

SKRIPSI

**PENGARUH JARAK STRUKTUR PEMECAH GELOMBANG MODEL
HYBRID ENGINEERING TERHADAP PANJANG DAN TINGGI
GELOMBANG**

(PENELITIAN LABORATORIUM)



AHMAD SYAFFI ZULMI
105811115717

MUH. ALVINACHMAD KATO
105811119317

**PRODI TEKNIK PENGAIRAN
FAKULTAS TEKNIK**

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2022

Tgl. Terbit	03/09/2022
Volume	—
Judul	1 cap
Bidang	Smb. Alumni
No. Seri	—
No. Alim.	P/0040/SIP/22an
	ZUL
	P'



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

psi atas nama **Ahmad Syafi'i Zulmi** dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 11157 17 dan n. **Alvin Achmad Kato** dengan nomor induk mahasiswa 105 81 11193 17, dinyatakan diterima disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0008/SK-Y/22201/091004/2022, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan dan Sanitasi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Rabu tanggal 13 Agustus 2022.

Makassar, 15 Muharram 1444 H
13 Agustus 2022 M

Panitia Ujian:

Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

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

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST., MT

Penguji:

a. Ketua : Dr. Fithriyah Arief Wangsa, ST., MT

b. Sekretaris : Andi Bunga Tongeng Anas, ST., MT

Anggota: 1. Dr. Ir. Muhammad Yunus Ali, ST., MT

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

3. Fauziah Latif, ST., MT

Mengetahui:

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. H. Riswal K, ST., MT., IPM

Ir. Muhammad Syafa'at S. Kuba, ST., MT



Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM

NBM : 795 108



FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 865 972 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 PERSETUJUAN

Tugas akhir ini di ajukan 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 JARAK STRUKTUR PEMECAH GELOMBANG MODEL HYBRID ENGINEERING TERHADAP PANJANG DAN TINGGI GELOMBANG (PENELITIAN LABORATORIUM)**

Nama : AHMAD SYAFI'I ZULMI
MUH. ALVIN ACHMAD KATO

No. Stambuk : 105 81 11157 17
105 81 11193 17

Makassar, 13 Agustus 2022

Telah Diperiksa dan Disetujui

Oleh Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. H. Riswal K, ST., MT.,IPM

Ir. Muhammad Syafa'at S. Kuba, ST., MT

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Pengairan

Ir. M. Aguslim, S.T., M.T
NBM :947 993

PENGARUH JARAK STRUKTUR PEMECAH GELOMBANG MODEL HYBRID ENGINEERING TERHADAP PANJANG DAN TINGGI GELOMBANG

Ahmada Syafi'i Zulmi¹⁾, Muh Alvin Achmad Kato²⁾, Riswal Karamma³⁾,
Muhammad Syafa'at S. Kuba⁴⁾

Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makasar, Indonesia
Email : syafizulmi@gmail.com

ABSTRAK

Hybrid Engineering dibangun dengan menggunakan bahan-bahan yang tersedia secara local seperti kayu, bambu, ranting, dan dahan pohon mangrove. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai refleksi dan transmisi gelombang pada model pemecah gelombang model hybrid engineering, kemudian menganalisis parameter-parameter yang berpengaruh terhadap koefisien refleksi dan transmisi pada pemecah gelombang. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Hidrolika Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Metode yang digunakan berbasis eksperimental. Karakteristik gelombang yang dihasilkan terdiri dua variasi priode dan dua variasi kedalaman air serta dua variasi stroke. Pembacaan puncak dan lembah gelombang dilakukan secara otomatis melalui wave monitor. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan semakin besar jarak struktur pemecah gelombang maka gelombang refleksi akan semakin kecil sedang untuk gelombang transmisi yang dihasilkan akan semakin tinggi.

Kata kunci: hybrid engineering, refleksi, transmisi.

ABSTRACT

Hybrid Engineering is built using locally available materials such as wood, bamboo, branches, and mangrove tree branches. This study aims to determine the value of reflection and wave transmission in the breakwater model of the hybrid engineering model, then analyze the parameters that affect the coefficients of reflection and transmission in the breakwater. This research was conducted at the Civil Engineering Hydraulics Laboratory, Faculty of Engineering, Hasanuddin University. The methods used are experimentally based. The resulting wave characteristics consist of two priode variations and two water depth variations and two stroke variations. The reading of the peaks and valleys of the waves is carried out automatically through the wave monitor. From the results of the study, it can be concluded that the greater the distance of the wavebreaker structure, the smaller the reflection wave, the smaller the medium for the resulting transmission wave will be higher.

Keywords: hybrid engineering, reflection, transmission.

KATA PENGANTAR

Assalamu 'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nyalah sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Proposal ini dengan baik. Salawat serta salam tak henti-hentinya kami haturkan kepada Baginda Rasulullah SAW beserta keluarga dan kerabatnya.

Tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan akademik yang harus ditempuh dalam rangka menyelesaikan Program Studi pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir kami adalah **“Pengaruh Jarak Struktur Pemecah Gelombang Model Hybrid Engineering Terhadap Panjang Dan Tinggi Gelombang (Penelitian Laboratorium)”**

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis mendapatkan banyak masukan yang berguna dari berbagai pihak sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu dengan segala ketulusan serta keikhlasan hati, kami mengucapkan terimakasih dan penghargaan setinggi tingginya kepada:

1. Bapak **Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.ag.** Sebagai Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Ibu **Dr. Hj. Nurnawaty, ST., MT.**, sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak **Ir. M. Agusalim, ST., MT.**, sebagai Ketua Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

4. Bapak **Dr. Ir. H. Riswal K, ST., MT.** selaku pembimbing I dan Bapak **Muh. Syafa'at S Kuba ST., MT** selaku pembimbing II, yang telah meluangkan banyak waktu, memberikan bimbingan dan arahan sehingga terwujudnya tugas akhir ini.
5. Bapak dan Ibu dosen serta staff pegawai pada Fakultas Teknik atas segala waktunya yang telah mendidik dan melayani kami selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Saudara serta rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik terkhusus angkatan **Akurasi 2017** yang dengan rasa persaudaraan yang tinggi banyak membantu dan memberi dukungan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
7. Ayahanda dan Ibunda tercinta yang senantiasa memberikan limpahan kasih sayang, doa serta pengorbanan kepada penulis.

Pada akhir penulisan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penulis meminta saran dan kritik yang bersifat membangun sehingga laporan tugas akhir ini dapat menjadi lebih baik dan menambah pengetahuan kami dalam menulis laporan selanjutnya. Semoga laporan tugas akhir ini dapat berguna bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Makassar, 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR NOTASI.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	4
D. Manfaat Penelitian.....	4
E. Batasan Masalah.....	4
F. Sistematik Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Karakteristik Pantai.....	7
1. Pemahaman Dasar Pantai.....	7

2. Defisini Pantai Untuk Keperluan Rekayasa/Teknik Pantai	8
3. Proses Pantai	10
B. Gelombang	11
1. Pemahaman Dasar Gelombang	11
2. Parameter Gelombang Laut	13
3. Tinggi Gelombang	16
4. Refleksi	17
C. Hukum Dasar Model	18
1. Sebangun Kinematik	19
2. Sebangun Geometrik	21
3. Sebangun Dinamik	21
D. Pemecah Gelombang	24
E. Hybrid Engineering	27
1. Konsep Rekayasa Struktur Hybrid Engineering	27
2. Desain Umum Struktur Hybrid Engineering	28
3. Komponen Dalam Perencanaan dan Pembangunan Struktur	31
BAB III METODE PENELITIAN	34
A. Tempat dan Waktu Penelitian	34
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data	34
C. Bahan dan Alat	35
a. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah :	35
b. Alat – alat yang digunakan dalam penelitian adalah :	37

D. Desain Penelitian.....	43
E. Karakteristik gelombang.....	45
F. Variabel penelitian.....	46
G. PROSEDUR PENELITIAN.....	46
H. Metode Pengambilan Data.....	47
I. Metode analisis Data.....	50
J. Flowchart Penelitian.....	52
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	53
A. Hasil Penelitian.....	53
1. Kalibrasi Alat (Probe).....	53
2. Data Hasil Penelitian.....	57
B. Analisis Data.....	59
1. Panjang Gelombang.....	59
2. Data Tinggi Gelombang (H_{max} dan H_{min}).....	60
3. Gelombang Datang (H_i).....	61
4. Gelombang Refleksi (H_r).....	62
5. Gelombang Transmisi (H_t).....	62
6. Kecuraman Gelombang (H_i/L).....	63
C. Pembahasan.....	66
1. Hubungan Periode (T) Terhadap Panjang Gelombang (L).	66
2. Hubungan koefisien refleksi (K_r) Dengan Kecuraman Gelombang (H_i/L).....	67

3. Hubungan Kkoefisien Refleksi (K_r) dengan Tnggi Gelombang Datang (H_i).....	69
4. Hubungan Koefisien Transmisi (K_t) dengan Gelombang Datang (H_i).....	71
5. Hubungan Koefisien Transmisi (K_t) dengan Kecuraman Gelombang (H_i/L).....	73
BAB V PENUTUP	76
A. Kesimpulan.....	76
B. Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA	78
LAMPIRAN	80

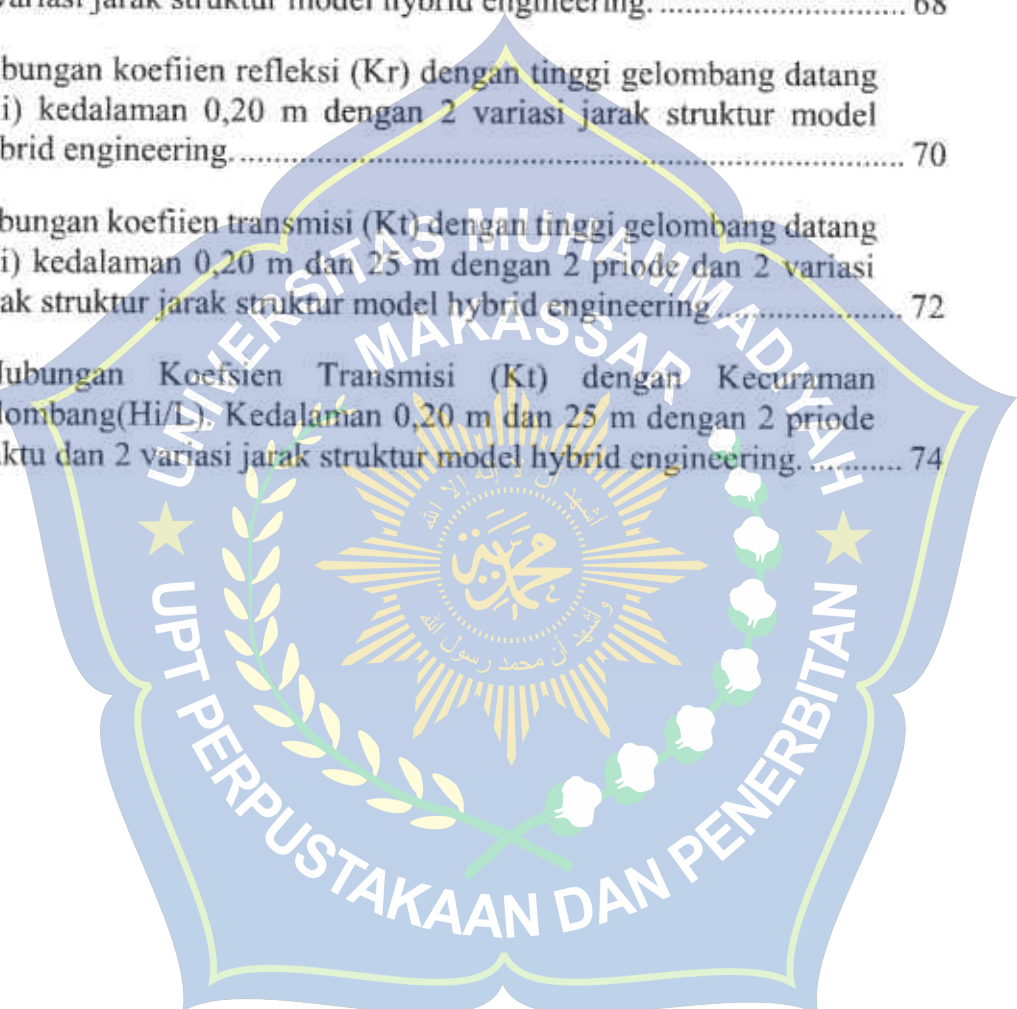


DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1 Definisi dan batasan pantai (Sumber : Triadmodjo, 2011).....	7
2 Definisi Pantai Untuk Keperluan Rekayasa Pantai (Sumber : Triadmodjo, 1999).....	8
3 Daerah Penerapan Teori Gelombang Fungsi H/d dan d/L (Triatmodjo, 1999).....	12
4 Sketsa Definisi Gelombang Linier (Shore Protection Manual volume I, 1984).....	14
5 Gerak Orbit Partikel Zat Cair di Laut Dangkal, Transisi dan dalam (Triatmodjo, 1999).....	16
6 Pemecah Gelombang Sisi Miring Serangan Gelombang pada Satu Sisi (Triatmodjo, 1999).....	25
7 Pemecah Gelombang Tipe Sisi Tegak (Triatmodjo, 2003).....	26
8 Pemecah Gelombang Tipe Campuran (Ghina Febriani Khairunnisa, 2016).....	26
9 Konsepsi Dasar Struktur Hybrid Engineering Dalam Rehabilitasi Ekosistem dan Kawasan Pantai Terabrasi (Ecoshape Consortium,2016).....	28
10 Detail Struktur Hybrid Engineering (Ecoshape Consortium,2016)	30
11 Contoh Penggunaan Struktur Hybrid Engineering.....	32
12 Laboratorium hidrolika Universitas Hasanuddin.....	34
13 Potongan stik kayu	36
14 Lem lilin.....	36
15 Lem Kaca.....	36
16 Plat Besi.....	36
17 Alat pengambilan data lapangan	37

18 Unit pembangkit gelombang	38
19 Venturi flume	38
20 Wave monitor dan probe	39
21 Penggaris siku	39
22 Kalkulator	39
23 Lem tembak	40
24 Mistar taraf	40
25 Palu	41
26 Kamera	41
27 Bor	42
28 Gurinda (Pemotong)	42
29 Alat Tulis	43
30 Model hybrid engineering diameter jarak struktur (d) 1,0 cm	44
31 Model Hybrid engineering diametr (d) 0,5	44
32 Model rakit Hybrid engineering	45
33 Penempatan model di antara probe 1,2 dan 3 (Riswal Karama, et al., 2019)	48
34 Flowchart	52
35 Hasil Kalibrasi Probe 1 Kedalaman (d) 0.20 m	54
36 Hasil Kalibrasi Probe 2 Kedalaman (d) 0.20 m	54
37 Hasil Kalibrasi Probe 3 Kedalaman (d) 0.20 m	55
38 Hasil Kalibrasi Probe 1 Kedalaman (d) 0.25 m	56
39 Hasil Kalibrasi Probe 2 Kedalaman (d) 0.25 m	56
40 Hasil Kalibrasi Probe 3 Kedalaman (d) 0.25 m	57

41 Hubungan Priode (T) terhadap Panjang Gelombang(L).....	66
42 Hubungan koefiien refleksi (Kr) dengan tinggi gelombang datang (Hi/L) kedalaman 0,20 m dan 0,25 m dengan 2 priode waktu dan 2 variasi jarak struktur model hybrid engineering.....	68
43 Hubungan koefiien refleksi (Kr) dengan tinggi gelombang datang (Hi) kedalaman 0,20 m dengan 2 variasi jarak struktur model hybrid engineering.....	70
44 Hubungan koefiien transmisi (Kt) dengan tinggi gelombang datang (Hi) kedalaman 0,20 m dan 25 m dengan 2 priode dan 2 variasi jarak struktur jarak struktur model hybrid engineering.....	72
45 Hubungan Koefisien Transmisi (Kt) dengan Kecuraman gelombang(Hi/L). Kedalaman 0,20 m dan 25 m dengan 2 priode waktu dan 2 variasi jarak struktur model hybrid engineering.....	74



DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Klasifikasi Gelombang Berdasarkan Periode	15
2. Batasan Gelombang Air Dangkal, Air Transisi, dan Air Dalam	15
3. Karakteristik Gelombang	46
4. Simulasi Pengambilan Data	49
5. kalibrasi probe pada kedalaman (d) 0.20 m	53
6. Kalibrasi prode pada kedalaman (d) 0.25 m	55
7. Hasil Pengamatan Model Hybrid Engineering untuk Jarak struktur 0.005 m dan 0.01 m	58
8. Panjang Gelombang	60
9. Hasil Rekapitulasi Perhitungan Pada Jarak Jarak struktur 0,5 cm dan 1,0 cm	65
10. Hubungan koefisien refleksi (K_r) Dan Kecuraman Gelombang (H_i/L)	66
11. Hubungan Koefisien Refleksi (K_r) dan Tinggi Gelombang Datang (H_i)	69
12. Hubungan Kkoefisien Transmisi (K_t) dan Tinggi Gelombang Datang (H_i)	71
13. Hubungan Koefisien Transmisi (K_t) dan Kecuraman Gelombang (H_i/L)	73

DAFTAR NOTASI

d : Kedalaman air

H : Tinggi gelombang

H_{max} : Tinggi gelombang maximum

H_{min} : Tinggi gelombang minimum

L : Panjang gelombang

s : Jarak antarmodel (jarak struktur)

k : Bilangan gelombang

n_a : Skala percepatan model

n_h : Skala tinggi model

n_L : Skala panjang model

T : Periode gelombang

H/L : Kemiringan gelombang (wave steepness)

H/d : Ketinggian relatif (relative height)

d/L : Kedalaman relatif (relative depth)

A : Amplitudo

F : Frekuensi

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pantai adalah kawasan yang bersifat dinamis karena merupakan tempat pertemuan dan interaksi antara darat, laut, dan udara. Indonesia adalah Negara yang memiliki daerah pantai yang panjang, sekitar 81.000 km dan berada pada urutan kedua di dunia setelah Kanada (Triatnodjo, 1999). Indonesia merupakan Negara kepulauan yang sebagian besar wilayahnya lautan, oleh karena itu segala aktifitas dilaut seperti pelayaran dan penangkapan ikan merupakan bagian penting bagi masyarakat Indonesia, segala aktifitas kelautan tentu sangat sensitif terhadap setiap perubahan yang terjadi di laut.

Permasalahan yang sering terjadi pada daerah pantai yaitu naiknya permukaan air laut yang mengakibatkan garis pantai bergerak mundur dan terjadi pengikisan pantai dan hilangnya infrastruktur serta pemukiman yang di akibatkan oleh aktifitas gelombang laut yang ekstrim dan dapat menyebabkan erosi dan abrasi pada pesisir pantai. Abrasi pantai adalah proses pengikisan pantai oleh tenaga gelombang laut dan arus laut yang bersifat merusak (Wibowo, 2012). Erosi pantai dengan abrasi pantai memiliki perbedaan yaitu bahwa erosi pantai diartikannya sebagai proses mundurnya garis pantai dari kedudukan semula yang disebabkan oleh tidak

adanya keseimbangan antara pasokan dan kapasitas angkutan sedimen, sedangkan abrasi pantai diartikan dengan proses terkikisnya batuan atau material keras seperti dinding atau tebing batu yang biasanya diikuti oleh longsoran dan runtuh material. Erosi pantai yang biasa terjadi secara alami oleh serangan gelombang atau karena adanya kegiatan manusia seperti penebangan hutan bakau, pengambilan karang pantai, pembangunan pelabuhan atau bangunan pantai lainnya, perluasan areal tambak ke arah laut tanpa memperhatikan sempadan pantai dan sebagainya (Triatmodjo 2011).

Untuk menanggulangi permasalahan erosi dan abrasi di pantai, di antaranya dapat dilakukan dengan cara pelestarian terumbu karang dan hutan bakau yang dapat berfungsi mengurangi gelombang yang sampai ke pantai secara alami. Dapat dilakukan dengan membuat pelindung pantai buatan sebagai penganting fungsi hutan bakau, misalnya pemasangan groin.

Groin ini dapat memperlebar pantai dengan menahan sedimen sejajar pantai atau dapat menstabilkan dan mengendalikan erosi pada daerah garis pantai. Bentuk dari groin sendiri bermacam-macam yaitu berbentuk huruf I, L, T, dan Y. Kontruksi groin selama ini dengan menggunakan struktur yang keras (*hard struskur*) dan masif seperti dengan bronjong atau beton, namun struskur tersebut mahal dan sering kontradiktif pada pantai berlumpur.

Hal tersebut dapat menggunakan rekayasa ekonomis yang dinamakan *Hybrid Engineering (HE)* dimana prinsip utama dalam struktur hybrid engineering adalah bangunan pantai yang memiliki cara kerja terinspirasi

dari alam, yaitu bentuk akar mangrove. Sehingga komponen struktur hybrid engineering pada dasarnya hanya terdiri dari dua bagian yakni komponen bambu pancang dan ranting pengisi diantara dua pagar bambu. Bangunan pantai ini berfungsi untuk memerangkap sedimen yang terbawa ke daratan oleh air pasang pada saat terjadi proses surut air laut, dan menahan sedimen tersebut agar tidak kembali lagi ke laut pada saat terjadi air surut (Hudan Baskoro, et al., 2016).

Berdasarkan kompleks dan pentingnya latar belakang di atas, kami akan melakukan suatu penelitian mengenai pengaruh penempatan model hybrid engineering terhadap panjang dan tinggi gelombang. Selanjutnya kami tuangkan dalam sebuah karya tulis ilmiah tugas akhir dengan judul **“Pengaruh Jarak Struktur Pemecah Gelombang Model Hybrid Engineering Terhadap Panjang Dan Tinggi Gelombang”**.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh jarak struktur model Hybrid Engineering terhadap kecuraman gelombang (H_i/L) dengan gelombang refleksi (H_r).
2. Bagaimana pengaruh jarak struktur model Hybrid Engineering terhadap kecuraman gelombang (H_i/L) dengan gelombang transmi (H_t).

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk menganalisis pengaruh jarak struktur model Hybrid Engineering terhadap kecuraman gelombang (H_i/L) dengan gelombang refleksi (H_r).
3. Untuk menganalisis pengaruh jarak struktur model Hybrid Engineering terhadap kecuraman gelombang (H_i/L) dengan gelombang transmi (H_t).

D. Manfaat Penelitian

Pada penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat diantaranya:

1. Dapat memberikan gambaran umum mengenai pengaruh pemasangan model hybrid engineering terhadap panjang dan tinggi gelombang di pesisir pantai.
2. Hasil dari penelitian ini juga diharapkan dapat digunakan sebagai informasi tambahan dan referensi bagi peneliti yang ingin melakukan penelitian mengenai model hybrid engineering dan pengaruhnya terhadap panjang dan tinggi gelombang di pesisir pantai.

E. Batasan Masalah

Agar memudahkan dalam memberikan penjelasan permasalahan maka diberikan batasan penelitian pada penulisan tugas akhir ini, yaitu :

1. Model hybrid engineering yang digunakan memiliki jarak struktur 0.005 m dan 0,010 m.

2. Tinggi muka air yang digunakan untuk pengamatan yaitu 0,20 m dan 0,25 cm.
3. Periode gelombang yang digunakan pada saat pengamatan yaitu 10 kali dalam 11 dan 13 detik atau priode 1,1 dan 1,3.
4. Waktu pengamatan pada masing-masing percobaan yaitu >30 detik.
5. Penelitian ini hanya fokus membahas panjang dan tinggi gelombang sebelum dan setelah model hybrid engineering dan tidak membahas abrasi.
6. Debit aliran yang dibangkitkan yaitu konstan dengan beberapa variasi debit.
7. Arus yang di bangkitkan yaitu aliran yang teratur.
8. Fluida yang digunakan yaitu air tawar, salinitasi dan pengaruh mineral air tidak diperhitungkan.

F. Sistematik Penulisan

Secara umum sistematika penulisan proposal ini dapat diuraikan sebagai berikut :

BAB I Pendahuluan, Berisi tentang gambaran umum bahan pembahasan: latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian, dan sistematika deskripsi.

BAB II Kajian Pustaka, berisi gambaran atau menguraikan berbagai literature yang berhubungan dengan penelitian/pembahasan. dan

menguraikan tentang teori yang berkaitan dengan penelitian agar dapat memberikan gambaran yang akan digunakan dalam perencanaan dan menganalisa masalah.

BAB III Metode Penelitian, Di dalamnya terdapat metode penelitian yang terdiri dari lokasi dan waktu penelitian, jenis penelitian dan sumber data, serta desain penelitian seperti setting alat dan bahan, diagram model, prosedur penelitian, variabel penelitian, analisis data, dan diagram alur penelitian.

BAB IV Hasil Dan Pembahasan, Bab ini akan menguraikan tentang analisa hasil penelitian yang meliputi data tinggi gelombang, koefisien refleksi gelombang, pengaruh model hybrid engineering terhadap tinggi refleksi gelombang, pengaruh perubahan periode gelombang terhadap tinggi refleksi gelombang, dan pengaruh kecuraman gelombang terhadap nilai koefisien refleksi.

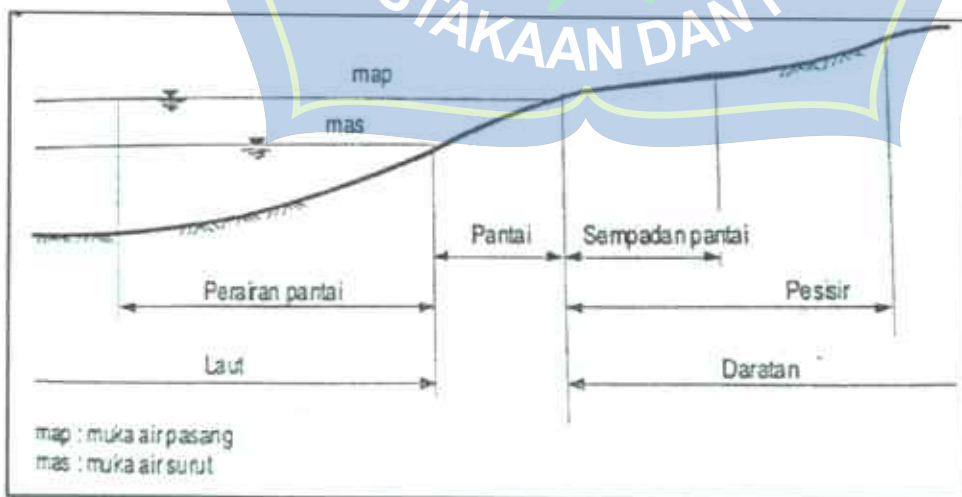
BAB V Penutup, Bab ini merupakan penutup yang berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian ini, serta saran-saran dari penulis yang berkaitan dengan faktor pendukung dan faktor penghambat yang dialami selama penelitian berlangsung, yang tentu diharapkan agar penelitian ini berguna untu ilmu aplikasi kerekayasaannya khususnya bangunan air dan penelitian selanjutnya.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Karakteristik Pantai

1. Pemahaman Dasar Pantai

Pengertian pantai sangat penting untuk dijelaskan agar dalam penanganan permasalahan pantai tidak terjadi perbedaan pandangan dan arti kata mengenai istilah-istilah berkaitan dengan pantai. Ada dua istilah tentang kepantaian dalam bahasa Indonesia yang sering rancu pemakaiannya, yaitu pesisir (coast) dan pantai (shore). Pesisir adalah daerah darat di tepi laut yang masih mendapat pengaruh laut seperti pasang surut, angin laut dan perembesan air laut. Sedangkan pantai adalah daerah tepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang tertinggi dan air surut terendah (Triadmodjo, 2011). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.

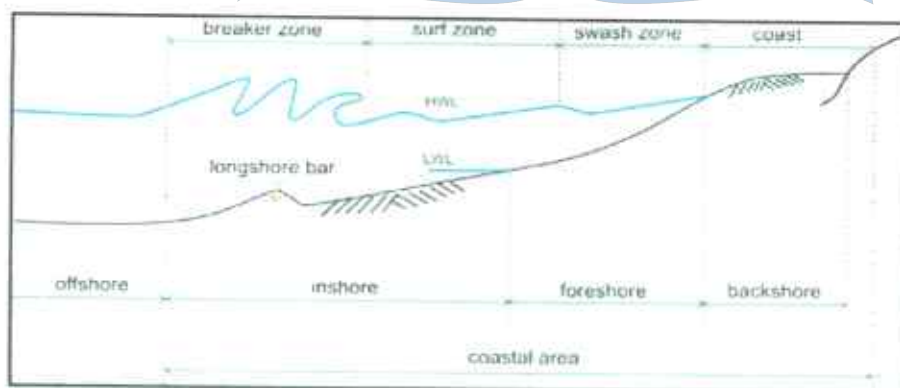


Gambar 1 Definisi dan batasan pantai (Sumber : Triadmodjo, 2011)

Berdasarkan gambar 1 beberapa definisi tentang kepantaian dapat dijelaskan daerah daratan adalah daerah yang terletak di atas dan di bawah permukaan daratan dimulai dari batas garis pasang tertinggi. Daerah lautan adalah daerah yang terletak di atas dan di bawah permukaan laut di mulai dari sisi laut pada garis surut terendah, termasuk dasar laut dan bagian bumi di bawahnya. Garis pantai adalah garis batas pertemuan antara daratan dan air laut, di mana posisinya dan dapat berpindah sesuai dengan pasang surut air laut dan erosi pantai yang terjadi. Sempadan pantai adalah kawasan tertentu sepanjang pantai yang mempunyai manfaat penting untuk mempertahankan kelestarian fungsi pantai.

2. Definisi Pantai Untuk Keperluan Rekayasa/Teknik Pantai

Selain beberapa definisi yang telah disebutkan di atas, perlu juga mengetahui beberapa karakteristik gelombang diantaranya Surf zone, Breaker zone, Swash zone, Offshore, Foreshore, Inshore, Backshore, *Coast*, *Coastal area*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2:



Gambar 2 Definisi Pantai Untuk Keperluan Rekayasa Pantai (Sumber : Triadmodjo, 1999)

Berdasarkan Gambar 2, definisi pantai yang berkaitan dengan karakteristik gelombang sebagai berikut:

- a. Surf zone adalah daerah yang terbentang antara bagian dalam dari gelombang pecah sampai batas naik-turunnya gelombang di pantai.
- b. Breaker zone adalah daerah dimana terjadi gelombang pecah.
- c. Swash zone adalah daerah yang dibatasi oleh garis batas tertinggi naiknya gelombang dan batas terendah turunnya gelombang di pantai.
- d. Offshore adalah daerah dari gelombang (mulai) pecah sampai ke laut lepas.
- e. Foreshore adalah daerah yang terbentang dari garis pantai pada saat surut terendah sampai batas atas dari *uprush* pada saat air pasang tertinggi.
- f. Inshore adalah daerah antara *offshore* dan *foreshore*.
- g. Backshore adalah daerah yang dibatasi oleh foreshore dan garis pantai yang terbentuk pada saat terjadi gelombang badai bersamaan dengan muka air tertinggi.
- h. *Coast* adalah daratan pantai yang masih terpengaruh laut secara langsung, misalnya pengaruh pasang surut, angin laut, dan ekosistem pantai (hutan bakau, *sand dunes*).
- i. *Coastal area* adalah daratan pantai dan perairan pantai sampai

kedalaman 100 atau 150 m (*Sibayama, 1992*).

3. Proses Pantai

Pantai adalah kawasan yang bersifat dinamis karena merupakan tempat pertemuan dan interaksi antara darat, laut, dan udara. Angin dan air bergerak membawa material (sedimen) dari suatu tempat ke tempat yang lain, mengikis dan kemudian mengendapkan lagi di daerah lain secara berkesinambungan. Fenomena tersebut mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk morfologi pantai. Pantai selalu memiliki penyesuaian yang terus menerus menuju keseimbangan alami terhadap dampak yang sering terjadi sehingga mempengaruhi garis pantai. Perubahan garis pantai merupakan salah satu proses yang cukup dinamis dalam dinamika pesisir, seperti halnya juga perubahan delta dan batimetri perairan pantai (*Mills et al., 2005*). Pantai mempunyai pertahanan alami dari serangan arus dan gelombang dimana bentuknya akan terus-menerus menyesuaikan sehingga dapat meminimalkan energi gelombang yang menerpanya. Sistem pertahanan alami ini dapat berupa karang penghalang, atol, sand dune, longshore bar, kemiringan dasar pantai (bakau, api-api, dan sebagainya).

Proses dinamis pantai sangat dipengaruhi oleh *littoral transport*, yang didefinisikan sebagai gerak sedimen di daerah dekat pantai (*nearshore zone*) oleh gelombang arus. Littoral transport dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu transport sepanjang pantai (*longshore-transport*) dan transport tegak

lurus pantai (*onshore-offshore Transport*). Material (pasir) yang di transport disebut dengan *littoral drift* (Triadmodjo, 1999).

Bentuk profil pantai sangat dipengaruhi oleh serangan gelombang, sifat-sifat sedimen seperti rapat massa dan tahanan terhadap erosi, ukuran dan bentuk partikel, kondisi gelombang dan arus, serta bathimetri pantai. Pantai bias terbentuk dari material dasar yang berupa lumpur, pasir atau kerikil (*gravel*). Kemiringan dasar pantai tergantung pada bentuk dan ukuran material dasar. Pantai lumpur mempunyai kemiringan sangat kecil sampai mencapai 1:5000. Kemiringan pantai pasir lebih besar yang berkisar antara 1:20 dan 1:50. Kemiringan pantai berkerikil bias mencapai 1:4 (Triadmodjo, 1999).

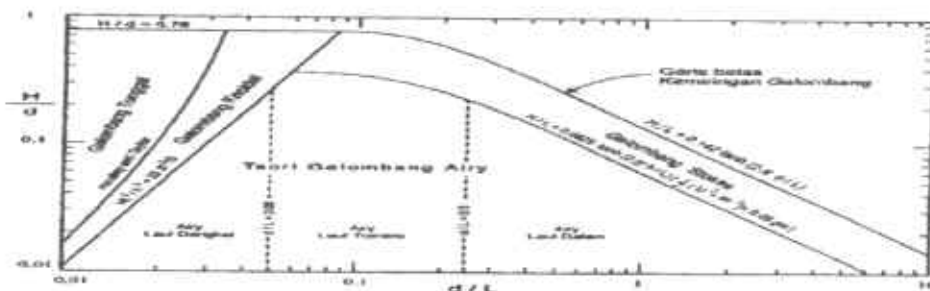
B. Gelombang

1. Pemahaman Dasar Gelombang

Gelombang laut adalah pergerakan naik dan turunnya air laut dengan arah tegak lurus permukaan air laut yang membentuk kurva/grafik sinusoidal (Roni Kurniawan, 2011). Gelombang di laut dapat dibedakan menjadi beberapa macam yang tergantung pada gaya pembangkitnya. Gelombang tersebut adalah 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, dan sebagainya. Gelombang merupakan faktor utama di dalam penentuan tata letak (*layout*) pelabuhan, alur pelayaran, perencanaan bangunan pantai dan sebagainya.

Pada umumnya bentuk gelombang di alam adalah sangat kompleks dan sulit digambarkan secara matematis karena ketidaklinieran, tiga dimensi dan mempunyai bentuk yang random (suatu deret gelombang mempunyai tinggi dan periode yang berbeda). Terdapat beberapa teori yang menggambarkan bentuk gelombang dengan beberapa derajat kekompleksan dan ketelitian untuk menggambarkan kondisi di alam diantaranya adalah teori gelombang linier (teori Airy atau teori gelombang amplitude kecil) dan teori gelombang non-linear diantaranya gelombang Stokes, gelombang Knoidal, gelombang Gerstner, Mich, dan gelombang tunggal (solitary wave). Masing-masing teori tersebut mempunyai batasan keberlakuan yang berbeda. Untuk menentukan batasan pemakaian dari masing-masing teori gelombang pada gambar 3. Pada gambar tersebut penerapan teori gelombang didasarkan pada nilai perbandingan H/d dan d/L (Triatmodjo, 1999).



Gambar 3 Daerah Penerapan Teori Gelombang Fungsi H/d dan d/L (Triatmodjo, 1999)

2. Parameter Gelombang Laut

Teori paling sederhana adalah teori gelombang Airy, yang juga disebut teori gelombang linier atau teori amplitude kecil, yang pertama kali dikemukakan oleh Airy pada tahun 1845. Berdasarkan teori Airy maka gerak gelombang dianggap sebagai kurva sinus harmonis (*sinusoidal progressive wave*), gelombang dapat dijelaskan secara geometris (Triatmodjo, 1999) berdasarkan :

- 1) Tinggi gelombang (H), yaitu jarak antara puncak dan lembah gelombang dalam satu periode gelombang.
- 2) Panjang gelombang (L), jarak antara dua puncak gelombang yang berurutan.

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L_0}\right) \quad (1)$$

Dengan :

L : panjang gelombang

g : gaya grafitasi

T : priode

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:

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

3) Jarak antara muka air rerata dan dasar laut (d) atau kedalaman laut.

Parameter penting lainnya seperti:

- Amplitudo gelombang (A), biasanya diambil setengah tinggi gelombang ($H/2$).
- Periode gelombang (T), yaitu interval waktu yang dibutuhkan antara puncak gelombang (wave crest).
- Frekuensi (f), yaitu jumlah puncak gelombang yang melewati titik tetap per-detik.

Frekuensi berbanding terbalik dengan periode, $f = 1/T$. Satu periode gelombang dapat juga dinyatakan dalam ukuran sudut (θ) = 2π seperti dijelaskan pada Gambar 4.



Gambar 4 Sketsa Definisi Gelombang Linier (Shore Protection Manual volume I, 1984)

Gelombang laut dapat diklasifikasikan dalam beberapa tipe menurut parameter-parameter fisik yang menjadi karakteristik dari gelombang laut. Klasifikasi gelombang agar memudahkan untuk mencari solusi dan formulasi matematikanya. Koutitas (1988).

Tabel 1. Klasifikasi Gelombang Berdasarkan Periode

No	Periode	Panjang Gelombang	Nama
1	0-0,2 detik	Beberapa centimetre	<i>Ripples/Riak</i>
2	0,2-9 detik	Sekitar 130 centimeter	Gelombang Angin
3	9-12 detik	Ratusan meter	<i>Swell</i>
4	15-30 detik	Lebih dari ratusan meter	<i>Long Swell</i>
5	0,5-1 jam	Kurang dari seribu meter	Gelombang Panjang

(Sumber: Koutitas, 1988)

Berdasarkan kedalaman relatif, yaitu perbandingan antara kedalaman air d dan panjang gelombang L , (d/L), gelombang dapat diklasifikasikan menjadi 3 macam yaitu:

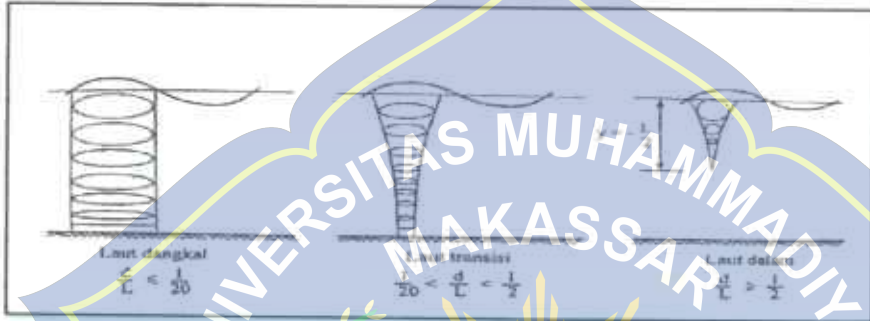
Tabel 2. Batasan Gelombang Air Dangkal, Air Transisi, dan Air Dalam

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

(Sumber: Triatmojo, 1999)

Dalam gelombang terdapat partikel-partikel air yang berubah selama perjalanan dalam gelombang dari laut dalam sampai laut dangkal. Orbit perpindahan partikel berbentuk lingkaran pada seluruh kedalaman di laut dalam. Di laut transisi dan dangkal lintasan partikel berbentuk ellips.

Semakin besar kedalaman bentuk ellipsis semakin pipih, dan di dasar gerak partikel adalah horizontal, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada pada Gambar 5.



Gambar 5 Gerak Orbit Partikel Zat Cair di Laut Dangkal, Transisi dan dalam (Triatmodjo, 1999)

3. Tinggi Gelombang

Gelombang yang menjalar melalui suatu rintangan, sebagian dari energy 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 H_i (CERC, 1984).

Parameter transmisi gelombang adalah suatu koefisien transmisi yang didefinisikan sebagai perbandingan antara tinggi gelombang di belakang bangunan pantai dan tinggi gelombang datang. Tinggi gelombang datang dan gelombang transmisi dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$H_t = \frac{H_{max} + H_{min}}{2} \dots\dots\dots (3)$$

$$H_t = \frac{(H_{\max})_t + (H_{\min})_t}{2} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

- H_i : tinggi gelombang datang
- H_t : tinggi gelombang transmisi
- H_{\max} : tinggi gelombang maksimum
- H_{\min} : tinggi gelombang minimum

Transmisi gelombang H_t adalah tinggi gelombang yang diteruskan setelah melewati struktur model kemudian diukur dengan koefisien transmisi K_t dan di hitung dengan persamaan dibawah ini

$$K_t = \frac{H_t}{H_i} = \sqrt{\frac{E_t}{E_i}} \dots\dots\dots (5)$$

4. Refleksi

Refleksi adalah Gelombang datang yang mengenai /membentur suatu bangnunan akan dipantulkan sebagian atau seluruhnya. Refleksi gelombang terjadi ketika gelombang datang mengenai atu membentur suatu rintangan sehingga kemudian dipantulkan sebagian atau seluruhnya. Tujuan refleksi gelombang sangat penting diketahui dalam perencanaan bangunan pantai, sehingga akan didapatkan keadaan perairan yang relatif tenang pada pelabuhan atau pantai.

Besar kemampuan suatu bangunan pemecah gelombang untuk memantulkan gelombang dapat diketahui melalui koefisien refleksi. Koefisien refleksi adalah perbandingan antara tinggi gelombang refleksi (H_r) dan tinggi gelombang datang (H_i).

Gelombang datang yang membentur suatu bangunan akan di pantulkan sebagian atau seluruhnya, fenomenanya itu disebut gelombang refleksi (H_r) yang dapat diselesaikan dengan persamaan sebagai berikut.

$$H_r = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{2} \quad (6)$$

Sehingga besarnya koefisien Refleksi dapat di hitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$K_r = \frac{H_r}{H_i} \quad (7)$$

Keterangan: H_r : tinggi gelombang datang

K_r : koefisien refleksi

H_i : tinggi gelombang datang

H_{\max} : tinggi gelombang maksimum

H_{\min} : tinggi gelombang minimum

C. Hukum Dasar Model

Konsep dasar permodelan dengan bantuan skala model adalah membentuk kembali masalah atau fenomena yang ada di protitipe dalam skala yang lebih kecil, sehingga fenomena yang terjadi di model akan

sebangun (mirip) dengan yang ada di prototype. Kesebangunan yang dimaksud adalah berupa sebangun geometric, sebangun kinematic 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 bisa berperilaku hampir sama dengan *prototype* pada keadaan sebenarnya di bawah kondisi yang ditentukan. Akan tetapi terdapat kemungkinan hasil dari pemodelan fisik tidak dapat mewakili perilaku *prototype* karena adanya efek dari skala dan faktor laboratorium.

Keserupaan antara *prototype* dengan model fisik dapat diperoleh jika semua faktor yang mempengaruhi reaksi, berbeda 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).

1. Sebangun Kinematik

Sebangun kinematic adalah kesebangunan yang memenuhi kriteria sebangun geometric dan perbandingan kecepatan dan percepatan aliran di dua titik pada model dan prototype pada arah yang sama adalah sama besar.

Menendakan bahwa kecepatan aliran di titik-titik yang sama pada model dan prototipe mempunyai arah yang sama dan sebanding. Pada model tanpa distorsi, perbandingan kecepatan dan percepatan pada semua arah-arrah adalah sama, sedangkan pada model dengan distorsi perbandingan yang sama hanya pada arah tertentu saja, yaitu pada arah vertical atau horizontal. Oleh karena itu pada permasalahan yang menyangkut tiga dimensi sebaiknya tidak menggunakan *distorted* model. Skala kecepatan diberi notasi n_v , skala percepatan n_a , dan skala waktu n_T didefinisikan sebagai berikut.

$$n_L = \frac{v_p}{v_m} = \frac{n_L}{n_T} \text{ untuk kecepatan} \dots\dots\dots (8)$$

$$n_a = \frac{a_p}{a_m} = \frac{n_L}{n_T^2} \text{ untuk percepatan} \dots\dots\dots (9)$$

$$n_Q = \frac{Q_p}{Q_m} = \frac{n_L^2}{n_T} \text{ untuk debit aliran} \dots\dots\dots (10)$$

$$n_T = \frac{T_p}{T_m} \text{ untuk waktu} \dots\dots\dots (11)$$

Dengan :

n_a = skala percepatan

a_p = percepatan prototipe

a_m = percepatan model

n_Q = skala debit

Q_p = debit prototipe

Q_m = debit model

T_p = priode prototipe

T_m = priode model

v_p = kecepatan prototipe

v_m = kecepatan model

n_L = skala pancang

n_T = skala priode

2. Sebangun Geometrik

Sebangun geometrik dipenuhi apabila bentuk model dan prototipe sebangun. Hal ini menyatakan ukuran panjang antara model dan prototipe harus sebanding, jika skala model diberi n_L , maka persamaan akan menjadi berikut (Hughes, 1993).

$$n_L = \frac{L_p}{L_m} \quad (12)$$

Dengan:

n_L = Skala panjang

L_p = Panjang prototipe (m)

L_m = Panjang model (m)

3. Sebangun Dinamik

Sebangun dinamik adalah kesebangunan yang memenuhi kriteria sebangun geometrik, serta perbandingan gaya-gaya yang bekerja pada

model dan prototipe untuk seluruh pengaliran pada arah yang sama adalah sama besar. Hughes (1993), menyatakan bahwa pada bangunan pantai proses fisik yang terjadi dipengaruhi oleh gaya grafitasi. 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 dimaksud sebagai perbandingan gaya inersia terhadap gaya gesek, sebangun dinamik Froude (*Froude number*) yaitu perbandingan inersia dan gaya gravitasi, bilangan Cauchy (*Cauchy Number*) yaitu perbandingan gaya inersia dan gaya elastic serta bilangan Waiber (*Waiber Number*) yaitu perbandingan antara gaya inersia dan gaya tengangan permukaan.

Untuk penelitian refleksi dan transmisi gelombang terhadap gelombang yang merambat banyak dipengaruhi gaya gravitasi sehingga digunakan kesebangunan Froude. 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.

$$F_r = \frac{(\rho L^3) \left(\frac{v^2}{L}\right)}{\rho g L^3} = \frac{v^2}{gL} \dots\dots\dots (13)$$

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

$$n_{Fr} = \frac{n_v}{n_L^{0.5}} \dots \dots \dots (14)$$

$$n_{Fr} = \frac{Fr_p}{Fr_m} = 1 \dots \dots \dots (15)$$

Dengan :

F_r = Gaya rasio

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 :

$$n_L = n_B = n_H = n_d = n_s \dots \dots \dots (16)$$

Sedangkan skala waktu n_T dan skala gravitasi ditulis seperti berikut:

$$n_T = nL^{1/2} \text{ atau } n_T = \sqrt{n_L} \dots \dots \dots (17)$$

Semua gaya-gaya tersebut diatas merupakan fungsi variabel tetap. Variabel yang mempengaruhi gaya-gaya tersebut di klasifikasikan dalam tiga tipe ;

- a. *Linear dimensions* didefinikan sebagai kondisi batas geometrik seperti panjang (L), lebar (B), tinggi (d), dan kedalaman air (H).
- b. *Fluida Properties* disebut sebagai jarak struktur fluida (ρ), viskositas

(μ), tegangan permukaan (λ), dan elastisitas (E).

- c. *Kinematic and dynamic characteristics of flow* disebut sebagai kecepatan aliran (v), intensitas tekanan (p), percepatan gravitasi (g).

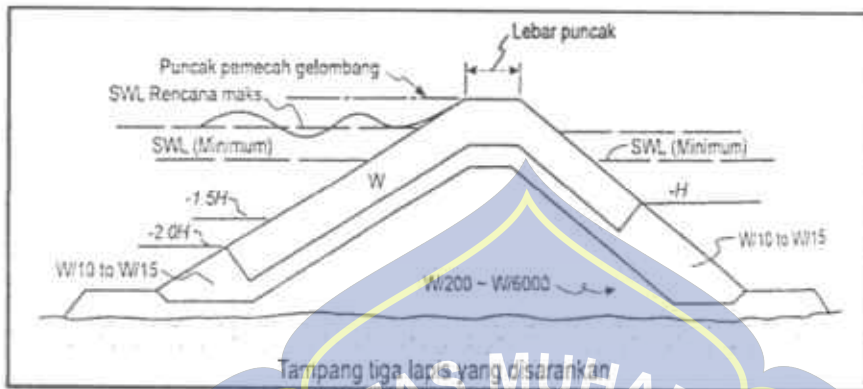
D. Pemecah Gelombang

Pemecah gelombang atau breakwater adalah suatu bangunan pantai yang bertujuan untuk mematahkan/menahan energi gelombang yang datang menuju pantai sehingga karakteristik gelombang yang datang sesuai dengan yang direncanakan/disyaratkan. Bangunan pemecah gelombang pada umumnya digunakan untuk melindungi konstruksi bangunan pantai lainnya seperti pelabuhan, kawasan pantai wisata, dan sebagainya, atau dapat juga digunakan melindungi garis pantai dari bahaya erosi dan sedimentasi.

Pemecah gelombang dapat dibedakan menjadi 3 tipe (Triatmodjo, 1999) yaitu:

1. Pemecah gelombang tipe sisi miring

Pemecah gelombang tipe sisi miring biasanya terbuat dari tumpukan batu alam, gabungan antara batu pecah dan blok beton, batu buatan dari beton dengan bentuk khusus seperti tetrapod, quadripods, tribars, dolos dan sebagainya. Pemecah gelombang tipe ini banyak digunakan di Indonesia, mengingat dasar laut di pantai perairan Indonesia kebanyakan dari tanah lunak. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 6.

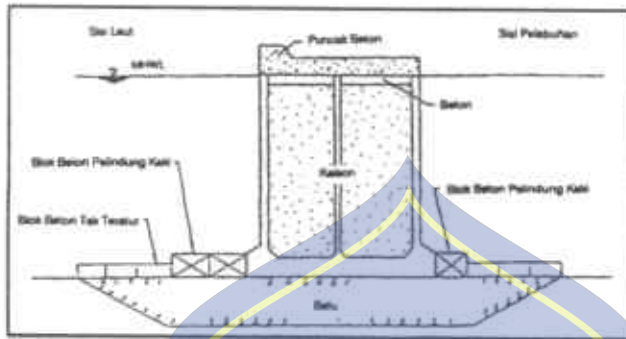


Gambar 6 Pemecah Gelombang Sisi Miring Serangan Gelombang pada Satu Sisi (Triadmodjo, 1999).

2. Pemecah gelombang tipe sisi tegak

Pemecah gelombang tipe sisi tegak biasanya ditempatkan di laut dengan kedalaman lebih besar dari tinggi gelombang, yang akan memantulkan gelombang tersebut. Kedalaman maksimum pemecah gelombang ini masih bisa dibangun antara kedalaman 15-20 meter. Bila lebih besar dari kedalaman tersebut, pemecah gelombang menjadi sangat lebar (Triadmodjo, 2003).

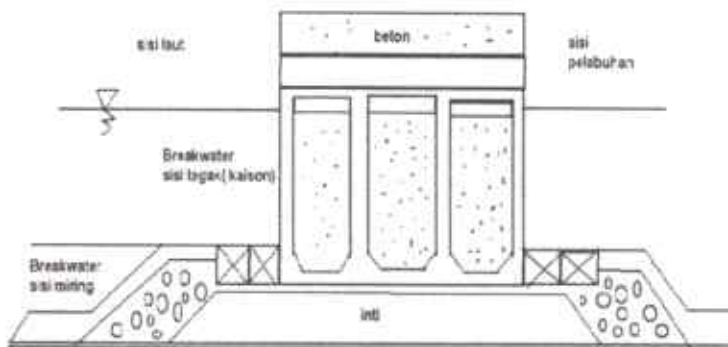
Pemecah gelombang sisi tegak dibuat apabila tanah dasar memiliki daya dukung besar dan tahan terhadap erosi. Pada tanah dasar dengan gaya dukung rendah, dasarnya dari tumpukan batu dibuat untuk menyebarkan beban pada luasan yang lebih besar. Pemecah gelombang sisi tegak dapat dibuat dari blok-blok beton massa yang disusun secara vertical, kaisan beton, turap beton atau baca yang dipancang. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Pemecah Gelombang Tipe Sisi Tegak (Triatmodjo, 2003)

3. Pemecah gelombang tipe campuran

Pemecah gelombang tipe campuran ini terdiri dari pemecah gelombang sisi tegak yang dibuat di atas pemecah gelombang tumpukan batu. Bangunan ini dibuat apa bila kedalaman air sangat besar dan tanah dasar tidak mampu menahan beban dari pemecah gelombang sisi tegak. Pemecah gelombang ini juga harus mampu menahan serangan gelombang pecah. Bahan yang digunakan kombinasi dari kedua tipe pemecah gelombang sebelumnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 8 Pemecah Gelombang Tipe Campuran (Ghina Febriani Khairunnisa, 2016)

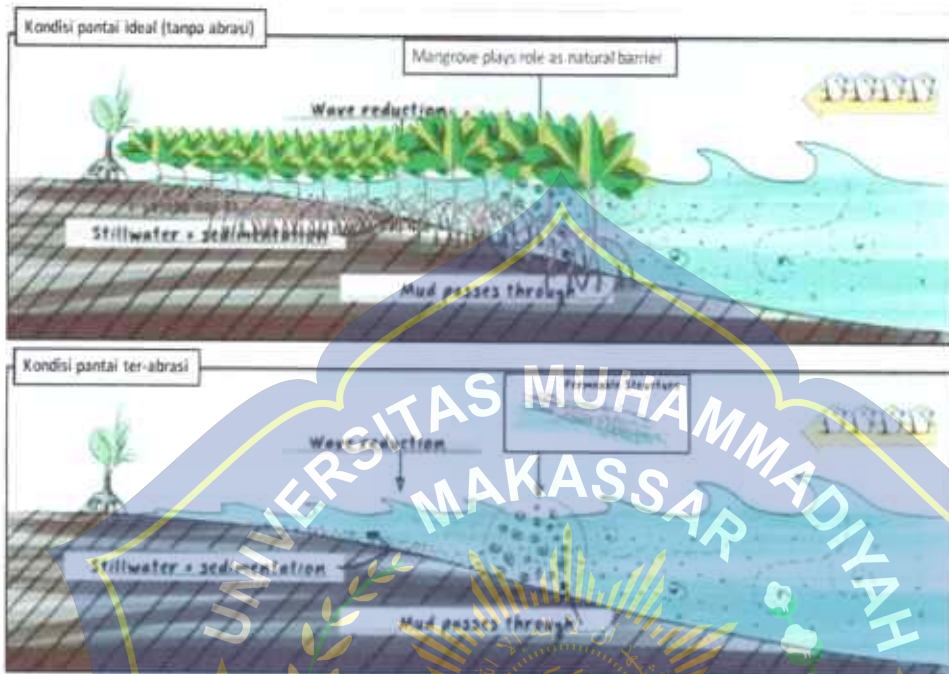
E. Hybrid Engineering

1. Konsep Rekayasa Struktur Hybrid Engineering

Secara alamiah ekosistem di pesisir seperti mangrove memiliki beberapa fungsi seperti akar untuk mengikat sedimen dengan dominan lumpur sehingga mengurangi dampak pengikisan akibat aksi gelombang.

Pada dasarnya perlindungan pantai dengan menggunakan tanaman pelindung seperti mangrove sangat cocok untuk kondisi pantai berlumpur atau lempung, karena ada sebagian pantai berpasir yang tidak memungkinkan untuk ditumbuhi tanaman jenis apapun. Batang mangrove dengan jarak struktur tinggi berfungsi untuk mengurangi atau meredam energi gelombang sehingga dampak hempasannya tidak signifikan dalam mempengaruhi dinamika angkutan sedimen di kawasan pesisir.

Pada saat pelindung pantai alami tersebut hilang ada beberapa pilihan yang dapat diambil untuk perlindungan kawasan pesisir misalnya menggunakan struktur keras/beton (*Gray structure*), opsi struktur alami murni (*Green structure*) dan opsi gabungan antara struktur keras dan struktur alami (*Green-gery structure*). Sejak tahun 2015, Kementerian Kelautan dan Perikanan menerapkan prinsip BwN dalam upaya rehabilitasi ekosistem di kawasan pantai utara Jawa dan di beberapa tempat lainnya di luar Jawa. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 11, tentang konsep dasar struktur hybrid engineering.



Gambar 9 Konsepsi Dasar Struktur Hybrid Engineering Dalam Rehabilitasi Ekosistem dan Kawasan Pantai Terabrasi (Ecoshape Consortium, 2016)

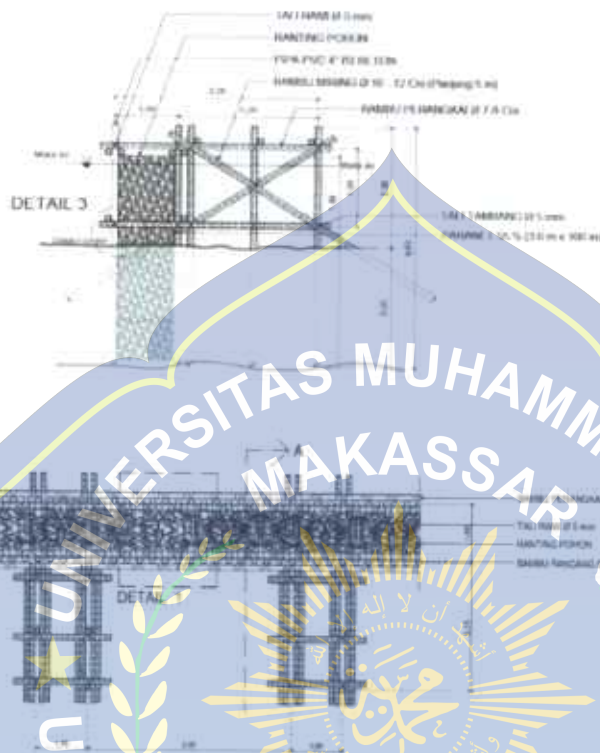
Rekayasa ekosistem yang dilakukan dinamakan *Hybrid Engineering* (HE) dengan membangun struktur lolos air (*Permeabel structure*) dari bahan bambu dan ranting kayu. *Hybrid Engineering* dibangun dengan menggunakan bahan-bahan yang tersedia secara local seperti kayu, bambu, ranting, dan dahan pohon mangrove. Teknik *Hybrid Engineering* diterapkan bentuk petak-petak, yang dibangun secara perlahan tapi pasti untuk mengembalikan tanah yang terabrasi oleh laut.

2. Desain Umum Struktur Hybrid Engineering

Konsep struktur hybrid memberi alternatif untuk beralih dari ketergantungan struktur keras kearah bekerjasama dengan alam untuk ketahanan pesisir. Pendekatan teknologi ini dapat diterapkan dalam berbagai

situasi dan ekosistem. Sejak tahun 2008, program *Building with Nature* telah menerapkan pendekatan *struktur hybrid* dalam beberapa konteks yang berbeda. Rekayasa *hybrid* menggabungkan struktur permeable (untuk memecah gelombang dan menangkap lebih banyak sedimen) dengan teknik rekayasa seperti agitasi pengerukan, yang meningkatkan jumlah sedimen tersuspensi dalam air. Setelah proses erosi berhenti dan garis pantai mulai mengalami akresi, restorasi mangrove dapat berlangsung. Bibit mangrove tidak lagi hanyut oleh arus dan sabuk hijau mangrove dan berperan meredam gelombang dan menangkap sedimen lebih banyak di jangka panjang. Di pesisir kelurahan Trimulyo kecamatan Genuk sudah dibangun struktur struktur hybrid pada tahun 2015. Saat ini sudah banyak sedimen yang terjebak dalam struktur tersebut.

Komponen struktur hbrid engineering pada dasar terdiri dari dua bagian yakni komponen bambu pancang dan ranting pengisi diantara dua pagar bambu. Panjang bambu panjang disesuaikan dengan hasil pengamatan ketebalan lapisan sedimen (lumpur) dan ketinggian pasang surut khususnya ketinggian maksimal pada saat pasang tertinggi sebagai atas pengisian ranting. Kedalaman ideal pengisian ranting adalah masuk sampai batas kedalaman lumpur keras yang dapat digambarkan pada Gambar 10.



Gambar 10 Detail Struktur Hybrid Engineering (Ecoshape Consortium, 2016)

Teknik *struktur hybrid* saat ini semakin banyak diterapkan di seluruh dunia pada wilayah pesisir yang rentan, untuk menggantikan struktur keras dengan cara dan biaya yang lebih efektif. *Struktur hybrid* merupakan konsep inovatif yang berusaha untuk bekerja dengan alam, bukan melawannya. Konsep ini berusaha untuk menggabungkan ilmu teknik sipil (*engineering*) dan proses alam serta sumberdaya, menghasilkan solusi dinamis yang lebih mampu beradaptasi dengan perubahan dengan perubahan keadaan. Beberapa struktur hibrida dapat secara harfiah tumbuh dengan sendirinya dan tidak membutuhkan perbaikan, sebagai contoh struktur yang memfasilitasi pembentukan tanaman hidup atau bivalvia. Struktur seperti ini bias bertambah kuat seiring waktu, karena pohon

mangrove tumbuh dan memperkokoh satu sama lain. Sebaliknya, struktur buatan manusia umumnya menjadi kurang efektif dari waktu ke waktu dan memiliki umur yang terbatas. Selain itu, struktur hibrida dapat memberikan berbagai jasa lingkungan disamping untuk perlindungan pantai, seperti sumber pangan dan regulasi iklim.

3. Komponen Dalam Perencanaan dan Pembangunan Struktur

Prinsip utama dalam struktur hybrid engineering adalah membuat 'jebakan' sedimen di kawasan pesisir yang terabrasi. Pada saat pasang, gelombang datang dengan material lumpur (*suspended material*) akan terbawa ke belakang struktur dan pada saat surut material lumpur tersebut tersimpan atau terkumpul di belakang struktur hybrid engineering. Dalam waktu tertentu, lumpur di belakang struktur hybrid engineering tersebut akan mengisi kembali bagian pantai yang ter-abrasi. Komponen bahan yang dipilih dari material yang tersedia luas di lokasi kegiatan.

Komponen dari struktur hybrid engineering terdiri dari 2 pagar bambu yang dibangun sejajar dengan jarak 0.4 – 1.0 meter. Pagar bambu dibangun dari susunan bambu yang dipancangkan dari dasar laut sampai batas sedimen keras dengan jarak antar bambu ~0.25 m. Tergantung kriteria kestabilan struktur yang diinginkan, susunan bambu panjang bisa diperkuat dengan bambu pengikat yang dipasang melintang melintang 10 – 20 batang bambu yang terlihat pada Gambar 11.



Gambar 11 Contoh Penggunaan Struktur *Hybrid Engineering*

Pada gambar diatas ruang diantara pagar bambu diisi dengan ranting pohon berserat seperti ranting jati, mahoni atau ranting karet dengan diameter besar dari 3 cm tetapi tidak terlalu besar agar susunan ranting bisa maksimal dalam menangkap sedimen.

Efektifitas design perlu di pantau serta dilakukan perbaikan dan penyesuaian setelah satu bulan pembangunan bendungan. Penyesuaian dan perbaikan tersebut dapat berupa adanya lubang di bawah bendungan yang disebabkan oleh air yang mengalir dan mulai mengikis sedimen terbentuknya selokan dalam tepat di sebelah bendungan, berkurangnya semak belukar, longgarnya tali atau kawat pengikat, tiang yang tidak stabil, bagian bendungan yang hilang atau rusak, sedimentasi yang tidak merataan area yang di bendung, daerah luas yang lebih rendah dengan genangan

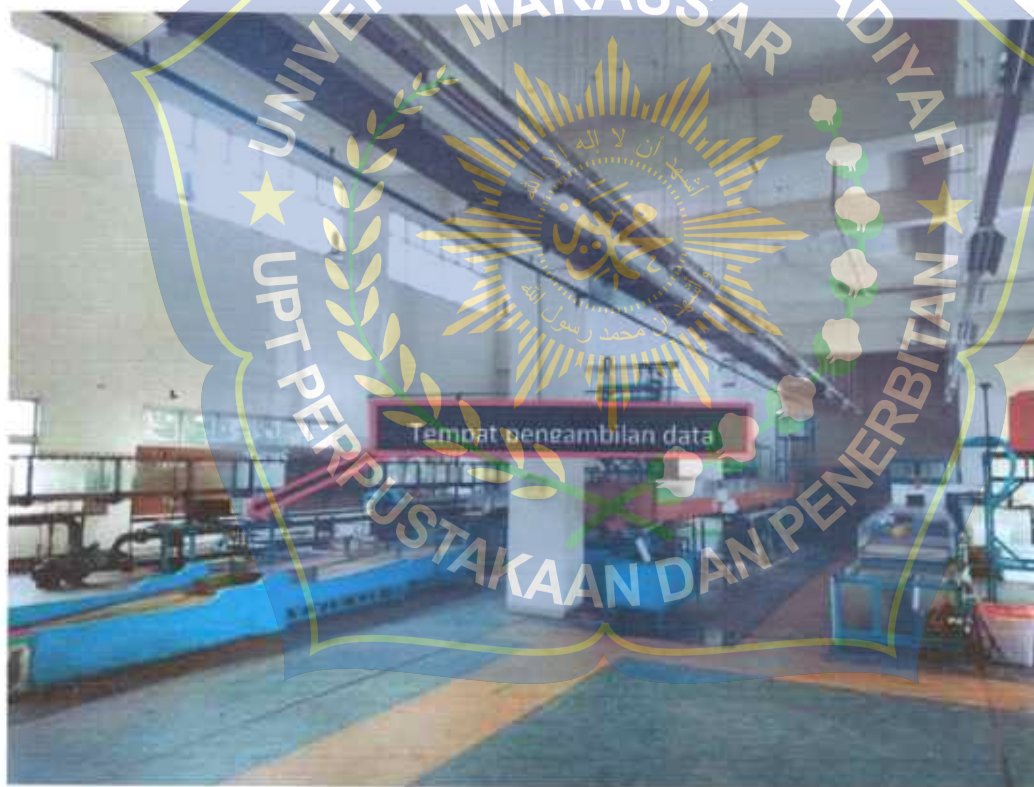
air. Selama pemantauan penting untuk memastikan tiang-tiang kayu masih stabil, kawat pengikat tiang tidak longgar, semak belukar masih mencapai bagian atas tiang. Hal-hal di bawah ini perlu untuk diperiksa dan dilakukan penyesuaian, stabilitas tiang dan ketegangan kawat pengikat 2x setahun, tingkat gulungan belukar 1 tahun sekali, untuk melihat efektifitas design dalam meningkatkan sedimentasi. Pemantauan dilakukan setiap bulan di dalam wilayah yang di bendung pada 5-10 tempat dan di luar kawasan yang di bendung di 10 daerah kontrol.

Semakin banyaknya lumpur yang terperangkap, akan menciptakan lokasi yang ideal untuk tumbuhnya mangrove, pada tahap ini bendungan berikutnya akan dibuat di depan bendungan yang lama dan proses di ulang kembali. Perlahan lahan sedimen akan membentuk gundukan lumpur dan mengembalikan lahan yang hilang, ada akhirnya mangrove yang tumbuh kembali ini yang akan menstabilkan pesisir. Jika berbagai jenis mangrove bisa terus tumbuh dan berkembang, pesisir yang abrasi akan kembali seperti semula.

BAB III METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Teknik Pantai Departemen Teknik Sipil Universitas Hasanuddin, yang bertempat di kec. Somba opu, kab. Gowa, yang berlangsung selama 5 bulan.



Gambar 12 Laboratorium hidrolika Universitas Hasanuddin

B. Jenis Penelitian dan Sumber Data

Jenis penelitian yang digunakan adalah Eksperimental, dimana kondisi tersebut dibuat dan diatur oleh peneliti dengan mengacu pada

literature-literatur yang berkaitan dengan penelitian tersebut, serta adanya kontrol. Yang bertujuan untuk menyelidiki ada tidaknya hubungan sebab akibat serta agar dapat mengetahui seberapa besar hubungan sebab akibat tersebut dengan memberikan perlakuan-perlakuan tertentu pada ekperimental dan menyelidiki kontrol untu pembandingnya.

Pada penelitian ini akan menggunakan dua sumber data yaitu :

1. Data primer yaitu data yang diperoleh langsung dari simulasi model fisik di laboratorium berupa tinggi gelombang H_{max} dan H_{min} .
2. Data Sekunder yaitu data yang diperoleh dari berbagai literature dan hasil penelitian yang telah ada, baik yang telah dilakukan di laboratorium maupun di tempat lain yang berkaitan dengan Hybrid Engineering.

C. Bahan dan Alat

Terdapat tiga langkah penelitian yang dilakukan, yaitu pengambilan data lapangan, data analisa sampel sedimen di laboratorium, dan pengolahan data. Berikut adalah bahan dan alat yang di gunakan selama penelitian berlangsung.

a. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah :

- 1) Potongan stik kayu



Gambar 13 Potongan stik kayu

2) Lem lilin



Gambar 14 Lem lilin

3) Lem kaca



Gambar 15 Lem Kaca

4) Plat besi



Gambar 16 Plat Besi

b. Alat – alat yang digunakan dalam penelitian adalah :

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



Gambar 17 Alat pengambilan data lapangan

2. Unit pembangkit gelombang

Adapun mesin pembangkit gelombang dari mesin utama yaitu,

- A. Stourke
- B. Pulley
- C. Flap
- D. Panel kontrol

Dimana fulley berfungsi untuk mengatur priode atau waktu yang langsung berhubungan ke putaran piringan stroke hingga menggerakkan flap dan menghasilkan gelombang.





Gambar 18 Unit pembangkit gelombang

3. Venturi flume

Sebagai alat untuk menyelidiki karakteristik aliran



Gambar 19 Venturi flume

4. Wave monitor dan probe

Sebagai alat untuk mengetahui tinggi dan panjang gelombang



Gambar 20 Wave monitor dan probe

5. Penggaris siku

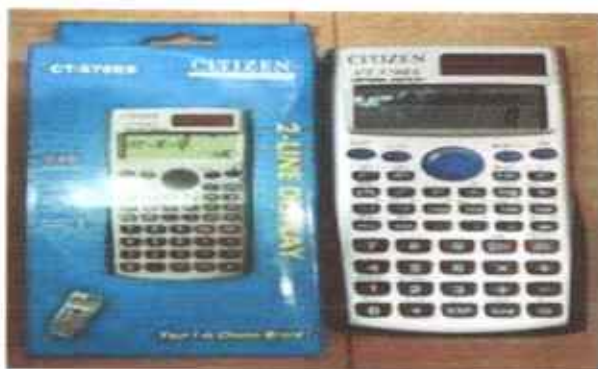
Sebagai alat pengukur batangan stik kayu untuk di potong



Gambar 21 Penggaris siku

6. Kalkulator

Sebagai alat untuk menghitung dan menentukan jarak probe



Gambar 22 Kalkulator

7. Lem tembak

Sebagai alat untuk mempermudah dalam merekatkan model menggunakan lem lilin



Gambar 23 Lem tembak

8. Mistar taraf

Sebagai alat yang di tempelkan pada dinding saluran untuk mengetahui tinggi muka air



Gambar 24 Mistar taraf

9. Palu

Sebagai alat untuk menancapkan paku sebagai pebatas model pada saat pembuatan



Gambar 25 Palu

10. Kamera

Sebagai alat untuk mendokumentasikan penelitian ini



Gambar 26 Kamera

11. Bor

Sebagai alat untuk melubangi plat besi yang digunakan untuk meletakkan model



Gambar 27 Bor

12. Gurinda (pemotong)

sebagai alat untuk memotong batangan stik kayu sesuai ukuran yang ditentukan



Gambar 28 Gurinda (Pemotong)

13. Alat tulis

Sebagai alat untuk menandai batangan stik kayu yang akan di potong.

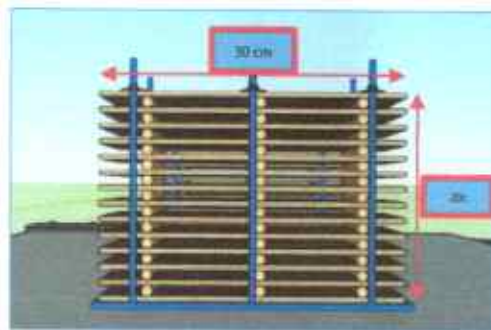


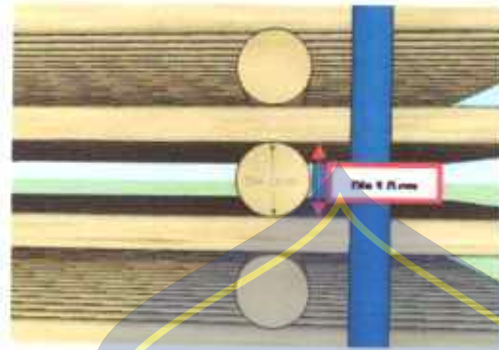
Gambar 29 Alat Tulis

D. Desain Penelitian

Sebelum melakukan desain penelitian, terlebih dahulu kita mendesain model berdasarkan variable yang akan diteliti. Desain atau perancangan model hybrid engineering gelombang didasarkan pada beberapa spesifikasi yaitu berdasarkan pertimbangan fasilitas di laboratorium. Model Hybrid engineering tersebut dari bahan kayu dengan panjang (L) 10 cm, diameter (d) 0,5 cm dan 1,0 cm, tinggi (H) 20 cm, dan lebar 30 cm.

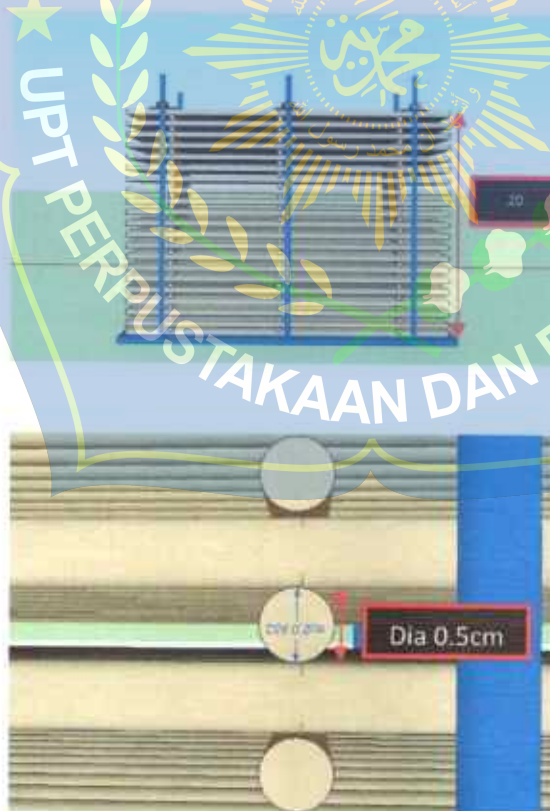
- a. Berikut adalah model hybrid engineering dengan jarak struktur 1,0 cm dan diameter rakit 0,5 cm.





Gambar 30 Model hybrid engineering diameter jarak struktur (d) 1,0 cm.

- b. Berikut adalah model hybrid engineering dengan jarak struktur 0,5cm dan diameter rakit 0,5 cm.



Gambar 31 Model Hybrid engineering diametr (d) 0,5

- c. Berikut adalah model rakit hybrid engineering sebelum di susun setinggi 20cm. dimana stik kayu di susun secara horizontal sebanyak kurang lebih 20 stik hingga memiliki lebar 10cm



Gambar 32 Model rakit Hybrid engineering

E. Karakteristik gelombang

Karakteristik gelombang yang dihasilkan oleh flap terdiri dari dua priode dan dua tinggi gelombang. Untuk tinggi gelombang di kontrol melalui posisi storke yang langsung mengatur pergerakan flap pembangkit gelombang, untuk Priode gelombang ini dikontrol melalui putaran pulley, sedangkan tinggi gelombang diatur pada kedalaman 20 cm dan 25 cm.

adapun table karakteristik gelombang seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 3. Karakteristik Gelombang

kedalaman air (D)	periode gelombang (T)	tinggi gelombang (cm)	
(cm)	(detik)	styrke	
20	pulley 1	1,1	4
		1,3	6
	pulley 2	1,1	4
		1,3	6
25	pulley 1	1,1	4
		1,3	6
	pulley 2	1,1	4
		1,3	6

F. Variabel penelitian

Sesuai dengan tujuan penelitian yang telah di paparkan pada pembahasan sebelumnya, maka variabel bebasnya adalah:

- Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi variabel lain diantaranya kedalaman air (d), periode (T), jarak kecepatan (x), tinggi gelombang maksimal (H_{\max}), dan tinggi gelombang minimal (H_{\min}).
- Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi variabel lain diantaranya panjang gelombang (L), dan tinggi gelombang (H)

G. PROSEDUR PENELITIAN

Tahapan pelaksanaan penelitian ini yaitu: pertama-tama sebelum melakukan penelitian, terlebih dahulu mempelajari literatur (jurnal dan buku) yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan sehingga dapat

diketahui parameter atau variabel penelitian.

Selanjutnya dilakukan persiapan alat yang akan digunakan seperti: flume, alat pembangkit gelombang, model hybrid engineering, wafe minitor dan probe, komputer, kamera dan mistar taraf. Uji laboratorium ini kami lakukan untuk mengetahui pengaruh jarak struktur model hybrid engineering terhadap tinggi dan panjang gelombang setelah gelombang menghantam model yang kami buat.

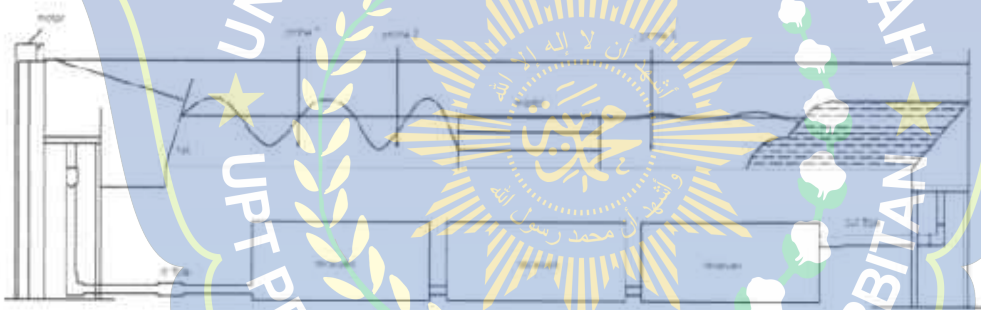
Model hybrid yang digunakan pada percobaan ini ada dua macam, dan memiliki ukuran lebar 30cm, tinggi 20cm, panjang 10cm. adapun jarak struktur yang di gunakan yaitu 0,5cm dan 1,0cm. kemudian model hybrid yang pertama diletakkan pada dasar flume,

Flume yang di gunakan pada percobaan ini memiliki panjang 15 m, lebar saluran 0.30 m, dan tinggi saluran 0,46 m. pada percobaan ini flume diisi dengan air setinggi 20cm dan 25cm untuk setiap model, setelah flume terisi dengan air, kemudian komputer dan wafe monitor di aktifkan untuk mengambil data, setelah itu barulah mesin pembangkit gelombang dinyalakan.

H. Metode Pengambilan Data

Setelah model hybrid engineering di pasang pada flume dan flume telah di isi dengan air menggunakan mesin pompa pada flume dengan menekan tombol pomp start pada panel kontrol hingg kedalaman yang telah

ditentukan kemudian menekan tombol pump stop pada panel kontrol untuk menghentikan mesin mengisi air pada flume, selanjutnya nyalakan PC dan wafe monitor kemudian letakkan probe pada posisi yang telah di tentukan, atur jarak stroke yang telah di tentukan (4 & 6) serata atur variasi priode yang telah di tentukan pula ($T_1 = 1,1$ detik dan $T_2 = 1,3$ detik) yaitu dengan memutar pulley pada mesin utama. Untuk penempatan model dapat dilihat pada Gambar 34.



Gambar 33 Penempatan model di antara probe 1,2 dan 3 (Riswal Karama, et al., 2019)

Setelah semua komponen siap, maka running dimulai dengan membangkitkan gelombang yaitu dengan menyalakan mesin dengan menekan tombol wave maker start yang terdapat pada panel kontrol yang membuat flap bergerak hingga menghasilkan gelombang.

Selanjutnya pembacaan tinggi dan panjang gelombang di depan dan di belakan model hybrid engineering di dapat dari hasil pembacaan masing msing probe yang telah di pasang sesuai dengan posisi yang telah di tentukan, setelah pengambilan data telah di rekam pada menggunakan PC, selanjutnya

matikan mesin pembangkit gelombang dengan menekan tombol wavemaker stop pada panel kontrol. Adapun tabel pengambilan data dapat dilihat pada tabel simulasi berikut.

Tabel 4. Simulasi Pengambilan Data

Jarak struktur (m)	k (m)	T (detik)	S	Probe 1		Probe 2		Probe 3	
				H _{max}	H _{min}	H _{max}	H _{min}	H _{max}	H _{min}
0.005	0.20	1.1	4						
			6						
		4							
	0.25	1.3	4						
			6						
		4							
0.01	0.20	1.1	4						
			6						
		4							
	0.25	1.3	4						
			6						
		4							

Setelah data telah di rekam pada PC, kemudia data di konversi kedalam bentuk Microsoft exel yang selanjutnya akan di olah.

I. Metode analisis Data

Dalam penelitian ini, data tinggi dan panjang gelombang yang dihasilkan dalam pengamatan kemudian di analisis dengan menggunakan persamaan yang telah dibahas pada bab sebelumnya sesuai dengan tujuan penelitian ini.

Untuk Panjang gelombang (L), jarak antara dua puncak gelombang yang berurutan.

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

Dengan menggunakan cara literasi maka persamaan diatas dapat diselesaikan untuk menentukan panjang gelombang (L). Pada persamaan diatas diperlukan panjang gelombang awal (L_0) dengan menggunakan persamaan berikut:

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

Sedangkan untuk Tinggi gelombang datang dan gelombang transmisi dapat dihitung dengan persamaan berikut:

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

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

Dimana :

H_i : tinggi gelombang datang

H_t : tinggi gelombang transmisi

H_{\max} : tinggi gelombang maksimum

H_{\min} : tinggi gelombang minimum

Transmisi gelombang H_t adalah tinggi gelombang yang diteruskan setelah melewati struktur model kemudian diukur dengan koefisien transmisi K_t dan di hitung dengan persamaan dibawah ini

$$K_t = \frac{H_t}{H_i} = \sqrt{\frac{E_t}{E_i}}$$

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

Gelombang datang yang membentur suatu bangunan akan di pantulkan sebagian atau seluruhnya, fenomena itu disebut gelombang refleksi (H_r) yang dapat diselesaikan dengan persamaan sebagai berikut.

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

Sehingga besarnya koefisien Refleksi dapat di hitung dengan persamaan sebagai berikut:

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

Dimana: H_r : tinggi gelombang datang

K_r : koefisien refleksi

H_i : tinggi gelombang datang

H_{\max} : tinggi gelombang maksimum

H_{\min} : tinggi gelombang minimum

J. Flowchart Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan sesuai dengan bagan alir pada Gambar berikut ini:



Gambar 34 Flowchart

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Hasil penelitian yang telah dilakukan di laboratorium hidrolika Universitas Hasanuddin adalah sebagai berikut:

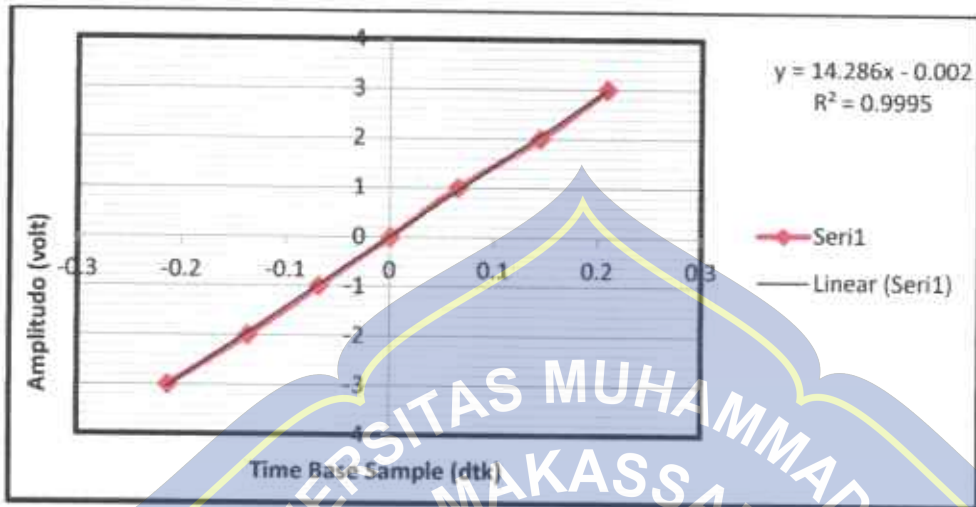
1. Kalibrasi Alat (Probe)

Kalibrasi alat adalah pengecekan dan pengaturan akurasi dari alat ukur, kalibrasi alat atau probe dilakukan agar data pengamatan tinggi gelombang yang dihasilkan akurat. Adapun kalibrasi alat yang dilakukan pada masing-masing kedalaman (d) yaitu pada kedalaman 0,20 m dan kedalaman 0,25 m.

a. Kalibrasi Probe pada kedalaman 0,20 m

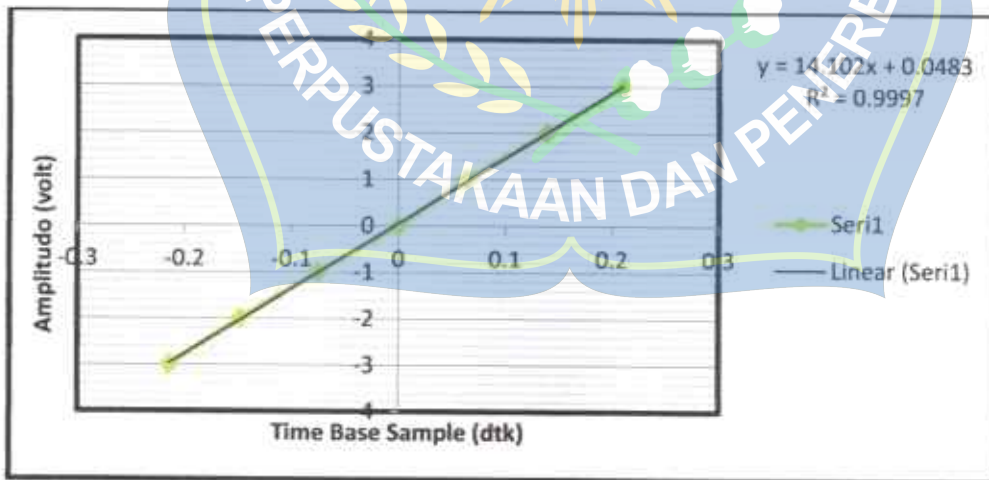
Tabel 5. kalibrasi probe pada kedalaman (d) 0.20 m

(d)	Probe 1		Probe 2	
	X	Y	x	y
0.20 m	0.209	3	0.210	3
	0.144	2	0.139	2
	0.065	1	0.064	1
	0	0	0	0
	-0.068	-1	-0.075	-1
	-0.136	-2	-0.148	-2
	-0.213	-3	-0.214	-3



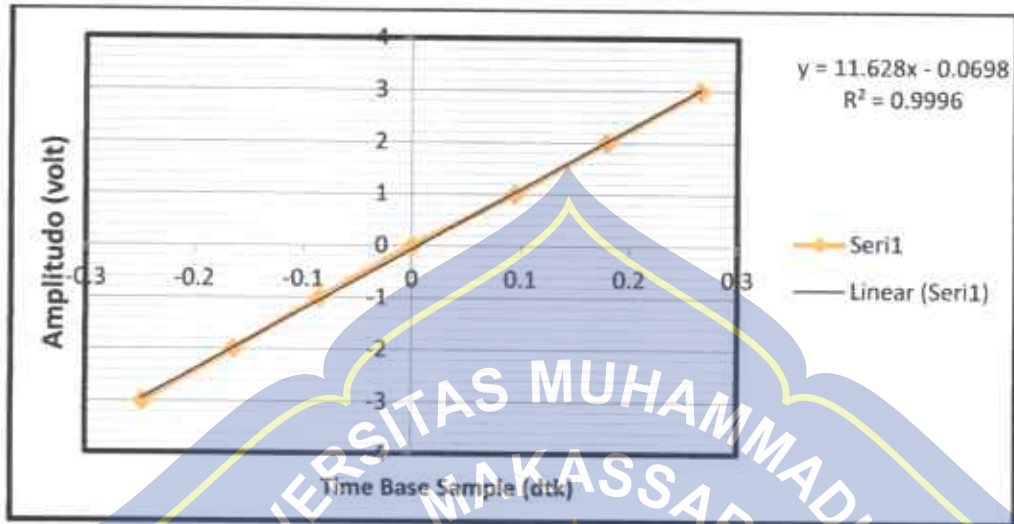
Gambar 35 Hasil Kalibrasi Probe 1 Kedalaman (d) 0.20 m

Dari gambar 35 grafik di atas menjelaskan besaran amplitudo terdistribusi secara linear seiring dengan semakin meningginya letak lubang yang ada pada batang probe.



Gambar 36 Hasil Kalibrasi Probe 2 Kedalaman (d) 0.20 m

Dari gambar 36 grafik di atas menjelaskan besaran amplitudo terdistribusi secara linear seiring dengan semakin meningginya letak lubang yang ada pada batang probe.



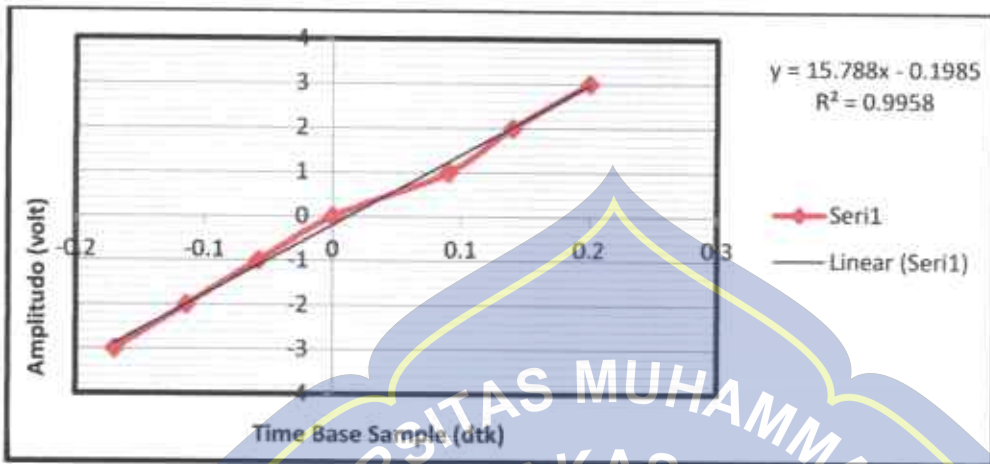
Gambar 37 Hasil Kalibrasi Probe 3 Kedalaman (d) 0.20 m

Dari gambar 37 grafik di atas menjelaskan besaran amplitudo terdistribusi secara linear seiring dengan semakin meningginya letak lubang yang ada pada batang probe.

b. Kalibrasi Probe pada kedalaman 0,25 m

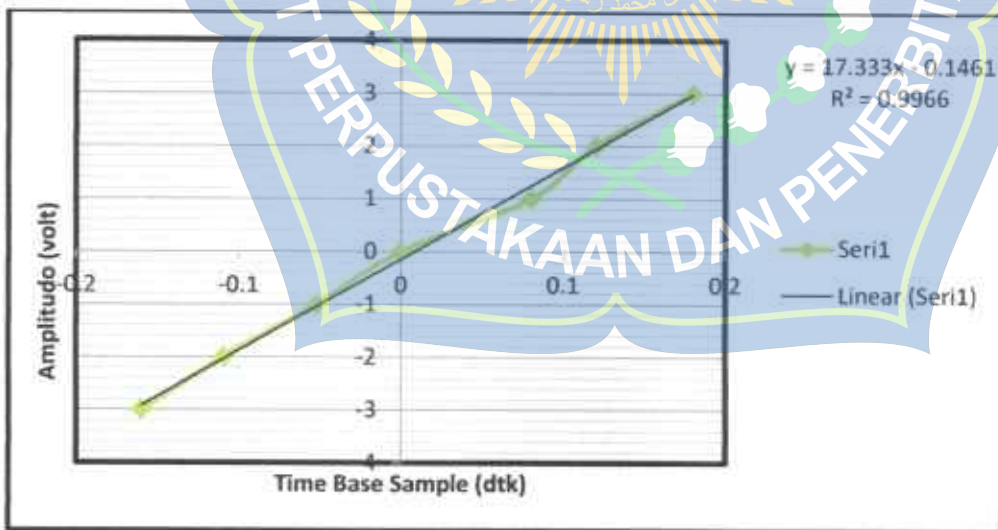
Tabel 6. Kalibrasi probe pada kedalaman (d) 0.25 m

(d)	Probe 1		Probe 2	
	x	y	X	y
0.25 m	0.200	3	0.180	3
	0.14	2	0.12	2
	0.09	1	0.08	1
	0	0	0	0
	-0.058	-1	-0.052	-1
	-0.114	-2	-0.109	-2
	-0.17	-3	-0.16	-3



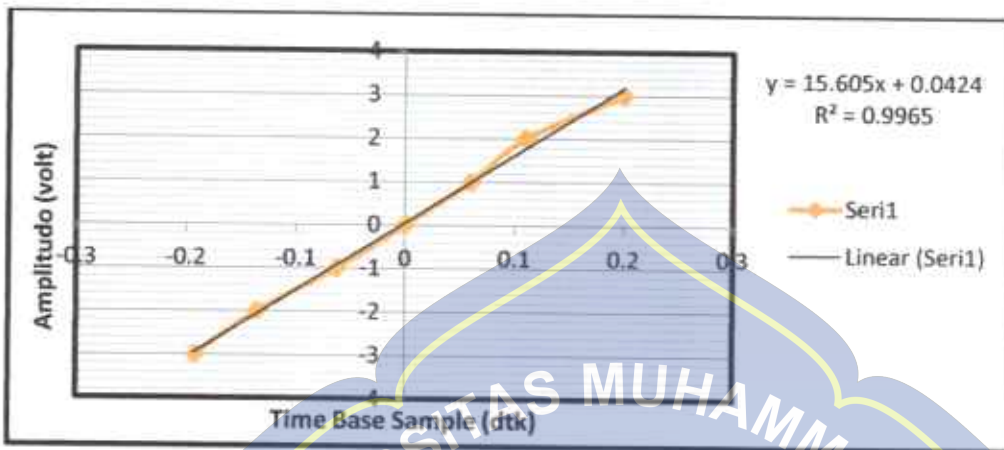
Gambar 38 Hasil Kalibrasi Probe 1 Kedalaman (d) 0.25 m

Dari gambar 38 grafik di atas menjelaskan besaran amplitudo terdistribusi secara linear seiring dengan semakin meningginya letak lubang yang ada pada batang probe.



Gambar 39 Hasil Kalibrasi Probe 2 Kedalaman (d) 0.25 m

Dari gambar 39 grafik di atas menjelaskan besaran amplitudo terdistribusi secara linear seiring dengan semakin meningginya letak lubang yang ada pada batang probe.



Gambar 40 Hasil Kalibrasi Probe 3 Kedalaman (d) 0,25 m

Dari gambar 40 grafik di atas menjelaskan besaran amplitudo terdistribusi secara linear seiring dengan semakin meningkatnya letak lubang yang ada pada batang probe.

2. Data Hasil Penelitian

Pada bab ini akan dibahas data hasil penelitian yang diperoleh dari pengamatan yang telah dilakukan dari masing-masing variasi jarak kerapatan yang berupa tinggi gelombang maksimum (H_{max}) dan tinggi gelombang minimum (H_{min}) dari masing-masing probe 1, probe 2 dan probe 3. Data hasil penelitian yang telah diperoleh pada masing-masing kedalaman (d) yaitu kedalaman 0,20 m dan kedalaman 0,25 m. Setiap kedalaman (d) masing-masing terdiri dari 2 variasi periode (T) yaitu periode 1,1 detik dan 1,3 detik. Setiap periode (T) di uji dalam 2 stroke (s) yaitu strok 4 dan strok 6. Adapun data hasil pengamatan untuk jarak struktur (X_1) = 0,005 m dan jarak struktur (X_2) = 0,010 m dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 7. Hasil Pengamatan Model Hybrid Engineering untuk Jarak struktur 0.005 m dan 0.01 m

Jarak kerapatan (x)	(d)	(T)	L	Probe 1			Probe 2			Probe 3		
				Stroke atas	Stroke bawah	Hmax	Stroke atas	Stroke bawah	Hmin	Stroke atas	Stroke bawah	H
0.005	0.20	1.1	1.3686	0.0332	0.0431	0.0763	0.0188	0.0171	0.0358	0.0123	0.0174	0.0297
			1.3686	0.0444	0.0329	0.0773	0.0177	0.0188	0.0364	0.0138	0.0150	0.0288
			1.6749	0.0424	0.0314	0.0738	0.0191	0.0146	0.0338	0.0130	0.0187	0.0317
		1.3	1.6749	0.0499	0.0241	0.0740	0.0178	0.0163	0.0341	0.0182	0.0128	0.0310
			1.4826	0.0470	0.0340	0.0810	0.0146	0.0235	0.0381	0.0126	0.0132	0.0258
			1.4826	0.0323	0.0494	0.0818	0.0168	0.0225	0.0391	0.0121	0.0124	0.0245
	0.25	1.1	1.8321	0.0395	0.0391	0.0786	0.0193	0.0172	0.0365	0.0127	0.0160	0.0287
			1.8321	0.0456	0.0333	0.0789	0.0200	0.0180	0.0380	0.0122	0.0153	0.0275
			1.8321	0.0378	0.0377	0.0755	0.0120	0.0243	0.0362	0.0186	0.0142	0.0328
		1.3	1.3686	0.0372	0.0397	0.0769	0.0172	0.0195	0.0367	0.0134	0.0180	0.0314
			1.6749	0.0349	0.0389	0.0737	0.0184	0.0166	0.0350	0.0178	0.0168	0.0346
			1.6749	0.0370	0.0373	0.0743	0.0168	0.0189	0.0357	0.0170	0.0167	0.0337
0.01	0.20	1.1	1.4826	0.0474	0.0339	0.0814	0.0138	0.0260	0.0398	0.0129	0.0161	0.0290
			1.4826	0.0433	0.0387	0.0820	0.0114	0.0286	0.0401	0.0141	0.0136	0.0277
			1.8321	0.0386	0.0392	0.0777	0.0161	0.0214	0.0375	0.0154	0.0148	0.0301
	1.3	1.8321	0.0397	0.0399	0.0796	0.0142	0.0248	0.0390	0.0172	0.0119	0.0291	

B. Analisis Data

1. Panjang Gelombang

Dalam penentuan panjang gelombang dapat dilakukan dengan menggunakan dua cara, adapun cara-cara tersebut yaitu dengan pengukuran secara langsung dan melalui metode iterasi dari persamaan panjang gelombang yang ada. Pada pengukuran langsung dapat dilakukan di laboratorium dengan mengukur panjang gelombang secara langsung menggunakan alat ukur meteran. Sedangkan pada metode iterasi dilakukan dengan menggunakan data periode yang ditentukan pada saat pra-penelitian. Pada penelitian ini menggunakan metode iterasi dengan persamaan dengan dua periode (T), yaitu periode (T) = 1,1 detik dan periode (T) = 1,3 detik.

Diketahui : Kedalaman Air (d) = 0,20 m

$$\text{Periode } (T) = 1,1 \text{ detik}$$

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

$$L_0 = 1,56 \times (T_{1,1}^2)$$

$$= 1,56 \times 1,21$$

$$= 1,8876 \text{ m}$$

$$d/L_0 = \frac{0,20 \text{ m}}{1,8876 \text{ m}}$$

$$d/L_0 = 0,1059$$

$$d/L = 0,15473 + \frac{0,1159 - 0,1150}{0,1160 - 0,1150} (0,15388 - 0,15473)$$

$$d/L = 0.14613$$

$$L = \frac{d}{d/L}$$

$$L = \frac{0,20}{0,14613}$$

$$L = 1.36863 \text{ m}$$

Untuk hasil perhitungan panjang gelombang selanjutnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 8. Panjang Gelombang

Kedalaman Air (d) (m)	Periode Gelombang (T) (detik)	Panjang Gelombang (L) (m)
0.20	1.1	1.36863
	1.3	1.67489
0.25	1.1	1.48260
	1.3	1.83208

2. Data Tinggi Gelombang (H_{max} dan H_{min})

Pengukuran tinggi gelombang pada penelitian ini dilakukan pada 3 titik, yaitu titik 1 dan titik 2 berada di depan model dan untuk titik 3 berada di belakang model. Data utama yang diamati dan dicatat selama pengujian di laboratorium adalah tinggi gelombang di depan dan di belakang model. Adapun hasil dari pencatatan penelitian tinggi gelombang di setiap titik

lokasi diambil nilai tinggi gelombang maksimum (H_{\max}) dan tinggi gelombang minimum (H_{\min}).

Pencatatan menggunakan alat ukur berupa probe (concret meter) dengan mengumpulkan data tinggi gelombang H_{\max} dan H_{\min} kemudian dikonversikan ke dalam computer sehingga terlihat data tinggi gelombang H_{\max} dan H_{\min} .

3. Gelombang Datang (H_i)

Tinggi gelombang datang (H_i) yang dihasilkan oleh pemecah gelombang tergantung berapa besar tinggi gelombang maksimum (H_{\max}) dan tinggi gelombang minimum (H_{\min}) yang didapatkan dari bagian depan pemecah gelombang tersebut, hal ini berdasarkan landasan teori yakni besarnya gelombang datang sama dengan H_{\max} dijumlahkan dengan H_{\min} kemudian hasil penjumlahannya dibagi 2. Hasil pembangan tersebut merupakan besar tinggi gelombang datang (H_i) dapat dirumuskan dengan menggunakan persamaan (3). Salah satu contoh perhitungan tinggi gelombang datang (H_i) pada kedalaman 0,20 m jarak struktur 0,5, priode 1,1 dtk, stroke 4 pada model hybrid engineering. Diketahui nilai H_{\max} : 0.0763, H_{\min} : 0.0358 gelombang datang (H_i) sebagai berikut:

$$H_i = \frac{0.0763 + 0.0358}{2}$$

$$H_i = 0.0561 \text{ m}$$

4. Gelombang Refleksi (H_r)

Gelombang datang yang membentur suatu bangunan akan di pantulkan sebagian atau seluruhnya, fenomena itu disebut gelombang refleksi (H_r) yang dapat diselesaikan dengan persamaan (6). Salah satu contoh perhitungan gelombang refleksi (H_r) pada kedalaman 0,20 m jarak struktur 0,5, priode 1,1 dtk, stroke 4 pada model hybrid engineering. Diketahui nilai H_{\max} : 0,0763, H_{\min} : 0,0358 gelombang refleksi (H_r) sebagai berikut:

$$H_r = \frac{0,0763 - 0,0358}{2}$$

$$H_r = 0,0202 \text{ m}$$

Sehingga besarnya koefisien refleksi (K_r) berdasarkan teori pada Bab II, dihitung berdasarkan persamaan (7). Salah satu contoh perhitungan refleksi gelombang pada model hybrid engineering kedalaman 0,20 m jarak struktur 0,5, priode 1,1 dtk, stroke 4 diketahui nilai H_r : 0,0202, H_i : 0,0561 koefisien refleksi (K_r) sebagai berikut:

$$K_r = \frac{0,0202}{0,0561}$$

$$K_r = 0,3609 \text{ m}$$

5. Gelombang Transmisi (H_t)

Gelombang yang bergerak menerus melewati struktur atau model yang di pasang dan akan di transmisikan, sehingga terdapat sisa-sisa energy gelombang yang terjadi setelah melewati sruktur tersebut. Tinggi gelombnag

transmisi (H_t) dapat diselesaikan dengan persamaan (4). Salah satu contoh perhitungan gelombang transmisi debelakang model pada kedalaman 0,20 m jarak struktur 0,5, priode 1,1 dtk, stroke 4 pada model hybrid engineering. Diketahui nilai H_{\max} : 0,0123, H_{\min} : 0.0174 gelombang transmisi (H_t) sebagai berikut:

$$H_t = \frac{0.0123 + 0.0174}{2}$$

$$H_t = 0.0149$$

Sehingga besarnya koefisien transmisi (K_t) berdasarkan landasan teori pada bab 2, dihitung dengan menggunakan persamaan (5). Salah satu contoh perhitungan koefisien Transmisi gelombang pada kedalaman 0,20 m jarak struktur 0,5, priode 1,1 dtk, stroke 4 pada model hybrid engineering diketahui nilai H_t : 0.0149, H_i : 0.0561 koefisien transmisi (K_t) sebagai berikut

$$H_t = \frac{0.0149}{0.0561}$$

$$K_t = 0.2649 \text{ m}$$

6. Kecuraman Gelombang (H_i/L)

Berikut adalah contoh perhitungan nilai kecuraman gelombang sebagai berikut dimana nilai tinggi gelombang datang H_i : 0,0561 nilai panjang gelombang L : 1,3686 maka:

$$\frac{H_i}{L} = \frac{0,0561}{1,3686}$$

$$= 0,0410 \text{ m}$$

Tabel 9. Hasil Rekapitulasi Perhitungan Pada Jarak Jarak struktur 0,5 cm dan 1,0 cm

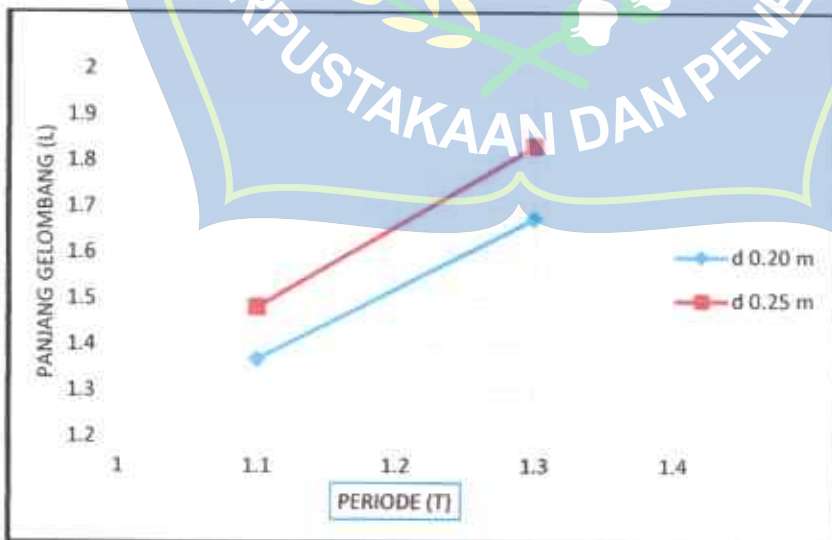
Jarak Struktur (s)	(d)	(T)	L	Struktur						H ₁	H _r	H ₁	H _{1L}	H _d	K _r	K _d				
				Proje 1	Proje 2	Proje 3	Struktur	Struktur	Struktur											
0,005	0,20	L1	m	1,3686	0,0332	0,0431	0,0763	0,0188	0,0171	0,0358	0,0123	0,0271	0,0297	0,0561	0,0202	0,0149	0,0410	0,0210	0,3609	0,2649
				1,3686	0,0444	0,0329	0,0173	0,0177	0,0188	0,0364	0,0138	0,0150	0,0288	0,0569	0,0204	0,0144	0,0416	0,0220	0,3593	0,2533
				1,6749	0,0424	0,0314	0,0738	0,0191	0,0146	0,0338	0,0130	0,0187	0,0317	0,0538	0,0200	0,0159	0,0321	0,0179	0,3720	0,2951
		L3	m	1,6749	0,0449	0,0241	0,0740	0,0128	0,0143	0,0341	0,0182	0,0128	0,0310	0,0541	0,0200	0,0155	0,0323	0,0186	0,3694	0,2863
				1,4826	0,0470	0,0340	0,0810	0,0146	0,0233	0,0381	0,0126	0,0152	0,0238	0,0595	0,0214	0,0129	0,0402	0,0252	0,3601	0,2167
				1,4826	0,0323	0,0494	0,0818	0,0168	0,0223	0,0391	0,0121	0,0124	0,0245	0,0604	0,0214	0,0122	0,0408	0,0268	0,3535	0,2025
	0,25	L1	m	1,8321	0,0395	0,0391	0,0786	0,0193	0,0172	0,0365	0,0127	0,0160	0,0287	0,0575	0,0210	0,0143	0,0314	0,0222	0,3655	0,2493
				1,8321	0,0456	0,0333	0,0789	0,0200	0,0180	0,0380	0,0122	0,0153	0,0275	0,0584	0,0205	0,0137	0,0319	0,0242	0,3505	0,2352
				1,3686	0,0678	0,0371	0,0755	0,0120	0,0243	0,0362	0,0184	0,0142	0,0328	0,0559	0,0196	0,0164	0,0408	0,0198	0,3516	0,2938
		L3	m	1,3686	0,0372	0,0397	0,0789	0,0172	0,0195	0,0367	0,0134	0,0180	0,0314	0,0568	0,0201	0,0157	0,0415	0,0210	0,3553	0,2764
				1,6749	0,0349	0,0389	0,0737	0,0154	0,0166	0,0350	0,0178	0,0168	0,0346	0,0544	0,0194	0,0173	0,0325	0,0177	0,3563	0,3179
				1,6749	0,0370	0,0373	0,0743	0,0168	0,0189	0,0357	0,0170	0,0167	0,0337	0,0550	0,0193	0,0168	0,0328	0,0188	0,3508	0,3065
0,01	L3	m	1,4826	0,0474	0,0339	0,0814	0,0138	0,0260	0,0398	0,0129	0,0161	0,0290	0,0606	0,0208	0,0145	0,0409	0,0253	0,3433	0,2394	
			1,4826	0,0433	0,0387	0,0820	0,0114	0,0286	0,0401	0,0141	0,0136	0,0277	0,0610	0,0210	0,0138	0,0412	0,0262	0,3436	0,2269	
			1,8321	0,0386	0,0392	0,0777	0,0161	0,0214	0,0375	0,0154	0,0148	0,0301	0,0576	0,0201	0,0151	0,0315	0,0225	0,3489	0,2614	
	L3	m	1,8321	0,0397	0,0399	0,0796	0,0142	0,0248	0,0390	0,0172	0,0119	0,0291	0,0593	0,0203	0,0146	0,0324	0,0244	0,3424	0,2457	

C. Pembahasan

Pada penelitian ini, terdapat 2 variasi jarak jarak struktur model Hybrid Engineering yaitu 0,005 m dan 0,010 m. Adapun variasi kedalaman (d) pada penelitian ini yaitu kedalaman (d_1) = 0,20 m dan (d_2) = 0,25 m, dan terdapat juga variasi periode (T) yakni (T_1) = 1,1 detik dan (T_2) 1,3 detik. Pembahasan untuk hasil penelitian ini berupa grafik yang akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Hubungan Periode (T) Terhadap Panjang Gelombang (L).

Berdasarkan hasil pengolahan data pada sub bab sebelumnya diperoleh panjang gelombang (L). Jika mengambil periode (T) sebagai variabel sumbu X dan panjang gelombang (L) sebagai variabel sumbu Y untuk tiap nilai kedalaman maka akan didapatkan grafik seperti Gambar 41 sebagai berikut ..



Gambar 41 Hubungan Priode (T) terhadap Panjang Gelombang(L)

Dari gambar grafik di atas menjelaskan besaran panjang gelombang

(L) terdistribusi secara linear seiring dengan semakin besar nilai periode (T) yang ditentukan berdasarkan penelitian, dalam artian semakin besar nilai periode (T) maka semakin besar pula nilai panjang gelombang (L).

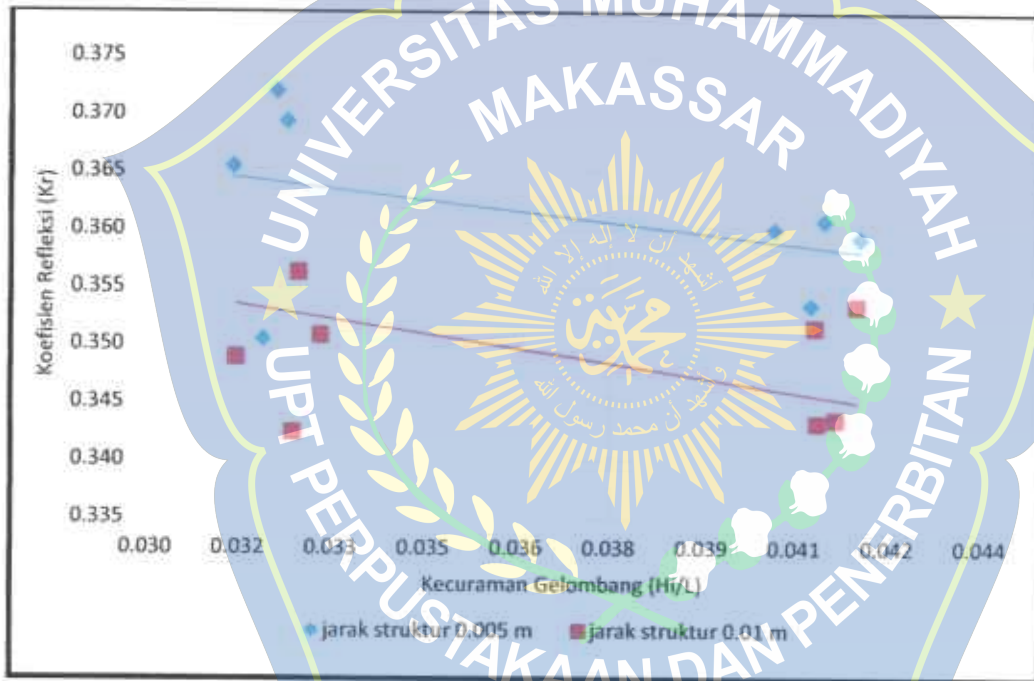
2. Hubungan koefisien refleksi (K_r) Dengan Kecuraman Gelombang (H/L)

Untuk menganalisis hubungan antara model dengan parameter tinggi gelombang datang (H_i), panjang gelombang (L) dan koefisien refleksi (K_r) terhadap dua variasi jarak struktur digunakan parameter (H_i/L) dengan koefisien refleksi (K_r) sebagai parameter mempersentasikan karakteristik gelombang yang digunakan. Data (H_i/L) dan (K_r) ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Hubungan koefisien refleksi (K_r) Dan Kecuraman Gelombang (H/L)

Jarak struktur	(d)	(T)	H_i/L	K_r
M	m	Dtk	m	M
0.005	0.20	1.1	0.041	0.361
			0.043	0.359
		1.3	0.032	0.372
			0.032	0.369
	0.25	1.1	0.040	0.360
			0.041	0.354
		1.3	0.031	0.365
			0.032	0.351
0.01	0.20	1.1	0.041	0.352
			0.041	0.353
		1.3	0.032	0.356
			0.033	0.351
	0.25	1.1	0.041	0.343
			0.041	0.344
		1.3	0.031	0.349
			0.032	0.342

Berdasarkan hasil pengolahan data diperoleh perbandingan kecuraman gelombang (H_i/L) dengan koefisien refleksi (K_r), jika digambarkan dalam bentuk grafik dengan mengambil (H_i/L) sebagai variabel sumbu X dan (K_r) sebagai variabel Y maka dihasilkan grafik seperti pada Gambar 42.



Gambar 42 Hubungan koefisien refleksi (K_r) dengan tinggi gelombang datang (H_i/L) kedalaman 0,20 m dan 0,25 m dengan 2 periode waktu dan 2 variasi jarak struktur model hybrid engineering.

Dari Gambar 42 diatas dapat dijelaskan melalui hasil dari nilai hubungan antara koefisien refleksi (K_r) dan kecuraman gelombang (H_i/L), dimana nilai koefisien refleksi (K_r) akan semakin kecil dengan semakin meningkatnya kecuraman gelombang (H_i/L). Semakin besar diameter jarak struktur model hybrid engineering maka koefisien refleksi (K_r) akan semakin besar, dapat dilihat pada jarak struktur 1,0 cm model hybrid engineering

sebesar 0,3516 m, sedangkan pada jarak struktur 0,5 cm sebesar 0,3609 m.

3. Hubungan Koefisien Refleksi (K_r) dengan Tinggi Gelombang Datang (H_i)

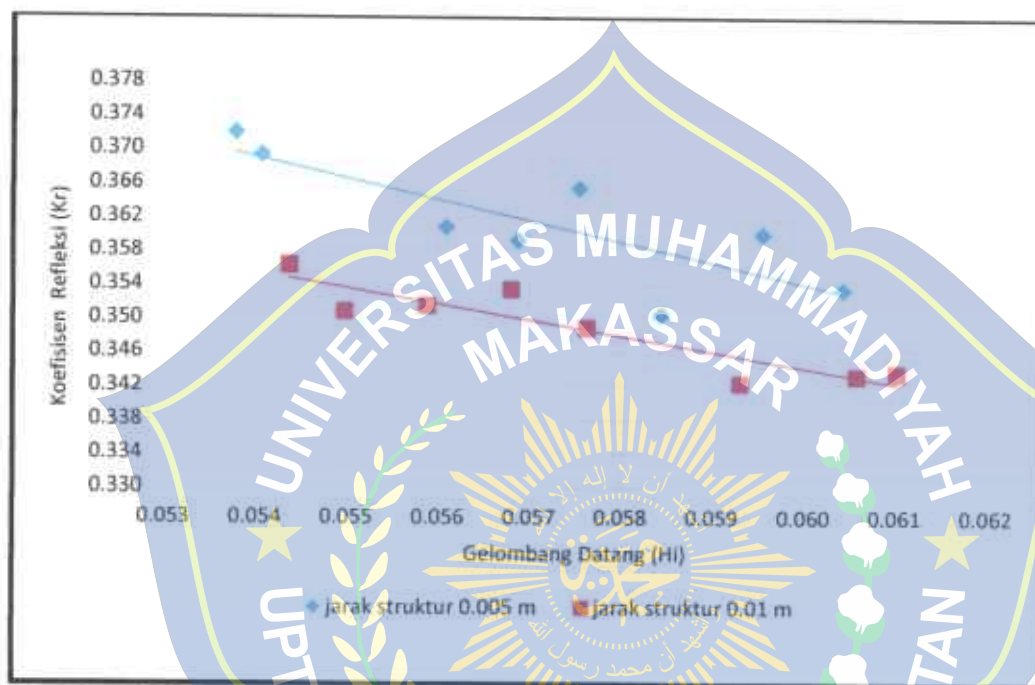
Untuk menganalisis hubungan antara model dengan parameter tinggi gelombang datang (H_i) dan koefisien refleksi (K_r) sebagai parameter mempersentasikan karakteristik gelombang yang digunakan. Data (H_i) dan (K_r) ditunjukkan pada Tabel 11.

Tabel 11. Hubungan Koefisien Refleksi (K_r) dan Tinggi Gelombang Datang (H_i)

Jarak struktur	(d)	(T)	H_i	K_r
M	m	Dtk	M	m
0.005	0.20	1.1	0.0561	0.3609
			0.0569	0.3593
		1.3	0.0538	0.3720
	0.25	1.1	0.0541	0.3694
			0.0595	0.3601
		1.3	0.0604	0.3535
0.01	0.20	1.1	0.0575	0.3655
			0.0584	0.3505
		1.3	0.0559	0.3516
	0.25	1.1	0.0568	0.3535
			0.0544	0.3563
		1.3	0.0550	0.3508
0.25	1.1	0.0606	0.3433	
		0.0610	0.3436	
	1.3	0.0576	0.3489	
			0.0593	0.3424

Berdasarkan hasil pengolahan data diperoleh perbandingan gelombang datang (H_i) dengan koefisien refleksi (K_r), jika digambarkan

dalam bentuk grafik dengan mengambil (H_i) sebagai variabel sumbu X dan (K_r) sebagai variabel Y maka dihasilkan grafik seperti pada Gambar 43.



Gambar 43 Hubungan koefisien refleksi (K_r) dengan tinggi gelombang datang (H_i) kedalaman 0,20 m dengan 2 variasi jarak struktur model hybrid engineering.

Dari Gambar 43 diatas dapat dijelaskan melalui hasil dari nilai hubungan antara koefisien refleksi (K_r) dan tinggi gelombang datang (H_i), dimana nilai koefisien refleksi (K_r) akan semakin kecil dengan semakin meningkatnya tinggi gelombang datang (H_i). Semakin besar diameter jarak struktur model maka koefisien refleksi (K_r) semakin besar, dapat dilihat pada jarak struktur 1,0 cm model hybrid engineering sebesar 0,3516 m, sedangkan pada jarak struktur 0,5 cm sebesar 0,3609 m. Dari gambar 44 diatas dihasilkan nilai koefisien refleksi (K_r) akan semakin kecil dengan semakin meningkatnya tinggi gelombang datang (H_i).

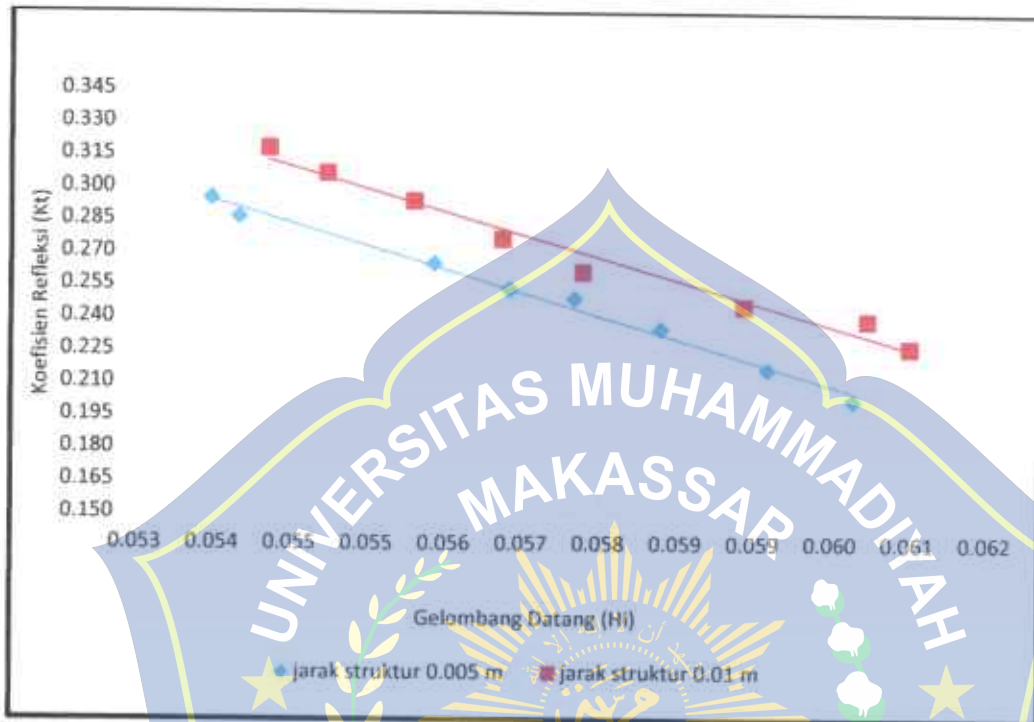
4. Hubungan Koefisien Transmisi (K_t) dengan Gelombang Datang (H_i)

Untuk menganalisis hubungan antara model dengan parameter tinggi gelombang datang (H_i) dan koefisien transmisi (K_t) sebagai parameter mempersentasikan karakteristik gelombang yang digunakan. Data (H_i) dan (K_t) ditunjukkan pada Tabel 12.

Tabel 12. Hubungan Kkoefisien Transmisi (K_t) dan Tinggi Gelombang Datang (H_i)

Jarak struktur	(d)	(T)	H_i	K_t
M	M	Dtk	M	m
0.005	0.20	1.1	0.0561	0.2649
			0.0569	0.2533
		1.3	0.0538	0.2951
			0.0541	0.2863
	0.25	1.1	0.0595	0.2167
			0.0604	0.2025
		1.3	0.0575	0.2493
			0.0584	0.2352
0.01	0.20	1.1	0.0559	0.2938
			0.0568	0.2764
		1.3	0.0544	0.3179
			0.0550	0.3065
	0.25	1.1	0.0606	0.2394
			0.0610	0.2269
		1.3	0.0576	0.2614
			0.0593	0.2457

Berdasarkan hasil pengolahan data diperoleh perbandingan gelombang datang (H_i) dengan koefisien transmisi (K_t), jika digambarkan dalam bentuk grafik dengan mengambil (H_i) sebagai variabel sumbu X dan (K_t) sebagai varibel Y maka dihasilkan grafik seperti pada Gambar 44.



Gambar 44 Hubungan koefisien transmisi (K_t) dengan tinggi gelombang datang (H_i) kedalaman 0,20 m dan 25 m dengan 2 priode dan 2 variasi jarak struktur jarak struktur model hybrid engineering

Dari Gambar 44 diatas dapat dijelaskan melalui hasil dari nilai hubungan antara koefisien transmisi (K_t) dan tinggi gelombang datang (H_i), dimana nilai koefisien transmisi (K_t) akan semakin kecil dengan semakin meningkatnya tinggi gelombang datang (H_i). Semakin besar diameter jarak struktur model maka koefisien transmisi (K_t) semakin besar, dapat dilihat pada jarak struktur 1,0 cm model hybrid engineering sebesar 0,2938 m sedangkan pada jarak struktur 0,5 cm sebesar 0,2649 m. Untuk pengaruh kedalaman airnya sendiri, nilai koefisien (K_t) akan semakin tinggi dengan semakin kecilnya nilai kedalaman air (d).

5. Hubungan Koefisien Transmisi (K_t) dengan Kecuraman Gelombang (H_i/L)

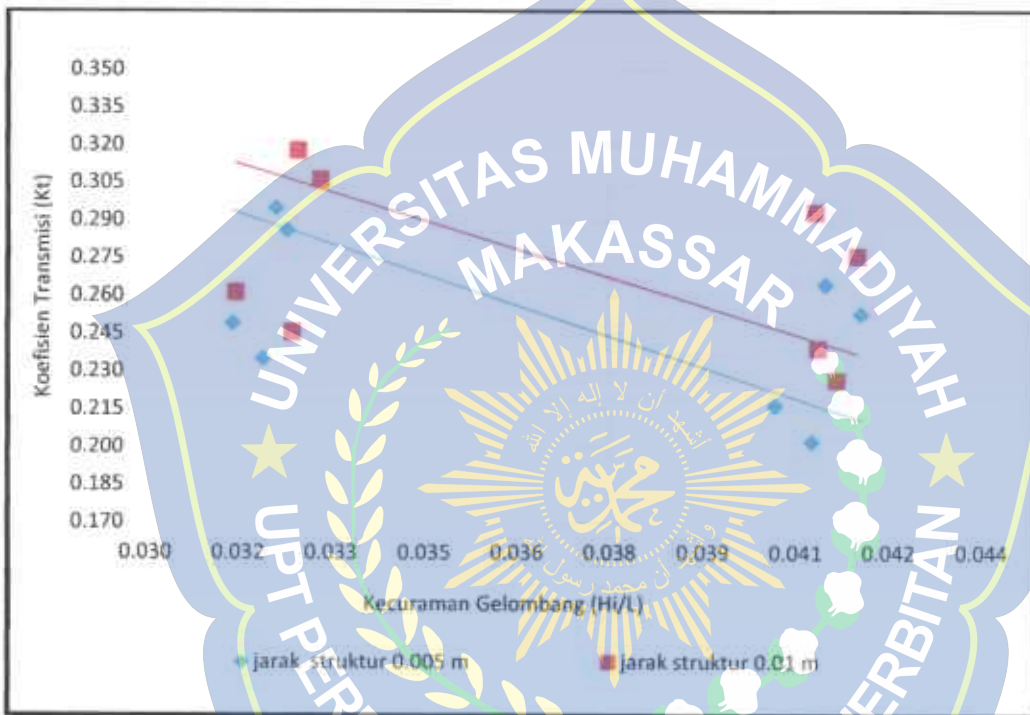
Untuk menganalisis hubungan antara model dengan parameter tinggi gelombang datang (H_i), panjang gelombang (L) dan koefisien transmisi (K_t) terhadap dua variasi jarak struktur digunakan parameter (H_i/L) dengan koefisien transmisi (K_t) sebagai parameter mempersentasikan karakteristik gelombang yang digunakan. Data (H_i) dan (K_t) ditunjukkan pada Tabel 13.

Tabel 13. Hubungan Koefisien Transmisi (K_t) dan Kecuraman Gelombang (H_i/L)

Jarak struktur	(d)	(T)	H_i/L	K_t
m	M	Dtk	M	M
0.005	0.20	1.1	0.0410	0.2649
			0.0416	0.2533
		1.3	0.0321	0.2951
			0.0323	0.2863
	0.25	1.1	0.0402	0.2167
			0.0408	0.2025
		1.3	0.0314	0.2493
			0.0319	0.2352
0.01	0.20	1.1	0.0408	0.2938
			0.0415	0.2764
		1.3	0.0325	0.3179
			0.0328	0.3065
	0.25	1.1	0.0409	0.2394
			0.0412	0.2269
		1.3	0.0315	0.2614
			0.0324	0.2457

Berdasarkan hasil pengolahan data diperoleh perbandingan kecuraman gelombang (H_i/L) dengan koefisien transmisi (K_t), jika

digambarkan dalam bentuk grafik dengan mengambil (H_i/L) sebagai variabel sumbu X dan (K_t) sebagai variabel Y maka dihasilkan grafik seperti pada Gambar 45.



Gambar 45 Hubungan Koefisien Transmisi (K_t) dengan Kecuraman gelombang (H_i/L). Kedalaman 0,20 m dan 25 m dengan 2 periode waktu dan 2 variasi jarak struktur model hybrid engineering.

Dari Gambar 45 diatas dapat dijelaskan melalui hasil dari nilai hubungan antara koefisien transmisi (K_t) dan kecuraman gelombang (H_i/L), dimana nilai koefisien transmisi (K_t) akan semakin kecil dengan semakin meningkatnya kecuraman gelombang (H_i/L). Semakin besar diameter jarak struktur model hybrid engineering maka Koefisien transmisi (K_t) yang dihasilkan semakin besar, dapat dilihat pada jarak struktur 1,0 cm model hybrid engineering sebesar 0,2938 cm, sedangkan pada jarak struktur 0,5 cm sebesar 0,2649 cm. Untuk pengaruh kedalaman airnya sendiri, nilai tinggi

gelombang transmisi (H_t) akan semakin tinggi dengan semakin besarnya nilai kedalaman air (d).



BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

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

1. Pengaruh perbedaan jarak struktur model hybrid engineering yaitu semakin kecil jarak struktur model maka nilai kecuramaan gelombang dan koefisien refleksi yang dihasilkan akan semakin tinggi, begitupun sebaliknya.
2. Pengaruh perbedaan jarak struktur model hybrid engineering yaitu semakin kecil jarak struktur model maka nilai kecuramaan gelombang yang dihasilkan akan semakin besar, sedangkan nilai koefisien transmisi (Kt) yang dihasilkan akan semakin kecil, begitupun sebaliknya.

B. Saran

Kami sadar skripsi masih jauh dari kata sempurna, maka dari itu, kami menyarankan penelitian ini masih perlu pengkajian untuk kondisi berikut.

1. Variasi jarak struktur model hybrid engineering yang kami gunakan hanya dua variasi jarak, yaitu jarak 0,005 m dan 0,010 m. Sehingga diharapkan ada peneliti lain yang mengkaji lebih lanjut untuk variasi jarak struktur yang berbeda.

2. Model yang digunakan pada penelitian ini hanya bisa digunakan di laboratorium karena hanya menggunakan bahan dari potongan stik kayu, dan untuk penerapan dilapangan harus sesuai standar material yang berlaku dengan skala yang lebih besar.



DAFTAR PUSTAKA

- Almunawir, Andi Arsif . (2019). *Analisis Refleksi Gelombang Pada Pemecah Gelombang*. Makassar : Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Baskoro, Hudan., Atmodo, Purwanto. (2016). *Studi Pengaruh Gelombang Terhadap Kerusakan Bangunan Pantai Hybrid Engeneering di Desa Timbulsloko*. Demak : Universitas Diponegoro Semarang.
- Durmiati., Nuraya, Wayan., Dan Atmadipoera, S Agus. (2020). *Analisis Perubahan Garis Pantai di Wilayah Pantai Barat Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan*.
- Hendra dan Yusran (2020). *Studi Pengaruh Rangkaian Model Pipa Terhadap Pengurangan Tinggi Gelombang Transmisi pada Breakwater Berpori*. Makassar . : Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Karamma, Riswal., Ashury., Karim, Nenny., dan Almunawwir, Andi Asrif. (2019). *Studi Laboratorium Disipasi dan Refleksi Gelombang pada Susunan Pipa Sebagai Pemecah Gelombang*. Makassar : Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Kurniawan, Rani., Habibie, Naih M., dan Suratno. (2011). *Variasi Bulanan Gelombang Laut di Indonesia*. Kemayuran, Jakarta.
- Mills, P.,S. Bruckley, H.L., and Mitchell, P.(2005). *A Geomatics Data Integration Technique for Coastal Change Monitoring*.
- Nugraha,Dandi dan Papasanghala,Yuyu (2017). *Analisis Refleksi Gelombang Sebagai Breakwater Tenggelam degan Menggunakan Vegetasi Lamun*. Makassar : Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Partiko, Widi A dkk. (2014). *Struktur Pelindung Pantai*. Surabaya : PT. Medisa.
- Siry, H.Y. (2018). *Struktur Hybrid Engineering Solusi Rekayasa Berbasis Ekosistem untuk Restorasi Kawasan Pesisir*.
- Triatmodo, Bambang. (1999). *Teknik Pantai*. Yogyakarta : Beta Offset.

- Triatmodo, Bambang. (2011). *Perencanaan Bangunan Pantai*. Yogyakarta : Beta Offset.
- Wibowo, A. Yudha, 2012. Makalah : dinamika pantai (Abrasi dan ssedimentasi), Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Universitas Hang Tuah, Surabaya.
- Wiguna Putra, Kadek Sandi., Yuana, Cok Agung., dan Surayasa, Nyoman. (2017). *Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai (Revetment) dengan Bahan Geobag di Pantai Masceti Kabupaten Gianyar* Denpasar : Universitas Marwadana.
- Yovita, Vivi Indriasan (2017). *Rekayasa ECO-Hybrid untuk Restorasi Pantai Kedungu*. Bali.
- Yuwono N., 2005. Draft Pedoman Pengamanan dan Penanganan Pantai, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta
- Yuwono N., 2005. Pedoman Teknis Perencanaan Tanggul dan Tembok Laut (Sea Dikes and Sea Wall), Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Yuwono, Nur. (1982). *Teknik Pantai*. Yogyakarta.
- Yuwono, Nur.(1996). *Perencanaan Model Hidraulik*. Yogyakarta : Universitas Gada Mada.



LAMPIRAN I

FUNGSI d/L UNTUK PERTAMBAHAN NILAI d/LO

300

PERENCANAAN BANGUNAN PANTAI

Tabel A-1. Lanjutan

$\frac{d}{L_0}$	$\frac{d}{L}$	$\frac{2nd}{L}$	$\tanh \frac{2nd}{L}$	$\sinh \frac{2nd}{L}$	$\cosh \frac{2nd}{L}$	K_0	K	$\frac{4nd}{L}$	$\sinh \frac{4nd}{L}$	$\cosh \frac{4nd}{L}$	n
0.0600	0.10430	0.6553	0.5753	0.7033	1.2225	0.993	0.8160	1.1107	1.7195	1.989	0.8811
0.0610	0.10529	0.6615	0.5794	0.7108	1.2269	0.991	0.8151	1.1231	1.7443	2.011	0.8793
0.0620	0.10625	0.6677	0.5835	0.7184	1.2313	0.988	0.8121	1.1354	1.7691	2.032	0.8774
0.0630	0.10724	0.6738	0.5875	0.7260	1.2357	0.986	0.8092	1.1476	1.7942	2.054	0.8756
0.0640	0.10821	0.6799	0.5915	0.7335	1.2402	0.984	0.8063	1.1598	1.8193	2.076	0.8737
0.0650	0.10917	0.6860	0.5954	0.7410	1.2446	0.981	0.8034	1.1719	1.8446	2.098	0.8719
0.0660	0.11014	0.6920	0.5993	0.7486	1.2491	0.979	0.8006	1.1840	1.8701	2.121	0.8700
0.0670	0.11109	0.6980	0.6031	0.7561	1.2537	0.977	0.7977	1.1960	1.8958	2.143	0.8682
0.0680	0.11204	0.7040	0.6069	0.7636	1.2582	0.975	0.7948	1.2080	1.9216	2.166	0.8664
0.0690	0.11299	0.7100	0.6107	0.7711	1.2628	0.973	0.7919	1.2199	1.9475	2.189	0.8645
0.0700	0.11394	0.7159	0.6144	0.7786	1.2674	0.971	0.7890	1.2318	1.9737	2.212	0.8627
0.0710	0.11485	0.7216	0.6180	0.7861	1.2720	0.969	0.7862	1.2436	2.0000	2.236	0.8609
0.0720	0.11582	0.7277	0.6217	0.7937	1.2767	0.968	0.7833	1.2554	2.0265	2.260	0.8591
0.0730	0.11675	0.7336	0.6253	0.8012	1.2814	0.966	0.7804	1.2672	2.0532	2.284	0.8573
0.0740	0.11768	0.7394	0.6288	0.8087	1.2861	0.964	0.7776	1.2789	2.0800	2.308	0.8555
0.0750	0.11861	0.7453	0.6323	0.8162	1.2908	0.962	0.7747	1.2905	2.1071	2.332	0.8537
0.0760	0.11954	0.7511	0.6358	0.8237	1.2956	0.961	0.7719	1.3021	2.1343	2.357	0.8519
0.0770	0.12046	0.7569	0.6392	0.8312	1.3004	0.959	0.7690	1.3137	2.1618	2.382	0.8501
0.0780	0.12138	0.7626	0.6426	0.8387	1.3052	0.958	0.7662	1.3253	2.1894	2.407	0.8483
0.0790	0.12229	0.7684	0.6460	0.8463	1.3100	0.956	0.7633	1.3368	2.2173	2.432	0.8465
0.0800	0.12321	0.7741	0.6493	0.8538	1.3149	0.955	0.7605	1.3482	2.2453	2.458	0.8448
0.0810	0.12412	0.7798	0.6526	0.8613	1.3198	0.953	0.7577	1.3597	2.2736	2.484	0.8430
0.0820	0.12502	0.7855	0.6559	0.8689	1.3247	0.952	0.7549	1.3711	2.3020	2.510	0.8412
0.0830	0.12593	0.7912	0.6591	0.8764	1.3297	0.951	0.7521	1.3825	2.3307	2.536	0.8395
0.0840	0.12683	0.7969	0.6623	0.8840	1.3347	0.949	0.7492	1.3938	2.3596	2.563	0.8377
0.0850	0.12773	0.8026	0.6655	0.8915	1.3397	0.948	0.7464	1.4051	2.3888	2.590	0.8360
0.0860	0.12863	0.8082	0.6686	0.8991	1.3448	0.947	0.7436	1.4164	2.4181	2.617	0.8342
0.0870	0.12952	0.8138	0.6717	0.9067	1.3498	0.946	0.7408	1.4276	2.4477	2.644	0.8325
0.0880	0.13042	0.8194	0.6748	0.9143	1.3549	0.944	0.7380	1.4389	2.4776	2.672	0.8307
0.0890	0.13131	0.8250	0.6778	0.9219	1.3601	0.943	0.7352	1.4501	2.5076	2.700	0.8290

LAMPIRAN

Tabel A-1. Lanjutan

299

$\frac{d}{L_0}$	$\frac{d}{L}$	$\frac{2md}{L}$	$\tanh \frac{2md}{L}$	$\sinh \frac{2md}{L}$	$\cosh \frac{2md}{L}$	K_1	K_2	$\frac{4md}{L}$	$\sinh \frac{4md}{L}$	$\cosh \frac{4md}{L}$	n
0.0300	0.07135	0.4483	0.4205	0.4634	1.1022	1.125	0.9073	0.8966	1.0216	1.430	0.9388
0.0310	0.07260	0.4562	0.4270	0.4722	1.1059	1.118	0.9043	0.9124	1.0443	1.446	0.9368
0.0320	0.07385	0.4640	0.4333	0.4808	1.1096	1.111	0.9012	0.9280	1.0670	1.462	0.9348
0.0330	0.07507	0.4717	0.4396	0.4894	1.1133	1.103	0.8982	0.9433	1.0897	1.479	0.9329
0.0340	0.07629	0.4793	0.4457	0.4979	1.1171	1.095	0.8952	0.9586	1.1124	1.496	0.9309
0.0350	0.07748	0.4868	0.4517	0.5062	1.1209	1.087	0.8922	0.9732	1.1350	1.513	0.9289
0.0360	0.07867	0.4943	0.4576	0.5147	1.1247	1.086	0.8892	0.9886	1.1577	1.530	0.9270
0.0370	0.07984	0.5017	0.4634	0.5230	1.1285	1.080	0.8861	1.0033	1.1803	1.547	0.9250
0.0380	0.08100	0.5089	0.4691	0.5312	1.1323	1.075	0.8831	1.0179	1.2030	1.564	0.9231
0.0390	0.08215	0.5162	0.4747	0.5394	1.1362	1.069	0.8801	1.0323	1.2257	1.582	0.9211
0.0400	0.08329	0.5233	0.4803	0.5475	1.1401	1.064	0.8771	1.0466	1.2485	1.600	0.9192
0.0410	0.08442	0.5304	0.4857	0.5556	1.1440	1.059	0.8741	1.0608	1.2713	1.617	0.9172
0.0420	0.08553	0.5374	0.4910	0.5637	1.1479	1.055	0.8711	1.0748	1.2941	1.635	0.9153
0.0430	0.08664	0.5444	0.4963	0.5717	1.1519	1.050	0.8682	1.0888	1.3170	1.654	0.9134
0.0440	0.08774	0.5513	0.5015	0.5796	1.1558	1.046	0.8652	1.1026	1.3399	1.672	0.9114
0.0450	0.08883	0.5581	0.5066	0.5876	1.1598	1.042	0.8622	1.1163	1.3630	1.690	0.9095
0.0460	0.08991	0.5649	0.5116	0.5955	1.1639	1.038	0.8592	1.1298	1.3860	1.708	0.9075
0.0470	0.09098	0.5717	0.5166	0.6033	1.1679	1.034	0.8562	1.1433	1.4092	1.726	0.9057
0.0480	0.09205	0.5784	0.5215	0.6111	1.1720	1.030	0.8533	1.1567	1.4325	1.747	0.9037
0.0490	0.09311	0.5850	0.5263	0.6189	1.1760	1.025	0.8503	1.1700	1.4558	1.766	0.9018
0.0500	0.09415	0.5916	0.5310	0.6267	1.1802	1.023	0.8473	1.1832	1.4792	1.786	0.8999
0.0510	0.09520	0.5981	0.5357	0.6345	1.1843	1.019	0.8444	1.1963	1.5028	1.805	0.8980
0.0520	0.09623	0.6047	0.5404	0.6422	1.1884	1.016	0.8414	1.2093	1.5264	1.825	0.8961
0.0530	0.09726	0.6111	0.5449	0.6499	1.1926	1.013	0.8385	1.2222	1.5501	1.845	0.8942
0.0540	0.09829	0.6175	0.5494	0.6576	1.1968	1.010	0.8355	1.2351	1.5739	1.865	0.8924
0.0550	0.09930	0.6239	0.5539	0.6652	1.2010	1.007	0.8326	1.2479	1.5979	1.885	0.8905
0.0560	0.10031	0.6303	0.5583	0.6729	1.2053	1.004	0.8297	1.2606	1.6220	1.905	0.8886
0.0570	0.10132	0.6366	0.5626	0.6805	1.2096	1.001	0.8267	1.2732	1.6462	1.926	0.8867
0.0580	0.10232	0.6429	0.5669	0.6881	1.2139	0.998	0.8238	1.2858	1.6705	1.947	0.8848
0.0590	0.10331	0.6491	0.5711	0.6957	1.2182	0.996	0.8209	1.2983	1.6950	1.968	0.8830

LAMPIRAN 2

Sampel data

Sampel data pada pengolahan data wave view oscilloscope jarak struktur 0,5 cm

Pengolahan Data Wave View Oscilloscope

Sample No.	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Sample No.	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4
1	-0.10498	-0.054812	0.037251		1	0.109744	-0.720551	0.363122	
2	-0.075684	-0.062866	0.040894		2	0.051022	-0.828218	0.400715	
3	-0.031128	-0.064087	0.031251		3	-0.044605	-0.855455	0.363222	
4	0.011397	-0.072021	0.028952		4	0.183877	-0.967340	0.277320	
5	0.048828	-0.075235	0.014325		5	0.095557	-1.082021	0.322945	
6	0.005449	-0.081787	0.008516		6	1.218724	-1.020800	0.285060	
7	0.12346	-0.081797	0.007466		7	1.785378	-1.151000	0.240575	
8	0.164126	-0.078735	0.020142		8	2.342617	-1.063021	0.164411	
9	0.194092	-0.080566	0.01700		9	2.770798	-1.081111	0.128913	
10	0.229218	-0.073953	0.008945		10	3.128791	-0.993775	0.029561	
11	0.282258	-0.066728	0.001221		11	3.416240	-0.888028	-0.053602	
12	0.247863	-0.054121	0		12	3.538114	-0.717795	-0.069800	
13	0.258179	-0.043945	-0.013428		13	3.686385	-0.571412	-0.225943	
14	0.262051	-0.023804	-0.025125		14	3.712505	-0.287384	-0.247231	
15	0.241059	0.006104	-0.017811		15	3.650911	-0.037779	-0.181730	
16	0.231182	0.016479	-0.024415		16	3.014544	0.286027	-0.263686	
17	0.176392	0.022958	-0.023309		17	2.537788	0.513058	-0.446594	
18	0.135488	0.049438	-0.042504		18	1.933724	0.745475	-0.531089	
19	0.081787	0.070221	-0.053759		19	1.286479	1.067940	-0.462180	
20	0.024414	0.087891	-0.027797		20	0.346778	1.287120	-0.104666	
21	-0.030518	0.087604	0.039531		21	-0.437558	1.421285	-0.428863	
22	-0.073021	0.088113	0.052944		22	-1.000302	1.581553	-0.453042	
23	-0.122207	0.068612	0.033548		23	-1.745892	1.764553	-0.460140	
24	-0.151878	0.10378	0.036521		24	-2.373358	1.931544	-0.495629	
25	-0.185547	0.085825	0.037344		25	-2.652774	1.829624	-0.449194	
26	-0.172285	0.078118	-0.039025		26	-3.126154	1.237481	-0.376268	
27	-0.222778	0.082190	-0.022024		27	-3.189402	1.012289	-0.360779	
28	-0.242511	0.054321	-0.017009		28	-4.071411	0.814391	-0.288232	
29	-0.246582	0.046287	-0.017029		29	-4.828078	0.702449	-0.248523	
30	-0.251465	0.029024	-0.007935		30	-5.594428	0.401108	-0.163068	
31	-0.244141	0.007324	0		31	-6.489798	0.153583	-0.068020	
32	-0.239258	-0.006714	0.029986		32	-7.420040	0.044181	0.007941	
33	-0.218727	-0.019611	0.030311		33	-8.141025	-0.277126	0.142120	
34	-0.196553	0.020518	0.034414		34	-8.829670	0.362085	0.114086	
35	-0.167847	-0.042218	0.022907		35	-7.799862	0.631670	0.177925	
36	0.12207	0.051642	0.028418		36	-1.745893	0.734853	0.327845	
37	-0.090832	-0.069818	0.039673		37	-1.252483	0.881356	0.391118	
38	-0.048556	-0.076284	0.048945		38	-0.638527	-1.027598	0.441192	
39	-0.025481	-0.079956	0.048218		39	-0.080473	-1.076240	0.490879	
40	0.040894	-0.082397	0.053101		40	0.582212	-1.113862	0.347808	
41	0.079346	-0.079956	0.046387		41	1.183587	-1.078240	0.469588	
42	0.111084	-0.077515	0.050048		42	1.580940	-1.044817	0.112170	
43	0.150246	-0.078551	0.051888		43	2.142986	-0.932175	0.135461	
44	0.184326	-0.073853	0.045776		44	2.812283	-0.981175	0.463483	
45	0.213625	-0.072021	0.048894		45	3.049818	-0.967340	0.403715	
46	0.231934	-0.067749	0.036021		46	3.311428	-0.907096	0.348936	
47	0.250244	0.064697	0.025625		47	3.572986	-0.864057	0.228284	
48	0.256348	-0.059294	0.2177		48	3.660188	-0.786595	0.136016	
49	0.252046	0.041504	0.001831		49	3.007872	-0.539889	0.040509	
50	0.238868	-0.029635	-0.003682		50	3.434754	-0.313225	-0.112382	
51	0.219727	0.000545	-0.025689		51	3.137620	-0.072207	-0.254325	
52	0.182871	0.008545	-0.025024		52	2.754355	0.168802	-0.380779	
53	0.154418	0.038076	-0.029907		53	2.200480	0.444238	-0.413550	
54	0.22207	0.048997	-0.034652		54	1.741803	0.711052	-0.118820	
55	0.078125	0.061646	-0.045166		55	1.140094	0.917632	0.298190	
56	0.03479	0.076284	-0.054763		56	0.690400	1.124508	0.728840	
57	-0.00061	0.08728	-0.064087		57	-0.020714	1.279123	-0.815604	
58	-0.043335	0.090117	-0.065308		58	-0.612084	1.327362	-0.829201	
59	0.084831	0.093994	-0.06692		59	-1.244010	1.378803	-0.878876	
60	0.22207	0.088111	-0.067749		60	-1.745892	1.308943	-0.857383	

Penolatan Data Wave View Oscilloscope

Sample No.	Probe 1	Probe 2	Probe 3
1	0.0377	-0.08362	0.05127
2	0.042114	-0.08301	0.044556
3	0.065308	-0.08057	0.037842
4	0.092163	-0.07385	0.031738
5	0.106032	-0.06043	0.01709
6	0.119629	-0.04944	0.003052
7	0.135488	-0.0354	-0.00916
8	0.139771	-0.02136	-0.0238
9	-0.13855	-0.00732	-0.03784
10	0.143433	0.001831	-0.05188
11	-0.13916	0.015259	-0.04822
12	0.131226	0.023804	-0.06653
13	0.117798	0.031128	-0.07385
14	0.097656	0.03418	-0.07935
15	0.073242	0.040263	-0.08423
16	0.045166	0.041504	-0.0885
17	0.021573	0.043335	-0.08911
18	-0.00231	0.045776	-0.08606
19	-0.03418	0.045156	-0.08179
20	-0.05271	0.043945	-0.07804
21	-0.07813	0.040854	-0.07193
22	-0.10071	0.03479	-0.0667
23	-0.11658	0.026855	-0.05493
24	-0.1355	0.020752	-0.04273
25	-0.13428	0.01387	-0.03662
26	-0.13001	-0.01292	-0.021343
27	-0.15075	-0.00549	0.007321
28	-0.15003	-0.0177	0.020157
29	-0.1532	-0.02747	0.039643
30	-0.14893	-0.03723	0.045776
31	-0.13733	-0.02967	0.005453
32	-0.1335	-0.05932	0.059541
33	-0.12329	-0.06104	0.056152
34	-0.10437	-0.06592	0.075073
35	0.07813	-0.07263	0.063477
36	-0.05554	-0.07568	0.062066
37	-0.0354	-0.08667	0.066528
38	-0.00916	-0.09103	0.064637
39	0.018311	-0.08972	0.046997
40	0.056763	-0.07874	0.041504
41	0.084229	-0.07324	0.020142
42	0.12085	-0.07324	0.00061
43	0.13916	-0.06104	-0.01831
44	0.145874	-0.05554	-0.03113
45	0.188678	-0.04517	-0.05493
46	0.17334	-0.02258	-0.06714
47	0.176392	-0.00671	-0.0708
48	0.158081	0	-0.0824
49	0.144653	0.018311	-0.08484
50	0.127563	0.025014	-0.09094
51	0.095825	0.032569	-0.09583
52	0.065918	0.043945	-0.0946
53	0.029907	0.045776	-0.1001
54	-0.00549	0.050049	-0.08301
55	-0.0293	0.05188	-0.08972
56	-0.05676	0.05249	-0.08057
57	-0.0824	0.048218	-0.08179
58	-0.10498	0.047607	-0.0847
59	-0.11841	0.046387	-0.05615
60	-0.13733	0.031128	-0.04761

Rumus Regresi :

$$Y = Ax \pm b$$

Probe 1
 $y = 35.786 x - 0.00000$

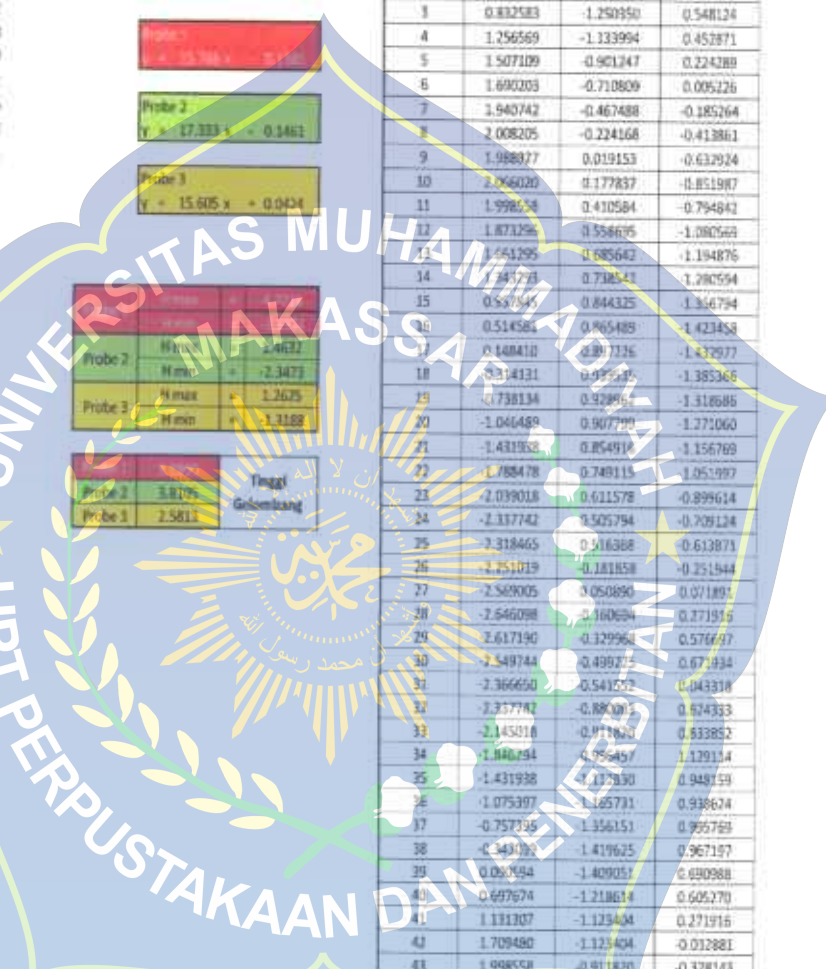
Probe 2
 $y = 17.333 x - 0.1461$

Probe 3
 $y = 15.605 x - 0.0424$

Probe	H max	H min
Probe 1	2.4632	-2.3473
Probe 2	1.2625	-1.3188

Probe	Tinggi	Gelembang
Probe 2	3.817%	
Probe 3	2.581%	

Sample No.	H Probe 1	H Probe 2	H Probe 3
1	0.080948	-1.302251	0.757668
2	0.466396	-1.292678	0.652896
3	0.832583	-1.250350	0.548124
4	1.256569	-1.133994	0.452871
5	1.507109	-0.961247	0.224289
6	1.690203	-0.710809	0.005126
7	1.940742	-0.467488	-0.185264
8	2.008205	-0.224168	-0.413861
9	1.988377	0.019153	-0.632924
10	2.066020	0.177837	-0.851987
11	1.998558	0.410584	-0.794842
12	1.871256	0.558695	-1.080568
13	1.551295	0.685642	-1.184876
14	1.245723	0.718543	-1.208594
15	0.837545	0.844325	-1.356794
16	0.514584	0.865485	-1.423458
17	0.148410	0.891726	-1.432977
18	-0.14131	0.925525	-1.385366
19	-0.738134	0.92896	-1.318685
20	-1.046489	0.907799	-1.271060
21	-1.431938	0.854916	-1.156769
22	-1.788478	0.749115	-1.051997
23	-2.039018	0.611578	-0.899614
24	-2.337742	0.505794	-0.709124
25	-2.318466	0.318368	-0.613873
26	-2.251019	-0.181858	-0.251544
27	-2.569005	-0.505890	0.071891
28	-2.646098	-0.606894	0.271915
29	-2.617190	-0.329964	0.576697
30	-2.549744	-0.48922	0.671934
31	-2.366650	-0.541052	0.043318
32	-2.377742	-0.880095	0.624333
33	-2.143018	-0.717800	0.633852
34	-1.846794	-0.954857	1.129114
35	-1.431938	-1.177830	0.948759
36	-1.075397	-1.165731	0.938624
37	-0.757336	-1.356151	0.955769
38	-0.343182	-1.419625	0.967187
39	0.090504	-1.409051	0.630988
40	0.697674	-1.218614	0.605270
41	1.131207	-1.125404	0.271915
42	1.709480	-1.123404	-0.012881
43	1.998558	-0.911820	-0.328143
44	2.104559	-0.816609	-0.528152
45	2.480376	-0.636762	-0.899614
46	2.538192	-0.345331	-1.090204
47	2.586377	0.029726	-1.147250
48	2.297283	0.146100	-1.328205
49	2.085282	0.463485	-1.366313
50	1.825465	0.579841	-1.461550
51	1.314385	0.727951	-1.537749
52	0.842213	0.907799	-1.518695
53	0.273672	0.939535	-1.604425
54	-0.285223	1.013599	-1.337740
55	-0.661041	1.045336	-1.442512
56	-1.094674	1.055909	-1.299632
57	-1.499384	0.981863	-1.318686
58	-1.855824	0.971272	-1.051997
59	-2.067926	0.950126	-0.918652
60	-2.366650	0.685642	-0.785307





Sampel data pada pengolahan data wave view oscilloscope jarak

struktur 0,5 cm

Pengolahan Data Wave View Oscilloscope

Sample No.	Probe 1	Probe 2	Probe 3
1	-0.23254	0.054932	-0.03845
2	-0.24719	0.043335	-0.08357
3	-0.2533	0.026855	-0.02502
4	-0.25818	0.006714	-0.03052
5	-0.25085	-0.0116	-0.01399
6	-0.24105	-0.02502	-0.00122
7	-0.21973	-0.04395	0.006104
8	-0.19959	-0.05554	0.013869
9	-0.16602	-0.06775	0.023193
10	-0.12678	-0.07385	0.031738
11	-0.08728	-0.08179	0.037233
12	-0.04773	-0.08972	0.042114
13	-0.00061	-0.09644	0.044838
14	0.044526	-0.09522	0.054323
15	0.081787	-0.09305	0.056763
16	0.125122	-0.0946	0.059204
17	0.153198	-0.08789	0.061546
18	0.184837	-0.08352	0.064958
19	0.217285	-0.07996	0.057983
20	0.227051	-0.07629	0.051227
21	0.233427	-0.07019	0.042214
22	0.240479	-0.0592	0.031738
23	0.238037	-0.04456	0.021362
24	0.220943	-0.02808	0.007324
25	0.201416	-0.00734	-0.00183
26	0.177279	0.010986	-0.01177
27	0.141602	0.028907	-0.03357
28	0.101776	0.043945	-0.04024
29	0.061035	0.056152	-0.05066
30	0.021362	0.067139	-0.06043
31	0	0.072632	-0.06897
32	-0.05066	0.07019	-0.07446
33	-0.08667	0.046997	-0.07813
34	-0.11353	0.067139	-0.07996
35	-0.14404	0.062866	-0.07629
36	-0.17395	0.055542	-0.07353
37	-0.18311	0.05127	-0.06836
38	-0.19409	0.040283	-0.06409
39	-0.20203	0.031738	-0.05798
40	-0.21057	0.020752	-0.05066
41	-0.20569	0.005714	-0.0354
42	-0.20142	0	-0.02075
43	-0.18982	-0.02119	-0.00427
44	-0.177	-0.02869	0.012203
45	-0.1532	-0.03967	0.023193
46	-0.12878	-0.04635	0.038452
47	-0.10864	-0.05615	0.05127
48	-0.08236	-0.06287	0.060425
49	-0.03296	-0.06836	0.064087
50	0.001831	-0.06775	0.06897
51	0.031128	-0.07314	0.073242
52	0.06858	-0.07996	0.076294
53	0.095332	-0.08057	0.077515
54	0.126953	-0.08362	0.08058
55	0.150146	-0.07811	0.086359
56	0.177002	-0.08118	0.092256
57	0.197144	-0.08179	0.093711
58	0.211792	-0.07507	0.040288
59	0.222168	-0.06592	0.03479
60	0.22583	-0.0511	0.009766

Rumus Regresi:

$$y = ax + b$$

Probe 2
 $y = 34.033x + 0.068$

Probe 3
 $y = 11.628x + 0.0698$



Sample No.	H Probe 1	H Probe 2	H Probe 3
1	1.242124	0.822951	-0.316920
2	-1.533395	0.659410	-0.460140
3	-1.020587	0.427009	-0.360779
4	1.690345	-0.143981	-0.424663
5	-1.5468790	0.115241	-0.193545
6	1.044197	-0.304588	-0.781998
7	-1.144000	-0.571412	0.001177
8	2.853271	0.734953	0.110729
9	1.327705	-0.177180	0.190368
10	1.141838	-0.31175	0.299240
11	1.248882	-1.102000	0.363122
12	-0.612360	-1.216290	0.419902
13	-0.010714	-1.311640	0.505065
14	0.634527	-1.294427	0.561845
15	1.166409	-1.320243	0.590240
16	1.785493	-1.285806	0.616624
17	2.186587	-1.191139	0.647020
18	2.640010	-1.130881	0.739276
19	3.102134	-1.079240	0.604426
20	3.241651	-1.027598	0.526368
21	3.389802	-0.945119	0.419902
22	3.433481	-0.786595	0.299240
23	3.398597	-0.580079	0.170557
24	3.154449	-0.347642	0.015183
25	2.875429	-0.054892	-0.091051
26	2.405606	0.207346	-0.275618
27	2.029926	0.470489	-0.480240
28	1.480315	0.688912	-0.538711
29	0.869996	0.840156	-0.638863
30	0.303171	0.955094	-0.722422
31	-0.602000	1.072556	-0.871783
32	-0.757174	1.088119	-0.935656
33	-1.240168	0.711053	-0.978238
34	-1.623818	0.395094	-0.996528
35	-2.059798	0.334836	-0.956947
36	-2.487950	0.811353	-0.914365
37	-2.617038	0.771310	-0.864678
38	-2.774798	0.616571	-0.815004
39	-2.888143	0.495069	-0.744025
40	-3.010217	0.340545	-0.658863
41	-2.940459	0.142981	-0.481431
42	-2.879429	0.048300	-0.311104
43	-2.713754	-0.278768	-0.139478
44	-2.530651	-0.356244	0.072143
45	-2.190587	-0.511169	0.199888
46	-1.841808	-0.605849	0.377320
47	-1.554074	-0.743356	0.526368
48	-0.891389	-0.838236	0.612822
49	-0.472852	-0.915699	0.675404
50	0.024158	-0.907096	0.732183
51	0.442695	-0.984539	0.781858
52	0.992030	-1.079240	0.817347
53	1.289483	-1.087842	0.831544
54	1.821651	-1.130881	0.739276
55	2.142986	-1.053419	0.725078
56	2.526651	-1.096458	0.654113
57	2.814399	-1.105060	0.554757
58	3.023661	-1.010379	0.398611
59	3.171897	-0.881276	0.134738
60	3.234207	-0.700530	0.043759

Pemilihan Data Wave Wave Oscilloscope

Sample No.	Probe 1	Probe 2	Probe 3
1	-0.19177	0.006714	-0.00061
2	-0.14099	-0.01099	0.006714
3	-0.11306	-0.02507	0.016479
4	-0.13489	-0.02136	0.023193
5	-0.12756	-0.04761	0.027466
6	-0.12451	-0.05676	0.037842
7	-0.10437	-0.06165	0.042725
8	-0.08911	-0.06653	0.050049
9	-0.07019	-0.07324	0.058594
10	-0.04570	-0.0769	0.053101
11	-0.03418	-0.07507	0.054322
12	0.004883	-0.08057	0.066359
13	0.023193	-0.07813	0.058594
14	0.040283	-0.07568	0.05127
15	0.072021	-0.07019	0.043335
16	0.095436	-0.06409	0.03479
17	0.118408	-0.05188	0.029907
18	0.131836	-0.02967	0.009155
19	0.146484	-0.02136	-0.007972
20	0.145874	-0.00366	-0.02136
21	0.164185	0.009155	-0.03296
22	0.162964	0.013428	-0.0415
23	0.161743	0.019531	-0.05431
24	0.147705	0.031128	-0.06287
25	0.134888	0.036611	-0.06857
26	0.115967	0.041504	-0.0709
27	0.090332	0.041504	-0.09155
28	0.064697	0.042725	-0.08484
29	-0.11479	0.043945	-0.08423
30	0.006714	0.045156	-0.08301
31	-0.01526	0.045776	-0.07813
32	-0.0415	0.043945	-0.07385
33	-0.06409	0.043945	-0.05775
34	-0.08667	0.041504	-0.05226
35	-0.10681	0.037842	-0.05006
36	-0.11434	0.031738	-0.03723
37	-0.12573	0.023804	-0.02319
38	-0.13245	0.014038	-0.00583
39	-0.14099	0.004883	0.009155
40	-0.11916	-0.00794	0.023193
41	-0.14038	-0.01709	0.036011
42	-0.14099	-0.02686	0.043335
43	-0.13672	-0.03723	0.050049
44	-0.11428	-0.04517	0.055542
45	-0.12146	-0.05432	0.07019
46	-0.11047	-0.06043	0.061075
47	-0.09277	-0.06653	0.063477
48	-0.0647	-0.07263	0.063477
49	-0.03479	-0.07813	0.062866
50	-0.00122	-0.08057	0.057373
51	0.030518	-0.08301	0.05127
52	0.062256	-0.07935	0.039673
53	0.097656	-0.07324	0.023804
54	0.127563	-0.06592	0.007441
55	0.154419	-0.05249	-0.01709
56	0.178223	-0.04028	-0.03662
57	0.19304	-0.02319	-0.05188
58	0.202026	-0.00794	-0.06409
59	0.200806	0.004272	-0.07568
60	0.19165	0.015869	-0.08301

Rumus Regresi :

$$y = ax + b$$

Probe 1
 $a = 15.333$ $b = 0.1001$

Probe 2
 $a = 17.333$ $b = -0.1001$

Probe 3
 $a = 15.333$ $b = 0.0424$

Probe 1	H _{max}	H _{min}	Tinggi Gelombang
1	1.342	1.342	
2	1.342	1.342	
3	1.342	1.342	
4	1.342	1.342	
5	1.342	1.342	
6	1.342	1.342	
7	1.342	1.342	
8	1.342	1.342	
9	1.342	1.342	
10	1.342	1.342	
11	1.342	1.342	
12	1.342	1.342	
13	1.342	1.342	
14	1.342	1.342	
15	1.342	1.342	
16	1.342	1.342	
17	1.342	1.342	
18	1.342	1.342	
19	1.342	1.342	
20	1.342	1.342	
21	1.342	1.342	
22	1.342	1.342	
23	1.342	1.342	
24	1.342	1.342	
25	1.342	1.342	
26	1.342	1.342	
27	1.342	1.342	
28	1.342	1.342	
29	1.342	1.342	
30	1.342	1.342	
31	1.342	1.342	
32	1.342	1.342	
33	1.342	1.342	
34	1.342	1.342	
35	1.342	1.342	
36	1.342	1.342	
37	1.342	1.342	
38	1.342	1.342	
39	1.342	1.342	
40	1.342	1.342	
41	1.342	1.342	
42	1.342	1.342	
43	1.342	1.342	
44	1.342	1.342	
45	1.342	1.342	
46	1.342	1.342	
47	1.342	1.342	
48	1.342	1.342	
49	1.342	1.342	
50	1.342	1.342	
51	1.342	1.342	
52	1.342	1.342	
53	1.342	1.342	
54	1.342	1.342	
55	1.342	1.342	
56	1.342	1.342	
57	1.342	1.342	
58	1.342	1.342	
59	1.342	1.342	
60	1.342	1.342	

Sample No.	H Probe 1	H Probe 2	H Probe 3
1	-2.405205	0.262474	-0.051919
2	-2.424466	-0.044320	0.062372
3	-2.299204	-0.287641	0.214755
4	-2.328117	-0.224168	0.319527
5	-2.212465	-0.679072	0.386207
6	-2.164295	-0.837773	0.548124
7	-1.846294	-0.922410	0.624324
8	-1.625384	-1.020390	0.730615
9	-1.306660	-1.123404	0.871959
10	-0.921211	-1.186832	0.786241
11	-0.531834	-1.155140	0.895279
12	-0.171497	-1.250350	1.024342
13	0.165571	-1.208041	0.871959
14	0.437488	-1.165731	0.757668
15	0.888568	-1.073503	0.633043
16	1.244032	-0.964730	0.500404
17	1.670926	-0.751101	0.474229
18	1.882927	-0.543557	0.100464
19	2.114189	-0.274167	-0.194798
20	2.104559	0.082627	0.375754
21	2.193653	0.304784	-0.556725
22	2.174376	1.178848	-0.690070
23	2.355098	0.486632	-0.899614
24	2.133467	0.685642	-1.023424
25	1.931112	0.780852	-1.118677
26	1.631387	0.665489	-1.242487
27	1.227662	0.065489	-1.471025
28	0.822936	0.088657	-1.365613
29	0.350765	0.907799	-1.356794
30	-0.093408	0.928667	-1.337740
31	-0.433402	0.936635	-1.261541
32	0.854766	0.407235	-1.154876
33	1.210306	0.007829	-1.099621
34	-1.566846	0.355489	-1.018905
35	-1.894842	0.802015	-0.832934
36	-2.052423	0.496215	-0.623390
37	-2.114057	0.550695	-0.404327
38	-2.289557	0.389431	-0.128118
39	-2.424466	0.230717	0.100464
40	-2.395558	0.008563	0.319527
41	-2.414835	-0.150121	0.519952
42	-2.444466	-0.319378	0.633843
43	-2.352020	-0.490225	0.758615
44	-2.318465	-0.636762	0.824333
45	-2.116110	-0.795446	1.052915
46	-1.942664	-0.901247	0.910051
47	-1.663200	-1.007030	0.940159
48	-1.219936	-1.112830	0.940159
49	-0.747765	-1.208041	0.938624
50	-0.217777	-1.250350	0.852906
51	0.283318	-1.292678	0.757668
52	0.784398	-1.229204	0.576697
53	1.343291	-1.123404	0.329061
54	1.815465	-0.996457	-0.004308
55	2.229467	-0.763709	-0.309089
56	2.615285	-0.552125	-0.613873
57	3.017640	-0.255904	-0.851987
58	2.991086	0.008563	-1.042470
59	2.971825	0.220147	-1.223448
60	2.827270	0.421157	-1.337740



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
MAKASSAR
JPT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN

LAMPIRAN 3**Dokumentasi penelitian**

