

SKRIPSI

STUDI PENGARUH SUSUNAN RANGKAIAN MODEL PIPA TERHADAP
TINGGI GELOMBANG REFLEKSI PADA PEMECAH GELOMBANG
BERPORI



MUSYAWIR
105 81 2542 15

ARIFUDDIN NURI
105 81 2323 15

PRODI TEKNIK PENGAIRAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
2020

27/02/2021
1 eqg
Smb. Alumni
R/0008/SIP/21 CD
MUS
s

Studi Pengaruh Pengaruh Susunan Rangkaian Model Pipa Terhadap Tinggi Gelombang Refleksi Pada Pemecah Gelombang Berpori

Musyawir¹, Arifuddin Nuri²

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

Email : ¹musyawir.ax19@gmail.com, ²arifhant98@gmail.com

Abstrak

Bangunan pemecah gelombang *breakwater* dibedakan menjadi dua macam yaitu, pemecah gelombang lepas pantai dan pemecah gelombang sambung pantai. Bentuk dan karakteristik *breakwater* berbeda-beda begitu juga kemampuan peredaman gelombang yang dihasilkan. Menurut bentuknya bangunan dibedakan menjadi bangunan sisi miring dan sisi tegak dengan tipe tenggelam dan tidak tenggelam. Konstruksi *breakwater* tenggelam dari sisi estetika sangat baik dan relatif jauh lebih murah (ekonomis). Biaya konstruksi *breakwater* tenggelam yang murah dari segi manapun sangat diharapkan. Sehingga dilakukan penelitian-penelitian lain yang memungkinkan menekan biaya konstruksinya dengan peredaman gelombang yang maksimal. Seperti penelitian *breakwater* tenggelam yang konstruksinya menggunakan tumpukan split, dan penelitian *breakwater* tenggelam yang dipasang seri. Akan tetapi penelitian mengenai *breakwater* tenggelam yang konstruksinya menggunakan tumpukan pipa, baik permodelan secara fisik maupun pemodelan secara numerik belum banyak dilakukan. Pada penelitian ini akan dibahas mengenai refleksi gelombang setelah melewati *breakwater* tenggelam yang menggunakan bahan konstruksi pipa dengan skala laboratorium. Data yang dihasilkan adalah data refleksi gelombang setelah melewati *breakwater*. Bentuk saluran yang digunakan adalah flume saluran pembangkit gelombang dengan parameter panjang 15 m, tinggi 0,46 m dan lebar 0,30 m. Selain itu, pada penelitian ini, digunakan tiga perbandingan model diameter pipa, yaitu model dengan diameter 15cm, 10cm, 7,5cm. 1L. Dari hasil simulasi dapat diambil kesimpulan bahwa model 7,5cm lebih efektif dalam meredam gelombang dibandingkan dengan model 15cm dan 10cm.

Kata Kunci: *Breakwater*, Gelombang refleksi (HR), Koefisien refleksi (Kt)

Abstract

There are two types of breakwater breakwaters, namely, offshore breakwaters and continuous shore breakwaters. The shape and characteristics of the breakwaters differ as well as the ability to absorb the waves produced. According to the shape, the building is divided into sloping and upright side buildings with the type of sinking and not sinking. The construction of the sink breakwater from the aesthetic point of view is very good and relatively much cheaper (economical). Cheap construction costs of sinking breakwaters in any way are desirable. So that other studies are carried out which allows to reduce construction costs with maximum wave attenuation. Such as research on sinking breakwaters whose construction uses split piles, and research on sinking breakwaters that are installed in series. However, research on sinking breakwaters whose construction uses a pile of pipes, both physical modeling and numerical modeling, has not been widely carried out. This research will discuss about the reflection of waves after passing through the sinking breakwater using laboratory scale pipe construction materials. The resulting data is wave reflection data after passing through the breakwater. The channel shape used is a wave generator channel flume with parameters of 15 m long, 0.46 m high and 0.30 m wide. In addition, in this study, three comparisons of pipe diameter models were used, namely a model with a diameter of 15cm, 10cm, 7.5cm. 1L. From the simulation results it can be concluded that the 7.5cm model is more effective in reducing waves compared to the 15cm and 10cm models.

Keywords: Breakwater, reflection wave (HR), reflection coefficient (Kt)



FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

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

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

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

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

Judul Skripsi : **STUDI PENGARUH SUSUNAN RANGKAIAN MODEL PIPA TERHADAP TINGGI GELOMBANG REFLEKSI PADA PEMECAH GELOMBANG BERPORI**

Nama : MUSYAWIR
ARIFUDDIN NURI

Stambuk : 105 81 2542 15
105 81 2323 15

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

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing:

Pembimbing I

Pembimbing II

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

Andi Makbul Syamsuri, ST., MT., IPM

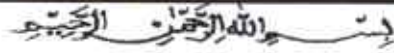
Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Pengairan



Andi Makbul Syamsuri, ST., MT., IPM

NBM : 1183 084



PENGESAHAN

Posi atas nama Musyawir dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 2542 15 dan Arifuddin Nuri dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 2323 15, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0011/SK-Y/22201/091004/2020, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 28 November 2020.

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

Penitia Ujian :

Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

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

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

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

Penguji :

a. Ketua : Dr. Ir. Fenti Daud Sindagamanik, M.T.

b. Sekretaris : Fausiah Latief, ST., MT.

Anggota: 1. Dr. Ir. H. Riswal K., MT.

2. Dr. Ir. Muhammad Yunus, ST., MT.

3. Ir. Hamzah Ali Imran, ST., MT., IPM.

Mengetahui :

Pembimbing I

Pembimbing II

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

Andi Makbul Syamsuri, ST., MT., IPM

Dekan



NBM 855 500

KATA PENGANTAR

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

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

1. Bapak Ir. Hamzah Al-Imran, ST., MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak Andi Makbul Syamsuri, ST., MT., IPM selaku Ketua Prodi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak Muh. Amir Zainuddin, ST., MT selaku Sekretaris Prodi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Ibu Dr. Ir. Nenny T Karim, ST., MT., IPM selaku Dosen Pembimbing I dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Andi Makbul Syamsuri, ST., MT., IPM selaku Dosen Pembimbing II dalam penyusunan Skirpsi ini.
6. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen dan Staf Akademik Prodi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

7. Terima kasih juga kepada Himpunan Mahasiswa Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
8. Serta ucapan terima kasih kepada saudara-saudara seperjuangan Teknik 2015.
9. Terkhusus penulis ucapkan terima kasih kepada Kedua orang tua kami tercinta, yang telah mencurahkan seluruh cinta, kasih sayang yang hingga kapanpun penulis takkan bisa membalasnya.

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

Makassar, Desember 2020

Penulis

DAFTAR ISI

SAMPUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	3
E. Batasan Masalah.....	4
F. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	
A. PEMECAH GELOMBANG (<i>Breakwater</i>).....	6
1. Pemecah gelombang lepas pantai.....	9
2. Pemecah gelombang sambung pantai.....	10
B. DEFINISI PEMECAH GELOMBANG.....	11
C. BEBERAPA STUDY PERFOTATED BREAKWATER.....	11

D. BEBERAPA STUDY TENTANG GELOMBANG REFLEKSI PADA BREAKWATER	15
E. GELOMBANG	18
1. Pengertian gelombang	18
2. Karakteristik gelombang	18
3. Tinggi Gelombang	20
4. Klasifikasi teori gelombang	22
5. Teori redaman gelombang	23
F. HUKUM DASAR MODEL	23
1. Sebangun kinematik	24
2. Sebangun geometric	25
3. Sebangun dinamik	26
G. PENELITIAN YANG RELEVAN	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Tempat dan waktu penelitian	33
B. Jenis Peneletian Dan Sumber Data	33
C. Alat dan bahan	34
1. Alat	34
2. Bahan	36
D. Desain penelitian	37
E. Metode pengambilan data	41
F. Prosedur / langkah penelitian	42

G. Flow chart prosedur percobaan penelitian	44
---	----

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Analisis	45
-------------------------	----

1. Panjang Gelombang (L)	45
2. Data Gelombang (H)	46
3. Data Hasil Pengamatan	50
4. Perhitungan Koefisien Refleksi (K_r)	54
5. Perhitungan Koefisien Transmisi (K_t)	54
6. Data hasil rekapitulasi	55

B. Pembahasan	59
---------------------	----

1. Hubungan (H_r) terhadap (H_i/L) untuk variasi (T) pada MD15, MD10, dan MD 7,5	59
2. Hubungan (H_r) terhadap (H_i/L) untuk variasi (d) pada MD15, MD10, dan MD 7,5	62
3. Perbandingan susunan diameter model (D/L) terhadap gelombang refleksi (H_r) pada setiap susunan diameter model MD15, MD10, dan MD7,5	65

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	66
---------------------	----

B. Saran	66
----------------	----

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

1. Batasan gelombang air dangkal, air transisi dan air dalam	22
2. Matriks Penelitian Sebelumnya	28
3. Rancangan simulasi model	40
4. Data Panjang Susunan Model Pipa MD15	51
5. Data Panjang Susunan Model Pipa MD10	52
6. Data Panjang Susunan Model Pipa MD7,5	53
7. Hasil rekapitulasi perhitungan pada pemecah gelombang dengan diameter model MD15	56
8. Hasil rekapitulasi perhitungan pada pemecah gelombang dengan diameter model MD10	57
9. Hasil rekapitulasi perhitungan pada pemecah gelombang dengan diameter model MD7,5	58

DAFTAR GAMBAR

1. Konsep pemecah gelombang umum	6
2. Tipe bangunan pantai	8
3. Pemecah gelombang lepas pantai	9
4. pemecah gelombang sambung pantai	10
5. Perforated-Wall Caisson/Breakwater	11
6. Sketsa model <i>perforated-wall caisson breakwater</i>	12
7. Sketsa konfigurasi penelitian <i>Hollow Hemispherical Shape Artificial Reefs(HSAR)</i>	13
8. Sketsa percobaan <i>perforated breakwater</i>	14
9. Sketsa <i>Perforated Skirt Breakwater</i>	15
10. Sketsa REFLEKSI gelombang	16
11. Floating dengan kombinasi sudut	17
12. Floating didalam <i>wave flume tank</i>	17
13. Skema karakteristik gelombang	20
14. Gerak partikel air dalam gelombang	23
15. Tangki pembangkit gelombang (<i>Wave Flume</i>)	34
16. Unit pembangkit gelombang tipe <i>flap</i>	35
17. Posisi probe pada flume	35
18. Komputer dan Wave monitor	36
19. Model <i>breakwater</i> pipa ϕ 7,5 cm	37
20. Model <i>breakwater</i> pipa ϕ 0,10 cm	38
21. Model <i>breakwater</i> pipa ϕ 0,15 cm	38
22. Model gelombang datang ϕ 7,5 cm	39
23. Model gelombang datang ϕ 10 cm	39
24. Model gelombang datang ϕ 15 cm	39
25. Sketsa Penempatan model dan probe 1, 2 dan probe 3	42
26. Sketsa Flow Chart Penelitian	44
27. Hubungan tinggi (H_r) terhadap (H_i/L) untuk (T) pada diameter model ϕ 15cm	59
28. Hubungan tinggi (H_r) terhadap (H_i/L) untuk (T) pada diameter model ϕ 10cm	60

29. Hubungan tinggi (Hr) terhadap (Hi/L) untuk (T) pada diameter model Ø7,5cm.....	61
30. Hubungan tinggi (Hr) terhadap (Hi/L) untuk (d) pada diameter model Ø15cm.....	62
31. Hubungan tinggi (Hr) terhadap (Hi/L) untuk (d) pada diameter model Ø10cm.....	63
32. Hubungan tinggi (Hr) terhadap (Hi/L) untuk (d) pada diameter model Ø7,5cm.....	64
33. Grafik perbandingan susunan relatif diameter model (D/L) terhadap koefisien refleksi (kr) MD15, MD10, dan MD7,5.....	65



BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Breakwater atau pemecah gelombang adalah bangunan struktur pantai yang digunakan untuk mengantisipasi dan mengendalikan abrasi. Bangunan ini mempunyai fungsi sebagai alternatif untuk menjaga garis pantai dari gempuran ombak atau dengan mereduksi energi gelombang agar tidak sampai ke daerah pantai. Ada beberapa tipe pemecah gelombang dan salah satunya adalah pemecah gelombang berpori, pertama kali diusulkan pada tahun 1961 oleh G. E. Jarlan. *Breakwater* jenis ini diadopsi dari *breakwater* bentuk kaisan dengan memodifikasi dinding vertikal bagian depan kaisan (yang menghadap laut) diberi perforasi, sedangkan dinding kaisan bagian belakang adalah dinding *impermeable*. Ruang yang ada diantara depan dan belakang disebut *wave chamber*. Karena kemampuannya dalam menyerap energi gelombang dan stabilitas yang tinggi terhadap gelombang, tipe kaisan tersebut dimanfaatkan dan diadopsi sebagai *seawall* dan *breakwater*. Meskipun pada awalnya *perforated wall caisson* (kaisan dinding berpori) ditujukan untuk laut yang relatif tenang, pada tahap selanjutnya sudah dimanfaatkan untuk laut terbuka (Takahasi, 1996)

Dari beberapa penelitian tentang pemecah gelombang berpori, maka kami akan melakukan penelitian di laboratorium tentang pemecah gelombang berpori yang dibuat dalam beberapa model susunan diameter pipa guna mengetahui pengaruh pemecah gelombang berpori terhadap tinggi gelombang refleksi setelah gelombang yang datang membentur pemecah gelombang berpori yang dibuat dari

susunan rangkaian model pipa guna untuk lebih meminimalisir dampak dampak yang akan terjadi pada daerah pantai yang lebih efisien serta dapat menekan biaya konstruksi dengan peredaman gelombang yang maksimal.

Sehubungan dengan hal tersebut di atas, maka penulis mengangkat sebuah tugas akhir dengan judul **“STUDI PENGARUH SUSUNAN RANGKAIAN MODEL PIPA TERHADAP TINGGI GELOMBANG REFLEKSI PADA PEMECAH GELOMBANG BERPORI.**



B. Rumusan Masalah

Berdasarkan masalah latar belakang diatas, maka dari itu rumusan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana pengaruh susunan rangkaian model pipa terhadap tinggi gelombang refleksi pada pemecah gelombang berpori?
2. Bagaimana pengaruh kedalaman terhadap tinggi gelombang refleksi pada pemecah gelombang berpori?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah sebagaimana yang dirumuskan diatas maka tujuan penelitian :

1. Untuk menganalisis pengaruh susunan rangkaian model pada pemecah gelombang berpori terhadap tinggi gelombang refleksi.
2. Untuk menganalisis pengaruh kedalaman terhadap tinggi gelombang refleksi pada pemecah gelombang berpori.

D. Manfaat Penelitian

Berikut manfaat dari penulisan penelitian ini adalah :

1. Dapat dijadikan sebagai referensi dalam perencanaan struktur pemecah gelombang.
2. Dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian-penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan permasalahan breakwater berpori .

E. Batasan Masalah

Untuk mengefisienkan pembahasan dan memudahkan dalam menyelesaikan masalah sesuai dengan tujuan penelitian yang ingin dicapai.

Batasan-batasan masalah pada Penelitian ini yaitu sebagai berikut :

Penelitian dilakukan dilaboratorium hidrolika Universitas Hasanuddin

1. Bentuk saluran adalah saluran gelombang adalah Flume dengan parameter berukuran panjang 15 m, tinggi 0,46 m dan lebar 0,30 m.
2. Air yang digunakan yaitu air tawar.
3. Dasar perairan model berupa rata dan kedap.
4. Arah datang gelombang tegak lurus terhadap struktur.
5. Gelombang yang dibangkitkan dalam kondisi belum pecah.
6. Struktur model dianggap kokoh/tidak bergeser.
7. Jenis pipa yang digunakan adalah pipa paralon.
8. Diameter pipa yang di gunakan adalah $\phi 7,5\text{cm}$, $\phi 10\text{cm}$, $\phi 15\text{cm}$ dengan ketebalan 0,2 cm.
9. Panjang pipa yang digunakan 1L (panjang gelombang) = 189 cm.

F. Sistematika Penulisan

Penulisan ini adalah susunan yang teratur oleh sebab itu dibuat dengan susunan bab-bab yang berkaitan dengan pokok-pokok bahasan untuk mencakup pengertian mengenai apa dan bagaimana, jadi sistematika penulisan dapat diuraikan sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Dalam bab ini adalah bab pendahuluan mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini dijelaskan mengenai tinjauan pustaka yang memuat secara sistematis tentang: teori umum, landasan teori dan penelitian terdahulu yang relevan.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini menjelaskan tentang waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, jenis penelitian, metode pengumpulan data, metode analisa data, metode yang diteliti, prosedur penelitian dan flowchart.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini merupakan tentang penelitian, analisis hasil dan pembahasan.

BAB V. PENUTUP

Bab ini merupakan penutup yang berisi tentang kesimpulan dan saran.

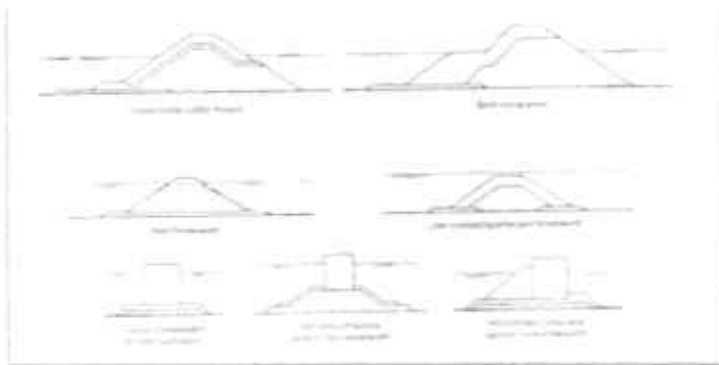
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pemecah gelombang (*Breakwater*)

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

Van der Meer (1998 : 4) menyatakan konsep pemecah gelombang yang paling umum ditunjukkan sebagai berikut : a) pemecah gelombang tumpukan batu konvensional; b) pemecah gelombang tanggul; c) bangunan jenis karang; d) pemecah gelombang bawah air permukaan; e) kaisan pemecah gelombang pada pondasi batu dan; f) gabungan kaisan/ pemecah gelombang tumpukan batu.



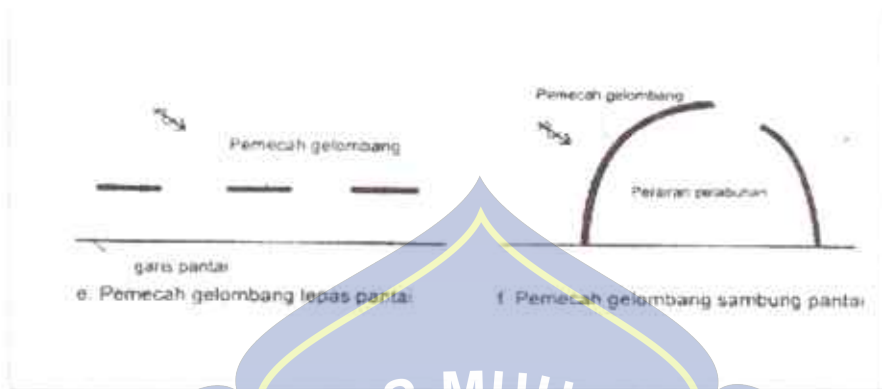
Gambar 1. Konsep pemecah gelombang umum (Sumber : van der Meer (1998))

Struktur pemecah gelombang dapat dibedakan menjadi pemecah gelombang sisi tegak dan sisi miring (*U.S. Army Corps of Engineers*, 2002). Pemecah gelombang sisi miring lebih banyak dibuat karena lebih fleksibel dalam pemeliharaannya. Pemecah gelombang tipe ini berbentuk tanggul trapesium dan biasa dibuat dari tumpukan batu (*rubble-mound*) berlapis-lapis. Lapisan batu paling luar terdiri dari batu-batu berukuran lebih berat daripada lapis didalamnya. Lapisan paling luar ini disebut lapisan pelindung (*armor layer*).

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

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

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



Gambar 2. Tipe bangunan pantai (Triatmodjo, B, 2011)

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

1. Pemecah gelombang lepas pantai (*detached breakwater*)

Pemecah gelombang lepas pantai adalah bangunan yang terpisah dari pantai dan sejajar dengan garis pantai, seperti ditunjukkan dalam gambar 2, gelombang yang menuju pantai terhalang oleh bangunan tersebut sehingga gelombang yang sampai pantai sudah mengecil dan berkurang energinya untuk merusak pantai. Daerah dibelakang bangunan menjadi tenang. Transport sedimen

sepanjang pantai yang berasal dari daerah disekitarnya akan di endapkan dibelakang bangunan. Bangunan pengendapan tersebut menyebabkan terbentuknya salient (Gambar 3.a). Apabila bangunan ini cukup panjang terhadap jaraknya dari garis pantai, maka akan terbentuk tombolo (Gambar 3.b). Biasanya pemecah gelombang lepas pantai terdiri dari suatu seri pemecah gelombang seperti ditunjukkan oleh (gambar 2).



Gambar 3. Pemecah gelombang lepas pantai (Triadmodjo, B, 2011)

Pada gambar 3.a dimana panjang pemecah gelombang relatif pendek terhadap jaraknya dari garis pantai dapat menyebabkan terbentuknya tonjolan daratan dari garis pantai ke arah laut (*salient*), sedangkan 3.b. menunjukkan terbentuknya tombolo oleh pemecah gelombang yang cukup panjang.

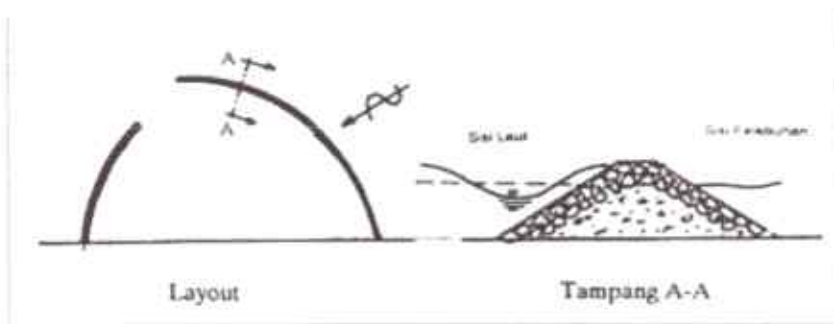
2. Pemecah Gelombang Sambung Pantai

Pemecah gelombang sambung pantai digunakan untuk melindungi daerah perairan perairan dari gangguan gelombang. Salah satu persyaratan suatu pelabuhan adalah adanya perairan yang tenang terhadap gangguan gelombang

sehingga kapal dapat merapat di dermaga untuk melakukan berbagai kegiatan seperti menaik-turunkan penumpang, bongkar muat barang, mengisi bahan bakar dan air bersih.

Bangunan ini memisahkan daerah perairan dari laut bebas, sehingga perairan pelabuhan tidak banyak dipengaruhi oleh gelombang besar di laut. Gelombang besar yang datang dilaut akan di halangi oleh bangunan ini. Daerah perairanan dihubungkan dengan laut oleh mulut pelabuhan dengan lebar tertentu, dan kapal keluar/masuk pelabuhan melalui celah tersebut. Ujung pemecah gelombang (mulut pelabuhan) harus berada diluar gelombang pecah. Dengan adanya pemecah gelombang ini daerah perairan pelabuhan menjadi tenang dan kapal bisa melakukan bongkar muat barang dengan mudah.

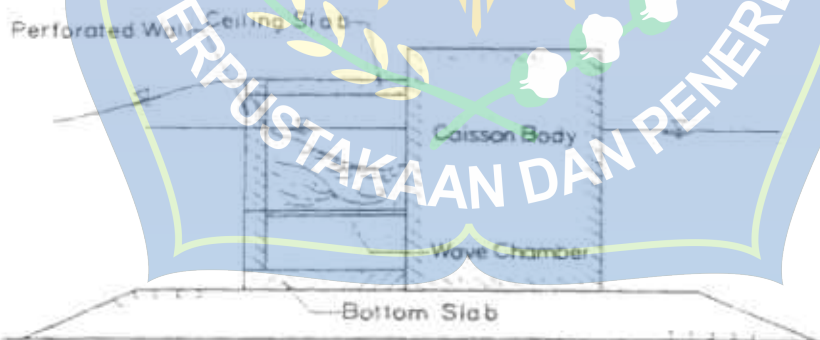
Pemecah gelombang dapat dibuat dengan tumpukan batu, blok beton, beton massa, turap dan sebagainya. Dimensi pemecah gelombang tergantung pada banyak faktor diantaranya adalah ukuran dan layout perairan pelabuhan, kedalaman laut, tinggi pasang surut dan gelombang, ketenangan pelabuhan yang diharapkan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



Gambar 4. pemecah gelombang sambung pantai (Triatmodjo, B, 2011)

B. Definisi Pemecah Gelombang Berpori (Perforated Breakwater).

Pemecah gelombang berpori (Perforated wall breakwater) pertama kali diusulkan pada tahun 1961 oleh G. E. Jarlan. *Breakwater* jenis ini diadopsi dari *breakwater* bentuk kaisan dengan memodifikasi dinding vertikal bagian depan kaisan (yang menghadap laut) diberi perforasi, sedangkan dinding kaisan bagian belakang adalah dinding *impermeable*. Ruang yang ada diantara depan dan belakang disebut *wave chamber*. Karena kemampuannya dalam menyerap energi gelombang dan stabilitas yang tinggi terhadap gelombang, tipe kaisan tersebut dimanfaatkan dan diadopsi sebagai *seawall* dan *breakwater*. Meskipun pada awalnya *perforated wall caisson* (kaisan dinding berpori) ditujukan untuk laut yang relatif tenang, pada tahap selanjutnya sudah dimanfaatkan untuk laut terbuka (Takahashi, 1996)



Gambar 5. Perforated-Wall Caisson/Breakwater (Takahashi, 1996 dalam Indra, 2011).

C. Beberapa Studi Perforated Breakwater

Suh dkk (2006) dalam Indra (2011) mengembangkan model numeric untuk menghitung refleksi dari gelombang *irregular* untuk *breakwater* kaisan dengan perforasi pada sebagian dindingnya. Mereka memodifikasi penelitian

sebelumnya tentang model numerik dari refleksi gelombang *regular* pada *breakwater* kaisan dengan perforasi penuh pada dindingnya. Model numeric tersebut kemudian diverifikasi dengan melakukan pengujian model fisik di laboratorium. Dari pengujian model kaisan dengan perforasi pada sebagian dindingnya (*partially perforated-wall caisson breakwater*) diperoleh bahwa koefisien refleksi bernilai minimum baik untuk gelombang *regular* dan *irregular* pada saat B/L dan B/Lcs adalah sekitar 0,2 dimana B adalah lebar *wave chamber*, L adalah panjang gelombang di dalam *wave chamber* dan Lcs adalah panjang gelombang signifikan didalam *wave chamber*.



Gambar 6. Sketsa model *perforated-wall caisson breakwater* (a) *Fully perforated-wall* (b) *Partially perforated-wall* (Suh dkk, 2006 dalam Indra 2011).

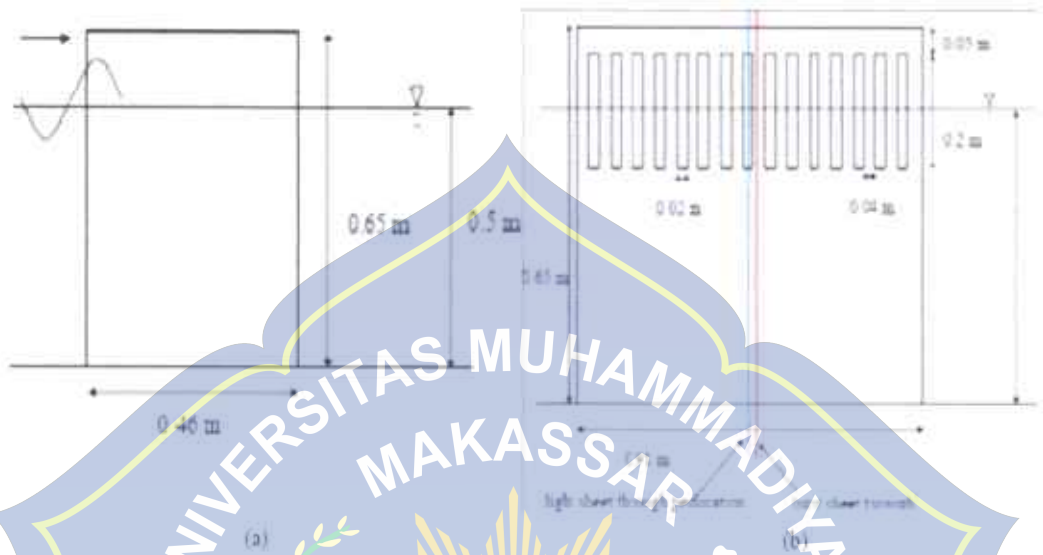
Armono dan Hall (2002) dalam Ariyarathne (2007) dalam Andojo dkk (2010) melakukan penelitian terhadap terumbu karang berongga/*Hollow Hemispherical Shape Artificial Reef* (HSAR), mengungkapkan pengurangan tinggi gelombang dipengaruhi oleh kecuraman gelombang (*wave steepness*), ke dalam struktur yang tenggelam dan geometri karang. Hasil penelitian mengungkapkan sekitar 60% energi gelombang yang datang dapat dikurangi. Konfigurasi penelitian oleh Armono dan Hall dapat dilihat pada Gambar 7 beserta dengan parameter penelitian, dimana B adalah lebar total dari beberapa terumbu

karang, h adalah jarak dari dasar perairan hingga bagian teratas dari terumbu karang, dan d adalah kedalaman perairan. Adapun dalam penelitian tersebut, Armono dan Hall meletakkan terumbu karang buatan berongga di atas struktur solid.



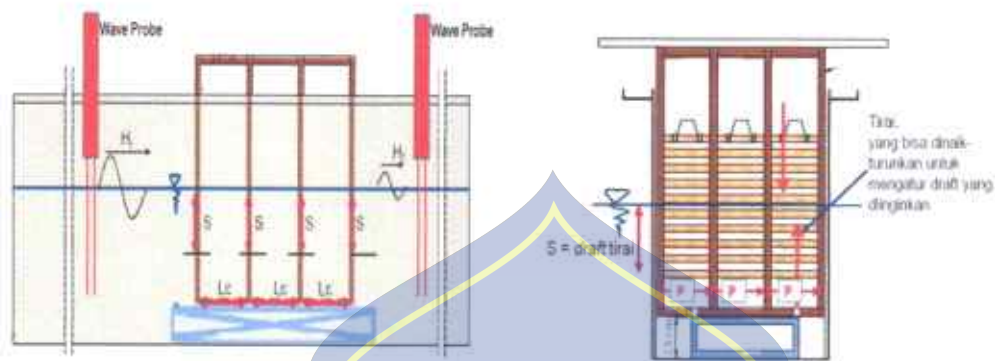
Gambar 7. Sketsa konfigurasi penelitian *Hollow Hemispherical Shape Artificial Reefs (HSAR)* oleh Armono dan Hall, 2002

Ariyaratne (2007) dalam Andojo dkk (2010), melakukan penelitian terhadap *Perforated Breakwater*. Dimana struktur *breakwater* terdiri dari struktur massif dasar hingga ke bagian atas *breakwater* dengan bagian perforasi pada bagian atas (gambar 7). Ariyaratne menemukan refleksi, transmisi dan energi II-4 disipasi tergantung pada parameter B/L , dimana B adalah lebar struktur dan L adalah panjang gelombang. Untuk kondisi gelombang yang diuji, energi disipasi berkisar antara 56 % dan 78 %, dan untuk lebih dari 75 % dari kasus yang diuji, energi disipasinya di atas 69%. Ini berarti struktur sangat efektif untuk energi disipasi. Sementara koefisien refleksi menurun dengan meningkatnya B/L sampai sekitar 0,225 dan nilai koefisien refleksi mulai meningkat kembali. Koefisien refleksi minimum terjadi pada $B/L = 0,2 - 0,25$. Hal ini sejalan dengan Kondo (1979), Suh dkk. (2006), dan Hagiwara (1984).



Gambar 8. Sketsa percobaan *perforated breakwater* oleh Ariyaratne, 2007 (a) Tampak Samping (b) Tampak depan

Sementara itu Andoyo Wuriyanto, Harman Ajiwibowo, dan Rahmat Zamzami 2010 dalam Jurnal Teknik Sipil vol. 17 no. 3 Desember 2010 Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan Institut Teknologi Bandung, meneliti *Perforated Skirt Breakwater*. Andoyo dkk mendapatkan semakin besar nilai *draft breakwater* (S), maka nilai koefisien transmisi semakin kecil (K_r) atau semakin besar energi disipasi yang terjadi. Semakin kecil nilai koefisien K_r berarti semakin baik fungsi dari *breakwater*. Sketsa Penelitian Andoyo dkk dapat dilihat pada Gambar 9.



a. Tampak Samping

b. Tampak Depan

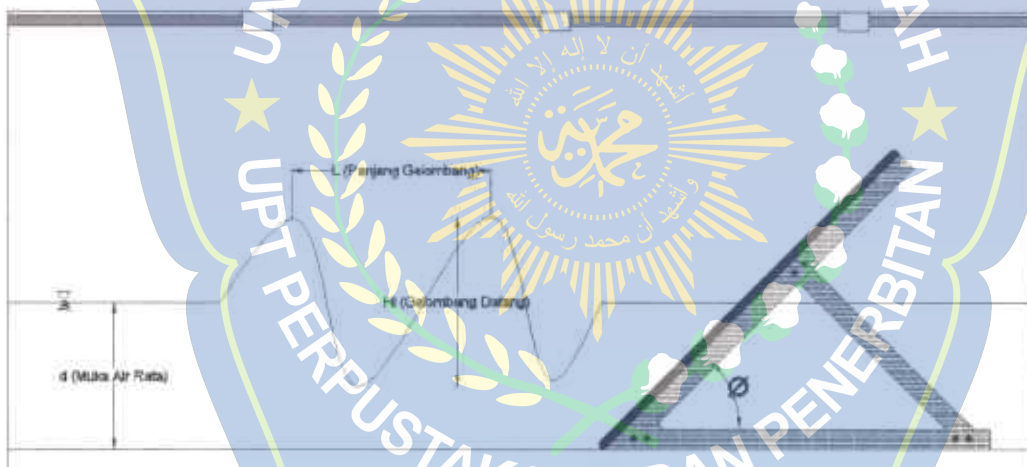
Gambar 9. Sketsa *Perforated Skirt Breakwater* oleh Andoyo dkk 2010

D. Beberapa Studi Tentang Refleksi Gelombang

Gelombang datang yang mengenai/membentur satu rintangan akan dipantulkan sebagian atau seluruhnya. Tinjauan refleksi gelombang penting di dalam perencanaan bangunan pantai, terutama pada bagian pelabuhan. Refleksi gelombang di dalam pelabuhan akan menyebabkan ketidaktenangan di dalam perairan, maka bangunan-bangunan yang ada di pelabuhan/pantai harus dapat menyerap/menghancurkan energi gelombang. Susunan pancangan struktur tersebut berfungsi untuk merefleksikan gelombang. Alat ini dapat berfungsi dengan baik jika pancangan struktur dibuat serapat mungkin. Kekurangan dari jenis ini adalah diperlukan pekerjaan pemancangan yang banyak.

Wahyuddin (2014) melakukan eksperimen laboratorium untuk menghitung refleksi gelombang pada peredam gelombang sisi miring berpori. Dia merancang model yang terbuat dari unit karet sintesis sebagai komponen utama peredan dan diberi perkuatan struktur rang baja dengan memvariasikan ketebalan serta kemiringan peredam gelombang. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa

parameter-parameter yang mempengaruhi refleksi gelombang pada peredam gelombang sisi miring berpori adalah yang dipengaruhi parameter struktur terdiri dari ketebalan peredam (s), besar sudut peredam (θ), dan parameter gelombang yang berpengaruh adalah tinggi gelombang depan struktur (H_i) dan panjang gelombang (L). Selain itu didapatkan hubungan antara kemiringan model peredam dengan nilai refleksi gelombang (K_r) yakni semakin kecil kemiringan bangunan peredam gelombang maka semakin kecil nilai refleksinya, sedangkan semakin tegak bangunan peredam gelombang maka semakin besar pula nilai refleksinya.



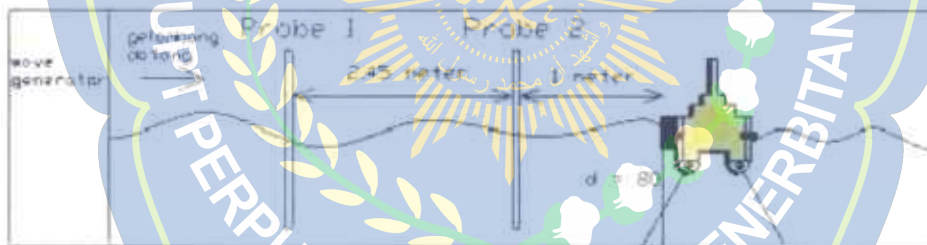
Gambar 10. Sketsa model Peredam Gelombang Berpori (Wahyuddin 2014).

Sementara itu, Septhian Dkk (2012) dalam Jurnal Tugas Akhir Teknik Kelautan Insitut Teknologi Sepuluh November (ITS) juga meneliti refleksi gelombang pada pemecah gelombang. Namun, pemecah gelombang yang digunakan dalam penelitiannya adalah pemecah gelombang terapung tipe *mooring*. Dari percobaan yang dilakukan didapatkan hasil dari koefisien refleksinya. Karena jenis gelombang yang digunakan adalah gelombang irregular

maka tinggi gelombang dan periode gelombang yang diinputkan pada pembangkit gelombang (*wave flume tank*) hasilnya tidak akan sama. Setelah didapatkan hasil dari *wave flume tank*, maka parameter tinggi gelombang datang dan terrefleksi serta periode gelombang rata-rata dapat diperoleh nilai koefisien refleksinya dengan menggunakan persamaan



Gambar 11. Floating dengan kombinasi sudut



Gambar 12. Floating didalam wave flume tank (Septian Dkk 2012)

Berdasarkan analisa dapat terlihat bahwa model C mempunyai efektifitas dalam merefleksikan gelombang lebih baik daripada model B ataupun model A. Berdasarkan analisa, didapatkan bahwa konfigurasi sudut mooring 45° mempunyai efektifitas dalam membantu floating merefleksikan gelombang lebih baik yang kemudian diikuti oleh sudut 90° lalu sudut mooring 60° . Berdasarkan hasil analisa data didapatkan kesimpulan untuk hubungan nilai K_r dengan H_s dan T_{av} yaitu berbanding terbalik. Karena semakin tinggi nilai H_s atau T_{av} maka nilai K_r makin rendah.

Gelombang datang yang mengenai/membentur satu rintangan akan dipantulkan sebagian atau seluruhnya. Tinjauan refleksi gelombang penting di dalam perencanaan bangunan pantai, terutama pada bagian pelabuhan. Refleksi gelombang di dalam pelabuhan akan menyebabkan ketidaktenangan di dalam perairan, maka bangunan-bangunan yang ada di pelabuhan/pantai harus dapat menyerap/menghancurkan energi gelombang. Susunan pancangan struktur tersebut berfungsi untuk merefleksikan gelombang. Alat ini dapat berfungsi dengan baik jika pancangan struktur dibuat serapat mungkin. Kekurangan dari jenis ini adalah diperlukan pekerjaan pemancangan yang banyak.

E. Gelombang

1. Pengertian Gelombang

Gelombang laut adalah pergerakan naik dan turunnya air dengan arah tegak lurus permukaan air laut yang membentuk kurva/grafik sinusoidal. Gelombang laut disebabkan oleh angin, gaya tarik menarik bumi – bulan – matahari, gempa di dasar laut, maupun pergerakan kapal. Angin di atas lautan memindahkan tenaganya ke permukaan perairan, menyebabkan riak – riak, alunan/bukit, dan berubah menjadi apa yang kita sebut sebagai gelombang atau ombak (Loupatty, Grace, 2013).

2. Karakteristik gelombang

Periode gelombang dikontrol oleh putaran pulleey, tinggi gelombang dibangkitkan oleh posisi stroke yang mengatur gerakan plaf, semakin besar stroke maka semakin jauh dorongan plaf untuk membangkitkan gelombang. Data

karakteristik gelombang ini akan memberikan informasi tentang tinggi gelombang maksimum dan tinggi gelombang minimum sebelum diletakkan model peredam gelombang. Pada kedalaman air (d) = 0,28 m, (d) = 0,32 m dan (d) = 0,36 m, karakteristik gelombang yang dihasilkan oleh pembangkit gelombang terdiri dari 3 variasi periode (T : 1,0 detik, T : 1,1 detik dan T : 1,2 detik) dengan masing-masing 3 stroke yaitu 4, 5, dan 6.

Parameter penting untuk menjelaskan gelombang air adalah panjang gelombang, tinggi gelombang, dan kedalaman air dimana gelombang tersebut menjalar, dengan menggunakan cara iterasi maka panjang gelombang dapat diselesaikan dengan menentukan panjang gelombang awal (L_0) dengan menggunakan persamaan berikut:

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

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

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

c. Tinggi gelombang datang (H_i) adalah jarak antara puncak dan lembah gelombang.

$$H_i = \frac{H_{max} + H_{min}}{2} \quad (3)$$

d. Kecuraman gelombang (H_i/L) adalah hubungan antara panjang gelombang terhadap tinggi gelombang datang.

$$H_i/L = \frac{H_i}{L} \quad (4)$$

- e. kedalaman air (d) = 0,28 m, (d) = 0,32 m dan (d) = 0,36 m, adalah tinggi muka air dari dasar flume ke permukaan.
- f. Periode gelombang (T) adalah waktu yang dibutuhkan oleh lembah gelombang atau dua puncak gelombang yang berurutan melewati titik tertentu (Fadlullah, M, 2016).

Koefisien gelombang transmisi (K_t) dapat diketahui dengan menggunakan persamaan,

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

- g. Koefisien gelombang refleksi (K_r) dapat diketahui dengan menggunakan persamaan,

$$K_r = \frac{H_r}{H_i} = \sqrt{\frac{E_r}{E_i}} \quad (6)$$

Berikut adalah gambar skematika mengenai karakteristik gelombang.



Gambar 13. Skema karakteristik gelombang (Bambang. T)

3. Tinggi Gelombang

Gelombang yang menjaral melalui suatu rintangan, sebagian dari energi gelombang akan dihancurkan melalui proses gesekan, turbulensi, dan gelombang pecah, dan sisanya akan di pantulkan (refleksi), dihancurkan (disipasi), dan

diteruskan (transmisi) tergantung dari karakteristik gelombang datang. (CERC, 1984).

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

$$H_r = \frac{(H_{max})r - (H_{min})r}{2} \quad (7)$$

$$H_i = \frac{(H_{max}) + (H_{min})}{2} \quad (8)$$

Dimana: H_r = Tinggi gelombang refleksi (cm)

H_i = Tinggi gelombang datang (cm)

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

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

Dimana :

H_t : tinggi gelombang transmisi

H_{max} : tinggi gelombang maksimum

H_{min} : tinggi gelombang minimum

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

4. Klasifikasi Teori Gelombang

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

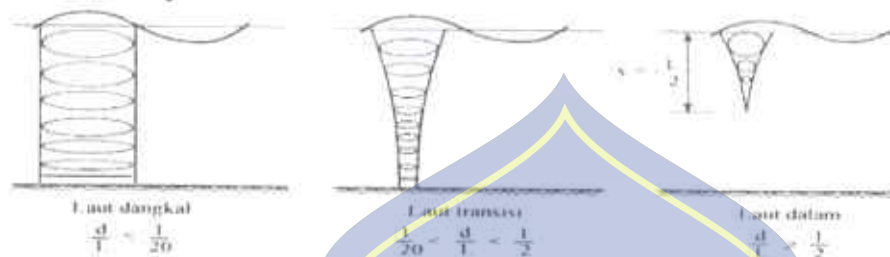
Tabel 1. Batasan gelombang air dangkal, air transisi dan air dalam

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: Teknik Pantai, Triadmodjo, 1999)

Gelombang juga dapat dikelompokkan berdasarkan rasio antara tinggi gelombang dan panjang gelombang. Pada pengelompokkan ini dikenal gelombang amplitudo kecil dan gelombang amplitudo berhingga (*Stock*, *Cnoidal*, *Solitary*). Gelombang amplitudo kecil dikembangkan oleh Airy sehingga dikenal dengan teori gelombang Airy. Teori gelombang Airy diturunkan berdasarkan anggapan bahwa perbandingan antara tinggi gelombang dengan panjangnya atau kedalamannya sangat kecil, sedangkan teori gelombang amplitudo berhingga

memperhitungkan besarnya rasio antara tinggi gelombang terhadap panjang dan kedalaman airnya.



Gambar 14. Gerak partikel air dalam gelombang

5. Teori Redaman Gelombang

Gelombang yang menjalar melalui suatu rintangan, sebagian dari energy gelombang akan dihancurkan melalui proses gesekan, turbulensi dan gelombang pecah, dan sisanya akan dipantulkan (refleksi), dihancurkan (disipasi) dan yang diteruskan (transmisi) tergantung dari karakteristik gelombang datang (periode, tinggi gelombang, dan panjang gelombang), tipe perlindungan pantai (permukaan halus atau kasar) dan dimensi serta geometri perlindungan (kemiringan, elevasi, dan lebar halangan) serta kondisi lingkungan setempat (kedalaman air dan kontur dasar pantai) (CERC, 1984).

Menurut Horikawa (1978) bahwa besarnya energi gelombang yang didisipasi (dihancurkan/diredam) adalah besarnya energi gelombang datang dikurangi energi gelombang yang ditransmisikan dan direflesikan

$$(K_d = (1 - (K_t + K_r))) \dots \dots \dots (10)$$

F. Hukum Dasar Model

Konsep dasar pemodelan dengan bantuan skala model adalah membentuk kembali masalah atau fenomena yang ada di prototipe dalam skala yang lebih kecil, sehingga fenomena yang terjadi di model akan sebangun (mirip) dengan

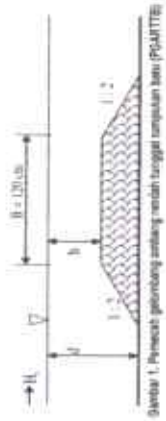
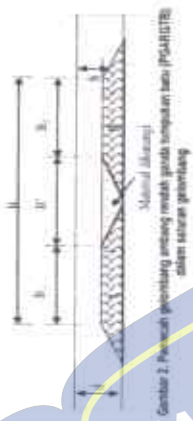
Tabel 2. Matriks Penelitian Sebelumnya

NO	PENULIS	JUDUL	TUJUAN	METODE	HASIL PENELITIAN	MODEL
1	2	3	4	5	6	7
1	Mirza Fadlullah (2016)	Study Refleksi Gelombang Pada Breakwater Tipe Dinding Berpori	Untuk mengetahui pengaruh breakwater dinding tegak berpori terhadap tinggi gelombang refleksi	Variasi kedalaman air, variasi model peredam gelombang dengan material lapisan permukaan yang sama sehingga diharapkan ada peneltiti lain yang mengkaji lebih lanjut	Mengetahui Parameter-parameter yang mempengaruhi refleksi gelombang pada peredam gelombang berpori.	

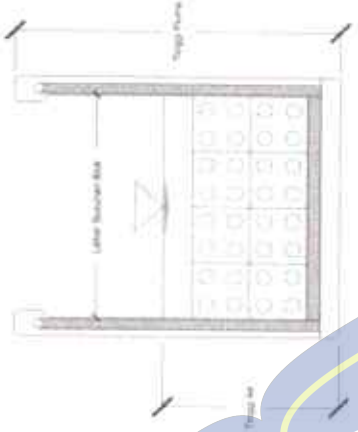
Lanjutan Tabel 2. Matriks Penelitian Sebelumnya

1	2	3	4	5	6	7
2	(Widiyanto, Wahyu, April 2014)	Asesmen terhadap Berat Batu Lapis Pelindung Pemecah Gelombang Di Pelabuhan Logending, Pltu Adipala Dan Cikidang	Menganalisis berapa tinggi gelombang rencana yang dipakai oleh perencana dan menilai apakah cukup sesuai dengan kondisi pantai selatan jawa yang tergolong pantai dengan energi besar (<i>high energy</i>)	Inspeksi dan monitoring perlu dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak gelombang yang melampaui tinggi gelombang rencana sekaligus untuk menilai stabilitas pemecah gelombang dari waktu ke waktu.	Ketiga pemecah gelombang memiliki tinggi gelombang rencana yang cukup berbeda meskipun jenis batu yang dipakai sama (hexapod) dan berada pada pantai yang relatif serupa dan berdekatan	

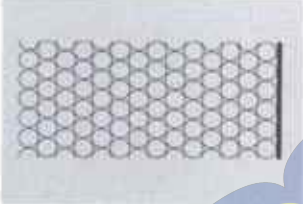
Lanjutan Tabel 2. Matriks Penelitian Sebelumnya

1	2	3	4	5	6	7
3	Bambang Surendro, Nur Yuwono, Suseno Darsono	Transmisi Dan Refleksi Gelombang Pada Pemecah Gelombang Rendah Ganda Tumpukan Batu	Untuk Mengetahui Parameter Yang Berpengaruh Terhadap Perubahan Nilai Gelombang Transmisi (K_t) Dan Koefisien Gelombang Refleksi (K_r)	dilakukan penelitian dalam usaha memperkecil biaya pembangunan sehingga diperoleh bangunan pemecah gelombang rendah yang efektif dan efisien	Pemecah gelombang rendah ganda, Koefisien gelombang transmisi, Koefisien Gelombang refleksi.	 Gambar 1. Pemecah gelombang rendah ganda tumpukan batu (Pematang Rendah)  Gambar 2. Pemecah gelombang rendah ganda tumpukan batu (Pematang Rendah) dalam saluran gelombang

Lanjutan Tabel 2. Matriks Penelitian Sebelumnya

1	2	3	4	5	6	7
4	Muh. Aswar Anas	Studi pemecah gelombang blok beton berpori susun seri	Untuk mengetahui perbandingan terhadap parameter yang diperoleh	Variasi terhadap kedalaman air dan model pemecah gelombang blok beton dengan bentuk desain pori berbeda sehingga diharapkan ada peneliti lain yang mengkaji lebih lanjut	Perbandingan parameter hasil penelitian Antara dua jenis model	

Lanjutan Tabel 2. Matriks Penelitian Sebelumnya

1	2	3	4	5	6	7
5	Wiby Febriando Edy, Aprizal, Ilyas Sadad	Analisa Perilaku Gelombang Air Setelah Melewati Breakwater Tenggelam Yang Berbentuk Tumpukan Pipa	untuk mengetahui pengaruh peredaman gelombang oleh bangunan pemecah gelombang tipe tenggelam yang tersusun dari pipa setinggi 2,5m dan diletakan pada kedalaman 3m hingga 3,5m dengan gelombang rencana maksimum 1 m.	pengaruh perubahan diameter pipa pada breakwater terhadap perilaku gelombang yang melaluinya.	mengkaji model fisik difraksi gelombang 1-D melalui breakwater tenggelam dan mensimulasika n gelombang tersebut pada uji laboratorium dengan skala model.	 

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di laboratorium hidrolika Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin dengan waktu penelitian selama 3 bulan.

B. Jenis Penelitian dan Sumber Data

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

Pada penelitian ini akan menggunakan dua sumber data, yaitu:

1. Data primer, yaitu data yang diperoleh langsung dari simulasi model fisik di laboratorium.
2. Data sekunder, yaitu data yang diperoleh dari literatur dan hasil penelitian yang sudah ada, baik yang telah dilakukan di laboratorium

maupun dilakukan di tempat lain yang berkaitan dengan penelitian pemecah gelombang berpori.

C. Alat dan Bahan

1. Alat

a. Tangki pembangkit gelombang (Wave Flume)

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

b. Unit pembangkit



Gambar 15. Tangki pembangkit gelombang (*Wave Flume*)

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



Gambar 16. Unit pembangkit gelombang tipe flap

- c. Probe 1 dan probe 2 untuk mengetahui tinggi gelombang datang (H_i) sebelum membentur model dan probe 3 untuk mengetahui tinggi gelombang transmisi (H_t) setelah melewati model.



Gambar 17. Posisi probe pada flume.

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



Gambar 18. Komputer dan Wave monitor.

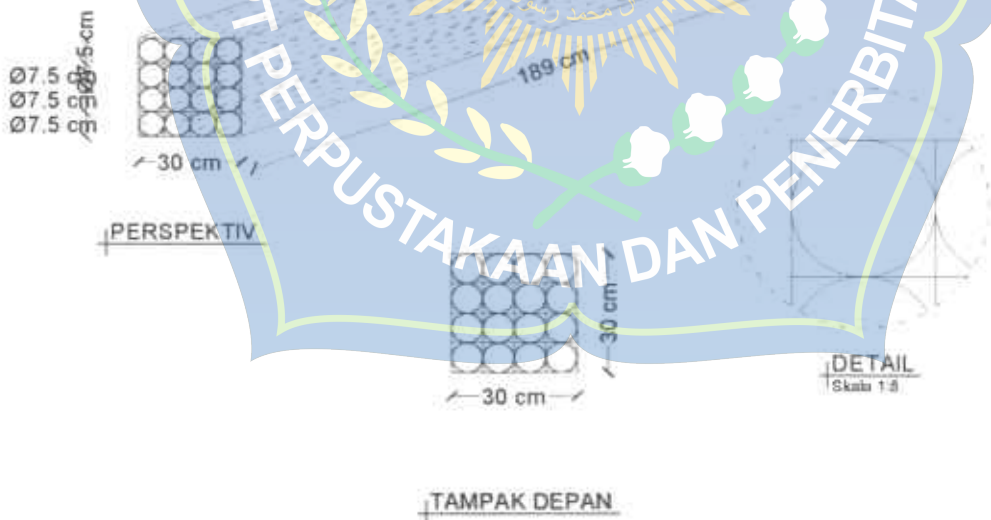
- e. Gergaji untuk memotong pipa
- f. Kamera digital digunakan untuk merekam (dalam bentuk foto) momen-momen yang penting dalam keseluruhan kegiatan penelitian khususnya tahap-tahap dalam proses penelitian.

1. Bahan

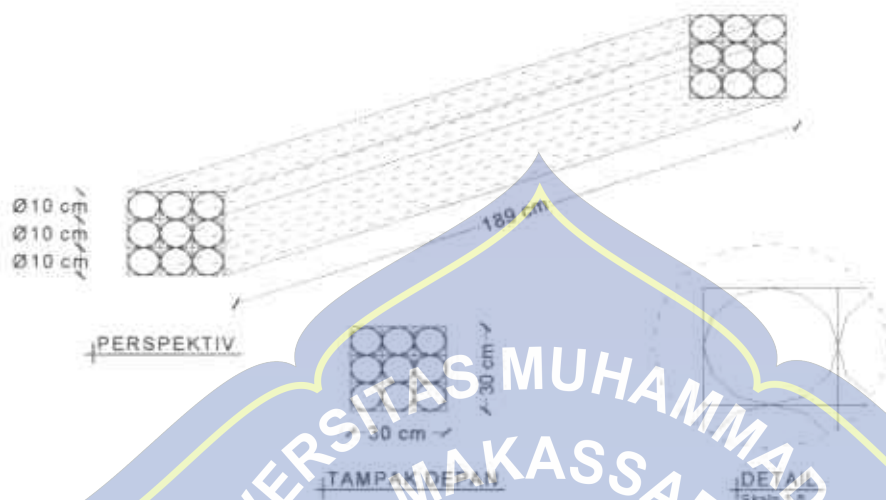
- a. Pipa dengan $\varnothing$ 7,5, $\varnothing$ 10, $\varnothing$ 15"
- b. LemSilicon/Fox
- c. Lem korea

D. Desain Penelitian

Sebelum dilakukan penelitian, terlebih dahulu dilakukan desain/ perancangan model berdasarkan variabel yang akan diteliti. Desain/ perancangan model pemecah gelombang didasarkan pada beberapa spesifikasi yaitu berdasarkan pertimbangan fasilitas di laboratorium, model terbuat dari bahan pipa PVC dengan panjang (L) 189 cm, diameter pipa $\varnothing$ 7,5, $\varnothing$ 10, $\varnothing$ 15".



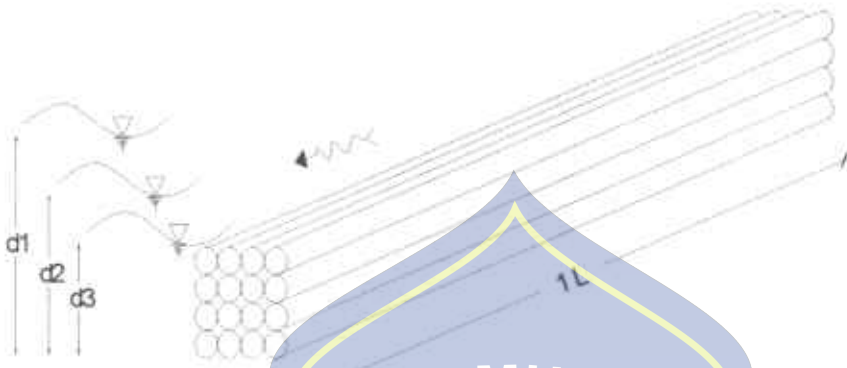
Gambar 19. Model *breakwater* pipa $\varnothing$ 7,5 cm



Gambar 20. Model *breakwater* pipa $\varnothing$ 0,10 cm



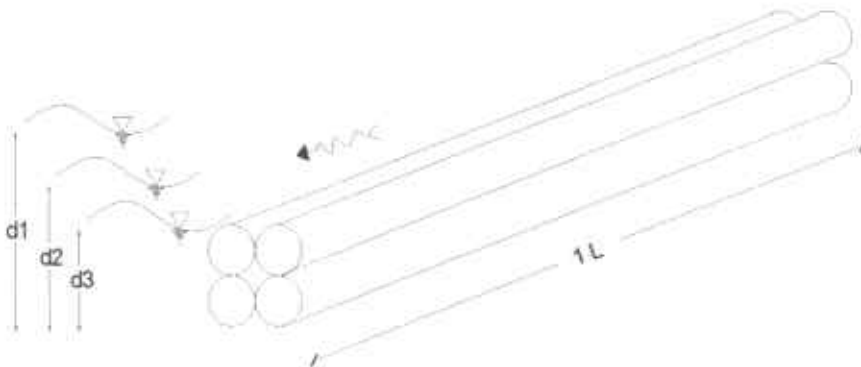
Gambar 21. Model *breakwater* pipa $\varnothing$ 0,15 cm



Gambar 22. Model gelombang datang ϕ 7,5 cm



Gambar 23. Model gelombang datang ϕ 10 cm



Gambar 24. Model gelombang datang ϕ 15 cm

Tabel 3. Rancangan simulasi model

Model pipa	kedalaman d (cm)	L (m)	T (dtk)	stroke	Probe 1 H Min	Probe 2 H Max	Hi (cm) (HMax+HMin)/2	Hr (cm) (HMax-HMin)/2	Probe 3 Ht (cm)
ø 7,5 cm	28	1.550	1.0	4					
				5					
				6					
		1.540	1.1	4					
				5					
				6					
	32	1.720	1.2	4					
				5					
				6					
		1.420	1.0	4					
				5					
				6					
ø 10 cm	28	1.610	1.1	4					
				5					
				6					
		1.810	1.2	4					
				5					
				6					
	36	1.450	1.0	4					
				5					
				6					
		1.670	1.1	4					
				5					
				6					
ø 15 cm	28	1.890	1.2	4					
				5					
				6					
		1.590	1.0	4					
				5					
				6					
	32	1.540	1.1	4					
				5					
				6					
		1.720	1.2	4					
				5					
				6					
ø 20 cm	36	1.610	1.1	4					
				5					
				6					
		1.810	1.2	4					
				5					
				6					
	48	1.450	1.0	4					
				5					
				6					
		1.670	1.1	4					
				5					
				6					

E. Metode Pengambilan Data

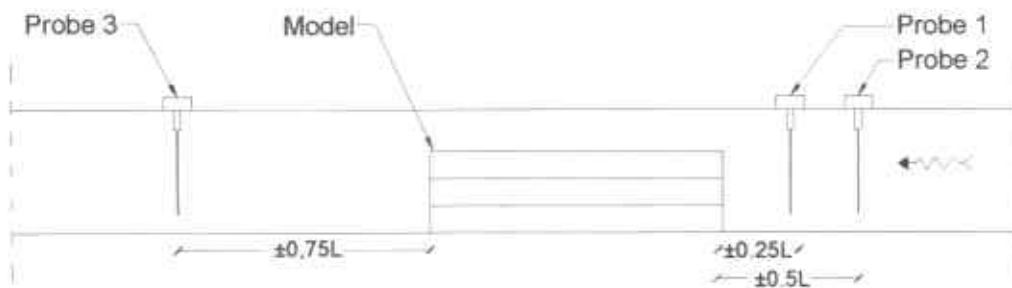
Dalam metode pengambilan data, tinggi gelombang diukur pada titik yaitu probe 1 dan probe 2 berada di depan model dan probe 3 berada di belakang model. Pengukuran tinggi gelombang dilakukan pada saat gelombang yang dibangkitkan pada kondisi stabil, yaitu beberapa saat setelah gelombang dibangkitkan. Dalam pengambilan data, dilakukan untuk setiap panjang model pada kedalaman 0,28 m, 0,32 dan 0,36 m. Untuk setiap percobaan dibagi menjadi tiga periode (T) (1,0 s, 1,1 s, dan 1,2 s), dan setiap periode dibagi kedalam 3 stroke (stroke 4, 5, dan 6).

Periode gelombang dikontrol oleh putaran pulleey, tinggi gelombang dibangkitkan oleh posisi stroke yang mengatur gerakan plaf, semakin besar stroke maka semakin jauh dorongan plaf untuk membangkitkan gelombang. Data karakteristik gelombang ini akan memberikan informasi tentang tinggi gelombang maksimum dan tinggi gelombang minimum sebelum diletakkan model peredam gelombang. Pada kedalaman air (d) = 0,28 m dan (d) = 0,36 m, karakteristik gelombang yang dihasilkan oleh pembangkit gelombang terdiri dari 3 variasi periode (T : 1,0 detik, T : 1,1 detik dan T : 1,2 detik) dengan masing-masing 3 stroke yaitu 4, 5, dan 6.

F. Prosedur / Langkah Penelitian

Adapun prosedur penelitian analisis refleksi dan disipasi gelombang pada pemecah gelombang berpori adalah sebagai berikut:

- Posisi model dalam flume di letakkan pada jarak 10m dari pembangkit gelombang.
- Nyalakan PC, wave monitor, dan eagle daq kemudian pasang masing-masing probe pada posisi yang telah ditentukan
- Atur kedalaman yang direncanakan ($d_1 = 0,28$ m, $d_1 = 0,30$ m, $d_1 = 0,32$ m) dengan menggunakan mesin pompa pada flume hingga tercapai kedalaman yang ditentukan dan atur jarak pukulan pada flap menjadi beberapa stroke yang telah ditentukan yaitu (stroke 4, 5, dan 6) serta mengatur variasi periode gelombang ($T_1 = 1,0$ detik, $T_2 : 1,1$ detik, $T_3 : 1,2$ detik) dengan memutar pulley pada mesin utama.
- Kalibrasi masing-masing probe dengan kedalaman air yang sudah ditentukan kemudian posisi probe 1 dan 2 di letakkan di depan model dan probe 3 di letakkan di belakang model sesuai gambar beerukut:

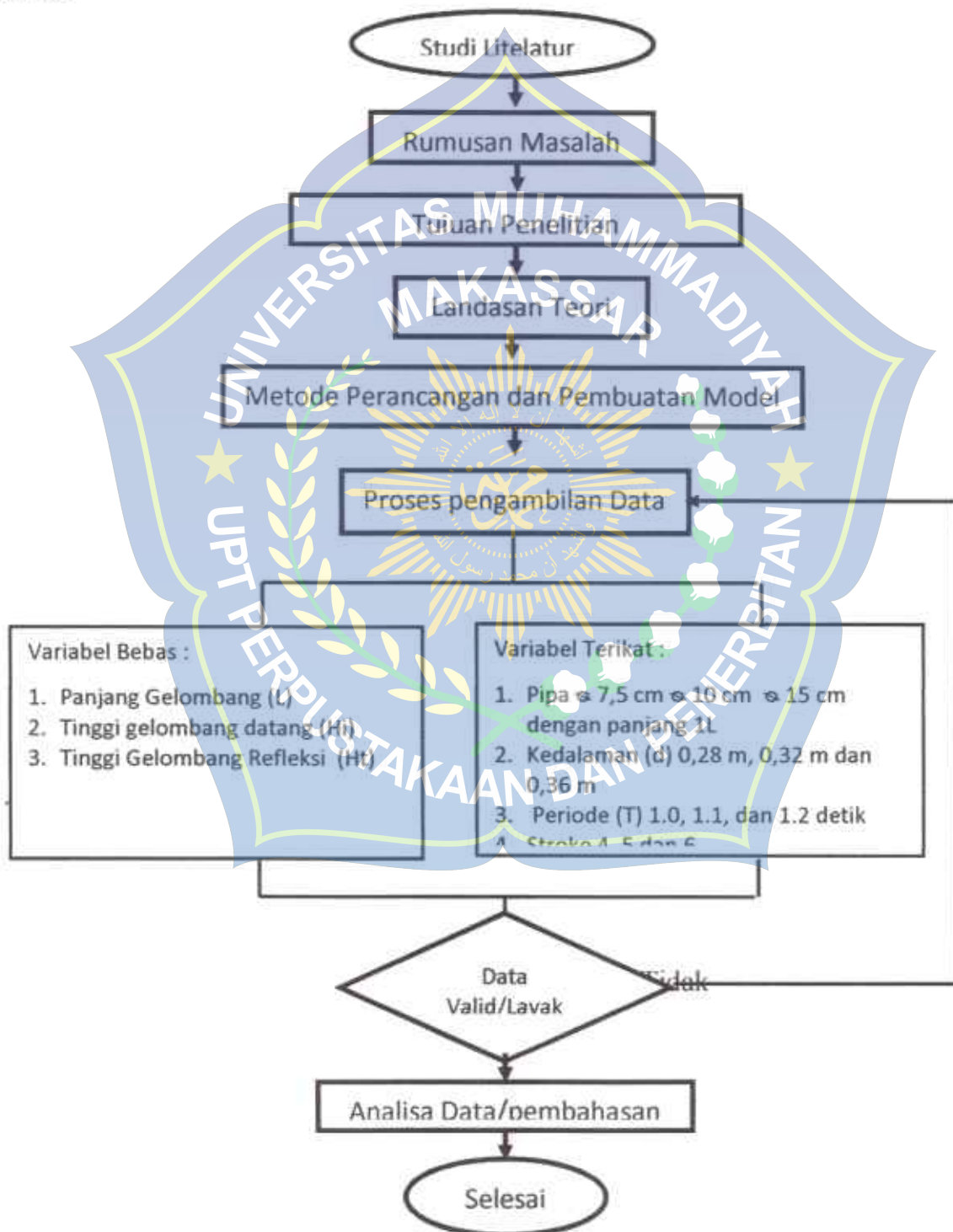


Gambar 25. Sketsa Penempatan model dan probe 1, 2 dan probe 3

- e. Setelah semua komponen siap, running dimulai dengan membangkitkan gelombang dengan menyalakan mesin pada unit pembangkit gelombang.
- f. Pembacaan tinggi gelombang di depan dan di belakang model diperoleh dari hasil pembacaan masing – masing probe, yang kemudian mengirim hasil rekamannya ke PC.
- g. Setelah selesai, periode kemudian diubah menjadi $T_2 = 1.1$, $T_3 = 1.2$.
- h. Prosedur (e) sampai (g) dilakukan kembali sesuai variasi kedalaman dan periode.
- i. Mengkonversi data yang tercatat di dalam PC dalam bentuk Microsoft excel yang selanjutnya data akan diolah.

G. Flow Chart Prosedur Percobaan Penelitian

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



Gambar 26. Sketsa Flow Chart Penelitian

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Analisis

1. Panjang Gelombang (L)

Dalam penentuan nilai panjang gelombang, kita dapat menggunakan dua metode, yaitu dengan metode perhitungan iterasi dari persamaan panjang gelombang dan menggunakan dua metode probe yang tercatat langsung di komputer dengan menemukan dua titik puncak gelombang sehingga dapat diketahui nilai besaran pada panjang gelombang. Untuk pengukuran dengan menggunakan bantuan dua probe di laboratorium dapat diketahui dengan mengukur panjang gelombang secara langsung yang terdiri dari satu bukit dan satu lembah. Sedangkan untuk metode iterasi kita menggunakan data periode yang ditentukan pada saat pra-penelitian. Dalam penelitian kali ini digunakan panjang gelombang yang dihitung dengan metode iterasi dengan tiga data periode, yakni periode $(T) = 1.0$ dt, periode $(T) = 1.1$ dt dan periode $(T) = 1.2$ dt. Salah satu perhitungan panjang gelombang (L) pada kedalaman 0,28 m periode 1,0 dt model pemecah gelombang berpori yang berdiameter 10 cm adalah sebagai berikut :

Diketahui : $d = 0,28$ m (Di mana (d) adalah kedalaman 0,28 m)

$T = 1,0$ dt (Di mana (T) adalah periode 1,0 dt)

Ditanyakan Panjang gelombang (L) =?

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

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

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

$$d/L_0 = \frac{0,28}{1,56} = 0,179 \text{ m/dtk}$$

$$d/L = 0,2079 \text{ (Lihat di tabel lampiran 1, untuk nilai } d/L_0 = 0,179 \text{ m/dtk)}$$

$$\frac{d}{d/L} = \frac{0,28}{0,2079}$$

$$L = 1,350 \text{ m}$$

2. Data Gelombang (H)

Pengukuran tinggi gelombang dilakukan di 2 titik di depan dan 1 titik di belakang model. Jarak antara dua titik pengukuran di depan model ditentukan pada panjang gelombang node dan anti node pada gelombang.

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

a. Gelombang Datang (H_i)

Tinggi Gelombang datang (H_i) yang dialami oleh pemecah gelombang tergantung seberapa besar nilai tinggi gelombang maksimum (H_{max}) dan nilai tinggi gelombang minimum (H_{min}) yang dialami oleh 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 pembagian tersebut merupakan besar tinggi

gelombang datang (H_i), dapat dirumuskan dengan menggunakan persamaan (3).

Salah satu perhitungan tinggi gelombang datang (H_i) pada kedalaman 0,28 cm periode 1,0 dt, stroke 4 model pemecah gelombang berpori dengan diameter 10 cm dan panjang model 1L adalah sebagai berikut :

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

$H_{min} = 3,3192$ cm

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

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

$$H_i = 4,8205$$
 cm

b. Gelombang Refleksi (H_r)

Gelombang datang yang mengenai membentur suatu rintangan akan dipantulkan sebagian atau seluruhnya yaitu gelombang refleksi. Gelombang refleksi (H_r) dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan (5). Salah satu perhitungan refleksi gelombang di depan model pada kedalaman (d) 0,32cm periode (T) 1,0 dtk stroke 4 model pemecah gelombang berpori dengan diameter 10 cm dengan panjang 1L, yaitu sebagai berikut :

Diketahui : $H_{max} = 5,2505$ cm

$H_{min} = 3,7711$ cm

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

$$H_r = \frac{5,2505 - 3,7711}{2}$$

$$H_r = 0,7390$$
 cm

c. Gelombang Transmisi (H_t)

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

Diketahui :

$$H_{\max} = 2,5338 \text{ cm}$$

$$H_{\min} = 2,7803 \text{ cm}$$

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

$$H_t = \frac{2,5338 + 2,7803}{2}$$

$$H_t = 2,65705$$

d. Kecuraman gelombang (H_i/L)

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

Diketahui :

$$H_i = 0,0482 \text{ m}$$

$$L = 1,350 \text{ m}$$

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

$$= \frac{0,0482}{1,350}$$

$$= 0,0414 \text{ m}$$

e. Susunan relatif diameter model (D/L)

Berikut adalah perbandingan susunan relatif model terhadap koefisien refleksi (K_r), di mana kali ini kita membandingkan 3 variasi diameter pada susunan breakwater berpori dengan model (D/L) terhadap koefisien refleksi (K_r) pada model MD15, MD10, dan MD7.5. Sebelum membandingkan D/L dan koefisien refleksi (K_r) terlebih dahulu kita menentukan nilai D/L, salah satu perhitungan (D/L) pada kedalaman 0,28 cm, periode 1 detik, pada panjang gelombang $L = 1,350$ dan model diameter $\phi 10$ cm yaitu sebagai berikut :

$$\frac{D}{L} = \frac{10}{1,350} = 7,407$$

Berikut disajikan table 4, 5, dan 6, hasil pengamatan tinggi gelombang pada variasi model diameter MD15, MD10, dan MD7.5.

Tabel 4. Data Panjang Susunan Model Pipa MD15

No d (cm)	L (m)	T (dik) stroke	Probe 1				Probe 2				Hi (cm)		Hr (cm)	Probe 3			
			Pembacaan Bawah	Pembacaan Atas	Hmin	Pembacaan Bawah	Pembacaan Atas	Hmax	(Hmax+Hmin)/2	(Hmax-Hmin)/2	H Min	Hmax	Ht (cm)				
1		4	-1.6658	1.9117	3.5775	-2.9810	3.9385	6.8195	5.1985	1.5013	-0.6994	0.5895	1.2889				
2	1.350	5	-2.1436	2.4154	4.5590	-3.3794	4.8682	8.2476	6.4033	1.8443	-0.8373	0.6194	1.4567				
3		6	-2.1436	3.1515	5.3352	-4.1896	5.7315	9.6211	7.4781	2.0645	-1.2629	0.9492	1.6021				
4		4	-1.6787	1.6921	3.6708	-2.7154	3.3276	6.0430	4.8569	1.1861	-0.6215	0.6854	1.3069				
5	1.540	5	-1.8466	1.9246	3.8712	-3.2466	4.0581	7.0047	5.4379	1.5668	-0.8793	0.6674	1.5467				
6		6	-2.2211	2.9449	5.1660	-3.6451	5.0276	8.6726	6.9193	1.7533	-0.8973	0.7633	1.6606				
7		4	-1.5237	1.8600	3.0838	-2.9810	3.0354	5.2164	4.1501	1.0663	-0.7234	0.4876	1.6610				
8	1.720	5	-1.8853	2.0925	3.9778	-3.1005	3.5534	6.6539	5.3159	1.3380	-0.8253	0.6374	1.5628				
9		6	-2.0791	2.3508	4.4299	-3.5521	4.3370	7.8891	6.1595	1.7180	-0.9332	0.6314	1.6647				
10		4	-2.2948	2.7629	4.5578	-3.0628	3.5501	6.4129	5.4853	0.7397	-1.5499	1.1733	2.2432				
11	1.420	5	-2.1470	3.1474	5.3944	-3.7823	4.7441	7.7263	6.5604	1.1660	-1.4858	1.3658	2.6516				
12		6	-2.4871	4.0791	7.0662	-4.7926	5.9380	10.4306	8.7484	1.6822	-1.3931	1.5939	2.7870				
13		4	-1.8364	1.9791	4.3155	-2.8179	2.9990	5.9169	5.1162	0.7902	-1.2149	0.8382	2.3531				
14	1.610	5	-2.2061	2.8960	5.1021	-3.3996	3.8715	7.2711	6.1866	0.8502	-1.1721	0.9880	2.1601				
15		6	-2.6646	3.8373	6.5219	-4.2109	4.8512	9.0621	7.7920	1.2110	-1.1650	1.5583	2.7232				
16		4	-2.1765	2.0235	3.9000	-2.6495	2.6928	5.2024	4.5512	0.6512	-1.2719	2.0858	2.4577				
17	1.810	5	-1.9399	2.7629	4.7028	-3.2618	2.7541	6.3159	5.5094	0.8065	-1.8993	1.3515	2.6508				
18		6	-2.3096	3.4284	5.7381	-3.6904	3.5960	7.5864	6.6622	0.9242	-2.2842	1.2303	2.7146				
19		4	-2.5418	3.3563	5.8981	-3.3274	3.9820	7.0094	6.4537	0.5557	-2.4034	1.5966	4.0000				
20	1.450	5	-3.3619	4.4905	7.8525	-4.1842	5.1187	9.3029	8.5777	0.7252	-2.5097	1.4033	3.9131				
21		6	-3.6062	5.2758	8.5820	-4.5689	6.5700	11.1389	9.8605	1.2785	-2.3358	1.7125	4.3483				
22		4	-1.9485	2.8852	4.9337	-3.3448	3.2476	5.8925	5.4131	0.4794	-2.0846	1.3937	3.9783				
23	1.670	5	-2.5942	3.7751	6.3693	-3.9044	3.7023	7.6667	6.9880	0.6187	-2.4421	1.6352	4.3773				
24		6	-3.0304	4.4033	7.4337	-4.6913	4.1919	8.8832	8.1584	0.7248	-2.7126	1.4323	4.8449				
25		4	-2.2277	3.0771	5.0048	-3.1000	3.2826	5.8826	5.4437	0.4389	-2.5097	1.6932	3.7029				
26	1.890	5	-3.1351	3.6704	6.8055	-3.7820	3.7023	7.4843	7.1449	0.3394	-2.9542	1.5096	4.4638				
27		6	-3.8331	4.7872	8.6203	-4.1667	5.3110	9.9777	9.2990	0.6787	-3.4083	1.8188	4.9271				

Tabel 5. Data Panjang Susunan Model Pipa MID10

No	d (cm)	L (m)	T (dtk)	stoke	Probe 1				Probe 2				Hl (cm)	Hr (cm)		Probe 3		
					Pembacaan Bawah	Pembacaan Atas	Hmin	Hmax	Pembacaan Bawah	Pembacaan Atas	Hmin	Hmax		(Hmax-Hmin)/2	(Hmax-Hmin)/2	H Min	Hmax	Ht (cm)
1	1.350	1.0	1.0	4	-1.8208	1.4984	3.3192	-2.9146	3.4073	6.3219	4.8205	1.6210	-0.3981	0.4180	1.1160			
2				5	-1.7920	2.4283	4.1103	-3.1935	4.6424	7.9359	6.0231	1.9128	-0.7072	0.5801	1.2874			
3				6	-2.2211	2.8903	5.1014	-4.0701	5.1604	9.2305	7.1660	2.1430	-0.6768	0.9501	1.3269			
4	1.540	1.1	1.1	4	-1.3687	1.6275	2.9963	-2.8216	3.4338	6.2555	4.6259	1.6296	-0.3524	0.4686	1.0211			
5				5	-1.7433	2.7309	3.4742	-3.2997	3.7659	7.0656	5.2699	1.7957	-0.3981	0.6055	1.0035			
6				6	-2.1436	2.2991	4.4428	-3.6052	4.6557	8.4609	6.4518	2.0091	-0.3170	0.8285	1.1454			
7	1.720	1.2	1.2	4	-1.3817	1.3305	2.7122	-2.5161	3.0354	4.8316	3.7819	1.0697	-0.5602	0.5244	1.2846			
8				5	-1.4721	1.6146	3.1867	-2.9412	3.4073	6.0484	4.6176	1.4309	-0.4538	0.5903	1.1441			
9				6	-1.5883	2.0796	3.7679	-3.4857	4.0182	7.2039	5.4859	1.7296	-0.4335	0.6359	1.4694			
10	1.420	1.0	1.0	4	-1.8607	1.8904	3.7711	-3.0628	2.1877	5.2505	4.5108	0.9276	-1.6569	1.2731	2.0300			
11				5	-2.2801	3.0587	5.5388	-4.2109	4.4532	8.2641	6.9014	1.3627	-1.5214	1.0521	2.0735			
12				6	-2.6498	3.6798	6.8296	-4.4405	5.4176	10.7581	8.7939	1.9642	-1.3503	1.3016	2.1520			
13	1.610	1.1	1.1	4	-1.9695	1.6242	3.5937	-3.0016	2.1724	5.1740	4.3838	0.8007	-1.3218	0.8810	2.2028			
14				5	-2.6646	2.1714	4.8359	-4.0731	2.4632	6.5363	5.6861	1.0845	-1.5499	1.1020	2.4519			
15				6	-2.8716	3.3101	6.0817	-3.9048	3.9990	8.5037	7.2927	1.2701	-1.7353	1.2446	2.5799			
16	1.810	1.2	1.2	4	-1.9103	1.6390	3.9493	-3.1700	2.0499	5.7199	4.8346	0.8853	-1.7139	1.3515	2.2654			
17				5	-2.3096	2.1566	4.6662	-3.2463	1.9887	6.4352	5.5507	0.8845	-1.7353	1.5226	2.6579			
18				6	-3.0491	2.7186	5.7676	-3.8129	2.6469	7.8598	6.8137	1.0461	-2.1060	1.5725	2.7785			
19	1.450	1.0	1.0	4	-2.4371	3.3912	5.8283	-3.5547	3.7023	7.2569	6.5426	0.7143	-2.7803	2.5338	3.5514			
20				5	-3.1351	3.8623	6.9974	-4.6563	4.3842	9.0405	8.0190	1.0216	-2.3938	2.5918	3.6855			
21				6	-3.0828	4.7523	7.9350	-4.7612	5.5209	10.5821	9.2586	1.3235	-2.1619	2.1570	4.0189			
22	1.670	1.1	1.1	4	-1.9485	3.1295	5.0780	-2.9601	3.5274	6.0875	5.5827	0.5048	-2.3165	1.0748	3.5913			
23				5	-2.7338	3.5133	6.9471	-3.9044	4.6815	8.5859	7.7665	0.8194	-2.4131	1.1038	3.5169			
24				6	-3.3968	4.6651	8.5619	-4.4290	6.8324	10.8614	9.7116	1.1497	-2.3648	1.2198	3.5846			
25	1.890	1.2	1.2	4	-1.8787	2.6409	5.0195	-2.8202	3.3875	6.0077	5.5136	0.4941	-2.0749	0.9782	3.4931			
26				5	-3.0304	4.1241	6.8545	-4.0793	3.9296	8.1088	7.4817	0.6272	-3.4373	0.6787	4.1160			
27				6	-3.5364	4.4731	8.0095	-4.5864	4.8039	9.3903	8.6999	0.6904	-3.5435	1.0265	4.5701			

Tabel 6. Data Panjang Susunan Model Pipa MD7.5

No	d (cm)	L (m)	T (dtk)	stoke	Probe 1				Probe 2				Hi (cm)	Hr (cm)	Probe 3			
					Pembacaan Bawah	Pembacaan Atas	Hmin	Pembacaan Bawah	Pembacaan Atas	Hmax	(Hmax+Hmin)/2	(Hmax-Hmin)/2			H Min	Hmax	Ht (cm)	
1	1.350	1.0	1.0	4	-1.7520	1.9384	3.6904	-3.0620	4.5531	7.6151	5.6528	1.9624	-0.6667	0.4281	1.0948			
2				5	-2.1870	2.7522	4.7393	-3.5379	5.5771	9.6151	7.1772	2.4379	-0.7681	0.5193	1.2874			
3				6	-2.3414	3.1311	5.4725	-4.4899	7.5098	11.2996	8.3860	2.9136	-0.6211	0.4332	1.3542			
4	1.540	1.1	1.1	4	-1.7661	1.3350	3.2011	-2.7592	4.1060	6.0152	4.6081	1.4071	-0.7528	0.5599	1.3127			
5				5	-2.1870	1.9103	4.0973	-3.4082	4.8560	8.2641	6.1807	2.0834	-0.7731	0.6663	1.4394			
6				6	-2.4536	2.6838	5.0375	-3.8120	6.0098	9.8218	7.4296	2.3922	-0.6565	0.5903	1.2468			
7	1.720	1.2	1.2	4	-1.2609	1.2508	2.9117	-2.7736	3.6589	5.3995	4.1556	1.2439	-0.8086	0.6258	1.4343			
8				5	-2.2151	1.8823	4.0973	-3.0476	4.6541	7.7017	5.8995	1.8022	-0.7883	0.6562	1.4445			
9				6	-2.1309	2.3313	4.4622	-3.5091	5.2166	8.7257	6.5939	2.1318	-0.5298	0.4534	0.9833			
10	1.420	1.0	1.0	4	-2.0097	2.3997	4.4094	-3.5807	4.0547	7.6353	6.0224	1.6130	-0.8931	0.6799	1.5730			
11				5	-2.4568	3.1392	5.5965	-4.2246	4.7906	9.7352	7.6659	2.0694	-0.9767	0.7711	1.7477			
12				6	-3.2122	3.9260	6.4083	-4.7459	5.7412	11.6431	9.0257	2.6174	-0.6955	0.8699	1.8654			
13	1.610	1.1	1.1	4	-1.7167	2.2147	4.2014	-3.4734	3.5334	7.0067	5.6041	1.4027	-0.8323	0.7407	1.6730			
14				5	-2.2255	2.7851	5.0107	-4.0713	4.5913	8.6626	6.8366	1.8260	-0.7563	0.8851	1.6414			
15				6	-2.6726	3.3710	6.0437	-4.4853	5.6952	10.1805	8.1121	2.0684	-0.9995	0.8547	1.8541			
16	1.810	1.2	1.2	4	-1.6705	1.6905	3.5610	-3.1207	3.6254	5.6901	4.6255	1.0646	-0.9007	0.7255	1.6262			
17				5	-1.9943	2.3226	4.3169	-3.7140	4.5759	7.5100	5.9134	1.5965	-0.7259	0.7255	1.7514			
18				6	-2.4568	2.9239	5.3807	-4.3166	5.2965	9.6132	7.4969	2.1162	-0.7487	0.8927	1.7913			
19	1.450	1.0	1.0	4	-2.3847	3.3563	5.7410	-3.4323	4.0170	7.4493	6.5952	0.8541	-1.2247	1.0845	2.3092			
20				5	-2.5942	4.2811	6.6753	-4.1842	5.0662	9.9504	8.3128	1.6376	-1.1474	1.1715	2.5188			
21				6	-3.1002	5.2234	7.4236	-4.7612	7.1646	12.9258	10.1747	2.7511	-1.3600	1.2004	2.7604			
22	1.670	1.1	1.1	4	-1.8263	2.9375	4.7638	-3.2399	3.3875	6.6274	5.6956	0.9318	-0.8769	1.1231	2.3000			
23				5	-2.4196	3.8623	6.2820	-4.0268	4.2968	8.3236	7.3028	1.0208	-1.2054	1.3260	2.5314			
24				6	-2.6988	4.5080	7.2068	-4.4989	5.1012	9.9001	8.5535	1.3467	-1.1957	1.5483	2.7440			
25	1.890	1.2	1.2	4	-1.5122	2.1697	4.7819	-3.1350	2.8105	6.4454	5.6137	0.8318	-0.9638	1.0072	2.4710			
26				5	-2.0357	3.0596	5.1954	-3.5896	4.5066	7.0963	6.1458	0.9505	-1.4856	1.0459	2.7314			
27				6	-2.2102	3.6529	5.8632	-4.4465	5.4159	8.2624	7.0628	1.1996	-2.2295	1.0265	3.0561			

3. Koefisien Refleksi (K_r)

Koefisien refleksi terjadi pada saat gelombang datang membentur breakwater berpori, besarnya koefisien refleksi (K_r) berdasarkan landasan teori pada bab 2, dihitung dengan menggunakan persamaan (6). Salah satu contoh perhitungan koefisien refleksi gelombang pada kedalaman 0,28 m periode 1,0 dt model pemecah gelombang berpori berdiameter 10 cm dengan panjang model 1L, yakni sebagai berikut :

Diketahui : $H_i = 0,0482 \text{ m}$

$H_r = 0,0162 \text{ m}$

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

$K_r = \frac{0,0482}{0,0162}$

$K_r = 0,3363$

4. Koefisien Transmisi (K_t)

Besarnya koefisien transmisi (K_t) berdasarkan landasan teori pada bab 2, dihitung dengan menggunakan persamaan (6). Salah satu contoh perhitungan koefisien transmisi gelombang pada kedalaman 0,32 m periode 1,0 dt model pemecah gelombang berpori berdiameter 10 cm dengan panjang model 1L, yakni sebagai berikut :

Diketahui : $H_i = 0,0451 \text{ m}$

$H_t = 0,0203 \text{ m}$

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

$$K_t = \frac{0,0451}{0,0203}$$

$$K_t = 0,0450$$

Berikut adalah tabel 7, 8, dan 9 hasil rekapitulasi perhitungan pada pemecah gelombang dengan diameter model MD15, MD10 dan MD7,5.



Tabel 7. Hasil rekapitulasi perhitungan pada pemecah gelombang dengan diameter model MID15.

No	Kedalaman (d)	Periode (T)	P/jg Gel. (L)	Diameter Model (D)	D/L	tinggi gelombang			Hi/L (cm)	Kt (cm)	Kr (cm)
						Hi (cm)	Hr (cm)	Ht (cm)			
1	28	1.0	135	15	0.111	5.1985	1.5013	1.2889	0.0385	0.2479	0.2888
2	28	1.0				6.4033	1.8443	1.4567	0.0474	0.2275	0.2880
3	28	1.0				7.4781	2.0645	1.6021	0.0554	0.2142	0.2761
4	28	1.1	154	15	0.097	4.8569	1.1861	1.3069	0.0315	0.2691	0.2442
5	28	1.1				5.4379	1.5668	1.5467	0.0353	0.2844	0.2881
6	28	1.1				6.9193	1.7533	1.6606	0.0449	0.2400	0.2534
7	28	1.2	172	15	0.087	4.1501	1.0663	1.6610	0.0241	0.4002	0.2569
8	28	1.2				5.3159	1.3380	1.5828	0.0309	0.2940	0.2517
9	28	1.2				6.1595	1.7180	1.6647	0.0358	0.2703	0.2789
10	32	1.0	142	15	0.106	5.4853	0.7397	2.4232	0.0386	0.4418	0.1348
11	32	1.0				6.5604	1.1660	2.6516	0.0462	0.4042	0.1777
12	32	1.0				8.7484	1.6822	2.7870	0.0616	0.3186	0.1923
13	32	1.1	161	15	0.093	5.1162	0.7902	2.3531	0.0318	0.4599	0.1544
14	32	1.1				6.1866	0.8502	2.1601	0.0384	0.3492	0.1374
15	32	1.1				7.7920	1.2110	2.7232	0.0484	0.3495	0.1554
16	32	1.2	181	15	0.083	4.5512	0.6512	2.4577	0.0251	0.5400	0.1431
17	32	1.2				5.5094	0.8065	2.6508	0.0304	0.4811	0.1464
18	32	1.2				6.6622	0.9242	2.7146	0.0368	0.4075	0.1387
19	36	1.0	145	15	0.103	6.4537	0.5557	4.0000	0.0445	0.6198	0.0861
20	36	1.0				8.5777	0.7252	3.9131	0.0592	0.4562	0.0845
21	36	1.0				9.8605	1.2785	4.3483	0.0680	0.4410	0.1297
22	36	1.1	167	15	0.090	5.4131	0.4794	3.9783	0.0324	0.7349	0.0886
23	36	1.1				6.9880	0.6187	4.3773	0.0418	0.6264	0.0885
24	36	1.1				8.1584	0.7248	4.8449	0.0489	0.5939	0.0888
25	36	1.2	189	15	0	5.4437	0.4389	3.7029	0.0288	0.6802	0.0806
26	36	1.2				7.1449	0.3394	4.4638	0.0378	0.6248	0.0475
27	36	1.2				9.2990	0.6787	4.9271	0.0492	0.5299	0.0730

Tabel 8. Hasil rekapitulasi perhitungan pada pemecah gelombang dengan diameter model MID10.

No	Kedalaman (d)	Periode (T)	Pjg Gel. (L)	Diameter Model (D)	D/L	tinggi Gelombang			H1/L (cm)	Kt (cm)	Kr (cm)
						H1 (cm)	H2 (cm)	Ht (cm)			
1	28	1.0	135	10	0.074	4.8205	1.6210	1.1160	0.0357	0.2315	0.3363
2	28	1.0				6.0231	1.9128	1.2874	0.0446	0.2137	0.3176
3	28	1.0				7.1660	2.1430	1.3269	0.0531	0.1852	0.2990
4	28	1.1	154	10	0.065	4.6259	1.6296	1.0211	0.0300	0.2207	0.3523
5	28	1.1				5.2699	1.7957	1.0035	0.0342	0.1904	0.3408
6	28	1.1				6.4518	2.0091	1.1454	0.0419	0.1775	0.3114
7	28	1.2	172	10	0.058	3.7819	1.0697	1.2846	0.0220	0.3397	0.2829
8	28	1.2				4.6176	1.4309	1.1441	0.0268	0.2478	0.3099
9	28	1.2				5.4859	1.7296	1.4694	0.0319	0.2679	0.3153
10	32	1.0	142	10	0.070	4.5108	0.9276	2.0300	0.0318	0.4500	0.2056
11	32	1.0				6.9014	1.3627	2.0735	0.0486	0.3004	0.1974
12	32	1.0				8.7939	1.9642	2.1520	0.0619	0.2447	0.2234
13	32	1.1	161	10	0.062	4.3838	0.8607	2.2028	0.0272	0.5025	0.1826
14	32	1.1				5.6861	1.0845	2.4519	0.0353	0.4312	0.1907
15	32	1.1				7.2927	1.2701	2.5799	0.0453	0.3538	0.1742
16	32	1.2	181	10	0.055	4.8346	0.8853	2.2654	0.0267	0.4686	0.1831
17	32	1.2				5.5507	0.8845	2.6579	0.0307	0.4788	0.1593
18	32	1.2				6.8137	1.0461	2.7785	0.0376	0.4078	0.1535
19	36	1.0	145	10	0.069	6.5426	0.7143	3.5514	0.0451	0.5428	0.1092
20	36	1.0				8.0190	1.0216	3.6855	0.0553	0.4596	0.1274
21	36	1.0				9.2586	1.3235	4.0189	0.0639	0.4341	0.1430
22	36	1.1	167	10	0.060	5.5827	0.5048	3.5913	0.0334	0.6433	0.0904
23	36	1.1				7.7665	0.8194	3.5169	0.0465	0.4528	0.1055
24	36	1.1				9.7116	1.1497	3.5846	0.0582	0.3691	0.1184
25	36	1.2	189	10	0.053	5.5136	0.4941	3.4931	0.0292	0.6335	0.0896
26	36	1.2				7.4817	0.6272	4.1160	0.0396	0.5501	0.0838
27	36	1.2				8.6999	0.6904	4.5701	0.0460	0.5253	0.0794

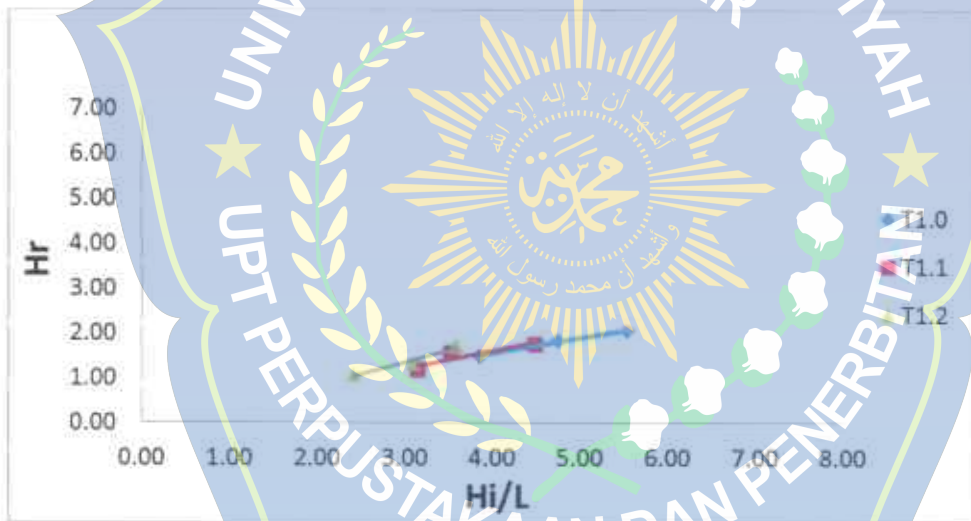
Tabel 9. Hasil rekapitulasi perhitungan pada pemecah gelombang dengan diameter model MID7.5

No	Kedalaman (d)	Periode (T)	Pjg Gel. (L)	Diameter Model (b)	D/l	tinggi Gelombang					Ht/L (cm)	Kt (cm)	Kr (cm)
						Hl (cm)	Hr (cm)	Ht (cm)					
1	28	1.0	135	8	0.056	5.6528	1.9624	1.0948	0.0419	0.1937	0.3472		
2	28	1.0				7.1772	2.4379	1.2874	0.0532	0.1794	0.3397		
3	28	1.0				8.3860	2.9136	1.3542	0.0621	0.1615	0.3474		
4	28	1.1	154	8	0.049	4.6081	1.4071	1.3122	0.0299	0.2849	0.3053		
5	28	1.1				6.1807	2.0834	1.4394	0.0401	0.2329	0.3371		
6	28	1.1				7.4296	2.3922	1.2468	0.0482	0.1678	0.3220		
7	28	1.2	172	8	0.044	4.1556	1.2439	1.4343	0.0242	0.3452	0.2993		
8	28	1.2				5.8995	1.8022	1.4445	0.0343	0.2448	0.3055		
9	28	1.2				6.5939	2.1318	0.9833	0.0383	0.1491	0.3233		
10	32	1.0	142	8	0.053	6.0224	1.6130	1.5730	0.0424	0.2612	0.2678		
11	32	1.0				7.6659	2.0694	1.7477	0.0540	0.2280	0.2699		
12	32	1.0				9.0257	2.6174	1.8654	0.0636	0.2067	0.2900		
13	32	1.1	161	8	0.047	5.6041	1.4027	1.6730	0.0348	0.2985	0.2503		
14	32	1.1				6.8366	1.8760	1.6414	0.0425	0.2401	0.2671		
15	32	1.1				8.1121	2.0684	1.8541	0.0504	0.2286	0.2550		
16	32	1.2	181	8	0.041	4.6255	1.0646	1.6262	0.0256	0.3516	0.2301		
17	32	1.2				5.9134	1.5965	1.7514	0.0327	0.2962	0.2700		
18	32	1.2				7.4969	2.1162	1.7913	0.0414	0.2389	0.2823		
19	36	1.0	145	8	0.052	6.5952	0.8541	2.3092	0.0455	0.3501	0.1295		
20	36	1.0				8.3128	1.6376	2.5188	0.0573	0.3030	0.1970		
21	36	1.0				10.1747	2.7511	2.7604	0.0702	0.2713	0.2704		
22	36	1.1	167	8	0.045	5.6956	0.9318	2.3000	0.0341	0.4038	0.1636		
23	36	1.1				7.3028	1.0208	2.5314	0.0437	0.3466	0.1398		
24	36	1.1				8.5535	1.3467	2.7440	0.0512	0.3208	0.1574		
25	36	1.2	189	8	0.040	5.6137	0.8318	2.4710	0.0297	0.4402	0.1482		
26	36	1.2				6.1458	0.9505	2.7314	0.0325	0.4444	0.1547		
27	36	1.2				7.0628	1.1996	3.0561	0.0374	0.4327	0.1699		

B. Pembahasan

Pada penelitian ini, terdapat tiga rangkaian model diameter pipa, yakni pipa dengan diameter $\varnothing 15\text{cm}$, $\varnothing 10\text{cm}$, dan $\varnothing 7,5\text{cm}$. Adapun variasi kedalaman (d) pada penelitian ini, yakni kedalaman 0,28 m, 0,32 m dan 0,36 m dan terdapat juga tiga variasi periode yaitu periode (T) 1,0 dt, 1,1 dt dan 1,2 dt. Pembahasan untuk hasil dari penelitian ini berupa grafik yang akan dijelaskan sebagai berikut :

1. Hubungan (H_r) terhadap (H_i/L) untuk variasi (T) pada MD15, MD10, dan MD 7,5 pada (d) 0,28m.



Gambar 27. Hubungan tinggi (H_r) terhadap (H_i/L) untuk (T) pada diameter model $\varnothing 15\text{cm}$.

Pada gambar 27 dengan diameter model $\varnothing 15\text{cm}$ diatas menunjukkan bahwa semakin meningkatnya periode maka nilai kecuraman gelombang (H_i/L) akan semakin rendah maka nilai gelombang refleksi (H_r) juga akan semakin kecil. Adapun nilai gelombang refleksi (H_r) pada model MD15 adalah sebagai berikut :

- Nilai H_r pada periode (T) 1,0 = (1,5013 cm - 2,0645 cm)
- Nilai H_r pada periode (T) 1,1 = (1,1861cm - 1,5733 cm)
- Nilai H_r pada periode (T) 1,2 = (1,0663 cm - 1,7180 cm)



Gambar 28. Hubungan tinggi (H_r) terhadap (H_i/L) untuk (T) pada diameter model $\varnothing 10\text{cm}$.

Pada gambar 28 dengan diameter model $\varnothing 10\text{cm}$ diatas menunjukkan bahwa semakin meningkatnya periode maka nilai kecuraman gelombang (H_i/L) akan semakin rendah maka nilai gelombang refleksi (H_r) juga akan semakin kecil.

Adapun nilai gelombang refleksi (H_r) pada model MD15 adalah sebagai berikut :

- Nilai H_r pada periode (T) 1,0 = (1,6210 cm - 2,1430 cm)
- Nilai H_r pada periode (T) 1,1 = (1,6296 cm - 2,0091 cm)
- Nilai H_r pada periode (T) 1,2 = (1,0697 cm - 1,7296 cm)

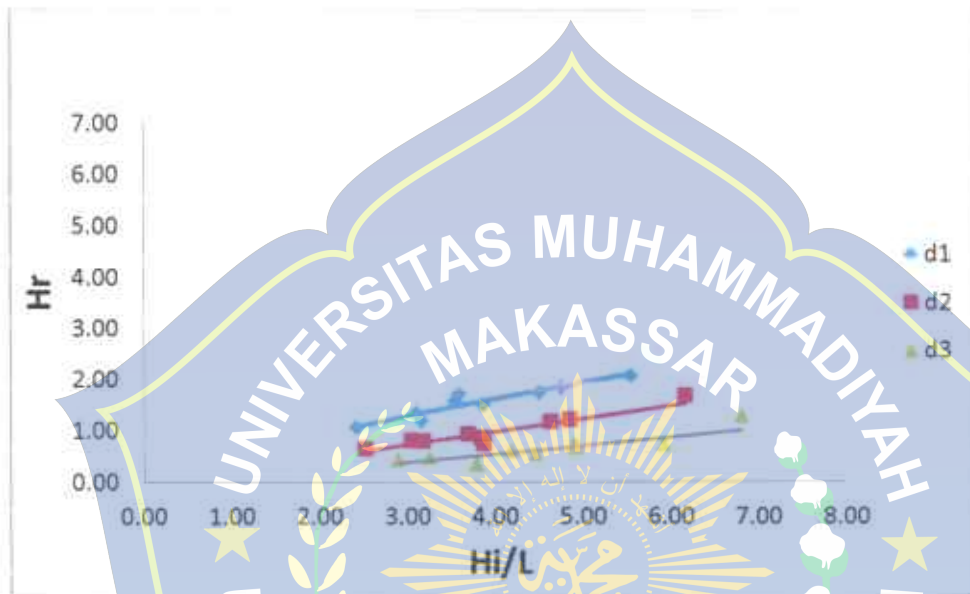


Gambar 29. Hubungan tinggi (H_r) terhadap (H_i/L) untuk (T) pada diameter model $\varnothing 7,5\text{cm}$.

Pada gambar 29 dengan diameter model $\varnothing 7,5\text{cm}$ diatas menunjukkan bahwa semakin meningkatnya periode maka nilai kecuraman gelombang (H_i/L) akan semakin rendah maka nilai gelombang refleksi (H_r) juga akan semakin kecil. Adapun nilai gelombang refleksi (H_r) pada model MD15 adalah sebagai berikut :

- Nilai H_r pada periode (T) 1,0 = (1,9624 cm - 2,9136 cm)
- Nilai H_r pada periode (T) 1,1 = (1,4071 cm - 2,3922 cm)
- Nilai H_r pada periode (T) 1,2 = (1,2439 cm - 2,1318 cm)

2. Hubungan (H_r) terhadap (H_i/L) untuk variasi (d) pada MD15, MD10, dan MD 7,5.



Gambar 30. Hubungan tinggi (H_r) terhadap (H_i/L) untuk (d) pada diameter model $\phi 15$ cm.

Dari gambar 30 diatas dapat disimpulkan bahwa nilai gelombang refleksi (H_r) terhadap kecuraman gelombang (H_i/L) pada diameter model $\phi 15$ cm menghasilkan bahwa semakin tinggi kedalaman (d) maka nilai gelombang refleksi (H_r) semakin rendah.

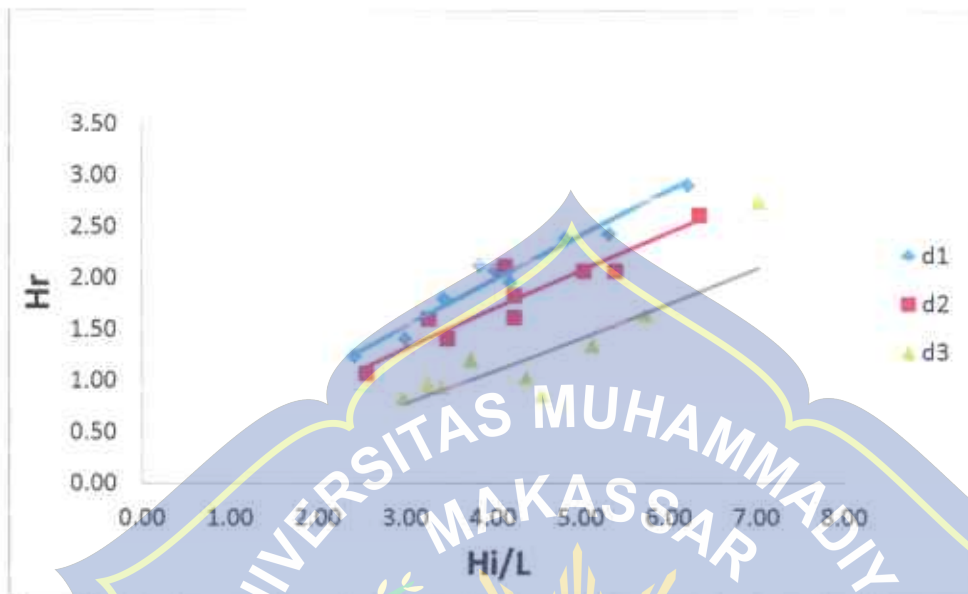
- Nilai H_r pada kedalaman (d) 28 = (1,0663 cm - 2,0654cm)
- Nilai H_r pada kedalaman (d) 32 = (0,6512 cm - 1,6822 cm)
- Nilai H_r pada kedalaman (d) 36 = (0,3394 cm - 1,2785 cm)



Gambar 31. Hubungan tinggi (H_r) terhadap (H_i/L) untuk (d) pada diameter model Ø10cm.

Dari gambar 31 diatas dapat disimpulkan bahwa nilai gelombang refleksi (H_r) terhadap kecuraman gelombang (H_i/L) pada diameter model Ø10cm menghasilkan bahwa semakin tinggi kedalaman (d) maka nilai gelombang refleksi (H_r) semakin rendah.

- Nilai H_r pada kedalaman (d) 28 = (1,0697 cm - 2,1430 cm)
- Nilai H_r pada kedalaman (d) 32 = (0,8007 cm - 1,9642 cm)
- Nilai H_r pada kedalaman (d) 36 = (0,4941 cm - 1,3235 cm)



Gambar 32. Hubungan tinggi (H_r) terhadap (H_i/L) untuk (d) pada diameter model $\varnothing 7,5\text{cm}$.

Dari gambar 32 diatas dapat disimpulkan bahwa nilai gelombang refleksi (H_r) terhadap kecuraman gelombang (H_i/L) pada diameter model $\varnothing 7,5\text{cm}$ menghasilkan bahwa semakin tinggi kedalaman (d) maka nilai gelombang refleksi (H_r) semakin rendah.

- Nilai H_r pada kedalaman (d) 28 = (1,8022 cm - 2,9136 cm)
- Nilai H_r pada kedalaman (d) 32 = (1,0646 cm - 2,6174 cm)
- Nilai H_r pada kedalaman (d) 36 = (0,8318 cm - 2,7511 cm)

3. Perbandingan susunan diameter model (D/L) terhadap tinggi gelombang refleksi (Hr) pada setiap susunan diameter model MD15, MD10, dan MD7,5



Gambar 33. Grafik perbandingan susunan relatif diameter model (D/L) terhadap koefisien refleksi (kr) MD15, MD10, dan MD7,5.

Dari gambar 33 dapat disimpulkan bahwa semakin kecil diameter pada pemecah gelombang berpori maka koefisien refleksi (Kr) akan semakin besar.

- Nilai kr pada MD15 = (0,0475 - 0,2888)
- Nilai kr pada MD10 = (0,0794 - 0,3523)
- Nilai kr pada MD7,5 = (0,1398 - 0,3474)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

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

1. Pengaruh susunan susunan rangkaian model pipa terhadap efektifitas kerja pemecah gelombang pada gelombang refleksi memperlihatkan hasil bahwa semakin besar ukuran diameter pada susunan model maka gelombang refleksi (H_r) akan semakin kecil dan nilai koefisien refleksi (K_r) juga akan semakin kecil.
2. Pengaruh kedalaman air (d) terhadap tinggi gelombang refleksi memperlihatkan hasil bahwa semakin besar kedalaman air maka tinggi gelombang datang (H_i) semakin besar sehingga nilai gelombang refleksi (H_r) semakin kecil dan nilai Koefisien refleksi (K_r) juga akan semakin kecil.

B. Saran

Kami sadar penelitian ini jauh dari sempurna, oleh karena itu kami menyarankan penelitian ini masih perlu dikaji untuk beberapa parameter berikutnya :

1. Faktor stabilitas model terhadap tinggi gelombang datang (H_i) perlu dikaji lebih lanjut untuk mengetahui tingkat keamanan (factor safety) pada pemecah gelombang.

2. Diperlukan perekam tinggi gelombang yang lebih baik lagi dengan hight kualitas agar dat yang didapat juga memiliki keakuratan yang lebih baik, karena keakuratan data sangat mempengaruhi hasil penelitian .



DAFTAR PUSTAKA

- Anas, Muh Azwar. 2014. *Studi Pemecah Gelombang Blok Beton Berpori Susunan Beton (Skripsi)*. Universitas Hasanuddin Makassar.
- Ariyarathne, H.A.K.S 2007., *Effeciency Of perforated breakwater And Associated Energy Dissipation, Thesis. Civil Engineering Of Texas A&M University.*
- Armono, dan Hall. 2002. *Wave Transmission on Submerged Breakwater Made Of Hollow Hemispherical Shape Artificial Reefs*. Canadian Coastal Conference.
- Andojo, dkk. 2010. *Perforated Skirt Breakwater*. Institut Teknologi Bandung.
- Army Corps of Engineers, U.S. 2002. *Struktur Pemecah Gelombang*. United Kingdom.
- Edy, Wiby Febriando, dkk. 2012. *Analisa Perilaku Gelombang Setelah Melewati Breakwater Tenggelam Yang Berbentuk Tumpukan Pipa (Jurnal, 3, 257-269)*. Universitas Bandar Lampung.
- Horikawa. 1978. *Teori Redaman Gelombang*. Coastal Engineering
- Jarlan, G.E. 1961. *A Perforated Vertical Wall Breakwater*. Dock Harbour Auth.
- Loupatty, Grace. 2013. *Pengertian Gelombang*. Unpatti
- Takahasi. 1996. *perforated wall caisson*. Port and Airprt Research Institute, Jepang
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai. Beta offset*. Yogyakarta.
- Teguh. B., Dwito, H. A. & Sujantoko. 2008. *Uji Model Fisik Floating Breakwater*.
- Triatmodjo, B. 2011. *Perencanaan Bangunan Pantai. Beta offset*. Jogjakarta.
- Septian, dkk. 2012. *Refleksi Gelombang Pada Pemecah Gelombang*. Teknik Kelautan Insitut Teknologi Sepuluh November (ITS)
- Suh dkk. 2006. *perforated-wall caisson breakwater*. Coastal Engineering.
- Surendro, Bambang, dkk. 2014. *Transmisi dan Refleksi Gelombang Pada Pemecah Gelomban Ambang Rendah Ganda Tumpukan Batu (Jurnal, 20, 179-187)*. Universitas Gaja Mada.

Fadlullah, Mirza. 2016. *Study Refleksi Gelombang Pada Breakwater Tipe Dinding Berpori*. Universitas Hasanuddin Makassar.

Meer, Van Der. 1998. *Konsep Pemecah Gelombang Umum*. Delft Belanda

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

Yuwono, N. 1996. *Perencanaan Model Hidraulik*. Yogyakarta.



LAMPIRAN

Data Kalibrasi Probe (kedalaman d = 28 cm)

Probe 1



x	-0.14	-0.09	-0.042	0	0.044	0.09	0.14
y	-3	-2	-1	0	1	2	3

Probe 2



x	-0.14	-0.09	-0.042	0	0.044	0.09	0.14
y	-3	-2	-1	0	1	2	3

Probe 3

(d)	Probe 1		Probe 2	
	x	y	x	y
36 cm	0.142	3	0.140	3
	0.085	2	0.09	2
	0.05	1	0.044	1
	0	0	0	0
	-0.05	-1	-0.042	-1
	-0.095	-2	-0.090	-2
	-0.145	-3	-0.14	-3

x	-0.36	-0.23	-0.125	0	0.125	0.25	0.36
y	-3	-2	-1	0	1	2	3

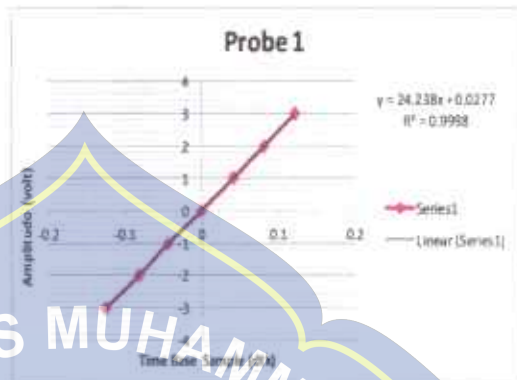
Penentuan nilai besaran gelombang dapat diketahui melalui pengukuran dengan dua probe, dengan cara menempatkan puncak gelombang di tiap probe lalu jarak dari hasil pertemuan probe tersebut merupakan panjang gelombang.

Data Kalibrasi Probe (kedalaman d = 32 cm)

Probe 1

3
2
1
0
-1
-2
-3

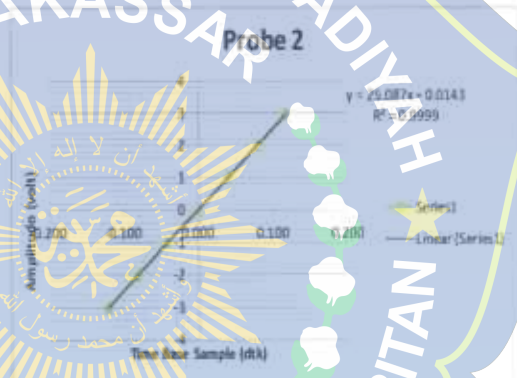
x	0.120	0.080	0.040	0	0.040	0.080	0.120
y	-3	-2	-1	0	1	2	3



Probe 2

3
2
1
0
-1
-2
-3

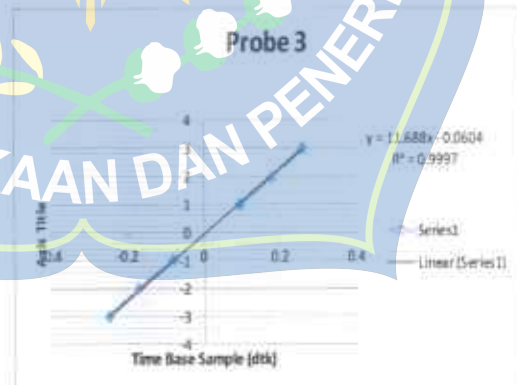
x	0.120	0.080	0.040	0.000	0.040	0.080	0.120
y	-3	-2	-1	0	1	2	3



Probe 3

(d)	Probe 1		Probe 2	
	x	y	x	y
30 cm	0.120	3	0.120	3
	0.080	2	0.080	2
	0.040	1	0.040	1
	0	0	0	0
	-0.040	-1	-0.040	-1
	-0.080	-2	-0.080	-2
	-0.120	-3	-0.120	-3

x	-0.25	-0.17	-0.09	0.00	0.09	0.17	0.25
y	-3	-2	-1	0	1	2	3



Pencapaian nilai besaran gelombang dapat diketahui melalui pengukuran dengan dua probe, dengan cara menempatkan puncak gelombang di tiap probe lalu jarak dan hasil pertemuan probe tersebut merupakan panjang gelombang.

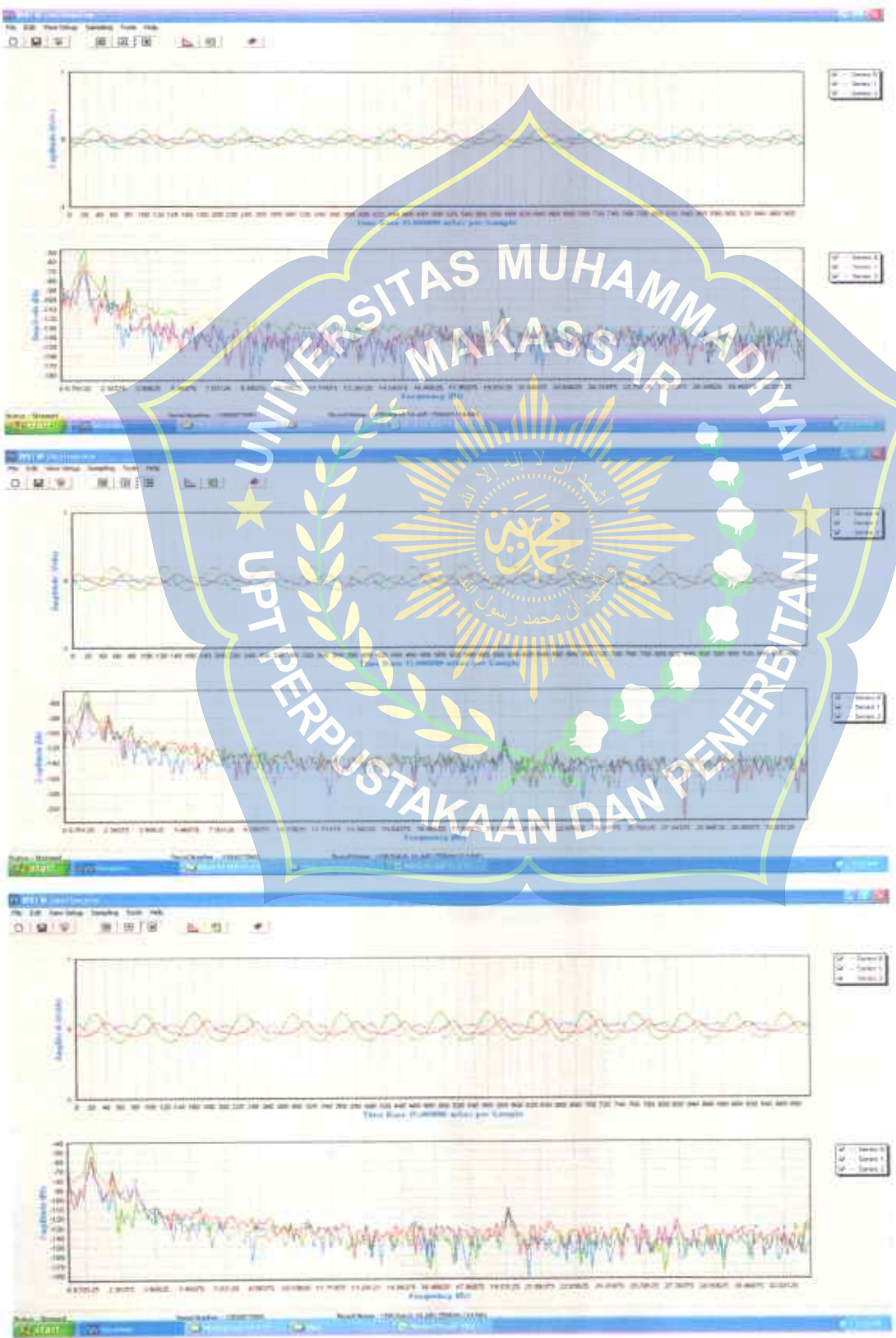
Data Kalibrasi Probe (kedalaman d = 36 cm)

Probe 1

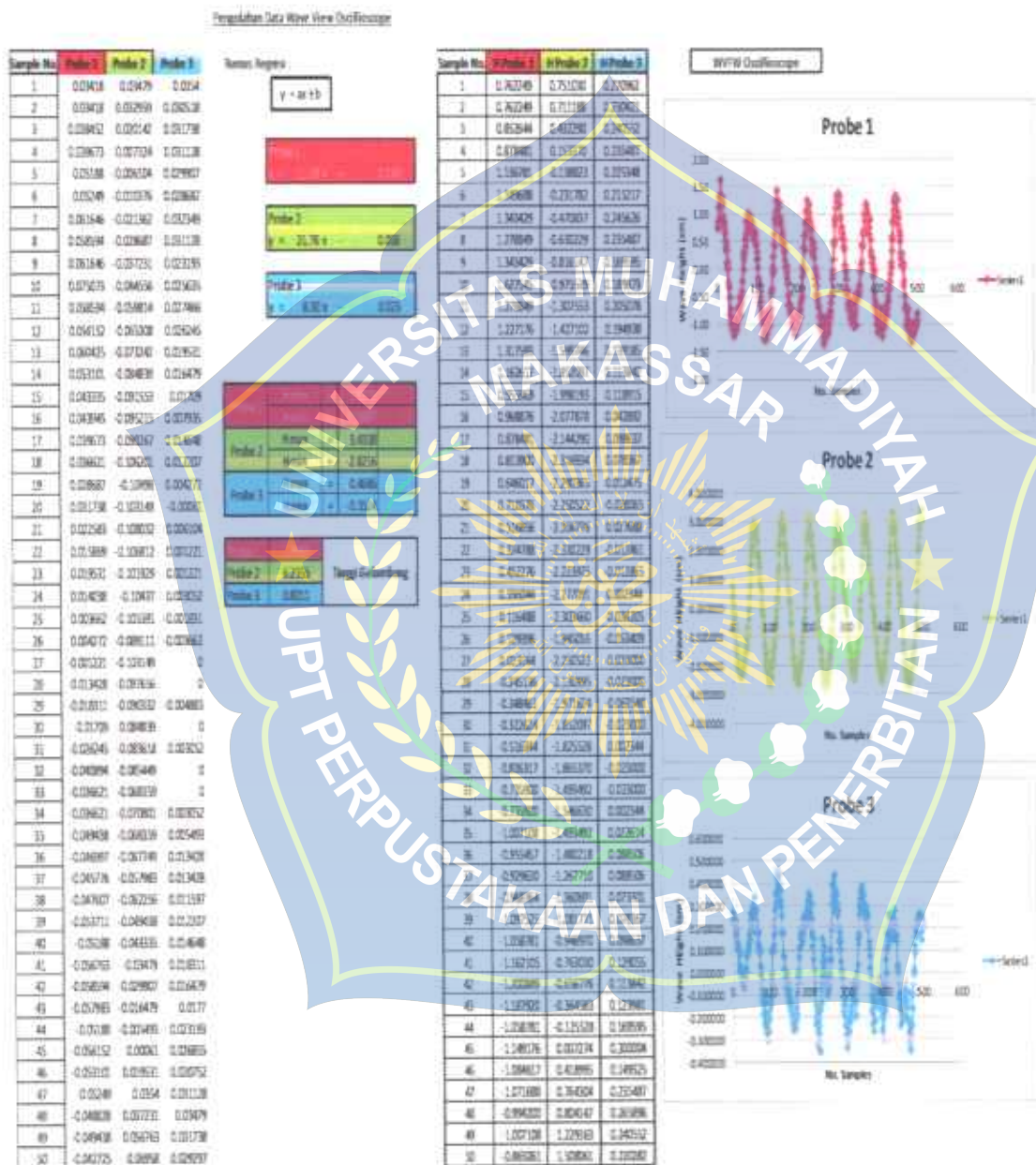
3
2
1
0
-1
-2
-3

x	-0.11	-0.09	-0.08	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.2	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.3	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38	0.39	0.4	0.41	0.42	0.43	0.44	0.45	0.46	0.47	0.48	0.49	0.5	0.51	0.52	0.53	0.54	0.55	0.56	0.57	0.58	0.59	0.6	0.61	0.62	0.63	0.64	0.65	0.66	0.67	0.68	0.69	0.7	0.71	0.72	0.73	0.74	0.75	0.76	0.77	0.78	0.79	0.8	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.9	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.08	1.09	1.1	1.11	1.12	1.13	1.14	1.15	1.16	1.17	1.18	1.19	1.2	1.21	1.22	1.23	1.24	1.25	1.26	1.27	1.28	1.29	1.3	1.31	1.32	1.33	1.34	1.35	1.36	1.37	1.38	1.39	1.4	1.41	1.42	1.43	1.44	1.45	1.46	1.47	1.48	1.49	1.5	1.51	1.52	1.53	1.54	1.55	1.56	1.57	1.58	1.59	1.6	1.61	1.62	1.63	1.64	1.65	1.66	1.67	1.68	1.69	1.7	1.71	1.72	1.73	1.74	1.75	1.76	1.77	1.78	1.79	1.8	1.81	1.82	1.83	1.84	1.85	1.86	1.87	1.88	1.89	1.9	1.91	1.92	1.93	1.94	1.95	1.96	1.97	1.98	1.99	2	2.01	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.1	2.11	2.12	2.13	2.14	2.15	2.16	2.17	2.18	2.19	2.2	2.21	2.22	2.23	2.24	2.25	2.26	2.27	2.28	2.29	2.3	2.31	2.32	2.33	2.34	2.35	2.36	2.37	2.38	2.39	2.4	2.41	2.42	2.43	2.44	2.45	2.46	2.47	2.48	2.49	2.5	2.51	2.52	2.53	2.54	2.55	2.56	2.57	2.58	2.59	2.6	2.61	2.62	2.63	2.64	2.65	2.66	2.67	2.68	2.69	2.7	2.71	2.72	2.73	2.74	2.75	2.76	2.77	2.78	2.79	2.8	2.81	2.82	2.83	2.84	2.85	2.86	2.87	2.88	2.89	2.9	2.91	2.92	2.93	2.94	2.95	2.96	2.97	2.98	2.99	3	3.01	3.02	3.03	3.04	3.05	3.06	3.07	3.08	3.09	3.1	3.11	3.12	3.13	3.14	3.15	3.16	3.17	3.18	3.19	3.2	3.21	3.22	3.23	3.24	3.25	3.26	3.27	3.28	3.29	3.3	3.31	3.32	3.33	3.34	3.35	3.36	3.37	3.38	3.39	3.4	3.41	3.42	3.43	3.44	3.45	3.46	3.47	3.48	3.49	3.5	3.51	3.52	3.53	3.54	3.55	3.56	3.57	3.58	3.59	3.6	3.61	3.62	3.63	3.64	3.65	3.66	3.67	3.68	3.69	3.7	3.71	3.72	3.73	3.74	3.75	3.76	3.77	3.78	3.79	3.8	3.81	3.82	3.83	3.84	3.85	3.86	3.87	3.88	3.89	3.9	3.91	3.92	3.93	3.94	3.95	3.96	3.97	3.98	3.99	4	4.01	4.02	4.03	4.04	4.05	4.06	4.07	4.08	4.09	4.1	4.11	4.12	4.13	4.14	4.15	4.16	4.17	4.18	4.19	4.2	4.21	4.22	4.23	4.24	4.25	4.26	4.27	4.28	4.29	4.3	4.31	4.32	4.33	4.34	4.35	4.36	4.37	4.38	4.39	4.4	4.41	4.42	4.43	4.44	4.45	4.46	4.47	4.48	4.49	4.5	4.51	4.52	4.53	4.54	4.55	4.56	4.57	4.58	4.59	4.6	4.61	4.62	4.63	4.64	4.65	4.66	4.67	4.68	4.69	4.7	4.71	4.72	4.73	4.74	4.75	4.76	4.77	4.78	4.79	4.8	4.81	4.82	4.83	4.84	4.85	4.86	4.87	4.88	4.89	4.9	4.91	4.92	4.93	4.94	4.95	4.96	4.97	4.98	4.99	5	5.01	5.02	5.03	5.04	5.05	5.06	5.07	5.08	5.09	5.1	5.11	5.12	5.13	5.14	5.15	5.16	5.17	5.18	5.19	5.2	5.21	5.22	5.23	5.24	5.25	5.26	5.27	5.28	5.29	5.3	5.31	5.32	5.33	5.34	5.35	5.36	5.37	5.38	5.39	5.4	5.41	5.42	5.43	5.44	5.45	5.46	5.47	5.48	5.49	5.5	5.51	5.52	5.53	5.54	5.55	5.56	5.57	5.58	5.59	5.6	5.61	5.62	5.63	5.64	5.65	5.66	5.67	5.68	5.69	5.7	5.71	5.72	5.73	5.74	5.75	5.76	5.77	5.78	5.79	5.8	5.81	5.82	5.83	5.84	5.85	5.86	5.87	5.88	5.89	5.9	5.91	5.92	5.93	5.94	5.95	5.96	5.97	5.98	5.99	6	6.01	6.02	6.03	6.04	6.05	6.06	6.07	6.08	6.09	6.1	6.11	6.12	6.13	6.14	6.15	6.16	6.17	6.18	6.19	6.2	6.21	6.22	6.23	6.24	6.25	6.26	6.27	6.28	6.29	6.3	6.31	6.32	6.33	6.34	6.35	6.36	6.37	6.38	6.39	6.4	6.41	6.42	6.43	6.44	6.45	6.46	6.47	6.48	6.49	6.5	6.51	6.52	6.53	6.54	6.55	6.56	6.57	6.58	6.59	6.6	6.61	6.62	6.63	6.64	6.65	6.66	6.67	6.68	6.69	6.7	6.71	6.72	6.73	6.74	6.75	6.76	6.77	6.78	6.79	6.8	6.81	6.82	6.83	6.84	6.85	6.86	6.87	6.88	6.89	6.9	6.91	6.92	6.93	6.94	6.95	6.96	6.97	6.98	6.99	7	7.01	7.02	7.03	7.04	7.05	7.06	7.07	7.08	7.09	7.1	7.11	7.12	7.13	7.14	7.15	7.16	7.17	7.18	7.19	7.2	7.21	7.22	7.23	7.24	7.25	7.26	7.27	7.28	7.29	7.3	7.31	7.32	7.33	7.34	7.35	7.36	7.37	7.38	7.39	7.4	7.41	7.42	7.43	7.44	7.45	7.46	7.47	7.48	7.49	7.5	7.51	7.52	7.53	7.54	7.55	7.56	7.57	7.58	7.59	7.6	7.61	7.62	7.63	7.64	7.65	7.66	7.67	7.68	7.69	7.7	7.71	7.72	7.73	7.74	7.75	7.76	7.77	7.78	7.79	7.8	7.81	7.82	7.83	7.84	7.85	7.86	7.87	7.88	7.89	7.9	7.91	7.92	7.93	7.94	7.95	7.96	7.97	7.98	7.99	8	8.01	8.02	8.03	8.04	8.05	8.06	8.07	8.08	8.09	8.1	8.11	8.12	8.13	8.14	8.15	8.16	8.17	8.18	8.19	8.2	8.21	8.22	8.23	8.24	8.25	8.26	8.27	8.28	8.29	8.3	8.31	8.32	8.33	8.34	8.35	8.36	8.37	8.38	8.39	8.4	8.41	8.42	8.43	8.44	8.45	8.46	8.47	8.48	8.49	8.5	8.51	8.52	8.53	8.54	8.55	8.56	8.57	8.58	8.59	8.6	8.61	8.62	8.63	8.64	8.65	8.66	8.67	8.68	8.69	8.7	8.71	8.72	8.73	8.74	8.75	8.76	8.77	8.78	8.79	8.8	8.81	8.82	8.83	8.84	8.85	8.86	8.87	8.88	8.89	8.9	8.91	8.92	8.93	8.94	8.95	8.96	8.97	8.98	8.99	9	9.01	9.02	9.03	9.04	9.05	9.06	9.07	9.08	9.09	9.1	9.11	9.12	9.13	9.14	9.15	9.16	9.17	9.18	9.19	9.2	9.21	9.22	9.23	9.24	9.25	9.26	9.27	9.28	9.29	9.3	9.31	9.32	9.33	9.34	9.35	9.36	9.37	9.38	9.39	9.4	9.41	9.42	9.43	9.44	9.45	9.46	9.47	9.48	9.49	9.5	9.51	9.52	9.53	9.54	9.55	9.56	9.57	9.58	9.59	9.6	9.61	9.62	9.63	9.64	9.65	9.66	9.67	9.68	9.69	9.7	9.71	9.72	9.73	9.74	9.75	9.76	9.77	9.78	9.79	9.8	9.81	9.82	9.83	9.84	9.85	9.86	9.87	9.88	9.89	9.9	9.91	9.92	9.93	9.94	9.95	9.96	9.97	9.98	9.99	10	10.01	10.02	10.03	10.04	10.05	10.06	10.07	10.08	10.09	10.1	10.11	10.12	10.13	10.14	10.15	10.16	10.17	10.18	10.19	10.2	10.21	10.22	10.23	10.24	10.25	10.26	10.27	10.28	10.29	10.3	10.31	10.32	10.33	10.34	10.35	10.36	10.37	10.38	10.39	10.4	10.41	10.42	10.43	10.44	10.45	10.46	10.47	10.48	10.49	10.5	10.51	10.52	10.53	10.54	10.55	10.56	10.57	10.58	10.59	10.6	10.61	10.62	10.63	10.64	10.65	10.66	10.67	10.68	10.69	10.7	10.71	10.72	10.73	10.74	10.75	10.76	10.77	10.78	10.79	10.8	10.81	10.82	10.83	10.84	10.85	10.86	10.87	10.88	10.89	10.9	10.91	10.92	10.93	10.94	10.95	10.96	10.97	10.98	10.99	11	11.01	11.02	11.03	11.04	11.05	11.06	11.07	11.08	11.09	11.1	11.11	11.12	11.13	11.14	11.15	11.16	11.17	11.18	11.19	11.2	11.21	11.22	11.23	11.24	11.25	11.26	11.27	11.28	11.29	11.3	11.31	11.32	11.33	11.34	11.35	11.36	11.37	11.38	11.39	11.4	11.41	11.42	11.43	11.44	11.45	11.46	11.47	11.48	11.49	11.5	11.51	11.52	11.53	11.54	11.55	11.56	11.57	11.58	11.59	11.6	11.61	11.62	11.63	11.64	11.65	11.66	11.67	11.68	11.69	11.7	11.71	11.72	11.73	11.74	11.75	11.76	11.77	11.78	11.79	11.8	11.81	11.82	11.83	11.84	11.85	11.86	11.87	11.88	11.89	11.9	11.91	11.92	11.93	11.94	11.95	11.96	11.97	11.98	11.99	12	12.01	12.02	12.03	12.04	12.05	12.06	12.07	12.08	12.09	12.1	12.11	12.12	12.13	12.14	12.15	12.16	12.17	12.18	12.19	12.2	12.21	12.22	12.23	12.24	12.25	12.26	12.27	12.28	12.29	12.3	12.31	12.32	12.33	12.34	12.35	12.36	12.37	12.38	12.39	12.4	12.41	12.42	12.43	12.44	12.45	12.46	12.47	12.48	12.49	12.5	12.51	12.52	12.53	12.54	12.55	12.56	12.57	12.58	12.59	12.6	12.61	12.62	12.63	12.64	12.65	12.66	12.67	12.68	12.69	12.7	12.71	12.72	12.73	12.74	12.75	12.76	12.77	12.78	12.79	12.8	12.81	12.82	12.83	12.84	12.85	12.86	12.87	12.88	12.89	12.9	12.91	12.92	12.93	12.94	12.95	12.96	12.97	12.98	12.99	13	13.01	13.02	13.03	13.04	13.05	13.06	13.07	13.08	13.09	13.1	13.11	13.12	13.13	13.14	13.15	13.16	13.17	13.18	13.19	13.2	13.21	13.22	13.23	13.24	13.25	13.26	13.27	13.28	13.29	13.3	13.31	1
---	-------	-------	-------	---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	---

Data hasil pembacaan pada aplikasi *Wave view Oscilloscope* MD10, d28, T1.0, stroke 4,5,6



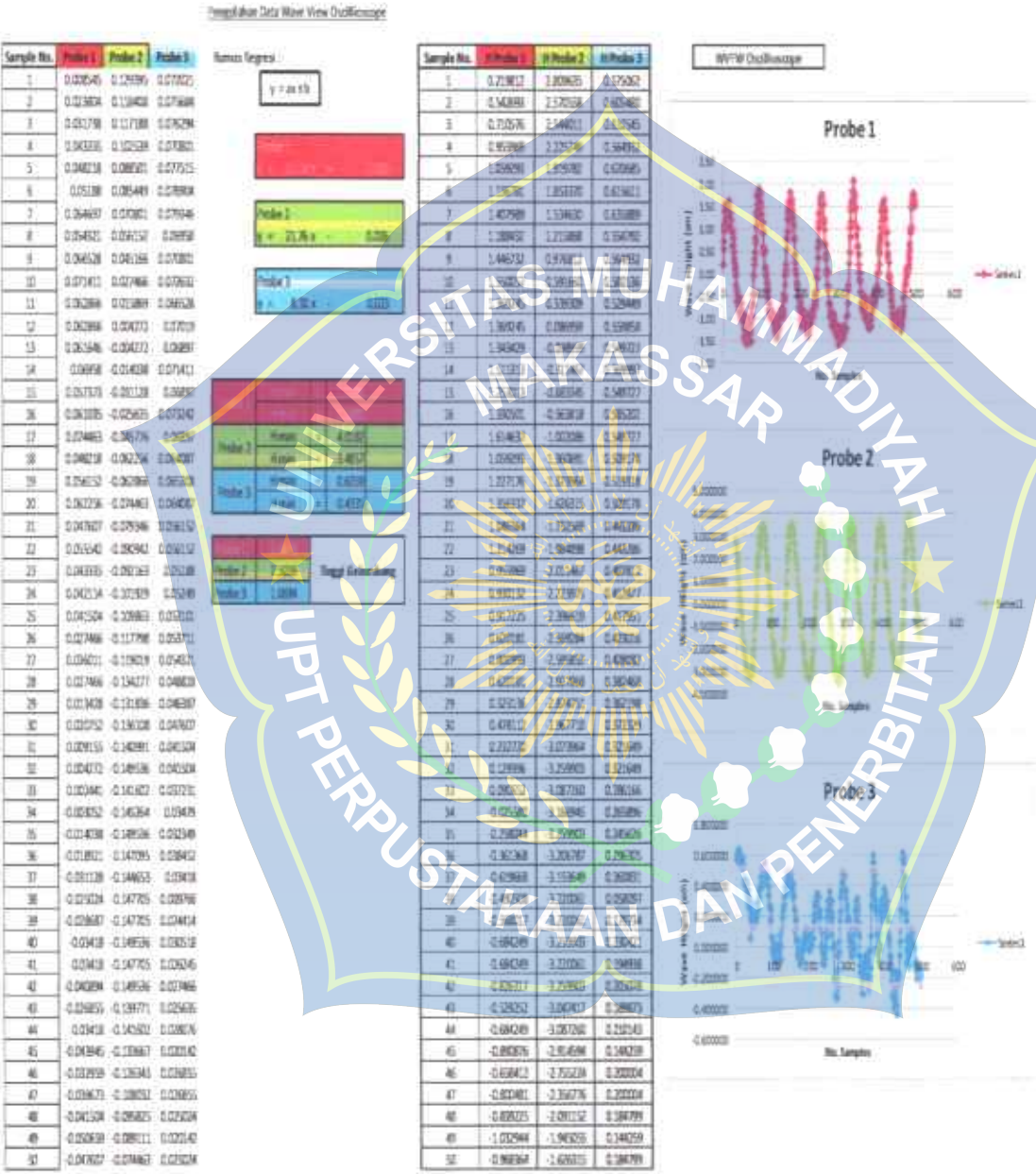
stroke 5



Data hasil pembacaan pada aplikasi *Wave view Oscilloscope* MD10, d28,T1.1, stroke 4,5,6



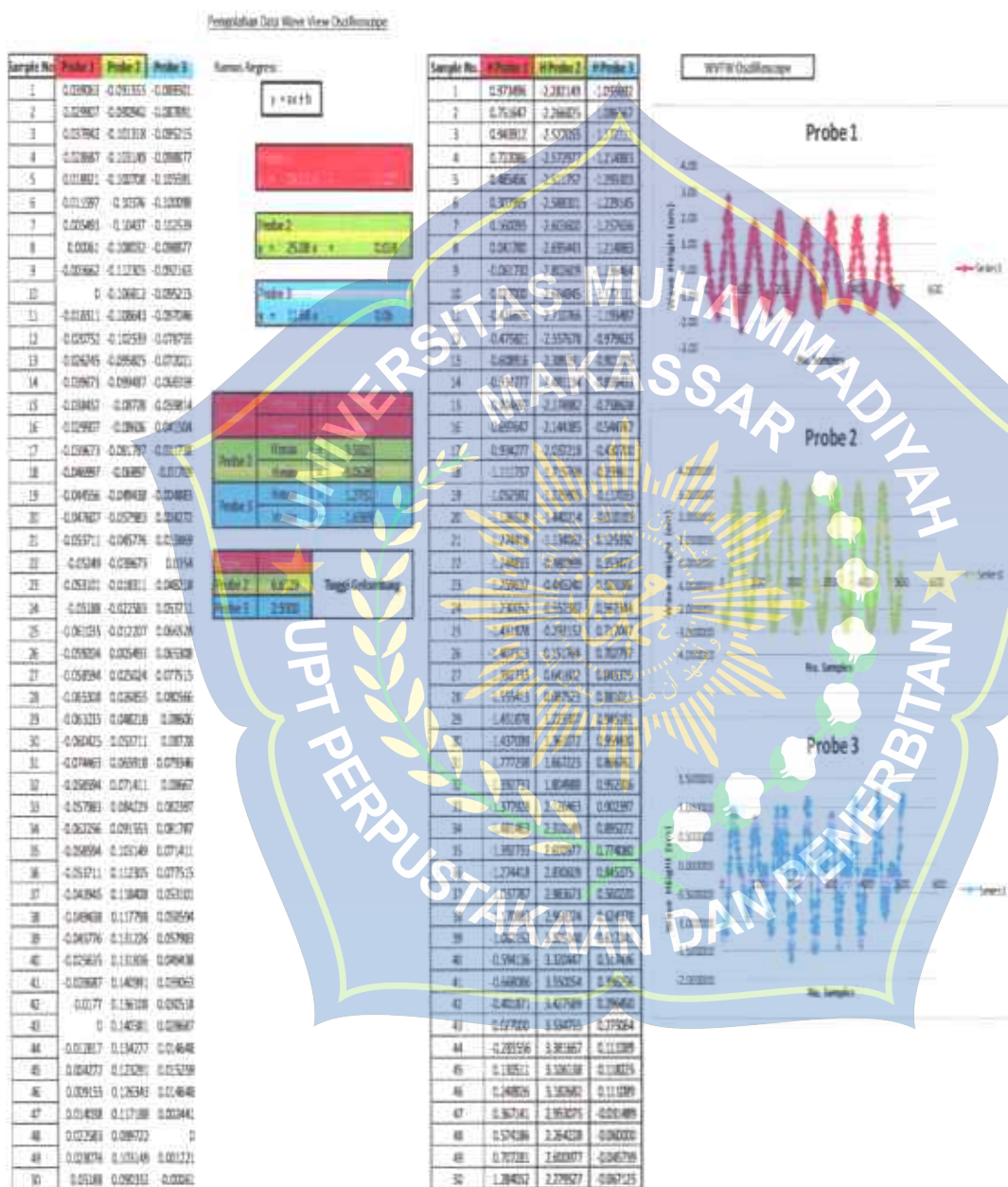
Sample data pada pengolahan data Wave view Oscilloscope MD10, d28, T1.2 stroke 6



Data hasil pembacaan pada aplikasi *Wave view Oscilloscope MD10, d28, T1.2, stroke* 4,5,6



Sample data pada pengolahan data *Wave view Oscilloscope* MD10, d32, T1.0 stroke 4



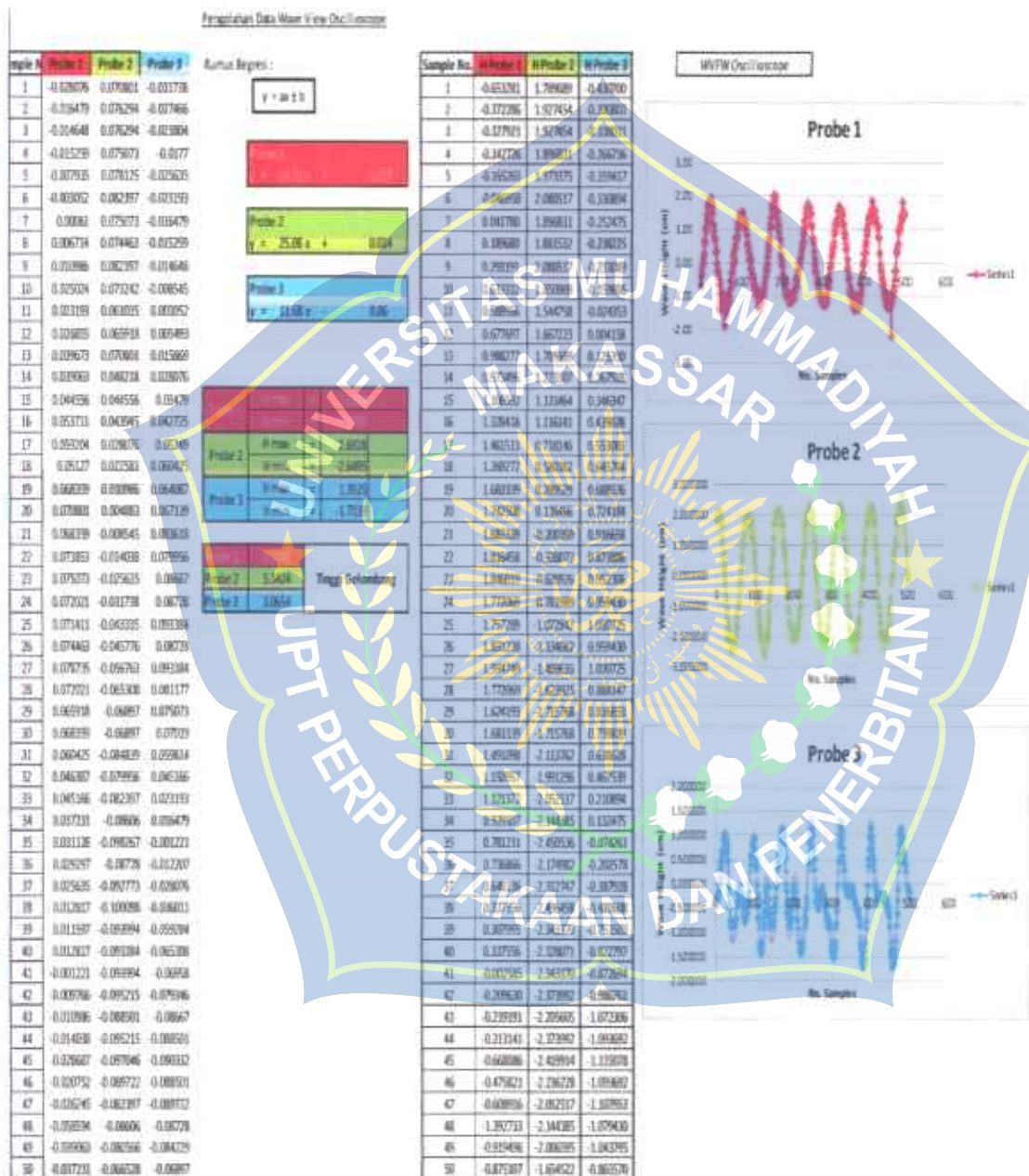
Data hasil pembacaan pada aplikasi *Wave view Oscilloscope* MD10, d32, T1.0, stroke 4,5,6



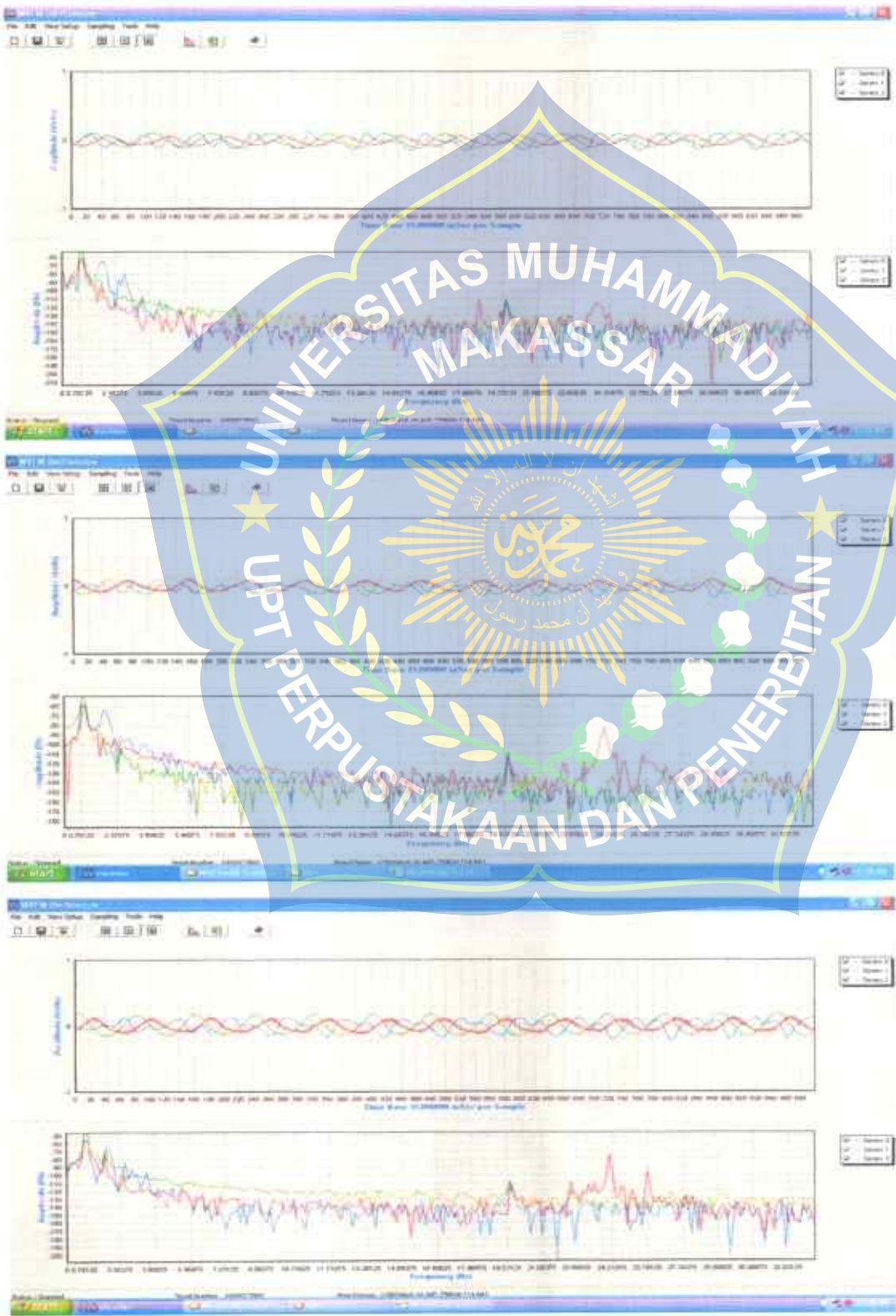
Data hasil pembacaan pada aplikasi *Wave view Oscilloscope* MD10, d32, T1.1, stroke 4,5,6



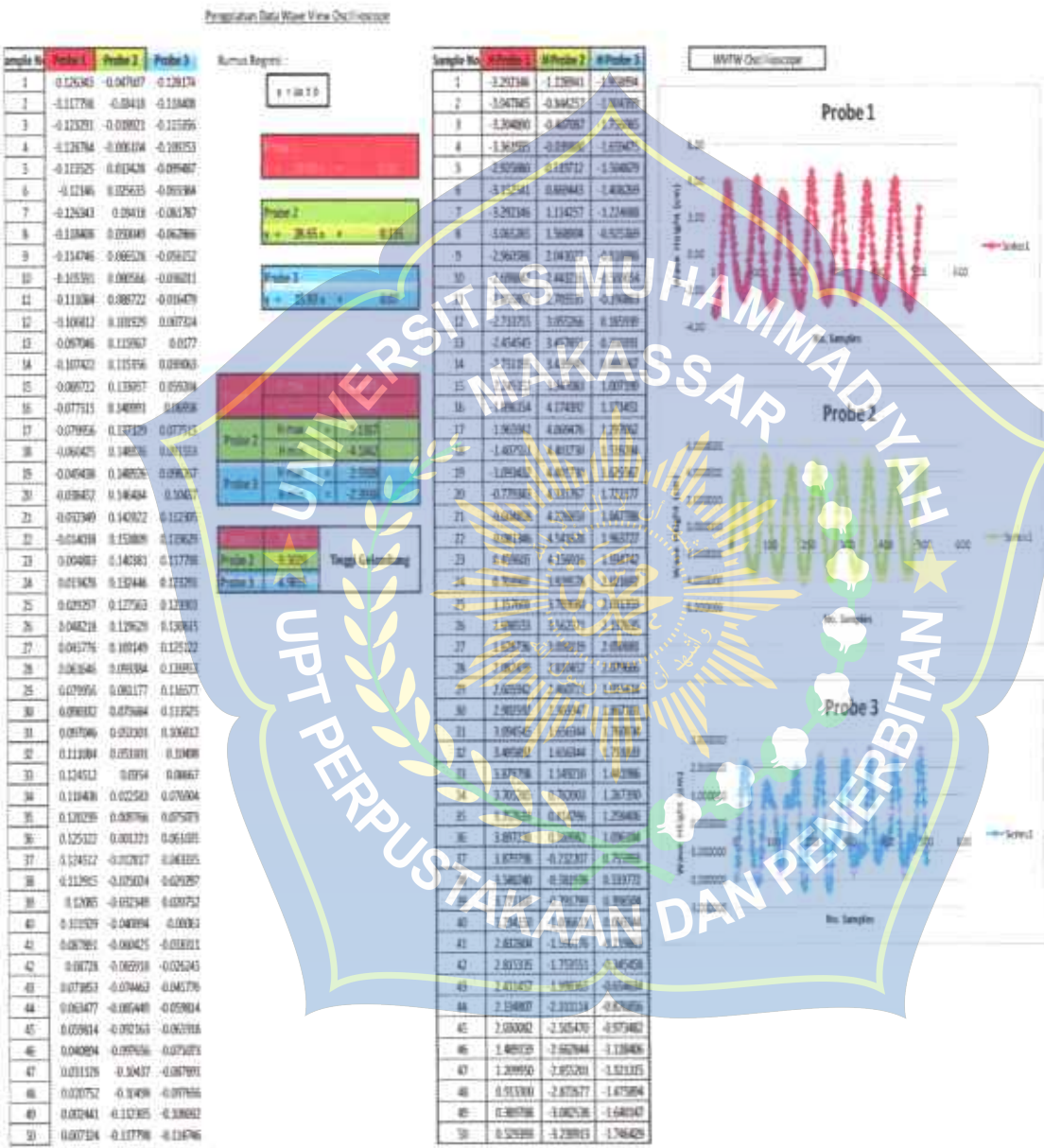
Sample data pada pengolahan data *Wave view Oscillioscope* MD10, d32, T1.2 stroke 6



Data hasil pembacaan pada aplikasi *Wave view Oscilloscope* MD10, d32, T1.2, stroke 4,5,6



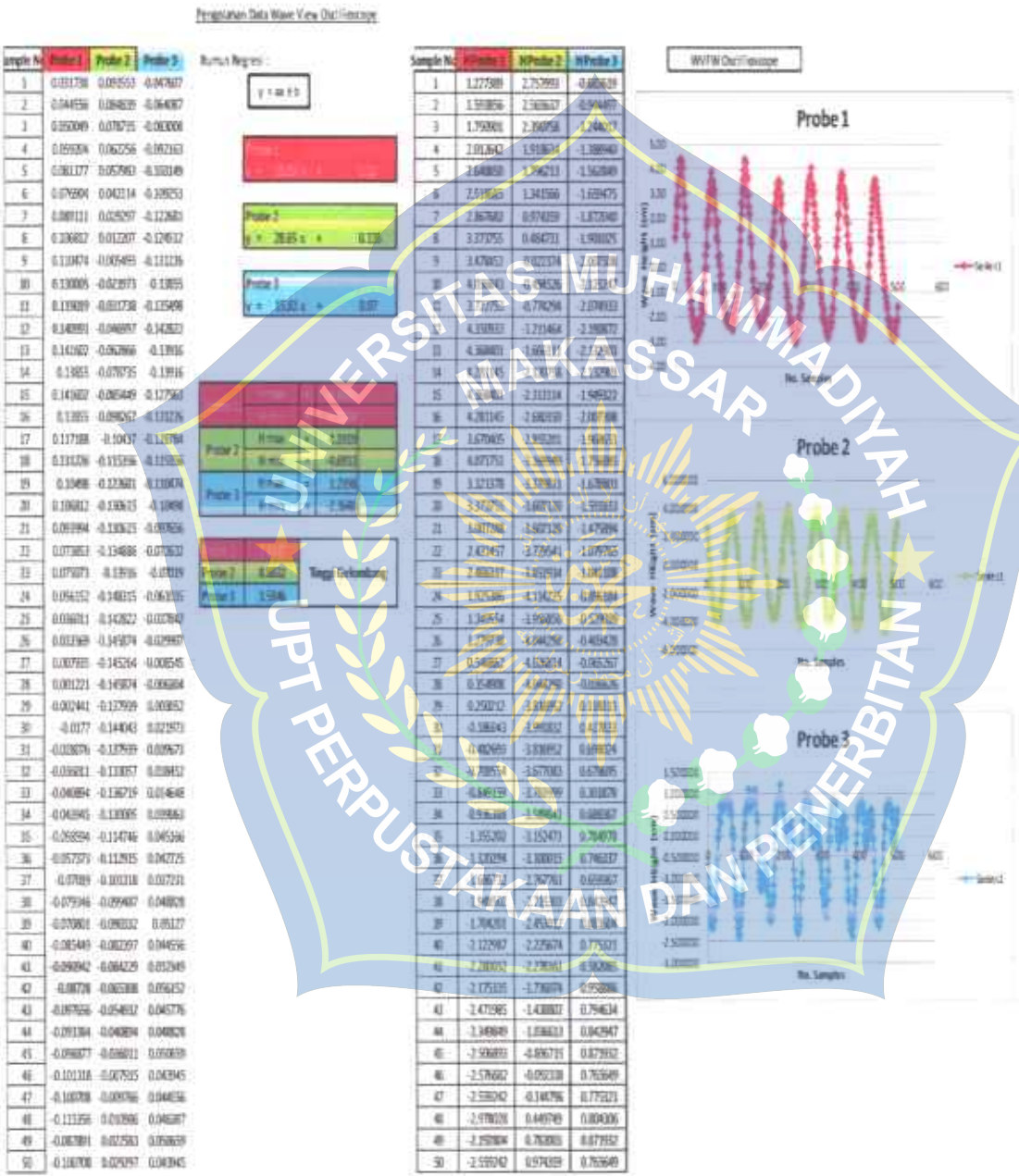
Sample data pada pengolahan data Wave view Oscilloscope MD10, d36, T1.0 stroke 4



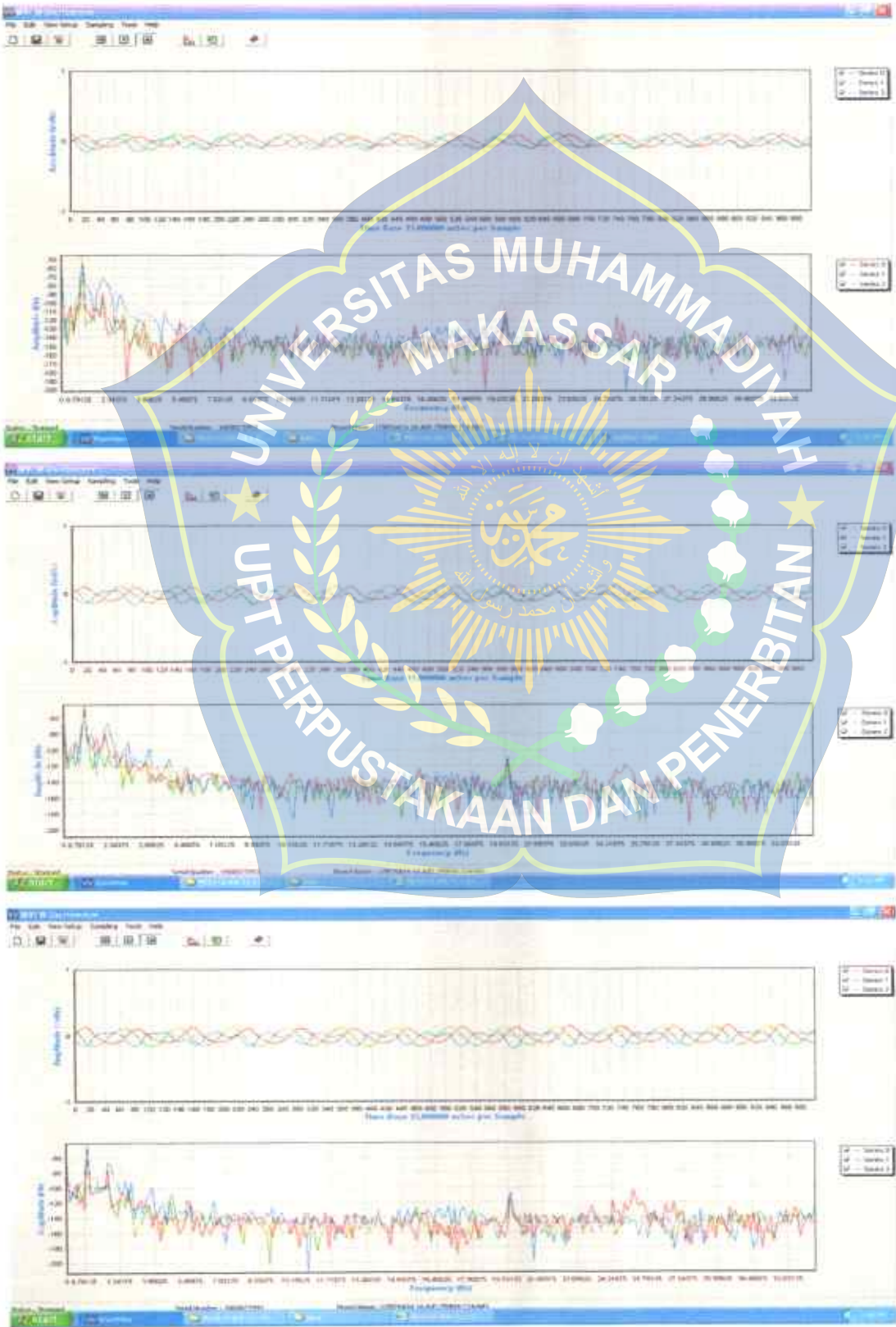
Data hasil pembacaan pada aplikasi *Wave view Oscilloscope* MD10, d36, T1.0, stroke 4,5,6



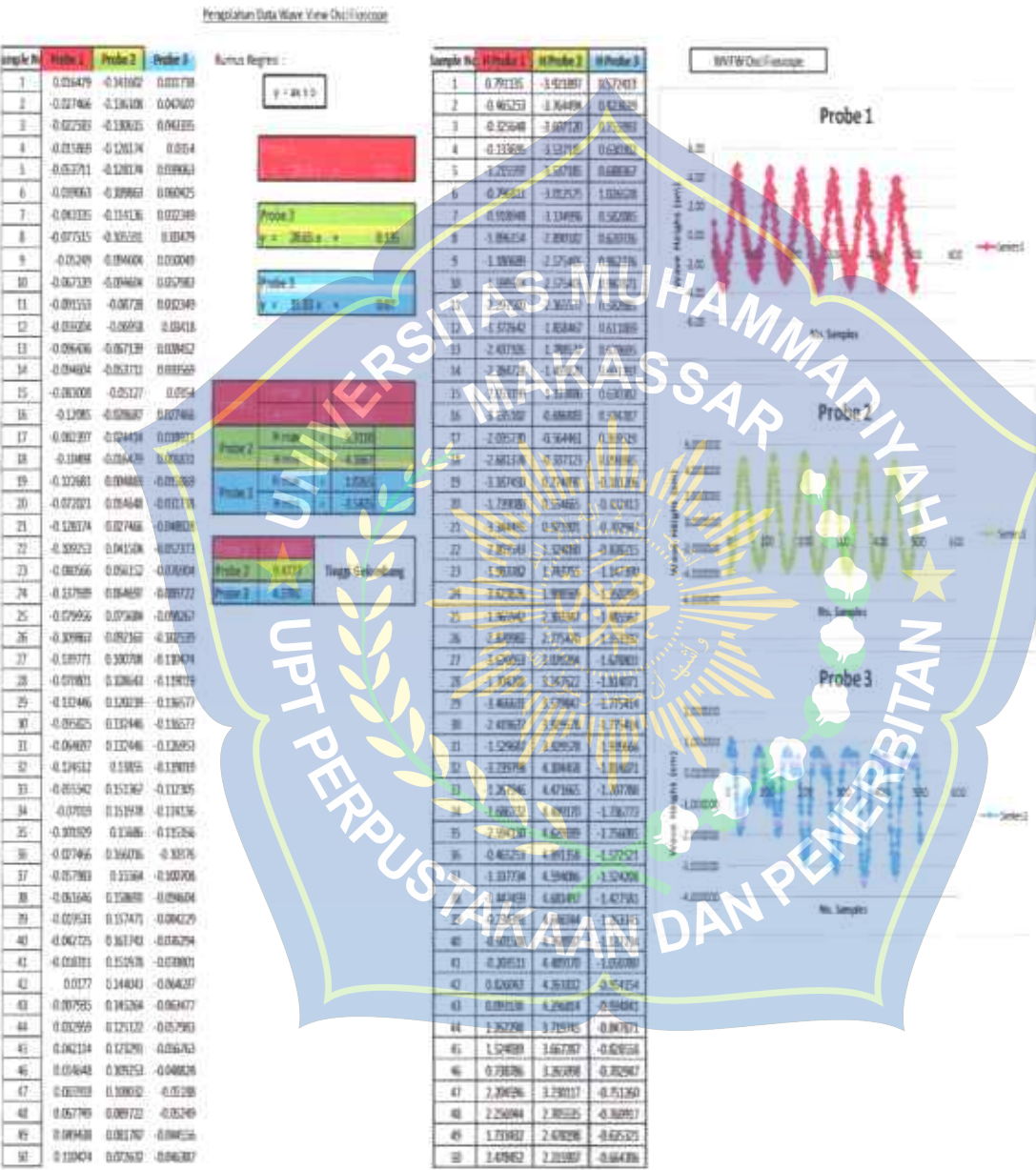
Sample data pada pengolahan data *Wave view Oscilloscope* MD10, d36, T1.1 stroke 5



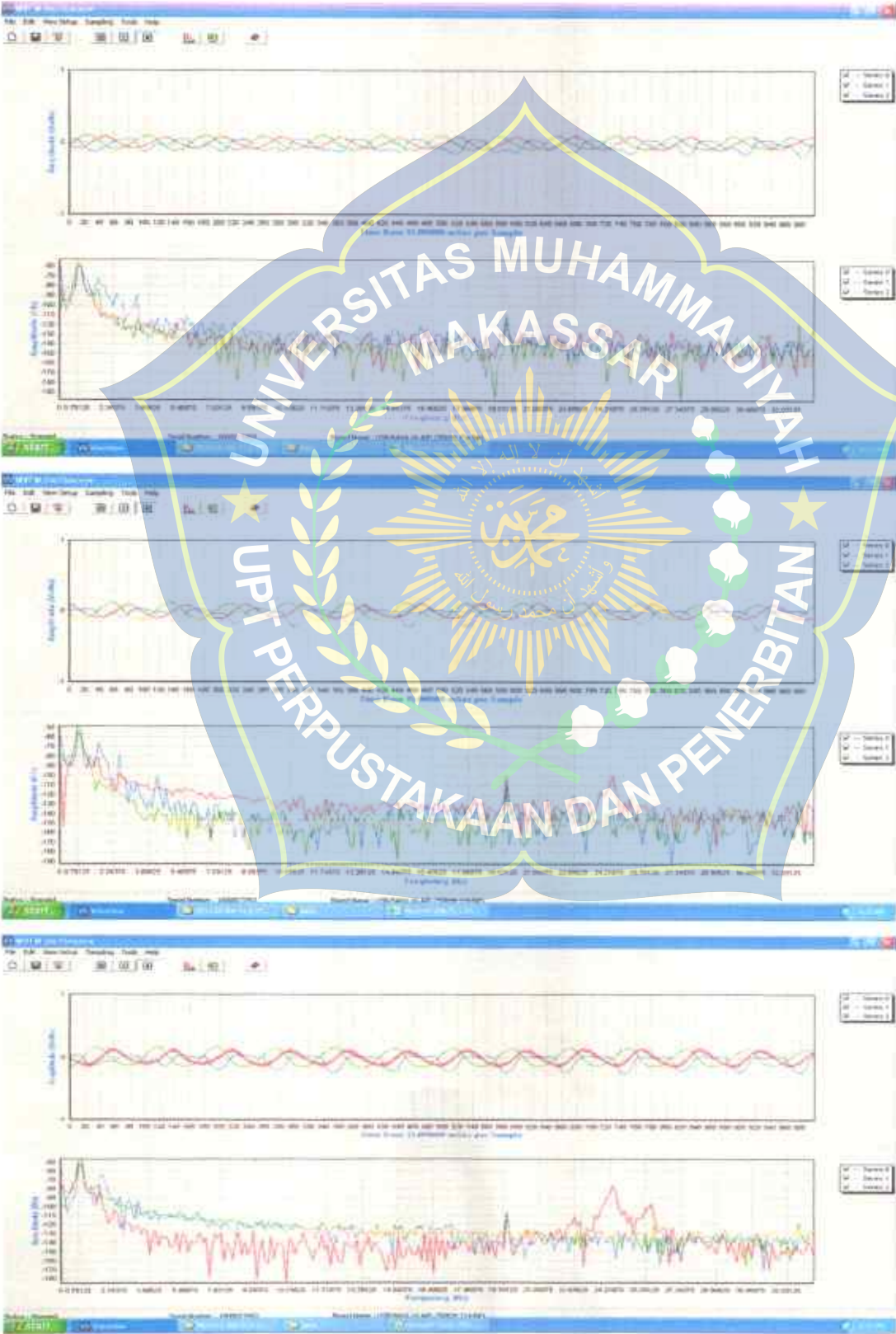
Data hasil pembacaan pada aplikasi *Wave view Oscilloscope* MD10, d36, T1.1, stroke 4,5,6



Sample data pada pengolahan data Wave view Oscilloscope MD10, d36, T1.2 stroke 6



Data hasil pembacaan pada aplikasi *Wave view Oscilloscope* MD10, d36, T1.2, stroke 4,5,6



Regulasi Data Wave Vline Oscilloscope

Actual Regress

Sample No.	Probe 1	Probe 2	Probe 3
1	0.061477	0.060888	0.025655
2	0.067749	0.065308	0.025538
3	0.071811	0.037231	0.026245
4	0.061638	0.037334	0.026963
5	0.073529	0	0.035340
6	0.060332	0.026245	0.025349
7	0.062215	0.042114	0.025559
8	0.061338	0.026388	0.021221
9	0.070206	0.027053	0.0264
10	0.050525	0.063638	0.025009
11	0.067891	0.049877	0.041304
12	0.061111	0.039963	0.027959
13	0.070725	0.122914	0.027231
14	0.0687	0.122914	0.029679
15	0.070671	0.100623	0.040083
16	0.054321	-0.11825	0.039453
17	0.051366	-0.139116	0.041438
18	0.029361	-0.139719	0.049453
19	0.027466	-0.140381	0.049421
20	0.066479	-0.13855	0.029237
21	0.021207	0.118807	0.027211
22	0.030441	0.131226	0.029597
23	0.030338	0.131657	0.029597
24	-0.022307	0.129953	0.029538
25	0.037324	0.125732	0.021738
26	-0.015868	0.128284	0.025024
27	0.024414	0.129953	0.029538
28	-0.020752	-0.119629	0.029535
29	0.026245	-0.119808	0.023123
30	-0.0154	-0.12085	0.01789
31	0.041504	-0.025591	0.029535
32	-0.042318	-0.027666	0.021128
33	-0.05108	-0.099265	0.015259
34	0.027582	-0.079804	0.015259
35	0.066538	-0.065388	0.021073
36	0.071411	-0.054321	0.013426
37	0.071411	-0.049456	0.021362
38	0.074463	-0.041414	0.019521
39	0.072021	-0.039963	0.01789
40	0.074463	0.009811	0.019587
41	0.071242	0.026245	0.029444
42	0.077953	0.041504	0.029535
43	-0.075688	0.054912	0.01789
44	-0.070304	0.027955	0.029538
45	-0.070735	0.049404	0.026245
46	0.060332	0.025535	0.025024
47	0.062294	0.12085	0.024434
48	0.061646	0.141802	0.029804
49	-0.057731	0.115367	0.019531
50	-0.053721	0.164185	0.015259

WAVTU Oscilloscope

Sample No.	Probe 1	Probe 2	Probe 3
1	1.302173	1.893455	0.208653
2	1.472569	1.675401	0.200421
3	1.589854	0.871447	0.296938
4	1.808352	0.153570	0.203339
5	2.155488	-0.006400	0.205656
6	1.930425	-0.577891	0.295626
7	2.053749	-0.021401	0.250652
8	2.302889	-1.14889	-0.021861
9	2.105401	1.671381	0.279962
10	1.930425	1.671381	0.279962
11	1.671381	1.671381	0.279962
12	1.504528	2.306439	0.250652
13	1.705413	2.681432	0.250652
14	1.671381	2.681432	0.250652
15	1.671381	2.681432	0.250652
16	1.671381	2.681432	0.250652
17	1.671381	2.681432	0.250652
18	1.671381	2.681432	0.250652
19	1.671381	2.681432	0.250652
20	1.671381	2.681432	0.250652
21	1.671381	2.681432	0.250652
22	1.671381	2.681432	0.250652
23	1.671381	2.681432	0.250652
24	1.671381	2.681432	0.250652
25	1.671381	2.681432	0.250652
26	1		

LAMPIRAN
DOKUMENTASI



Proses perekaman data tinggi gelombang



Proses pemotongan model



Pengaktifan pembangkit gelombang



Bentuk susunan model



Pemasangan probe



Posisi model dalam fluem.



Pembacaan gelombang atas dan bawah



Pengamatan hasil rekaman data pada komputer.



Bentuk probe setelah dipasang.



Proses setelah pemotongan model



Proses pergantian stroke dan periode.