dengan periode 1,0 dtk di atas menunjukkan hubungan kedalaman (d) terhadap tinggi gelombang refleksi (Hr) menghasilkan semakin besar kekasaran (K) maka nilai tinggi gelombang refleksi (Hr) semakin meningkat.

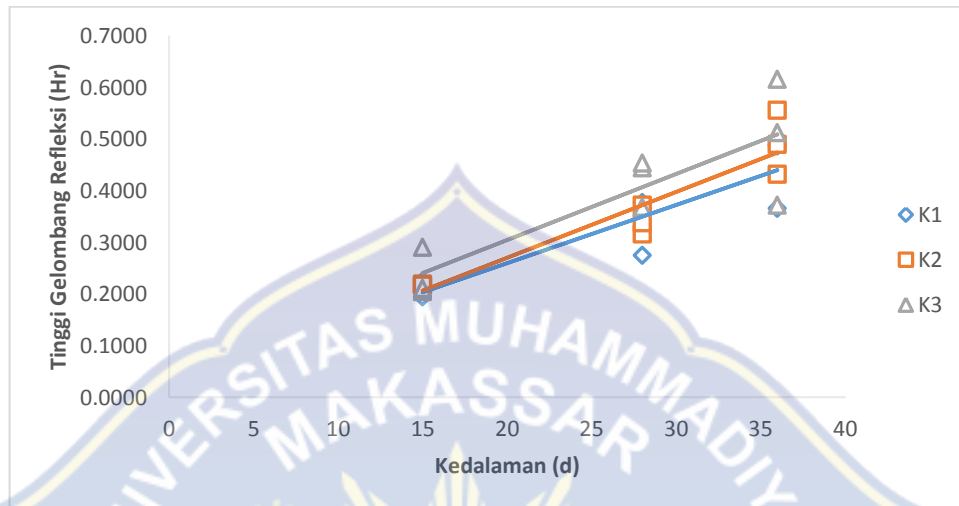


Gambar 17. Hubungan kedalaman (d) pada kekasaran (K) terhadap tinggi gelombang refleksi (Hr) pada periode 1,1 dtk

Pada Gambar 17 dengan periode 1,1 dtk di atas menunjukkan hubungan kedalaman (d) terhadap tinggi gelombang refleksi (Hr)



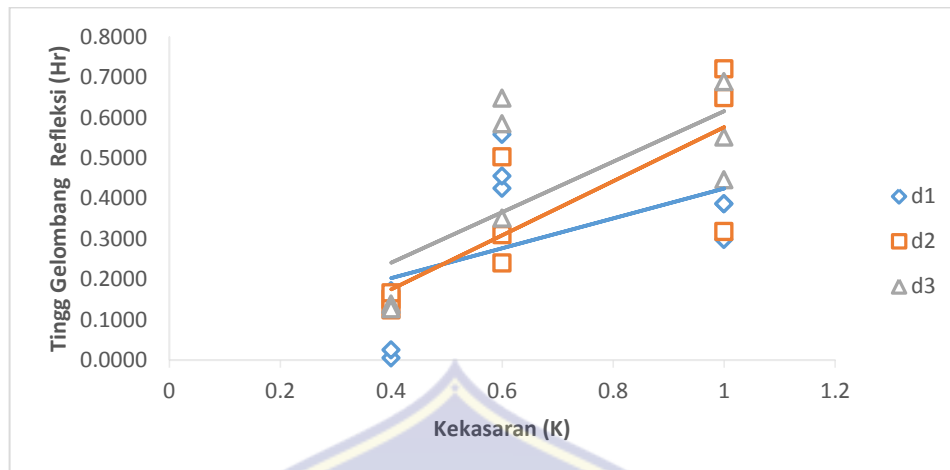
menghasilkan semakin besar kekasaran (K) maka nilai tinggi gelombang refleksi (H_r) semakin tinggi.



Gambar 18. Hubungan kedalaman (d) pada kekasaran (K) terhadap tinggi gelombang refleksi (H_r) pada periode 1,2 dtk

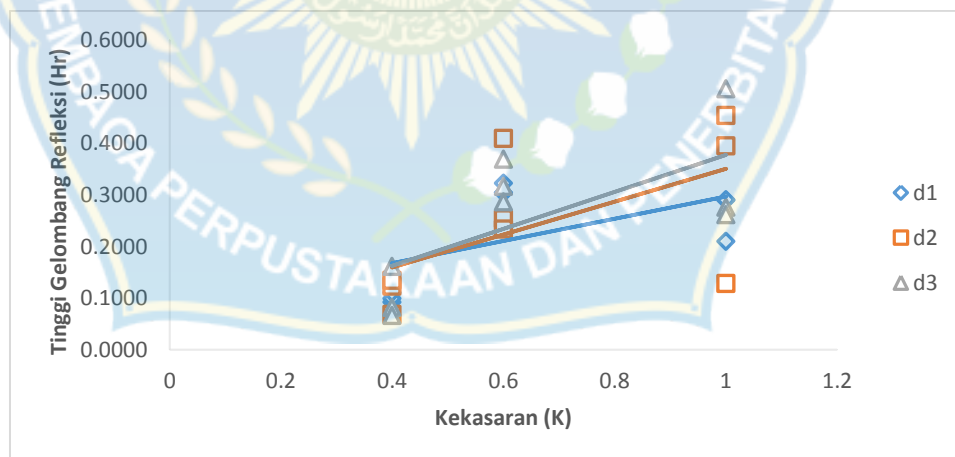
Pada Gambar 18 dengan periode 1,2 dtk di atas menunjukkan hubungan kedalaman (d) terhadap tinggi gelombang refleksi (H_r) menghasilkan semakin besar kekasaran (K) maka nilai tinggi gelombang refleksi (H_r) semakin tinggi

Gambar 19, 20, dan 21 memperlihatkan hubungan antara kekasaran (K) terhadap nilai tinggi gelombang refleksi (H_r).



Gambar 19. Hubungan kekasaran (K) terhadap tinggi gelombang refleksi (Hr) pada periode 1,0 dtk

Pada Gambar 19 dengan periode 1,0 dtk di atas menunjukkan hubungan kekasaran (K) terhadap tinggi gelombang refleksi (Hr) menghasilkan semakin tinggi kedalaman (d) maka nilai tinggi gelombang refleksi (Hr) semakin tinggi.

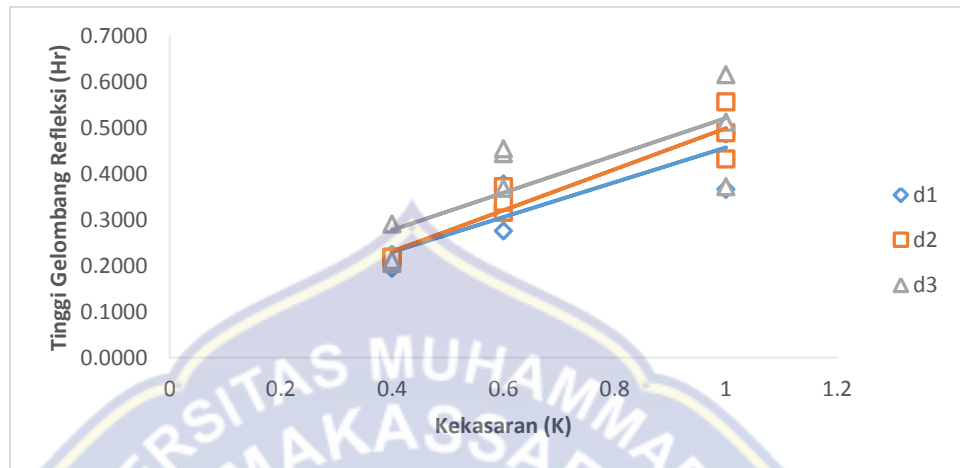


Gambar 20. Hubungan kekasaran (K) terhadap tinggi gelombang refleksi (Hr) pada periode 1,1 dtk

Pada Gambar 20 dengan periode 1,1 dtk di atas menunjukkan hubungan kekasaran (K) terhadap tinggi gelombang refleksi (Hr)



menghasilkan semakin tinggi kedalaman (d) maka nilai tinggi gelombang refleksi (H_r) semakin tinggi.



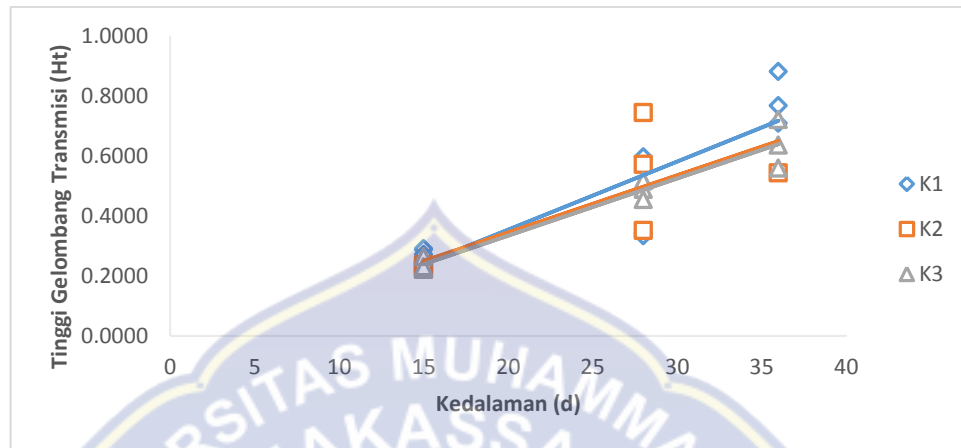
Gambar 21. Hubungan kekasaran (K) terhadap tinggi gelombang refleksi (H_r) pada periode 1,2 dtk

Pada Gambar 21 dengan periode 1,2 dtk di atas menunjukkan hubungan kekasaran (K) terhadap tinggi gelombang refleksi (H_r) menghasilkan semakin tinggi kedalaman (d) maka nilai tinggi gelombang refleksi (H_r) semakin tinggi..

2. Pengaruh kekasaran pada kedalaman (d) terhadap tinggi gelombang transmisi (H_t)

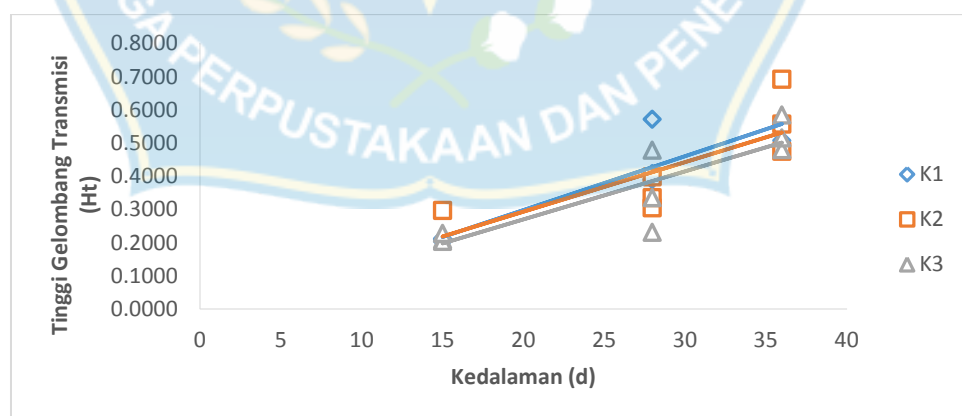
Hasil simulasi ditunjukkan berupa grafik dari hasil pengolahan data. Jika kedalaman (d) dan tinggi gelombang transmisi (H_t), diplot dengan mengambil (d) sebagai variabel sumbu X dan tinggi gelombang transmisi (H_t) sebagai sumbu Y.

Gambar 22, 23, dan 24 memperlihatkan hubungan antara kedalaman (d) terhadap nilai tinggi gelombang transmisi (H_t).



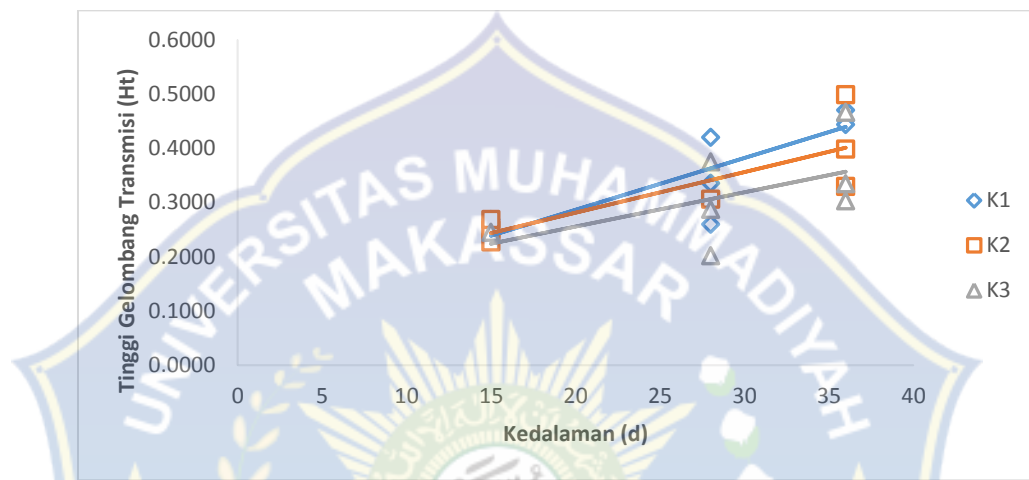
Gambar 22. Hubungan kedalaman (d) terhadap tinggi gelombang transmisi (H_t) pada periode 1,0 dtk

Pada Gambar 22 dengan periode 1,0 dtk di atas menunjukkan dari hubungan kedalaman (d) terhadap tinggi gelombang transmisi (H_t) menghasilkan semakin besar kekasaran (K) maka nilai tinggi gelombang transmisi (H_t) semakin rendah.



Gambar 23. Hubungan kedalaman (d) terhadap tinggi gelombang transmisi (H_t) pada periode 1,1 dtk

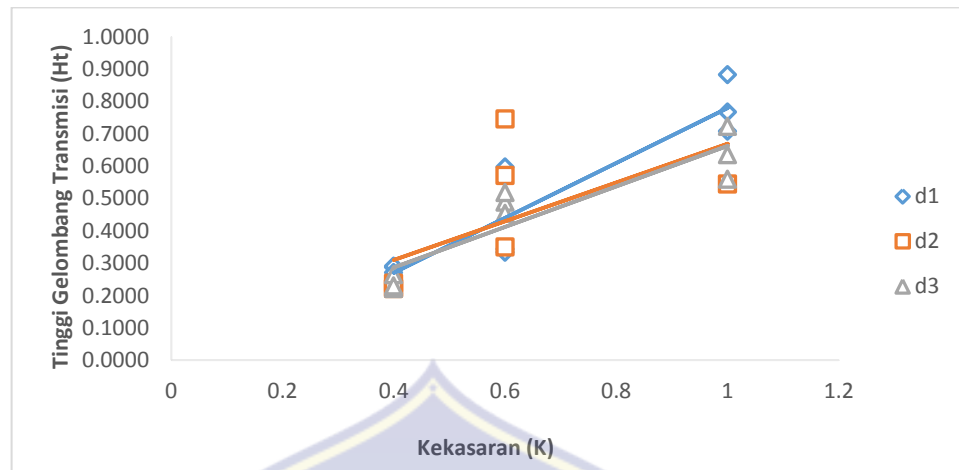
Pada Gambar 23 dengan periode 1,1 dtk di atas menunjukkan dari hubungan kedalaman (d) terhadap tinggi gelombang transmisi (H_t) menghasilkan semakin besar kekasaran (K) maka nilai tinggi gelombang transmisi (H_t) semakin rendah.



Gambar 24. Hubungan kedalaman (d) terhadap tinggi gelombang transmisi (H_t) pada periode 1,2 dtk

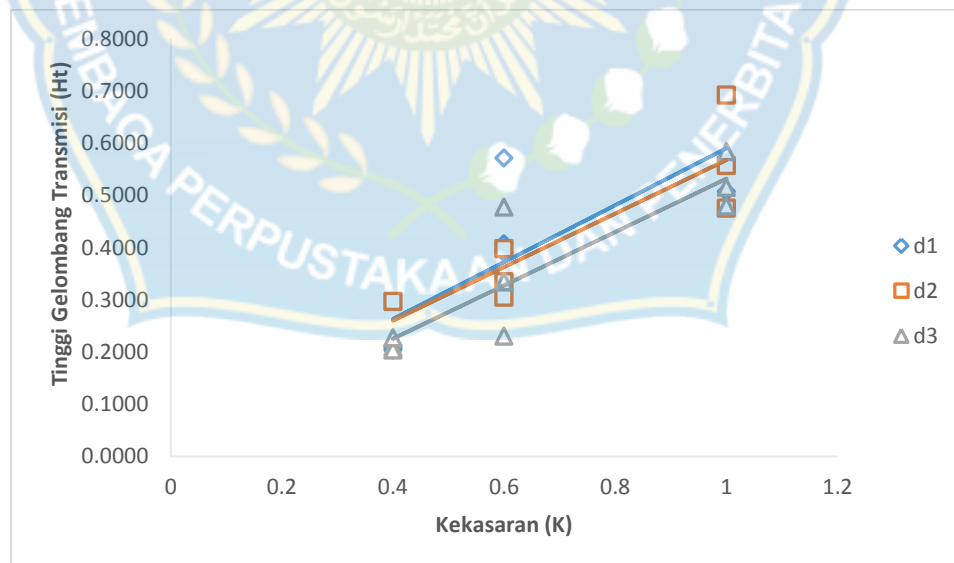
Pada Gambar 24 dengan periode 1,2 dtk di atas menunjukkan dari hubungan kedalaman (d) terhadap tinggi gelombang transmisi (H_t) menghasilkan semakin besar kekasaran (K) maka nilai tinggi gelombang transmisi (H_t) semakin rendah.

Gambar 25, 26, dan 27 memperlihatkan hubungan antara kekasaran (K) terhadap nilai tinggi gelombang transmisi (H_t).



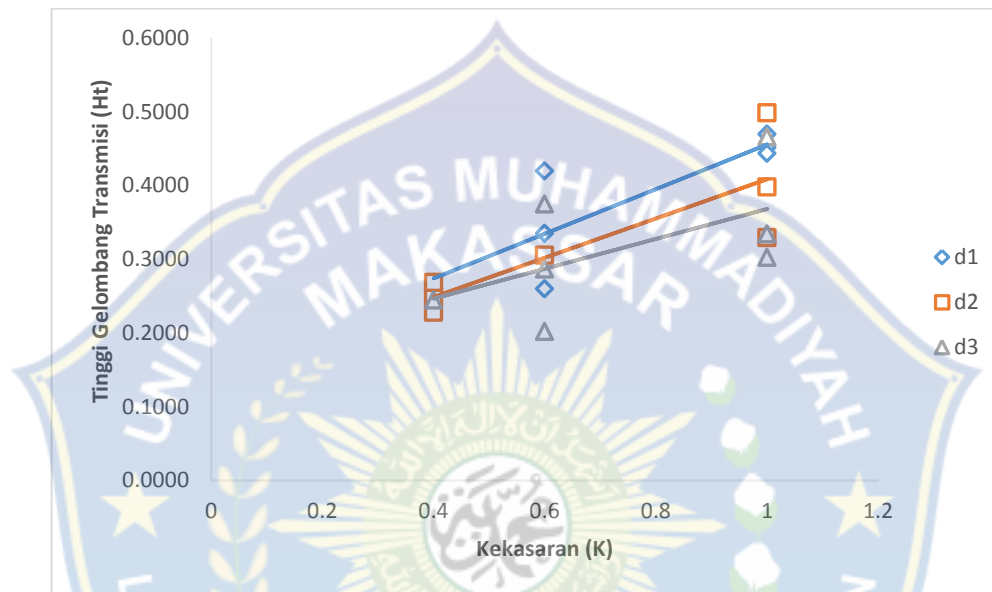
Gambar 25. Hubungan kekasaran (K) terhadap tinggi gelombang transmisi (Ht) periode 1,0 dtk

Pada Gambar 25 dengan periode 1,0 dtk di atas menunjukkan dari hubungan kekasaran (K) terhadap tinggi gelombang transmisi (Ht) menghasilkan semakin tinggi kedalaman (d) maka nilai tinggi gelombang transmisi (Ht) semakin tinggi.



Gambar 26. Hubungan kekasaran (K) pada kedalaman (d) terhadap tinggi gelombang transmisi (Ht) pada periode 1,1 dtk

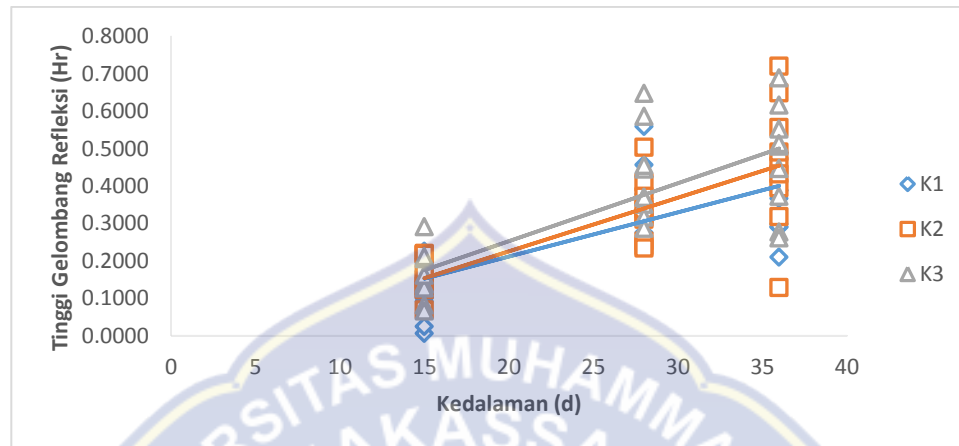
Pada Gambar 26 dengan periode 1,1 dtk di atas menunjukkan dari hubungan kekasaran (K) terhadap tinggi gelombang transmisi (Ht) menghasilkan semakin tinggi kedalaman (d) maka nilai tinggi gelombang transmisi (Ht) semakin tinggi.



Gambar 27. Hubungan kekasaran (K) pada kedalaman (d) terhadap tinggi gelombang transmisi (Ht) pada periode 1,2 dtk

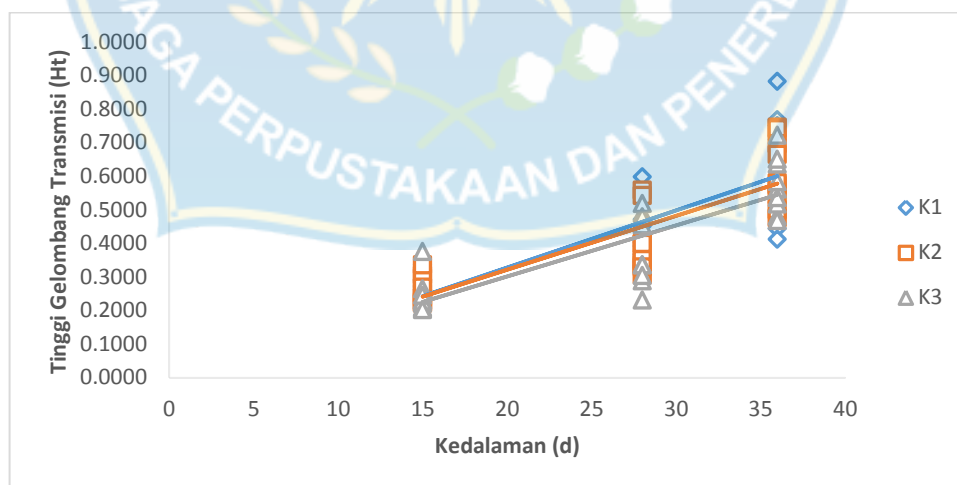
Pada Gambar 27 dengan periode 1,2 dtk di atas menunjukkan dari hubungan kekasaran (K) terhadap tinggi gelombang transmisi (Ht) menghasilkan semakin tinggi kedalaman (d) maka nilai tinggi gelombang transmisi (Ht) semakin tinggi.

3. Pengaruh kekasaran pada kedalaman (d) terhadap tinggi gelombang refleksi (H_r) dan tinggi gelombang transmisi (H_t)



Gambar 28. Hubungan kedalaman (d) terhadap tinggi gelombang refleksi (H_r)

Pada Gambar 28 di atas menunjukkan hubungan kedalaman (d) terhadap tinggi gelombang refleksi (H_r) menghasilkan semakin besar kekasaran (K) maka nilai tinggi gelombang refleksi (H_r) semakin tinggi.



Gambar 29. Hubungan kedalaman (d) terhadap tinggi gelombang transmisi (H_t)

Pada Gambar 29 di atas menunjukkan dari hubungan kedalaman (d) terhadap tinggi gelombang transmisi (H_t) bahwa semakin besar kekasaran (K) maka nilai tinggi gelombang transmisi (H_t) semakin rendah.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengaruh kekasaran pada kedalaman (d) terhadap tinggi gelombang refleksi (H_r) menghasilkan semakin besar kekasaran (K) maka nilai tinggi gelombang refleksi (H_r) semakin tinggi.
2. Pengaruh kekasaran pada kedalaman (d) terhadap tinggi gelombang transmisi (H_t) menghasilkan semakin besar kekasaran (K) maka nilai tinggi gelombang transmisi (H_t) semakin rendah.

B. Saran

1. Karakteristik model dan penskalaan prototype dalam penelitian ini tidak dikaji, sehingga diharapkan agar peneliti lainya dapat melakukan pengkajian lebih lanjut.
2. Alat pembacaan tinggi gelombang (probe) sebaiknya diperhatikan dan diperiksa dengan sebaik-baiknya sehingga hasil pembacaan tinggi gelombang dapat akurat .

DAFTAR PUSTAKA

- Amono, D Haryo, Wirayuhanto, Harish. 2018. *Pengaruh Konfigurasi Terumbu Buatan Bentuk Heksagonal Pada Kemampuan Peredaman Gelombang (Jurnal, 4, 78-86)*. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Anas, Muh Azwar. 2014. *Studi Pemecah Gelombang Blok Beton Berpori Susunan Beton (Skripsi)*. Universitas Hasanuddin Makassar.
- Aziz, Ibrahim dan Rizal Pahlevi. 2014. *Uji Model Peredam Gelombang Tenggelam (Skripsi)*. Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Azhar, Rian M, dkk. 2011. *Studi pengamanan pantai tipe pemecah gelombang tenggelam dipantai tanjung kait (Jurnal,3, 65-74)*. Institut Teknologi Bnadung.
- Edy, Wiby Febriando, dkk. 2012. *Analisa perilaku gelombang setelah melewati breakwater tenggelam yang berbentuk tumpukan pipa (Jurnal, 3, 257-269)*. Univesitas Bandar Lampung.
- Fadlullah, Mirza. 2016. *Studi Refleksi Gelombang pada Breakwater Tipe Dinding Berpori (Skripsi)*. Universitas Hasanuddin Makassar.
- Hidayat. 2006. *Kontruksi bangunan laut dan pantai sebagai altenatif perlindungan daerahpantai (Jurnal, 4, 11-16)*. Universitas Tadulako Palu.
- Kinog, Ketut, dkk. 2004. *Transmisi Gelombang Pada Breakwater Tenggelam (Jurnal 11, 123-133)*. Institut Teknologi Bandung.
- Layn, Darius. 2017. *Pengaruh Lebar Konstruksi Terhadap Transmisi Dan Refleksi Gelombang Pada Pemecah Gelombang Komposit Batu Dan Balok Kotak (Skripsi)*. Universitas Hasanuddin Makassar.
- Mutmainnah. 2015. *Studi Model Pemecah Gelombang Menggunakan Ripple Tank (Skrpsi)*.Universitas Islam Negri.
- M Sulaiman, Dede. 2018. *Bangunan Pengaman Pantai*. Yogyakarta.

- Pratiktok, Widi A, dkk. 2014. *Struktur Perlindung Pantai*. Surabaya.
- Sanjaya, Akbar dan Nasrullah. 2017. *Uji Eksperimental Peredam Gelombang pada Struktur Break Water Tenggelam (Skrpsi)*. Universitas Muhammadiyah Makassar
- S, Johnny MT, dkk. 2008 *Studi Uji Model Fisik Peredam Gelombang Tenggelam Bentuk Enam Gigi Gergaji (Jurnal 8,127-136)*. Univrsitas Tanjungoura Pontianak.
- Surendro, Bambang, dkk. 2014. *Transmisi dan Refleksi Gelombang pada Pemecah Gelombang Ambang Rendah Ganda Tumpukan Batu (Jurnal, 20,179-187)*. Universitas Gaja Mada
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik pantai. Beta offset*. Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. 2011. *Perencanaan Bangunan Pantai. Beta offset*. Jogjakarta.
- 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 Negri Bengkalis

LAMPIRAN

DOKUMENTASI



Penempelan kekasaran pada dinding pipa



Pencatatan pengambilan data pada Monitor



pemasangan model pada floem



Pemasangan model pada floem



Pemasangan Probe (Curren Meter) pada floem



Posisi Model pada saat didalam floem



MD 7.5, K1, Dengan variasi kedalaman 15



MD 7.5, K1, Dengan variasi kedalaman 28



MD 7.5, K1, Dengan variasi kedalaman 36



MD 7.5, K2, Dengan variasi kedalaman 15



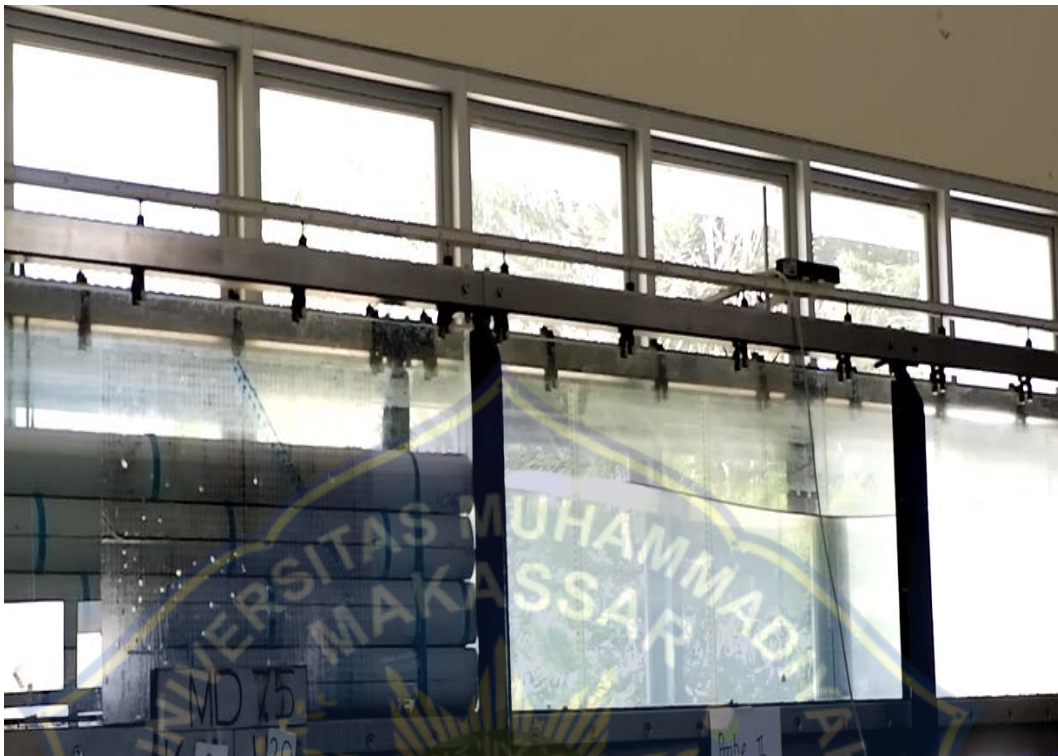
MD 7.5, K2, Dengan variasi kedalaman 28



MD 7.5, K2, Dengan variasi kedalaman 36



MD 7.5, K3, Dengan variasi kedalaman 15



MD 7.5, K3, Dengan variasi kedalaman 28



MD 7.5, K3, Dengan variasi kedalaman 38

LAMPIRAN

TABLE D.1. Standard U.S. Sieve Sizes and Tyler Mesh Sizes

U.S. Sieve Size	Tyler Mesh Size	Opening (mm)	Opening (in)
—	2½ mesh	8.00	0.312
—	3 mesh	6.73	0.265
No. 3½	3½ mesh	5.66	0.233
No. 4	4 mesh	4.76	0.187
No. 5	5 mesh	4.00	0.157
No. 6	6 mesh	3.36	0.132
No. 7	7 mesh	2.83	0.111
No. 8	8 mesh	2.38	0.0937
No. 10	9 mesh	2.00	0.0787
No. 12	10 mesh	1.68	0.0661
No. 14	12 mesh	1.41	0.0555
No. 16	14 mesh	1.19	0.0469
No. 18	16 mesh	1.00	0.0394
No. 20	20 mesh	0.841	0.0331
No. 25	24 mesh	0.707	0.0278
No. 30	28 mesh	0.595	0.0234
No. 35	32 mesh	0.500	0.0197
No. 40	35 mesh	0.420	0.0165
No. 45	42 mesh	0.354	0.0139
No. 50	48 mesh	0.297	0.0117
No. 60	60 mesh	0.250	0.0098
No. 70	65 mesh	0.210	0.0083
No. 80	80 mesh	0.177	0.0070
No. 100	100 mesh	0.149	0.0059
No. 120	115 mesh	0.125	0.0049
No. 140	150 mesh	0.105	0.0041
No. 170	170 mesh	0.088	0.0035
No. 200	200 mesh	0.074	0.0029
No. 230	250 mesh	0.063	0.0025
No. 270	270 mesh	0.053	0.0021
No. 325	325 mesh	0.044	0.0017
No. 400	400 mesh	0.037	0.0015

