

SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI DIAMETER LUBANG PADA BREAKWATER
SISI MIRING BERPORI TERHADAP KOEFISIEN REFLEKSI DAN
TRANSMISI**

OLEH :

MUHAMMAD AL QADRI ARAS PUTRA
105 81 11088 17

CHAIRATUL ANAM
105 81 11204 17

**PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

2025

***The Effect of Varying Hole Diameters in Porous Sloped
Side Breakwaters on Reflection and Transmission
Coefficients***

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Pengairan
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Makassar**

Disusun dan Diajukan Oleh:

MUHAMMAD AL QADRI ARAS PUTRA
105 81 11088 17

CHAIRATUL ANAM
105 81 11204 17

**PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN FAKULTAS
TEKNIK**

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2025



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS TEKNIK



PENGESAHAN

Skripsi atas nama **MUHAMMAD AL QADRI ARAS PUTRA** dengan nomor induk Mahasiswa **105811108817** dan **CHAIRATUL ANAM** dengan nomor induk Mahasiswa **105811120417**, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0009/SK-Y/22202/091004/2024, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengaliran Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Jum'at, 30 Agustus 2024.

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

Makassar, 25 Safar 1444 H
30 Agustus 2024 M

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Dr. Ir. H. Abd. Rakhim Nanda, ST., MT., IPM

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T., ASEAN., Eng.

2. Penguji

a. Ketua

Dr. Ir. Muh. Yunus Ali, ST., MT., IPM

b. Sekretaris

Indriyanti, ST., MT.

3. Anggota

1. Dr. Ir. Nenny, ST., MT., IPM

2. Kasmawati, ST., MT.

3. Farida Gaffar, ST., MT., IPM

Mengetahui :

Pembimbing I

Pembimbing II

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

Dr. Ir. Andi Makbul Syamsuri, ST., MT., IPM

Dekan

Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, S.T., M.T., IPM

NBM : 795 108





MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS TEKNIK



HALAMAN PENGESAHAN

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

Judul Skripsi : **PENGARUH VARIASI DIAMETER LUBANG PADA BREAKWATER SISI MIRING BERPORI TERHADAP KOEFISIEN REFLEKSI DAN TRANSMISI**

Nama : 1. MUHAMMAD AL QADRI ARAS PUTRA
2. CHAIRATUL ANAM

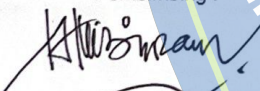
Stambuk : 1. 105 81 11088 17
2. 105 81 11204 17

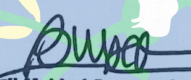
Makassar, 30 Agustus 2024

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

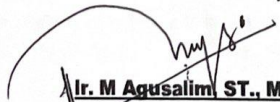
Pembimbing I

Pembimbing II


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


Dr. Ir. Aidi Makbul Syamsuri, ST., MT., IPM

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Pengairan


Ir. M. Agus Salim, ST., MT.
NBM : 947 993





ISSN Online : 2550-0813 ISSN Cetak : 2541-657X, Vol ...No...Tahun 2024 Halaman :

NUSANTARA: Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial

available online <http://jurnal.um-tapsel.ac.id/index.php/nusantara/index>

Pengaruh Variasi Diameter Lubang Pada Breakwater Sisi Miring Berpori Terhadap Koefisien Refleksi Dan Transmisi

The Effect of Varying Hole Diameters in Porous Sloped Side Breakwaters on Reflection and Transmission Coefficients

Andi Makbul Syamsuri¹⁾, Hamzah Al Imran²⁾, Muhammad Alqadri Aras Putra³⁾,
Chairatul Anam⁴⁾

*Corresponding author: E-mail: andimakbulsyamsuri@unismuh.ac.id

- 1) Prodi Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia
- 2) Prodi Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia
- 3) Prodi Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia
- 4) Prodi Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia

Abstrak

Pemecah gelombang berpori merupakan struktur yang dirancang untuk melindungi garis pantai dari erosi dan abrasi yang disebabkan oleh energi gelombang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh diameter lubang terhadap koefisien refleksi dan transmisi pada pemecah gelombang sisi miring berpori. Dalam penelitian ini, model pemecah gelombang dengan variasi diameter lubang dan jarak antar lubang digunakan untuk mengukur koefisien refleksi dan transmisi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa diameter lubang berpengaruh signifikan terhadap koefisien refleksi dan transmisi. Model dengan diameter lubang yang besar menunjukkan nilai koefisien refleksi yang lebih kecil dan nilai koefisien transmisi yang lebih besar. Hal ini karena gelombang yang menimpa model dengan diameter lubang yang besar cenderung lebih diserap dan tidak dipantulkan secara signifikan, sehingga energi gelombang yang datang dapat lebih efektif diredam.

Kata Kunci: Pemecah Gelombang, Breakwater, Koefisien Refleksi, Koefisien Transmisi

Abstract

Porous breakwaters are structures designed to protect coastlines from erosion and abrasion caused by wave energy. This research aims to analyze the effect of hole diameter on the reflection and transmission coefficients in porous sloping side breakwaters. In this research, a wave breaker model with variations in hole diameter and distance between holes is used to measure the reflection and transmission coefficients. The research results show that the hole diameter has a significant effect on the reflection and transmission coefficients. Models with large hole diameters show smaller reflection coefficient values and larger transmission coefficient values. This is because waves that hit a model with a large hole diameter tend to be absorbed more and are not reflected significantly, so that the incoming wave energy can be reduced more effectively.

Keywords: Wave Breaker, Breakwater, Reflection Coefficient, Transmission Coefficient

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah Subhanahu Wata'ala karena berkat Rahmat, Hidayah dan Karunia-Nya kepada kita semua sehingga kami dapat menyelesaikan proposal skripsi dengan judul “Pengaruh Variasi Diameter Lubang pada Breakwater Sisi Miring Berpori terhadap Koefisien Refleksi dan Transmisi ”. Sholawat dan salam senantiasa kita haturkan kepada Nabiullah Muhammad Sallallahu Alaihi Wassalam sebagai suri tauladan kepada kita semua. Seminar tugas akhir ini disusun sebagai syarat untuk mengerjakan skripsi Strata-1 pada Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan seminar tugas akhir ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Ir. M. Aguslim, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar, Kasmawati, ST., MT., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

4. Dr. Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT., IPM selaku Dosen Pembimbing I, Dr. Ir. Andi Makbul Syamsuri, ST., MT., IPM selaku Pembimbing II dalam penyusunan proposal skripsi ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen serta para Staf administrasi pada Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Saudara/saudari kami di Program Studi Teknik Pengairan khususnya Angkatan 2017.
7. Secara khusus penulis bersujud dan berterima kasih kepada kedua orang tua atas dukungannya selama ini.

Kami menyadari seminar tugas akhir ini tidak luput dari berbagai kekurangan dan kekeliruan. Penulis mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan dan perbaikannya sehingga rangkaian skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pendidikan dan pengetahuan di masa sekarang dan masa yang akan datang.

“Billahi fii sabilil haq, fastabiqul khaerat”

Makassar, Juni 2024

Tim Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	3
E. Batasan Masalah.....	4
F. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Teori Gelombang.....	6
1. Karakteristik Gelombang.....	6
2. Klasifikasi Gelombang.....	8
3. Teori Gelombang Amplitudo Kecil.....	10
4. Persamaan Gelombang.....	12

5.	Kecepatan Rambat dan Panjang Gelombang.....	15
6.	Fluktuasi Muka Air.....	16
7.	Kecepatan dan Percepatan Partikel Zat Cair	17
8.	Perpindahan Partikel Zat Cair.....	19
9.	Tekanan Gelombang.....	20
10.	Energi dan Tenaga Gelombang	21
B.	Pemecah Gelombang.....	23
1.	Pengertian Pemecah Gelombang.....	23
2.	Tipe Pemecah Gelombang.....	25
C.	Teori Redaman Gelombang.....	29
D.	Gelombang Refleksi dan Transmisi	31
E.	Model Fisik dan Analisis Dimensi	35
1.	Model Fisik.....	35
2.	Analisis Dimensi.....	37
BAB III	METODE PENELITIAN	39
A.	Tempat dan Waktu Penelitian.....	40
B.	Jenis Penelitian dan Sumber Data	40
C.	Bahan dan Alat	40
D.	Parameter Penelitian	43
1.	Parameter Gelombang	43
2.	Parameter Struktur.....	43
E.	Rancangan Penelitian	44
F.	Prosedur Pelaksanaan Pengujian	47

G.	Bagan Alir Penelitian.....	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		50
A.	Analisis Data.....	50
1.	Kalibrasi Statis.....	50
2.	Panjang Gelombang.....	52
3.	Data Fluktuasi Muka Air	52
4.	Data Tinggi Gelombang	53
B.	Hasil Penelitian.....	54
1.	Pengaruh Kedalaman Air (d).....	54
2.	Pengaruh Periode Gelombang (T)	55
3.	Pengaruh Diameter Lubang (D)	56
C.	Analisis Model Pemecah Gelombang.....	58
1.	Pengaruh Parameter Kecuraman Gelombang (H_i/L) terhadap Tinggi Gelombang Transmisi.....	58
2.	Pengaruh Parameter Kecuraman Gelombang (H_i/L) terhadap Tinggi Gelombang Refleksi	59
3.	Pengaruh Parameter Kedalaman Relatif (d/L) terhadap Tinggi Gelombang Transmisi.....	60
4.	Pengaruh Parameter Kedalaman Relatif (d/L) terhadap Tinggi Gelombang Refleksi	61
D.	Analisis Perbandingan Model karena Variasi Diameter Lubang	62
1.	Perbandingan Koefisien Transmisi (K_t) oleh Kecuraman Gelombang (H_i/L)	62

2. Perbandingan Koefisien Transmisi (K_t) oleh Kedalaman Relatif (d/L)	63
3. Perbandingan Koefisien Refleksi (K_r) oleh Kecuraman Gelombang (H_i/L)	64
4. Perbandingan Koefisien Refleksi (K_r) oleh Kedalaman Relatif (d/L)	65
BAB V PENUTUP	66
A. Kesimpulan	66
B. Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN	70



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Parameter fungsi kedalaman relatif (Triatmodjo, 1999a).....	9
Gambar 2. Sketsa definisi gelombang (Triatmodjo, 1999a).....	11
Gambar 3. Profil muka air karena adanya gelombang (Triatmodjo, 2010).....	17
Gambar 4. Distribusi kecepatan partikel pada kedalaman (Triatmodjo, 1999a)	18
Gambar 5. Kecepatan gerak partikel (Triatmodjo, 1999a).....	19
Gambar 6. Gerak orbit partikel zat cair di laut dangkal, transisi dan dalam (Triatmodjo, 1999a).....	20
Gambar 7. Distribusi tekanan vertikal gelombang di laut dalam (Triatmodjo, 1999a).....	21
Gambar 8. Penurunan energi gelombang (Triatmodjo, 1999a).....	21
Gambar 9. Layout dan pemecah gelombang sisi miring (Triatmodjo, 2010, hal. 159)	24
Gambar 10. Pemecah gelombang sisi miring	25
Gambar 11. Pemecah gelombang dengan lapis lindung <i>tetrapod</i>	26
Gambar 12. Pemecah gelombang dengan lapis pelindung blok beton Pemecah gelombang dengan sisi tegak;	26
Gambar 13. Pemecah gelombang sisi tegak dari blok beton.....	27
Gambar 14. Pemecah gelombang sisi tegak dari <i>kaison</i>	27
Gambar 15. Pemecah gelombang dari turap.....	28
Gambar 16. Pemecah gelombang campuran	28
Gambar 17. Profil gelombang berdiri parsial (Setyandito et al., 2012).....	32

Gambar 18. Lokasi <i>Probe 1</i> dan <i>2</i> untuk pengukuran H_{maks} dan H_{min} (Kamphuis, 2020).....	33
Gambar 19. Saluran pembangkit gelombang (<i>Armfield S6 MKII tilting flume</i>). 41	
Gambar 20. <i>Unit Personal Computer</i> dan <i>Software oscilloscope</i>	41
Gambar 21. Set <i>sensor wave probe</i> dan penyangga	42
Gambar 22. <i>Wave monitor</i> dilengkapi kabel penghubung.	42
Gambar 23. <i>Data acquisition</i>	43
Gambar 24. Tampak samping dan depan model pemecah gelombang	46
Gambar 25. Tampak atas dan isometri model pemecah gelombang	46
Gambar 26. Sketsa penempatan model pada saluran pembangkit gelombang....	47
Gambar 27. Bagan alir penelitian	49
Gambar 28. Grafik regresi linier kalibrasi statis pada kedalaman <i>16 cm</i>	51
Gambar 29. Tangkapan layar <i>Microsoft Excel</i> data fluktuasi muka air	53
Gambar 30. Hubungan antara kedalaman air (d) dan tinggi gelombang datang (H_i)	54
Gambar 31. Hubungan antara periode gelombang (T) dengan panjang gelombang (L)	55
Gambar 32. Hubungan antara diameter lubang (D) dan tinggi gelombang transmisi (H_t)	56
Gambar 33. Hubungan antara diameter lubang (D) dan tinggi gelombang refleksi (H_r)	57
Gambar 34. Hubungan antara tinggi gelombang refleksi (H_r) dan kecuraman gelombang (H_i/L)	58

Gambar 35. Hubungan antara tinggi gelombang refleksi (H_r) dan kecuraman gelombang (H_i/L).....	59
Gambar 36. Hubungan antara tinggi gelombang transmisi (H_t) dan kedalaman relatif (d/L).....	60
Gambar 37. Hubungan antara tinggi gelombang refleksi (H_r) dan kedalaman relatif (d/L).....	61
Gambar 38. Hubungan antara koefisien transmisi (K_t) dan kecuraman gelombang (H_i/L).....	62
Gambar 39. Hubungan antara koefisien transmisi (K_t) dan kedalaman relatif (d/L).....	63
Gambar 40. Hubungan antara koefisien refleksi (K_r) dan kecuraman gelombang (H_i/L).....	64
Gambar 41. Hubungan antara koefisien refleksi (K_r) dan kedalaman relatif (d/L).....	65

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Batasan gelombang air dangkal, transisi dan dalam.....	8
Tabel 2.	Keuntungan dan kerugian tipe pemecah gelombang.....	28
Tabel 3.	Karakteristik gelombang tanpa model breakwater.....	44
Tabel 4.	Skala model yang digunakan pada penelitian	45
Tabel 5.	Variasi parameter gelombang dan model breakwater	46
Tabel 6.	Rancangan simulasi model.....	46
Tabel 7.	Form pengambilan data diameter lubang 8 mm.....	48
Tabel 8.	Kalibrasi statis pada kedalaman 24 cm.....	51
Tabel 9.	Iterasi Panjang gelombang	52
Tabel 10.	Rekap data tinggi gelombang rata-rata pada model 1.	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kalibrasi statis pada setiap kedalaman air rencana.....	70
Lampiran 2. Contoh perhitungan tinggi gelombang metode iterasi menggunakan microsoft excel	71
Lampiran 3. Data hasil penelitian di Laboratorium	73
Lampiran 4. Rekap hasil olah data tinggi gelombang	99
Lampiran 5. Tabulasi data fluktuasi muka air dan konversi ke satuan panjang.....	100
Lampiran 6. Hasil olah data fluktuasi muka air menjadi tinggi gelombang	101
Lampiran 7. Dokumentasi penelitian di laboratorium.....	102

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
a	amplitudo gelombang
a_x	percepatan horizontal partikel air
a_y	percepatan vertikal partikel air
B	lebar konstruksi model
d	diameter pipa
C_0	cepat rambat gelombang di laut dalam
C	cepat rambat gelombang
D	kedalaman air tenang
D	tinggi total pemecah gelombang vertikal
E	energi gelombang
E_i	energi gelombang datang / total
E_r	energi gelombang refleksi
E_t	energi gelombang transmisi
E_L	energi gelombang hilang / diserap
G	percepatan gravitasi
H	tinggi muka air tenang
H	tinggi gelombang
H_0	tinggi gelombang di laut dalam
H_i	tinggi gelombang datang
H_r	tinggi gelombang yang direfleksikan
H_t	tinggi gelombang yang ditransmisikan
K	angka gelombang $= 2\pi/L$
L_0	panjang gelombang di laut dalam
L	panjang gelombang
u	kecepatan horizontal partikel air
v	kecepatan vertikal partikel air
ξ	perpindahan horizontal partikel air
ε	perpindahan vertikal partikel air

η	fluktuasi permukaan air
σ	frekuensi gelombang
φ	potensial kecepatan
λ	skala panjang



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pemecah gelombang selama ini hanya dikenal sebagai salah satu struktur pelindung pantai terhadap erosi dan abrasi. Meskipun demikian ada fungsi lainnya, yaitu sebagai pelindung daerah pelabuhan dari gangguan gelombang. Pemecah gelombang memiliki kemampuan mengurangi tinggi gelombang dengan cara memecahkan gelombang melalui pori-pori batuan penyusunnya. Yang umumnya dikenal 2 (dua) jenis pemecah gelombang, yaitu: pemecah gelombang tenggelam, dan pemecah gelombang tidak tenggelam serta solusi alternatif berupa penggunaan pemecah gelombang terapung (F Hariati, 2021).

Beberapa tahun ini penelitian untuk tipe breakwater tenggelam lebih banyak dilakukan karena adanya kecenderungan peredaman gelombang oleh sekelompok batu karang yang hidup di perairan dangkal. (Dharma, 1994) melakukan penelitian unjuk kerja terumbu buatan (artificial reef) sebagai peredam energi gelombang dengan menggunakan material batu pecah dan (Abrori, Armono, & Zikra, 2009) meneliti terumbu buatan bentuk kubah berlubang “HSAR” (Hemisphericalsubmerged artificial reef) dan menyatakan bahwa dalam jumlah yang besar HSAR dapat efektif mereduksi energi gelombang. Keberhasilan penerapan teknologi terumbu buatan ditentukan oleh beberapa faktor diantaranya kesesuaian parameter lingkungan, jenis dan bentuk material, serta kekuatan struktur. (IKD Setiawan, 2018).

Peredam gelombang yang mengalami perkembangan penelitian di laboratorium adalah pemecah gelombang berpori atau berlubang. Bangunan ini dapat meminimalisir gelombang refleksi juga mampu meredam gelombang transmisi. Struktur pemecah gelombang ini dibuat dengan maksud memberi dimensi bidang gesek pada permukaan dinding bagian dalam pipa yaitu sehingga diharapkan mampu lebih efektif dalam mereduksi gelombang yang datang (Syamsuri et al., 2018).

Model fisik pemecah gelombang dari rangkaian pipa ujung tertutup yang disusun vertikal disimpulkan bahwa pemecah gelombang ini dapat mereduksi gelombang sampai 76,4% (Yani & Ahdania, 2023). Pemecah gelombang sisi miring (sloping breakwater) merupakan jenis pemecah gelombang yang membutuhkan armor pelindung dan volume batu dalam jumlah besar (Naiborhu et al., 2020). Koefisien refleksi dari pemecah gelombang tipe OWC dengan variasi kemiringan struktur menunjukkan hasil yang lebih baik pada kemiringan 45° (Faisal, 2024)

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis mengajukan suatu penelitian eksperimental model fisik skala laboratorium dengan judul **“Pengaruh Variasi Diameter Lubang pada Breakwater Sisi Miring Berpori terhadap Koefisien Refleksi dan Transmisi.”**

B. Rumusan Masalah

Pada penelitian ini penulis mencoba mendesain struktur pemecah gelombang yang efisien dalam penggunaan material dengan cara memberikan

variasi diameter lubang pada permukaan bidang miring agar didapatkan porositas sebagai parameter struktur dari model. Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini dapat diuraikan dalam rumusan masalah sebagai berikut :

1. Seberapa besar pengaruh variasi lubang terhadap gelombang refleksi dan transmisi pada breakwater sisi miring berpori ?
2. Bagaimana pengaruh variasi lubang terhadap koefisien refleksi dan transmisi pada breakwater sisi miring berpori ?

C. Tujuan Penelitian

Bertolak dari kebutuhan dan masalah-masalah di atas penulis melakukan studi pemodelan fisik pemecah gelombang dengan tujuan sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi diameter lubang terhadap tinggi gelombang refleksi dan transmisi pada breakwater sisi miring berpori.
2. Untuk menganalisis pengaruh variasi diameter lubang terhadap koefisien refleksi dan transmisi pada breakwater sisi miring berpori.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian pengembangan pemecah gelombang berpori yang bertujuan untuk meminimalisir energi gelombang dengan cara memberikan suatu celah pada permukaan bidang miring agar sebagian energi gelombang dapat masuk ke dalam struktur bangunan.

Manfaat dari penelitian ini di antaranya adalah :

1. Dapat dijadikan sebagai acuan dan bahan informasi bagi para peneliti yang berhubungan dengan struktur pemecah gelombang berpori.
2. Sebagai bahan referensi inovasi struktur bangunan pemecah gelombang yang efektif dan efisien serta ramah lingkungan.
3. Mudah dalam proses pelaksanaan dan dapat mengurangi pemakaian material dibandingkan dengan pemecah gelombang konvensional.

E. Batasan Masalah

Berdasarkan fasilitas dan kondisi laboratorium yang ada, maka batasan penelitian ditetapkan sebagai berikut :

1. Gelombang datang tegak lurus terhadap struktur.
2. Gelombang yang dibangkitkan adalah gelombang belum pecah dan teratur (*regular wave*).
3. Fluida yang digunakan adalah air tawar dengan tidak memperhitungkan salinitas dan pengaruh mineral air.
4. Struktur model diam tidak bergeser, stabilitas model uji tidak dikaji.
5. Dasar *flume* adalah rata dan kedap air.

F. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan disusun agar tetap terarah pada tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini. Sistematika penulisan yang dituliskan dalam penelitian ini adalah :

BAB I PENDAHULUAN, bab ini berisi tentang latar belakang mengapa penulis mengangkat penelitian ini, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian serta batasan penelitian serta sistematika penulisan. Pada Bab ini menjelaskan permasalahan yang diamati, tujuan yang ingin dicapai serta pentingnya hasil penelitian bagi pengembangan pemecah gelombang berpori, ruang lingkup serta batasan dalam penelitian agar mengikuti kaidah dalam pemodelan fisik di laboratorium.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, dalam bab ini, memberikan gambaran umum tentang teori dasar gelombang, karakteristik gelombang, deformasi gelombang dan klasifikasi teori gelombang serta informasi mengenai penelitian-penelitian terdahulu tentang pemecah gelombang.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN, dijelaskan metode yang digunakan, kapan dan dimana penelitian dilaksanakan, bagaimana prosedur pembuatan model dan penskalaan, apa dasar penempatan model dan alat perekam gelombang diletakkan, serta penentuan variabel apa saja yang akan digunakan dalam penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, pada bab ini berisi analisis data, bagaimana data diolah sesuai dengan metode ilmiah, tabulasi data serta interpretasi grafik hubungan antara variabel independen dan dependen.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan dari hasil olah data yang sesuai dengan tujuan penelitian dan juga saran kepada pembaca/peneliti untuk pengembangan penelitian ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Teori Gelombang

1. Karakteristik Gelombang

Klasifikasi macam-macam jenis gelombang laut (Dhanista, 2017), Berdasarkan sifatnya, ada dua macam gelombang laut, yaitu :

- a. Gelombang Laut Pembangun/Pembentuk Pantai (*Constructive Wave*), merupakan gelombang yang ketinggiannya kecil kecepatannya rendah, dan saat gelombang tersebut pecah di pantai akan mengangkut sedimen (material pantai).
- b. Gelombang Laut Perusak Pantai (*Destructive wave*), merupakan gelombang laut dengan ketinggian dan kecepatan rambat yang besar, dan ketika gelombang ini menghantam pantai akan ada banyak volume air yang terkumpul dan mengangkut material pantai ke tengah laut.

Berdasarkan ukuran dan penyebabnya :

- a. Gelombang kapiler (*capillary wave*), gelombang kapiler ini adalah gelombang yang biasa kita sebut dengan riak, gelombang kapiler memiliki panjang gelombang sekitar 1,7 meter, periode kurang dari 0,2 detik dan disebabkan karena tegangan permukaan dan tiupan angin yang tidak terlalu kuat.

- b. Gelombang angin (*seas/wind wave*), merupakan gelombang dengan panjang gelombang mencapai 130 meter, periode 0,2-0,9 detik, dan disebabkan oleh angin kencang.
- c. Gelombang Alun (*Swell wave*), merupakan gelombang yang panjang gelombangnya dapat mencapai ratusan meter, periodenya sekitar 0,9 – 15 detik, dan disebabkan oleh angin yang bertiup lama.
- d. Gelombang Pasang Surut (*Tidal Wave*), merupakan gelombang yang panjang gelombangnya dapat mencapai beberapa kilometer, periodenya antara 5 – 25 jam, dan disebabkan oleh fluktuasi gaya gravitasi matahari dan bulan.

Menurut Muliati (2020), parameter terpenting yang digunakan untuk menjelaskan suatu gelombang adalah tinggi dan panjang gelombang serta kedalaman perairan dimana gelombang tersebut merambat. Kecepatan rambat gelombang secara teoritis dapat ditentukan dari kualitas parameter tersebut. Gelombang di alam jarang tampak persis sama dari satu gelombang ke gelombang yang lainnya. Juga tidak selalu menyebar ke arah yang sama. Seandainya suatu alat untuk mengukur elevasi muka air, η , sebagai fungsi dari waktu ditempatkan pada suatu anjungan di tengah laut, akan diperoleh suatu rekaman data gelombang yang berbentuk acak. Laut tersebut dapat dipandang sebagai superposisi dari banyak sinusoid yang bergerak ke segala arah. Superposisi sinusoid tersebut memberikan kemungkinan penggunaan analisa *Fourier* dan teknik spektrum untuk digunakan dalam menjelaskan kondisi gelombang laut. Hanya saja banyak keacakan yang terjadi di laut, sehingga dibutuhkan teknik statistik untuk dapat menunjang penyelesaian masalah.

Keuntungan yang dijumpai yaitu gelombang di perairan dangkal mempunyai bentuk yang lebih teratur dibandingkan dengan gelombang di laut dalam. Oleh karena itu dalam kasus ini setiap gelombang lebih sederhana jika dijabarkan dengan satu sinusoid yang berulang secara periodik. Dalam hal ini gelombang yang nonlinier dilinierkan dengan menggunakan berbagai asumsi. Teori ini dikenal dengan teori gelombang linier atau teori gelombang amplitudo kecil. Teori ini biasanya merupakan pendekatan pertama dalam mempelajari masalah gelombang (Muliati, 2020).

2. Klasifikasi Gelombang

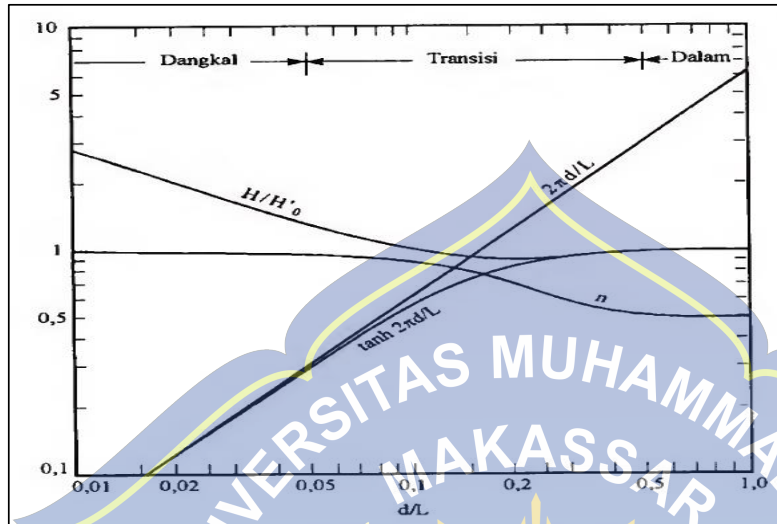
Berdasarkan kedalaman relatif, yaitu perbandingan antara kedalaman air d dan panjang gelombang L , (d/L), gelombang dapat diklasifikasikan menjadi tiga macam seperti terlihat pada tabel berikut

Tabel 1. Batasan gelombang air dangkal, transisi dan dalam

Kategori gelombang	d/L	$2\pi d/L$	$\tanh(2\pi d/L)$
Laut dalam	$> 1/2$	$> \pi$	~ 1
Laut transisi	$1/20 - 1/2$	$0,25 - \pi$	$\tanh(2\pi d/L)$
Laut dangkal	$< 1/20$	$< 0,25$	$2\pi d/L$

Sumber : Pelabuhan (Triatmodjo, 1996)

Klasifikasi ini dilakukan untuk menyederhanakan rumus-rumus gelombang (Triatmodjo, 1999b). Penyederhaan ini dapat dijelaskan dengan menggunakan Gambar 1 yang menunjukkan berbagai parameter sebagai fungsi dari kedalaman relatif.



Gambar 1. Parameter fungsi kedalaman relatif (Triatmodjo, 1999a)

Apabila kedalaman relatif d/L adalah lebih besar dari 0,5; nilai $\tanh (2\pi d/L) = 1,0$ sehingga persamaan menjadi :

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

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

Index 0 menunjukkan bahwa nilai-nilai tersebut adalah untuk kondisi di laut dalam. Apabila percepatan gravitasi adalah $9,81 \text{ m/det}^2$ maka persamaan (4) menjadi :

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

Apabila kedalaman relatif adalah kurang dari $1/20$, nilai $\tanh (2\pi d/L) = 2\pi d/L$ sehingga persamaan (1) dan (2) menjadi :

$$c = \sqrt{gd}$$

$$L = \sqrt{gd} T = CT \dots\dots\dots (4)$$

Apabila kondisi gelombang berada di laut transisi, maka cepat rambat dan panjang gelombang dapat dihitung akan didapat :

$$\frac{C}{C_0} = \frac{L}{L_0} = \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right) \dots\dots\dots (5)$$

Apabila kedua ruas dari persamaan (5) dikalikan dengan d/L maka akan didapat :

$$\frac{d}{L_0} = \frac{d}{L} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right) \dots\dots\dots (6)$$

Persamaan (6) dapat digunakan untuk menghitung panjang gelombang di setiap kedalaman apabila panjang gelombang di laut dalam (L_0) diketahui.

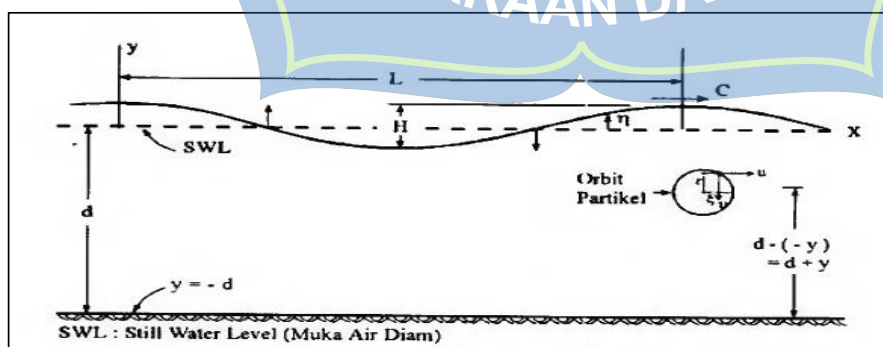
3. Teori Gelombang Amplitudo Kecil

Teori gelombang linier atau teori gelombang amplitudo kecil dikemukakan pertama kali oleh Airy pada tahun 1845. Teori ini diturunkan berdasarkan persamaan Laplace untuk aliran tak rotasi (*irrotational flow*) dengan kondisi batas di permukaan air dan dasar laut. Kondisi batas di permukaan air didapatkan dengan cara melinierkan persamaan *Bernoulli* untuk aliran tak mantap. Penyelesaian persamaan ini memberikan potensial kecepatan periodik untuk aliran tak rotasional. Potensial kecepatan yang sudah didapatkan kemudian digunakan untuk menurunkan persamaan dari berbagai karakteristik gelombang seperti

fluktuasi muka air, kecepatan dan percepatan partikel, tekanan, kecepatan rambat gelombang (Triatmodjo, 1999a, hal. 12). Asumsi yang digunakan untuk menurunkan persamaan gelombang ini adalah :

1. Zat cair bersifat seragam (homogen) dan tidak termampatkan (*incompressible*).
2. Tegangan permukaan diabaikan.
3. Gaya *Coriolis* (akibat perputaran bumi) diabaikan.
4. Tekanan pada permukaan air adalah seragam dan konstan.
5. Zat cair adalah ideal, sehingga berlaku aliran tak rotasi.
6. Dasar laut adalah horizontal, tetap dan *impermeable* sehingga kecepatan vertikal di dasar adalah nol.
7. Amplitudo gelombang kecil terhadap panjang gelombang dan kedalaman air.
8. Gerak gelombang berbentuk silinder yang tegak lurus arah penalaran gelombang sehingga gelombang adalah dua dimensi.

Suatu gelombang yang berada pada sistem koordinat x - y , menjalar pada arah sumbu x seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sketsa definisi gelombang (Triatmodjo, 1999a)

Beberapa simbol/notasi yang digunakan adalah :

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

$\eta(x,t)$: fluktuasi muka air terhadap muka air diam

a : amplitudo gelombang

H : tinggi gelombang = $2a$

L : panjang gelombang, yaitu jarak antara dua puncak gelombang yang berurutan.

T : periode gelombang, yaitu interval waktu yang diperlukan oleh partikel air untuk kembali pada kedudukan yang sama dengan kedudukan sebelumnya.

C : kecepatan rambat gelombang = L/T

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

σ : frekuensi gelombang = $2\pi/T$

4. Persamaan Gelombang

Menurut (Triatmodjo, 1999a), teori gelombang amplitudo kecil dapat diturunkan dari persamaan kontinuitas untuk aliran tak rotasi (Persamaan Laplace) yaitu :

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = 0 \quad \dots\dots\dots (7)$$

dengan :

$$u = \frac{\partial \varphi}{\partial x} \quad \text{dan} \quad v = \frac{\partial \varphi}{\partial y}$$

Kondisi batas di dasar laut dari persamaan tersebut adalah kecepatan vertikal nol.

$$v = \frac{\partial \phi}{\partial y} = 0 \text{ di } y = -d \quad \dots\dots\dots (8)$$

Kondisi batas pada permukaan diperoleh dari persamaan *Bernoulli* untuk aliran tak mantap.

$$\frac{\partial \phi}{\partial t} + \frac{1}{2}(u^2 + v^2) + gy + \frac{p}{\rho} = 0 \quad \dots\dots\dots (9)$$

dengan :

g : percepatan gravitasi (m/det^2)

p : tekanan (Kg/cm^2)

ρ : rapat massa zat cair (Kg/m^3)

Apabila persamaan (9) dilinierkan dengan mengabaikan u^2 dan v^2 , dan pada permukaan $y = \eta$, serta mengambil tekanan di permukaan adalah nol (tekanan atmosfer), maka persamaan *Bernoulli* menjadi :

$$\eta = -\frac{1}{g} \frac{\partial \phi}{\partial t} \Big|_{y=\eta}$$

Dengan menganggap bahwa gelombang adalah kecil terhadap kedalaman, maka kondisi batas di $y = 0$ adalah kira-kira sama dengan di $y = \eta$ (*fluktuasi muka air*).

Dengan anggapan tersebut maka kondisi batas pada permukaan adalah :

$$\eta = -\frac{1}{g} \frac{\partial \phi}{\partial t} \Big|_{y=0} \quad \dots\dots\dots (10)$$

Persamaan yang diselesaikan adalah sebagai berikut :

1. Persamaan *Laplace* :

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = 0$$

2. Kondisi batas persamaan tersebut adalah :

$$v = \frac{\partial \varphi}{\partial y} = 0 \quad \text{di } y = -d$$

$$\eta = -\frac{1}{g} \frac{\partial \varphi}{\partial t} \Big|_{y=0} = 0$$

Persamaan tersebut diselesaikan untuk mendapatkan nilai φ . Berdasarkan nilai φ yang diperoleh tersebut, sifat-sifat gelombang seperti fluktuasi muka air, kecepatan rambat gelombang, kecepatan partikel, dan sebagainya, dapat diturunkan. Penyelesaian *persamaan diferensial* tersebut memberikan hasil berikut ini.

$$\varphi = \frac{ag}{\sigma} \frac{\cosh k(d+y)}{\cosh kd} \sin(kx - \sigma t) \quad (11)$$

Dengan :

φ : potensial kecepatan

g : percepatan gravitasi

σ : frekuensi gelombang

k : angka gelombang

d : kedalaman laut

y : jarak vertikal suatu titik yang ditinjau terhadap muka air diam

x : jarak horizontal

t : waktu

5. Kecepatan Rambat dan Panjang Gelombang

Komponen vertikal kecepatan partikel pada permukaan air v adalah $v = \frac{\partial \eta}{\partial t}$,
dimana η diberikan oleh persamaan (10), sehingga :

$$v = \frac{\partial \eta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial t} \left(-\frac{1}{g} \frac{\partial \phi}{\partial t} \right) = -\frac{1}{g} \frac{\partial^2 \phi}{\partial t^2} \dots\dots\dots (12)$$

Karena $v = \partial \phi / \partial y$, maka persamaan (12) dapat ditulis :

$$\frac{\partial \phi}{\partial y} = -\frac{1}{g} \frac{\partial^2 \phi}{\partial t^2} \dots\dots\dots (13)$$

Apabila nilai ϕ dari persamaan (11) disubstitusikan ke dalam persamaan (13),
maka akhirnya didapat :

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial y} \left[\frac{ag}{\sigma} \frac{\cosh k(d+y)}{\cosh kd} \sin(kx - \sigma t) \right] &= -\frac{1}{g} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \left[\frac{ag}{\sigma} \frac{\cosh k(d+y)}{\cosh kd} \sin(kx - \sigma t) \right] \\ \frac{ag}{\sigma} k \frac{\sin k(d+y)}{\cosh kd} \sin(kx - \sigma t) &= -\frac{1}{g} \frac{ag}{\sigma} (-\sigma^2) \frac{\cosh k(d+y)}{\cosh kd} \sin(kx - \sigma t) \\ \frac{agk}{\sigma} \frac{\sinh k(d+y)}{\cosh kd} \sin(kx - \sigma t) &= a\sigma \frac{\cosh k(d+y)}{\cosh kd} \sin(kx - \sigma t) \end{aligned}$$

Untuk gelombang amplitudo kecil, nilai y di permukaan adalah sama dengan
tinggi muka air diam, sehingga $y = 0$; dan persamaan di atas menjadi :

$$\sigma^2 = gk \tanh(kd) \dots\dots\dots (14)$$

Oleh karena $\sigma = kC$, maka persamaan (14) menjadi :

$$C^2 = \frac{g}{k} \tanh(kd) \quad \dots\dots\dots (15)$$

Jika nilai $k = 2\pi/L$ disubstitusikan ke dalam persamaan (15), didapat :

$$C^2 = \frac{gL}{2\pi} \tanh(kd) \quad \dots\dots\dots (16)$$

Persamaan (16) menunjukkan laju penjalaran gelombang sebagai fungsi kedalaman air (d) dan panjang gelombang (L). Jika nilai $k = \sigma/C = (2\pi/T)/C$ disubstitusikan ke dalam persamaan (15), akan didapat nilai C sebagai fungsi T dan d .

$$C = \frac{gT}{2\pi} \tanh \frac{2\pi d}{L} \quad \dots\dots\dots (17)$$

Dengan memasukkan nilai $k = 2\pi/L$ dan $C = L/T$ ke dalam persamaan (17) akan diperoleh panjang gelombang sebagai fungsi kedalaman.

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh \frac{2\pi d}{L} \quad \dots\dots\dots (18)$$

Jika kedalaman air dan periode gelombang diketahui, maka dengan cara iterasi atau coba banding maka akan didapat panjang gelombang L .

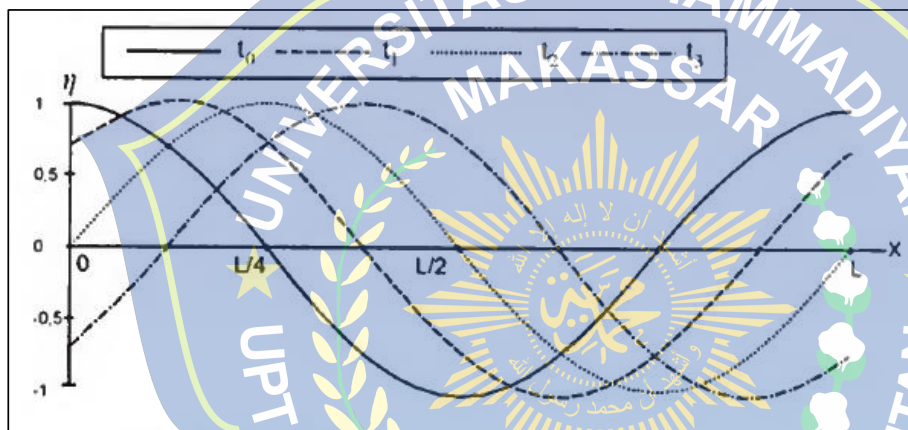
6. Fluktuasi Muka Air

Profil muka air dapat dihitung dengan :

$$\eta = a \cos (kx - \sigma t) \quad \dots\dots\dots (19)$$

Rumus di atas menunjukkan bahwa fluktuasi muka air adalah periodik terhadap x dan t , dan merupakan gelombang *sinusoidal* dan *progresif* menjalar dalam arah x positif. Gambar 3 adalah bentuk dari persamaan (19) untuk 4 nilai t yaitu $t_0 = 0$, $t_1 = T/8$, $t_2 = T/4$, $t_3 = 3T/8$; dengan T adalah periode gelombang.

Penjalaran tersebut terlihat dengan bergesernya puncak gelombang, sementara partikel air tetap pada posisi yang sama dan hanya bergerak naik-turun.



Gambar 3. Profil muka air karena adanya gelombang (Triatmodjo, 2010)

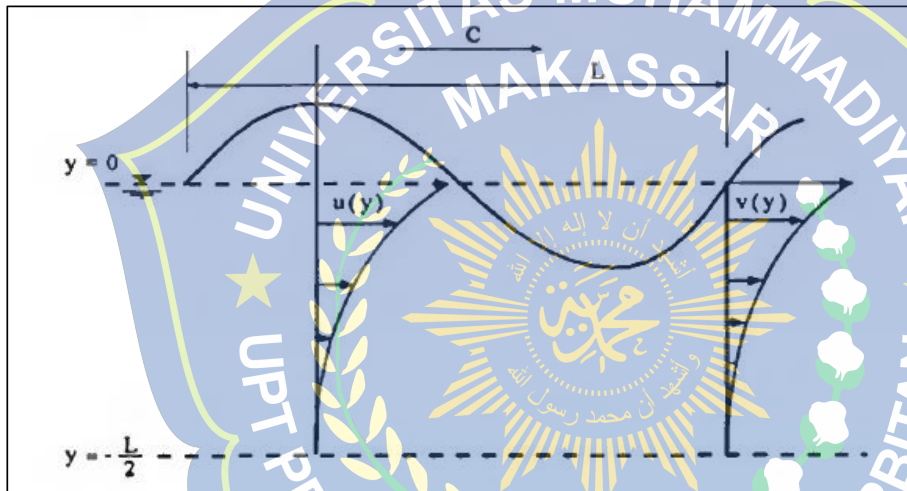
7. Kecepatan dan Percepatan Partikel Zat Cair

Mempelajari gaya gelombang perlu diketahui kecepatan dan percepatan partikel untuk berbagai kedalaman dan waktu (y dan t). Komponen horizontal dan vertikal kecepatan partikel air (u dan v) adalah :

$$u = \left(\frac{\pi H}{T}\right) \frac{\cosh k(d+y)}{\sinh kd} \cosh(kx - \sigma t) \dots\dots\dots (20)$$

$$v = \left(\frac{\pi H}{T}\right) \frac{\sinh k(d+y)}{\sinh kd} \sin(kx - \sigma t) \dots\dots\dots (21)$$

Persamaan (20) dan (21) menunjukkan komponen kecepatan orbit partikel zat cair di dalam gelombang pada kedalaman y yang harmonik terhadap x dan t . Untuk nilai $\theta = (kx - \sigma t)$ tertentu, fungsi *hiperbolik* ($\cosh$ dan $\sinh$) berkurang secara *eksponensial* dengan bertambahnya nilai y , yang menyebabkan komponen kecepatan berkurang dengan bertambahnya kedalaman. Gambar 4 menunjukkan



pengurangan komponen kecepatan untuk nilai θ tertentu.

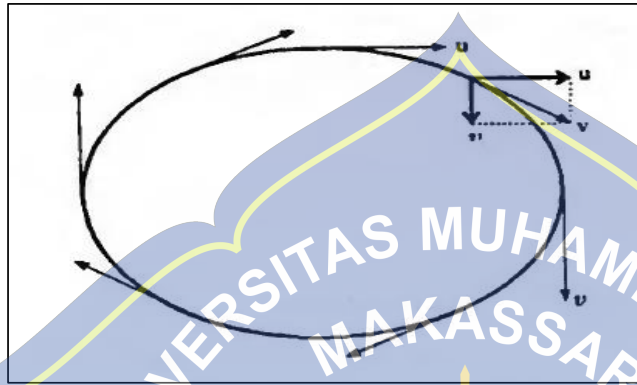
Gambar 4. Distribusi kecepatan partikel pada kedalaman (Triatmodjo, 1999a)

Komponen horizontal dan vertikal percepatan partikel zat cair (a_x dan a_y) adalah :

$$a_x = \left(\frac{2\pi^2 H}{T^2} \right) \frac{\cosh k(d+y)}{\sinh kd} \sin(kx - \sigma t) \dots\dots\dots (22)$$

$$a_y = \frac{\partial v}{\partial t} = - \left(\frac{2\pi^2 H}{T^2} \right) \frac{\sinh k(d+y)}{\sinh kd} \cos(kx - \sigma t) \dots\dots\dots (23)$$

Gambar 5 adalah perubahan kecepatan (percepatan) horizontal dan vertikal untuk beberapa waktu t dan pada kedalaman $y = 0,0 \text{ m}$.



Gambar 5. Kecepatan gerak partikel (Triatmodjo, 1999a)

8. Perpindahan Partikel Zat Cair

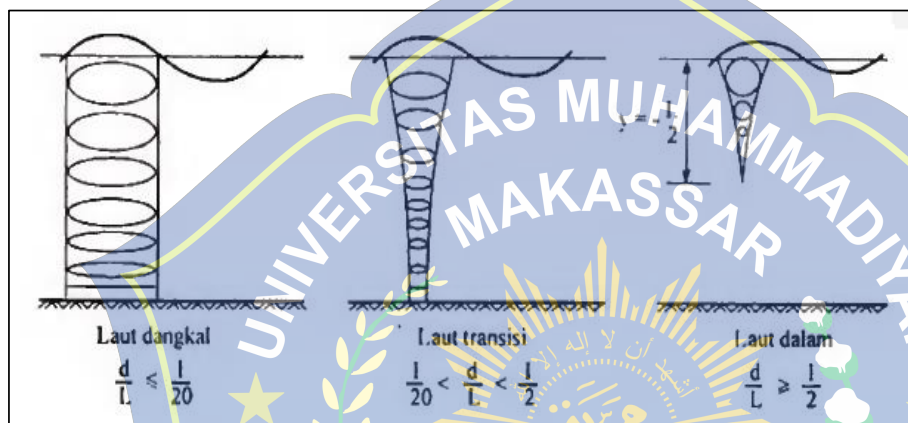
Parameter lain dari gelombang amplitudo kecil adalah perpindahan (*displacement*) partikel air di dalam gelombang. Pada Gambar 5 ditunjukkan lintasan gerak partikel air yang berputar mengelilingi kedudukan rerata. Ordinat horizontal dan vertikal dari perpindahan partikel (ξ dan ε) adalah :

$$\xi = \frac{H \cosh k(d+y)}{2 \sinh kd} \sin(kx - \sigma t) \dots\dots\dots (24)$$

$$\varepsilon = \int v dt = \frac{H \sinh k(d+y)}{2 \sinh kd} \cos(kx - \sigma t) \dots\dots\dots (25)$$

Selama penjalaran gelombang dari laut dalam ke laut dangkal, orbit partikel mengalami perubahan bentuk seperti pada Gambar 6.

Terlihat orbit perpindahan partikel berbentuk lingkaran pada seluruh kedalaman di laut dalam, di laut transisi dan dangkal lintasan partikel berbentuk elips dan akan semakin pipih seiring dengan semakin besar kedalaman serta pada dasar laut gerak partikel adalah horizontal.



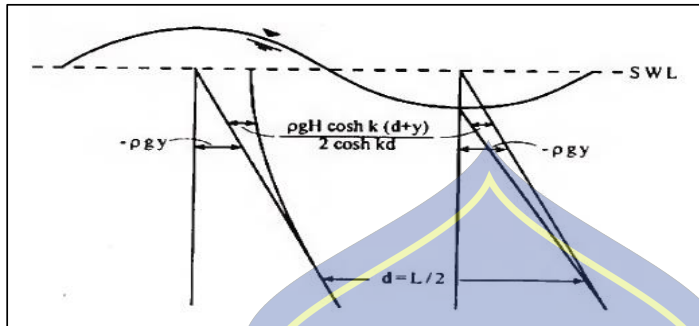
Gambar 6. Gerak orbit partikel zat cair di laut dangkal, transisi dan dalam (Triatmodjo, 1999a)

9. Tekanan Gelombang

Tekanan yang disebabkan oleh gelombang adalah gabungan dari tekanan hidrostatik dan tekanan dinamis yang bisa dihitung dengan rumus :

$$p = -\rho g y + \left(\frac{\rho g H}{2} \right) \frac{\cosh k(d + y)}{\cosh kd} \cos(kx - \sigma t) \dots\dots\dots (26)$$

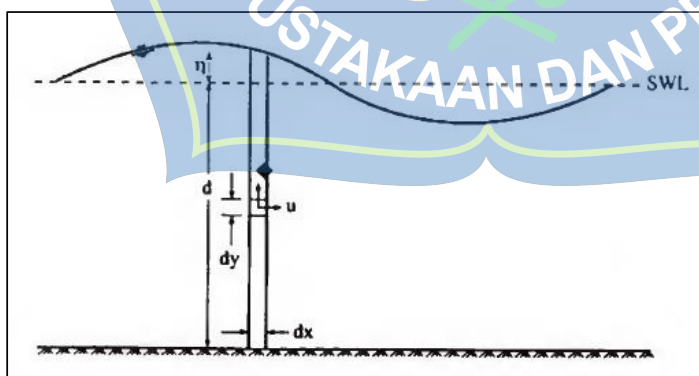
Pada ruas kanan suku pertama dari persamaan (26) adalah tekanan hidrostatik dan suku berikutnya adalah tekanan dinamis yang disebabkan oleh percepatan partikel. Gambar 7 memperlihatkan bentuk tekanan yang ditimbulkan oleh gelombang.



Gambar 7. Distribusi tekanan vertikal gelombang di laut dalam (Triatmodjo, 1999a)

10. Energi dan Tenaga Gelombang

Untuk *teori gelombang airy*, jika energi potensial ditetapkan relatif terhadap muka air diam dan semua gelombang menjalar dalam arah yang sama maka komponen energi potensial dan kinetiknya adalah sama. Energi total gelombang adalah penjumlahan dari energi kinetik dan energi potensialnya (Triatmodjo, 1999). Penurunan persamaan energi gelombang, dipandang suatu elemen berukuran dx , dy seperti terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Penurunan energi gelombang (Triatmodjo, 1999a).

Energi potensial adalah energi yang dihasilkan oleh perpindahan muka air karena adanya gelombang dikurangi dengan energi potensial dari massa air diam. Dengan menggunakan dasar laut sebagai referensi maka energi potensial yang ditimbulkan oleh satu panjang gelombang tiap satuan lebar puncak gelombang adalah :

$$E_p = \int_0^L \rho g (d + \eta) \left(\frac{d + \eta}{2} \right) dx - \rho g L d \left(\frac{d}{2} \right)$$

$$E_p = \frac{1}{16} \rho g H^2 L \dots\dots\dots (27)$$

Energi kinetik adalah energi yang disebabkan oleh kecepatan partikel air karena adanya gerak gelombang. Energi kinetik didapatkan dengan mengintegrasikan dari dasar ke permukaan dan meratakan satu panjang gelombang didapatkan energi kinetik tiap satuan lebar gelombang adalah :

$$E_k = \frac{\rho}{2} \int_0^L \int_{-d}^0 \left[\frac{\pi H \cosh k(d+y)}{T \sinh kd} \cos(kx - \sigma t) \right]^2 + \left[\frac{\pi H \sinh k(d+y)}{T \sinh kd} \sin(kx - \sigma t) \right]^2 dy dx$$

$$E_k = \frac{1}{16} \rho g H^2 L \dots\dots\dots (28)$$

Energi potensial dan kinetik adalah sama dan energi total tiap satu satuan lebar adalah :

$$E = E_p + E_k = \frac{1}{8} \rho g H^2 L \quad \dots\dots\dots (29)$$

Energi gelombang berubah dari satu titik ke titik yang lain sepanjang satu panjang gelombang, dan energi rerata satu satuan luas adalah :

$$\bar{E} = \frac{E}{L} = \frac{1}{8} \rho g H^2 \quad \dots\dots\dots (30)$$

Tenaga gelombang adalah energi gelombang tiap satuan waktu yang menjalar dalam arah penjalaran gelombang, dengan pengertian lain tenaga gelombang adalah hasil kali dari gaya yang bekerja pada bidang vertikal yang tegak lurus penjalaran gelombang dengan kecepatan partikel melintasi bidang tersebut (Triatmodjo, 1999a) dengan rumus :

$$P = \frac{nE}{T} = \frac{n\bar{E}L}{T} \quad \dots\dots\dots (31)$$

dengan :

$$n = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{2kd}{\sinh 2kd} \right)$$

B. Pemecah Gelombang

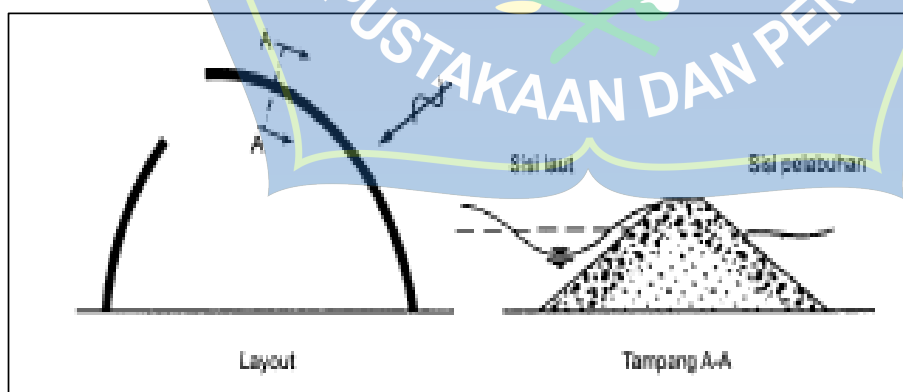
1. Pengertian Pemecah Gelombang

Pemecah gelombang atau dikenal juga sebagai pemecah ombak atau bahasa Inggris *breakwater* adalah prasanana yang dibangun untuk memecahkan ombak/ gelombang, dengan menyerap sebagian energi gelombang. Pemecah

gelombang harus didesain sedemikian rupa sehingga arus laut tidak menyebabkan pendangkalan karena pasir yang ikut dalam arus mengendap di kolam pelabuhan (Rabung et al., 2017). Bila hal ini terjadi maka pelabuhan perlu dikeruk secara reguler.

Perlindungan oleh pemecah gelombang terjadi karena berkurangnya energi gelombang yang sampai di sisi dalam perairan pelabuhan yang dilindungi di belakang bangunan yang biasa disebut *leeward side* (Mandi, 2015). Pemecah gelombang adalah bangunan yang digunakan untuk melindungi daerah perairan pelabuhan dari gangguan gelombang.

Bangunan ini memisahkan daerah perairan dari laut bebas, sehingga perairan pelabuhan tidak banyak dipengaruhi oleh gelombang besar di laut. Daerah perairan dihubungkan dengan laut oleh mulut pelabuhan dengan lebar tertentu, dan kapal ke luar / masuk pelabuhan melalui celah tersebut. Dengan adanya pemecah gelombang ini daerah perairan pelabuhan menjadi tenang dan kapal bisa melakukan bongkar muat barang dengan mudah (Triatmodjo, 2010).



Gambar 9. Layout dan pemecah gelombang sisi miring (Triatmodjo, 2010, hal. 159)

2. Tipe Pemecah Gelombang

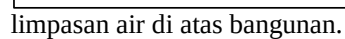
Menurut Triatmodjo (2010), pemecah gelombang dapat dibedakan menjadi tiga tipe yaitu :

a) Pemecah gelombang dengan sisi miring

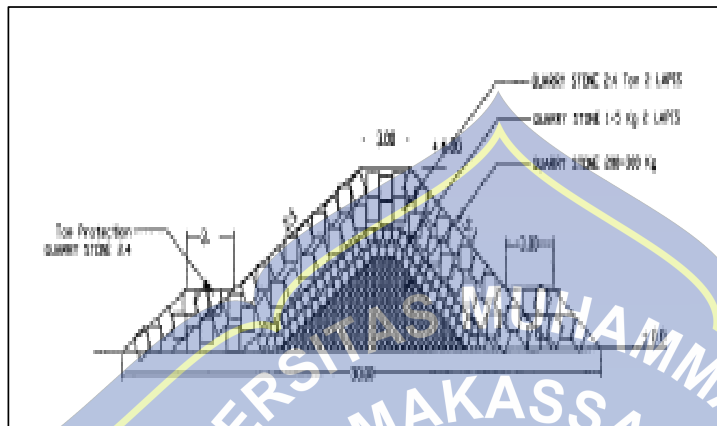
Termasuk dalam kelompok pemecah gelombang dengan sisi miring adalah pemecah gelombang dari tumpukan batu alam, blok beton, gabungan antara batu pecah dan blok beton, batu buatan dari beton dengan bentuk khusus seperti tetrapod, quadripods, tribars, dolos dan sebagainya. Bagian atas pemecah gelombang biasanya juga dilengkapi dinding beton yang berfungsi menahan

a) Pemecah gelombang dengan sisi miring

Termasuk dalam kelompok pemecah gelombang dengan sisi miring adalah pemecah gelombang dari tumpukan batu alam, blok beton, gabungan antara batu pecah dan blok beton, batu buatan dari beton dengan bentuk khusus seperti tetrapod, quadripods, tribars, dolos dan sebagainya. Bagian atas pemecah gelombang biasanya juga dilengkapi dinding beton yang berfungsi menahan



Gambar 10. Pemecah gelombang sisi miring



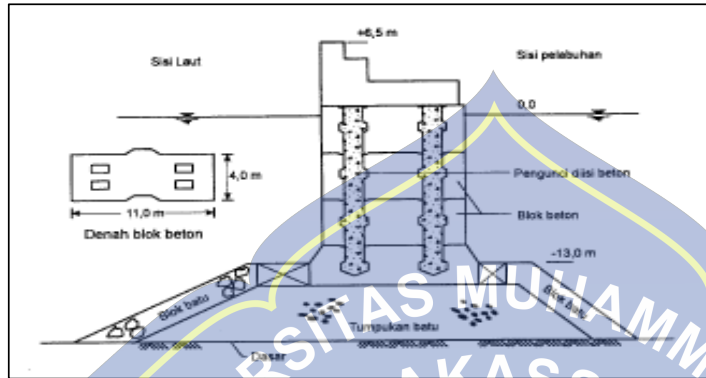
Gambar 11. Pemecah gelombang dengan lapis lindung tetrapod



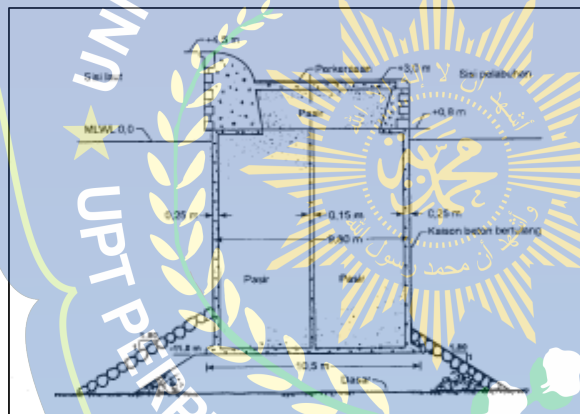
Gambar 12. Pemecah gelombang dengan lapis pelindung blok beton Pemecah gelombang dengan sisi tegak;

b) Pemecah gelombang dengan sisi tegak;

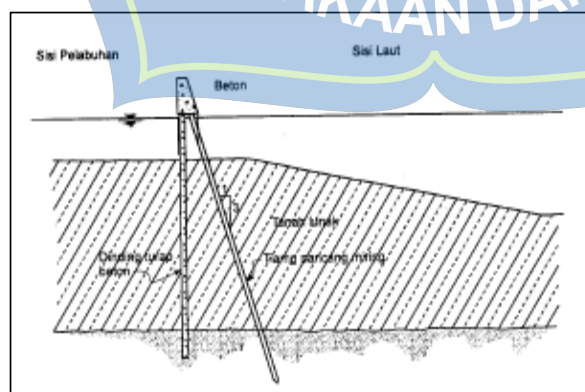
termasuk dalam tipe ini adalah dinding blok beton massa yang disusun secara vertikal, kaisan beton, sel turap baja yang di dalamnya diisi batu, dinding turap baja dan sebagainya.



Gambar 13. Pemecah gelombang sisi tegak dari blok beton



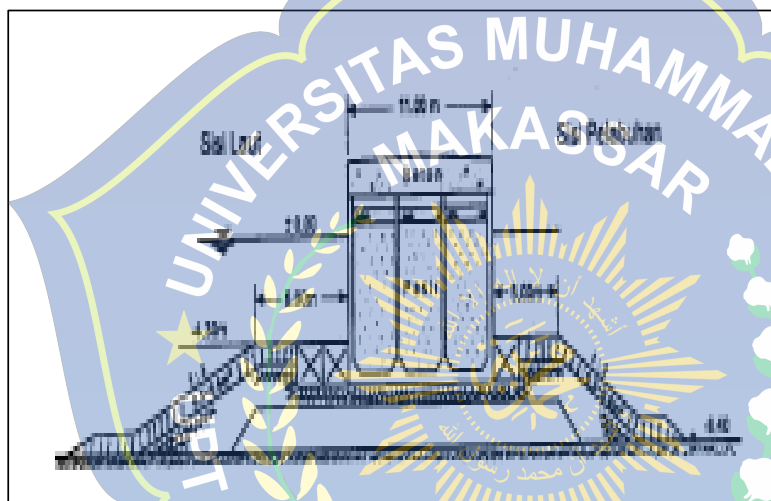
Gambar 14. Pemecah gelombang sisi tegak dari kaisan



Gambar 15. Pemecah gelombang dari turap

c) Pemecah gelombang campuran;

Tipe ini merupakan gabungan dari tipe pertama dan kedua dimana pembuatan pemecah gelombang sisi miring dan sisi tegak tidak ekonomis pada kedalaman air



yang besar.

Gambar 16. Pemecah gelombang campuran

Keuntungan dan kerugian dari ketiga tipe pemecah gelombang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Keuntungan dan kerugian tipe pemecah gelombang

Tipe	Keuntungan	Kerugian
------	------------	----------

Pemecah Gelombang Sisi Miring	1. Elevas puncak bangunan rendah 2. Gelombang refleksi kecil 3. Kerusakan berangsur-angsur 4. Perbaikan mudah 5. Murah	1. Dibutuhkan jumlah material besar 2. Pelaksanaan pekerjaan lama 3. Kemungkinan kerusakan pada waktu pelaksanaan besar 4. Lebar dasar besar
Tipe	Keuntungan	Kerugian
Pemecah Gelombang Sisi Tegak	1. Pelaksanaan pekerjaan cepat 2. Kemungkinan kerusakan pada waktu pelaksanaan kecil 3. Luas perairan pelabuhan lebih besar 4. Sisi dalamnya dapat digunakan sebagai dermaga 5. Biaya perawatan kecil	1. Mahal 2. Elevasi puncak bangunan tinggi 3. Tekanan gelombang besar 4. Kesulitan saat perbaikan 5. Diperlukan peralatan berat 6. Erosi pada kaki pondasi
Pemecah Gelombang Campuran	1. Pelaksanaan pekerjaan cepat 2. Kemungkinan kerusakan pada waktu pelaksanaan kecil 3. Luas perairan pelabuhan besar	1. Mahal 2. Diperlukan peralatan berat

Sumber : Perencanaan Pelabuhan (Triatmodjo, 2010, hal. 164)

C. Teori Redaman Gelombang

Gelombang yang menjalar melalui suatu rintangan, sebagian dari energi gelombang akan dihancurkan melalui proses gesekan, turbulensi dan gelombang pecah, dan sisanya akan dipantulkan (*refleksi*), dihancurkan (*disipasi*) dan yang diteruskan (*transmisi*) 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) (Dean, Robert G & Dalrymple, 1984).

Tingkat efektifitas pemecah gelombang diukur dengan koefisien-koefisien yang membandingkan tinggi gelombang transmisi H_t dengan tinggi gelombang yang datang H_i , $K_t \equiv C_t = H_t / H_i$, dan tinggi gelombang refleksi H_r dengan tinggi gelombang yang datang H_i , $K_r \equiv C_r = H_r / H_i$. Energi yang hilang, akibat disipasi melalui lubang-lubang dinding vertikal, belum diperhitungkan; padahal efektifitas pemecah gelombang yang sebenarnya adalah besarnya energi yang hilang akibat diserap oleh tubuhnya (Rabung, 2019).

Untuk menganalisis energi yang hilang kita bertolak dari hukum kekekalan energi yaitu energi gelombang datang E_i harus sama dengan jumlah energi gelombang transmisi E_t ditambah dengan energi gelombang refleksi E_r serta energi yang hilang E_L , atau dengan rumus:

$$E_i = E_t + E_r + E_L \quad \dots\dots\dots (32)$$

Energi per satuan luas permukaan gelombang dengan tinggi H adalah $E = 1/8\rho g H^2$, maka bila setiap suku pada Rumus (32) dibagi dengan E_i menghasilkan

$$1 = \frac{H_t^2}{H_i^2} + \frac{H_r^2}{H_i^2} + \frac{E_L}{E_i} \quad \text{atau}$$

$$1 = C_t^2 + C_r^2 + \frac{E_L}{E_i} \quad \dots\dots\dots (33)$$

Selanjutnya E_L dengan asumsi ada gelombang khayal dengan tinggi H_L sehingga

$$E_L = \frac{1}{8} \rho g H_L^2 \text{ dan } C_L \equiv K_L = H_L/H_i \text{ atau}$$

$$K_L \equiv C_L = 1 - C_t^2 - C_r^2 \dots\dots\dots (34)$$

Dimana :

$K_L = C_L = \text{Koefisien loses}$

$K_r = C_r = \text{Koefisien refleksi}$

$K_t = C_t = \text{Koefisien transmisi}$

Menurut Horikawa bahwa besarnya energi gelombang yang didisipasikan/diredam (K_d) adalah besarnya energi gelombang datang dikurangi energi gelombang yang ditransmisikan/diteruskan dan direfleksikan/dipantulkan :

$$K_d = 1 - K_t - K_r \dots\dots\dots (35)$$

D. Gelombang Refleksi dan Transmisi

Menurut Krisnaldi (2012), kondisi pantulan gelombang yang tidak sempurna atau sebagian, menghasilkan gelombang tegak sebagian *Partially Standing Wave*. Persamaan muka air dapat diturunkan dari kondisi fisik yang terjadi, dimana dua gelombang dengan frekuensi sama dan amplitudo yang berbeda merambat pada arah yang berlawanan maka superposisi dari kedua gelombang tersebut adalah :

$$\eta = \eta_1 + \eta_2 = \frac{H_i}{2} \cos(kx - \omega t) + \frac{H_r}{2} \cos(kx - \omega t) \dots\dots\dots (36)$$

Maka persamaan (36) dapat dituliskan sebagai :

$$\eta = \frac{H_i}{2} (\cos kx \cos \omega t + \sin kx \sin \omega t) + \frac{H_r}{2} (\cos kx \cos \omega t - \sin kx \sin \omega t)$$

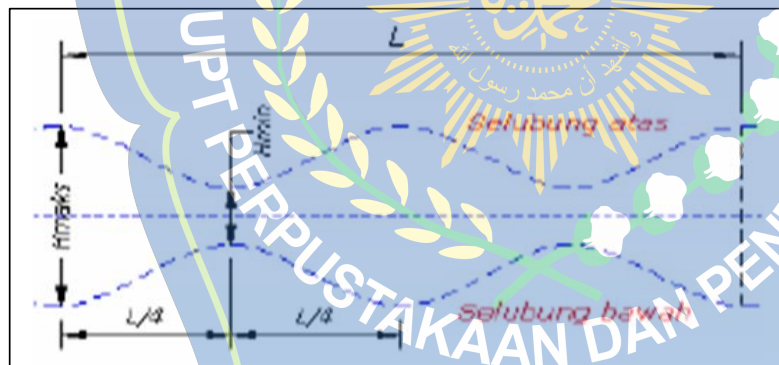
atau

$$\eta = \left(\frac{H_i + H_r}{2} \right) \cos kx \cos \omega t + \left(\frac{H_i - H_r}{2} \right) \sin kx \sin \omega t \dots\dots\dots (37)$$

Pada posisi $kx = n\pi$, untuk $n = 0, 1, 2, \dots$, $\sin kx = 0$ sedangkan $\cos kx = 1$.

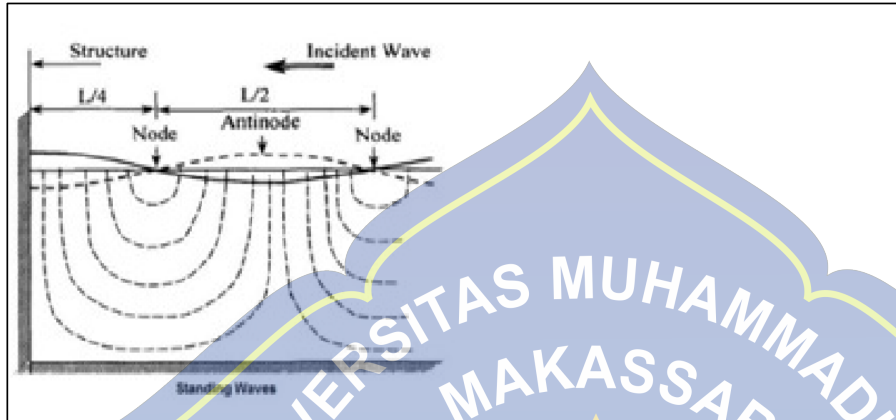
Pada jarak $L/4$ dari dinding struktur, atau pada posisi $kx = n\pi/2$ untuk

$n = 1, 3, \dots$, $\sin kx = 1$ sedangkan $\cos kx = 0$ maka $\left(\frac{H_i + H_r}{2} \right) > \left(\frac{H_i - H_r}{2} \right)$ maka puncak dan lembah yang terdapat pada $\pi/2, 3\pi/2, \dots$, lebih kecil dibandingkan puncak dan lembah yang terdapat pada $0, \pi, 2\pi, \dots$ sehingga dapat digambarkan



seperti Gambar 17.

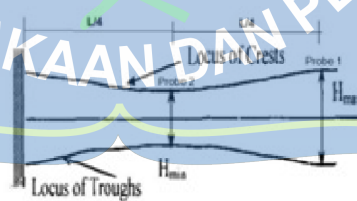
Gambar 17. Profil gelombang berdiri parsial (Setyandito et al., 2012)



Gambar 18. Lokasi *Probe 1* dan *2* untuk pengukuran H_{max} dan H_{min} (Kamphuis, 2020)

Penjumlahan kedua gelombang menghasilkan envelope dimana perubahan muka air berada. Pada simulasi gelombang reguler dalam saluran gelombang perlu diketahui tinggi gelombang datang dan tinggi gelombang pantul, gelombang yang mengenai benda uji akan dipantulkan ke arah gelombang datang, sehingga terbentuk *partially standing wave* (Krisnaldi, 2012). Mengacu pada Gambar 18,

Comment [L1]:



Non-standing Waves

nilai h_{max} dan h_{min} dapat diukur dari alat perekam gelombang, maka h_{max} dan h_{min} dapat diuraikan menjadi :

$$h_{max} = H_i + H_r$$

$$h_{min} = H_i - H_r$$

Kedua persamaan simultan di atas dapat diselesaikan sehingga tinggi gelombang datang dan tinggi gelombang pantul dapat diketahui :

$$H_i = \frac{h_{max} + h_{min}}{2} \dots\dots\dots (38)$$

$$H_r = \frac{h_{max} - h_{min}}{2} \dots\dots\dots (39)$$

Koefisien refleksi (K_r) dari model atau benda uji dapat ditentukan sebagai :

$$K_r = \frac{H_r}{H_i} = \sqrt{\frac{E_r}{E_i}} \dots\dots\dots (40)$$

Koefisien refleksi (K_t) dari model atau benda uji dapat ditentukan sebagai :

$$K_t = \frac{H_t}{H_i} = \sqrt{\frac{E_t}{E_i}} \dots\dots\dots (41)$$

E. Model Fisik dan Analisis Dimensi

1. Model Fisik

Studi laboratorium pada umumnya dinamakan model fisik karena menggunakan reproduksi miniatur dari sebuah sistem fisik. Selain model fisik, ada juga model numerik yaitu representasi matematis dari sebuah sistem fisik (Ajiwibowo, 2012). Skala dasar untuk sembarang model fisik adalah skala geometris yaitu nisbah antara dimensi panjang dalam model dan prototipe. Pemilihan skala geometris tergantung pada sistem fluida yang akan diteliti dan bergantung pada ketersediaan ruang di laboratorium untuk membuat model. Selain itu persyaratan kesamaan dinamis dapat dipakai untuk menentukan skala model yang lain. Hal ini diperlukan untuk mendapatkan model yang memenuhi kesetaraan dinamis sehingga pengukuran yang dilakukan pada model dapat digunakan untuk menentukan harga-harga dalam prototipe.

Untuk memenuhi kesetaraan dinamis (*Dynamic Similarity*) disyaratkan menggunakan hukum model gravitasi bahwa di dalam model, sebagaimana pada prototipe, tetap terjadi aliran air yang kendalikan oleh gaya-gaya gravitasi dan inersia. Akar dari perbandingan antara gaya inersia dan gaya berat disebut *angka Froude*, $F_r^2 = \frac{F_I}{F_G} = \frac{\rho V^2 L^2}{\rho L^3 g} = \frac{V^2}{gL}$ atau

$$F_r = \frac{V}{\sqrt{gL}} \dots\dots\dots (42)$$

Dimana :

Fr = bilangan *Froude* tidak berdimensi

V = kecepatan zat cair (m/det)

L = panjang karakteristik misalnya kedalaman (m)

g = percepatan gravitasi (m/det^2)

Agar model dan prototipe serupa, maka bilangan *Froude* pada prototipe harus sama dengan model :

$$Fr_m = Fr_p$$

$$\frac{V_p^2}{V_m^2} = \frac{L_p}{L_m} \quad (43)$$

$$\frac{V_m}{\sqrt{L_m g}} = \frac{V_p}{\sqrt{L_p g}}$$

Jika skala kecepatan $V_r = V_p / V_m$ dan skala panjang $L_r = L_p / L_m$ maka berlaku hubungan $V_r^2 = L_r$ atau $V_r = L_r^{1/2}$. Dengan mengambil λ sebagai faktor skala panjang, maka :

Skala Panjang, $L_r = \frac{L_p}{L_m} = \lambda \quad (44)$

Skala Kecepatan, $V_r = \frac{V_p}{V_m} = \sqrt{\frac{L_p}{L_m}} = \sqrt{\lambda} \quad (45)$

Skala waktu, $T_r = \frac{L_r}{V_r} = \frac{\lambda}{\sqrt{\lambda}} = \sqrt{\lambda} \quad (46)$

Skala gaya, $F_r = \frac{V_p L_p^3}{V_m L_m^3} = \lambda^3 \quad (47)$

Skala percepatan, $a_r = \frac{g_p}{g_m} = 1 \quad (48)$

2. Analisis Dimensi

Konsep dasar analisa dimensi adalah menyederhanakan jumlah variabel terpisah yang tercakup dalam suatu sistem fisik tertentu menjadi grup variabel tak berdimensi dengan jumlah yang lebih kecil. Susunan grup variabel dipilih sedemikian rupa sehingga masing-masing grup menggambarkan karakteristik fisik yang signifikan (Ajiwibowo, 2012). Variabel dapat dibedakan berdasarkan dimensinya menjadi :

1. Geometrik dengan dimensi L .
2. Kinematik dengan dimensi L, T
3. Dinamik dengan dimensi M, L, T
4. Variabel tak berdimensi

Teori analisa dimensi adalah murni matematika dimensi dan kuantitas yang terdiri dari metode pembentukan variabel-variabel yang signifikan ke dalam grup yang tak berdimensi. Dalam tulisan ini, teori analisa dimensi yang digunakan adalah *Metoda Buckingham*. Metode ini menyatakan bahwa kuantitas fisik sejumlah n dengan dimensi dasar r secara umum dapat disusun menjadi hanya $(n - r)$ grup dimensi independen yang dikenal dengan nisbah (*ratio*) π .

Penggunaan *theorema π Buckingham* perlu diperhatikan urutan langkah sebagai berikut :

1. Mereduksi data
 - a. Buat daftar semua variabel fisik yang terkait dalam suatu sistem berdasarkan tipenya.
 - b. Pilih semua dimensi yang dipakai, FLT atau MLT

c. Pilih kelompok dasar dari karakteristik variabel aliran sebagai berikut :

- a) B_G , variabel geometris
- b) B_k , variabel kinematis
- c) B_D , variabel dinamis

a. Selebihnya dari ketiga dimensi tersebut dipakai lambang “A” dimulai dari A_1 .

2. Turunkan nisbah π

Tuliskan persamaan dasar untuk masing-masing nisbah π , jumlah nisbah π sama dengan jumlah A.

$$\pi_1 = (B_G)^{x_1} (B_K)^{y_1} (B_D)^{z_1} (A_1) \dots\dots\dots (49)$$

$$\pi_2 = (B_G)^{x_2} (B_K)^{y_2} (B_D)^{z_2} (A_2) \dots\dots\dots (50)$$

$$\pi_n = (B_G)^{x_n} (B_K)^{y_n} (B_D)^{z_n} (A_n) \dots\dots\dots (51)$$

Eksponen pada persamaan di atas bisa disetarakan dengan menulis persamaan dimensi dan memberi harga eksponen x, y, z untuk tiap-tiap nisbah π .

3. Nisbah π dikonversikan dalam bentuk praktis.

Teori Buckingham π menyatakan bahwa sembarang nisbah π dapat dinyatakan sebagai fungsi nisbah π lainnya.

$$f = (\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n) = 0 \dots\dots\dots (52)$$

Persamaan di atas merupakan penyederhanaan dari pernyataan fungsional, yang dapat ditulis dalam bentuk lain yaitu :

$$\pi_2 = f(\pi_1, \pi_3, \dots, \pi_n) \dots\dots\dots (53)$$

Persamaan ini menyatakan bahwa π_2 merupakan suatu fungsi dari π_1, π_3 sampai π_n tetapi belum menyatakan bentuk fungsinya. Bentuk fungsinya hanya dapat ditentukan berdasarkan analisis eksperimental.



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sungai dan Pantai Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Kampus II Universitas Hasanuddin, dengan waktu rencana penelitian selama 3 bulan.

B. Jenis Penelitian dan Sumber Data

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental, dimana kondisi diatur dan dibuat oleh peneliti mengacu pada literatur-literatur yang berkaitan dengan penelitian sejenis dengan tujuan untuk menyelidiki hubungan antara variabel atau parameter serta seberapa besar pengaruhnya dengan cara memberikan perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimental.

Pada penelitian ini menggunakan dua sumber data yaitu :

1. Data primer, adalah data yang diperoleh langsung dari simulasi model fisik di laboratorium.
2. Data Sekunder, adalah data atau varian data yang diperoleh dari literatur dan hasil penelitian yang sudah ada baik yang telah dilakukan di laboratorium maupun dilakukan di tempat lain yang ada hubungannya dengan model *breakwater* yang akan diuji.

C. Bahan dan Alat

Model *breakwater* dibuat dari potongan multipleks yang disusun membentuk trapesium di dalam saluran pembangkit gelombang. Bahan-bahan yang akan digunakan adalah :

1. Multipleks dengan ketebalan 2,0 cm.

2. Lem dan sekrup untuk merekatkan antar potongan multipleks.
3. Cat untuk mewarnai model.
4. *Plastisin* untuk menutup celah antar model dan dinding saluran pembangkit gelombang.

Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan model dan pengujian lab adalah sebagai berikut :

1. Saluran pembangkit gelombang (*wave tilting flume*) dengan panjang 15 m, lebar 0,3 m dan tinggi 0,45 m. *Flume* ini dilengkapi dengan bak penampungan air panel kontrol, unit pembangkit gelombang, peredam, dan mesin pompa air untuk.

Gambar 19. Saluran pembangkit gelombang (*Armfield S6 MKII tilting flume*)

2. Perangkat komputer yang dilengkapi *software oscilloscope*



Gambar 20. Unit Personal Computer dan *Software oscilloscope*

3. Batang sensor *wave probe* yang berfungsi untuk menangkap sinyal mekanik berupa fluktuasi muka air yang bergerak naik turun . Prinsip kerja dari sensor adalah menangkap sinyal dan mengubah nilai *resistansi* menjadi sinyal/pulsa yang diteruskan ke *wave monitor*.



Gambar 21. Set sensor *wave probe* dan penyangga

4. *Wave monitor*, berfungsi menampilkan sinyal analog yang diterima batang sensor *wave probe* dan digunakan untuk mengatur letak atau posisi sinyal agar berada pada posisi nol atau di tengah *software oscilloscope*.



Gambar 22. *Wave monitor* dilengkapi kabel penghubung.

5. *Data acquisition* fungsinya untuk mengumpulkan dan mengubah sinyal



mekanik menjadi sinyal listrik agar bisa dibaca oleh *software oscilloscope*.

Gambar 23. Data acquisition

6. *Stopwatch* untuk mengukur periode gelombang secara manual.
7. Kamera untuk dokumentasi foto dan video.
8. Alat tulis dan alat pertukangan.

D. Parameter Penelitian

1. Parameter Gelombang

Variabel dari gelombang adalah :

- a) C : Cepat rambat gelombang
- b) H : Tinggi gelombang
- c) L : Panjang gelombang
- d) T : Periode gelombang

2. Parameter Struktur

Variabel dari model adalah :

- a) h : Tinggi model struktur pemecah gelombang
- b) D : Diameter lubang
- c) θ : Sudut kemiringan model

Dalam penelitian ini variabel terikat adalah tinggi gelombang refleksi (H_r), tinggi gelombang transmisi (H_t), koefisien refleksi (K_r) dan koefisien transmisi (K_t), sedangkan variabel bebas adalah periode gelombang (T), tinggi gelombang datang (H_i), kedalaman air (d), diameter lubang (D), dan sudut kemiringan model (θ).

E. Rancangan Penelitian

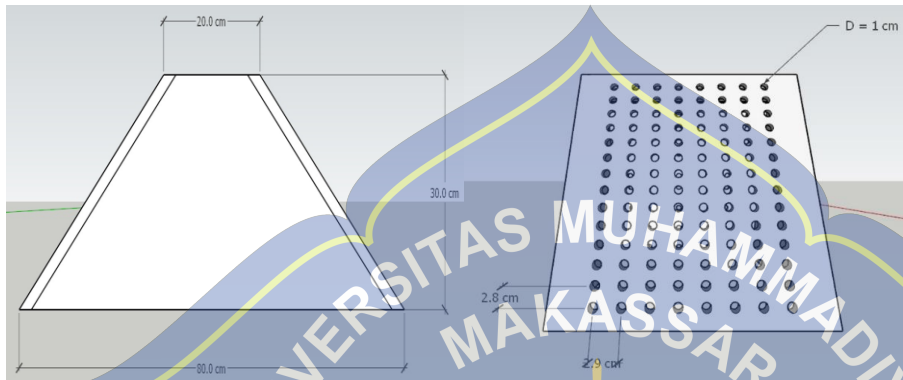
Sebelum melakukan pengujian, terlebih dahulu dilakukan perancangan dimensi model berdasarkan variabel yang akan diteliti. Perancangan model pemecah gelombang didasarkan pada beberapa spesifikasi sebagai berikut :

1. Karakteristik gelombang awal yang dihasilkan oleh saluran pembangkit gelombang dengan berbagai variasi kedalaman dan periode. Adapun karakteristik gelombang awal yang dihasilkan oleh saluran pembangkit gelombang mengikuti tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik gelombang tanpa model breakwater

Kedalaman air (cm)	Periode Gelombang (detik)	Stroke	Tinggi Gelombang (cm)
16,00	1,2	3,5,5	9 variasi
	1,3	3,4,5	
	1,4	3,4,5	
20,00	1,2	3,5,5	9 variasi
	1,3	3,4,5	
	1,4	3,4,5	
24,00	1,2	3,5,5	

	1,3 1,4	3,4,5 3,4,5	9 variasi
--	------------	----------------	-----------

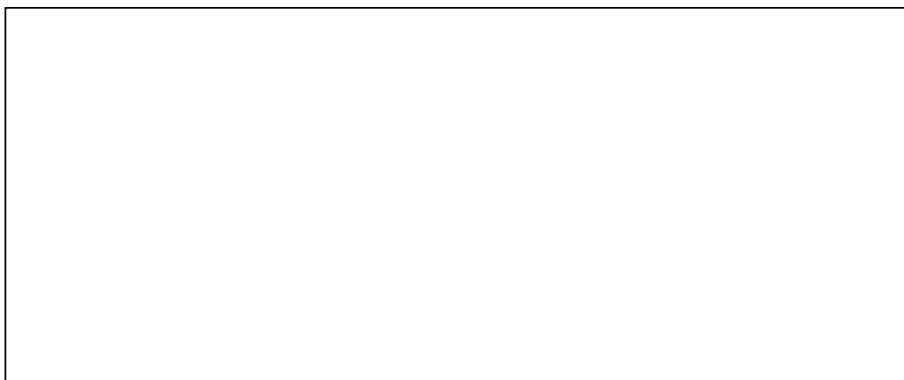


2. Berdasarkan pertimbangan fasilitas dan alat yang ada di laboratorium, bahan yang tersedia dan ketelitian pengukuran, maka digunakan skala model 1:20 seperti tabel 4.

Tabel 4. Skala model yang digunakan pada penelitian

Variabel	Notasi	Skala
Skala panjang	n_L	20
Skala waktu	n_T	$\sqrt{20}$
Skala kecepatan	n_V	$\sqrt{20}$
Skala percepatan	n_a	1
Skala gaya	n_F	20^3

3. Model yang digunakan yaitu model breakwater sisi miring berpori dengan cara memvariasikan diameter lubang seperti gambar 24.



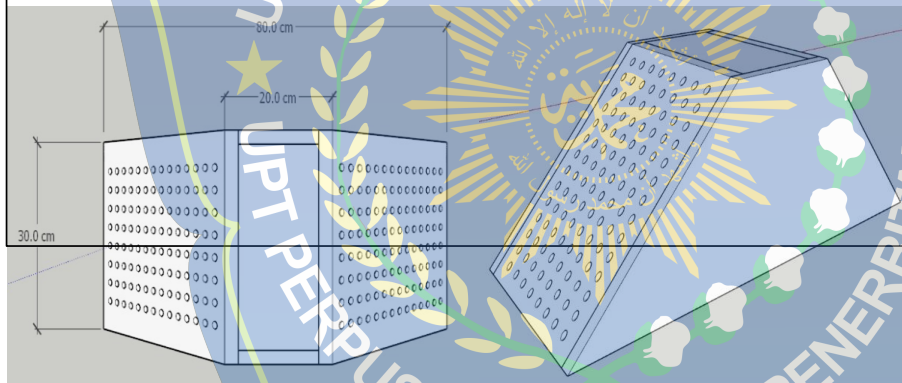
Gambar 24. Tampak samping dan depan model pemecah gelombang

Gambar 25. Tampak atas dan isometri model pemecah gelombang

4. Variasi parameter model dan gelombang diperlihatkan pada tabel 5.

Tabel 5. Variasi parameter gelombang dan model breakwater

No	Jenis variasi	Jumlah variasi
1.	Diameter lubang (D)	3 variasi
2.	Tinggi gelombang datang (H_i)	9 variasi
3.	Periode gelombang (T)	3 variasi
4.	Kedalaman air (d)	3 variasi



5. Rancangan simulasi model diperlihatkan pada Tabel 6.

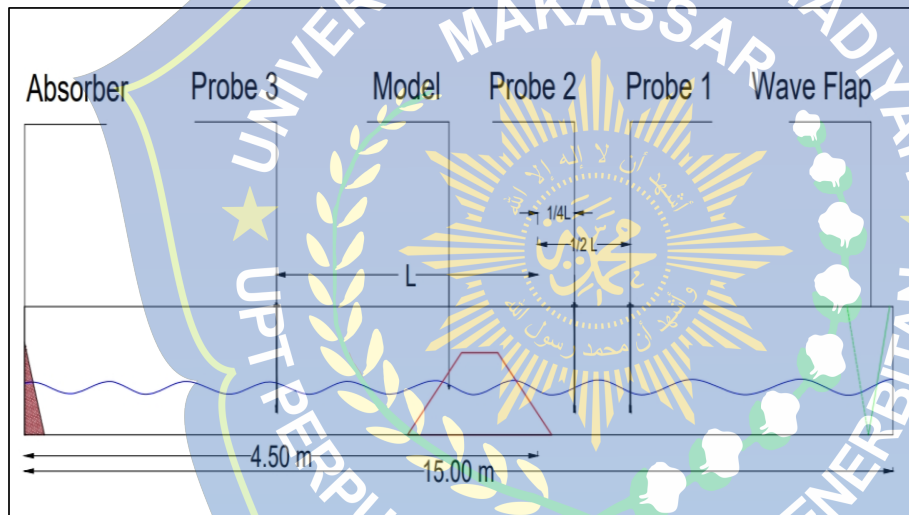
Tabel 6. Rancangan simulasi model

Model	Diameter lubang (D)	Kedalaman Air (d)	Tinggi Gel. (H)	Periode (T)
Model Breakwater Berpori	0,8 cm	3 variasi	9 variasi	3 variasi
	1,0 cm	3 variasi	9 variasi	3 variasi
	1,2 cm	3 variasi	9 variasi	3 variasi

F. Prosedur Pelaksanaan Pengujian

Secara garis besar prosedur perolehan data adalah sebagai berikut :

1. Model pemecah gelombang dimasukkan dan diletakkan dengan cara direkatkan menggunakan lem di dasar flum dengan jarak 11 m dari pembangkit gelombang.
2. Setelah cukup kuat menempel di dasar flum kemudian mengatur probe sensor perekam gelombang seperti terlihat pada gambar 27.



Gambar 26. Sketsa penempatan model pada saluran pembangkit gelombang

3. Mengalirkan air dari bak penampungan sampai dengan kedalaman yang diinginkan sesuai dengan rencana.
4. Menyiapkan *software oscilloscope* pada komputer dan mengatur semua settingan jumlah sampel dan frekuensi serta mengatur periode gelombang yang dibangkitkan secara manual sesuai dengan rencana.
5. Setelah semua persiapan telah siap, nyalakan unit pembangkit gelombang pada panel kontrol. Kegiatan merekam gelombang di *software oscilloscope*

dilakukan saat gelombang terlihat menyentuh *wave probe* terakhir yaitu *wave probe 3*.

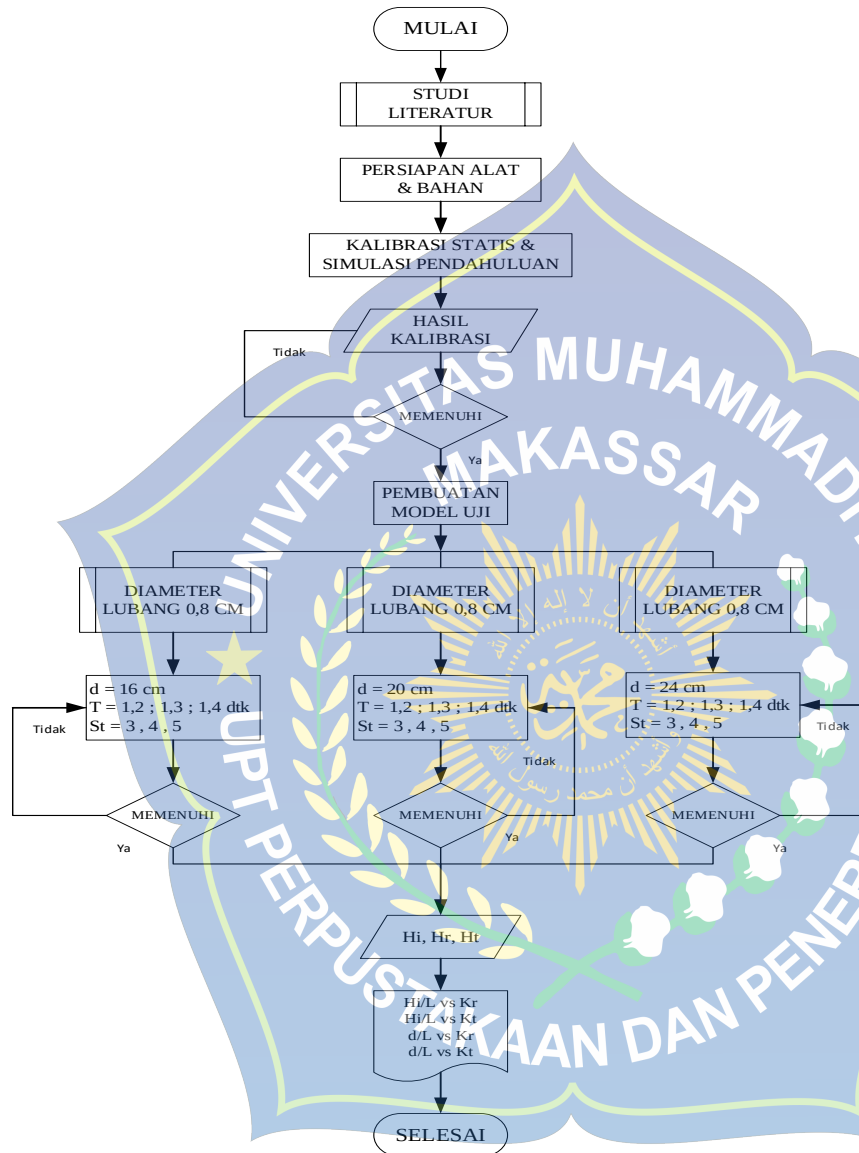
6. Setelah selesai merekam sesuai dengan durasi yang ditentukan sebelumnya maka unit pembangkit gelombang dimatikan kemudian data hasil rekaman berupa data CSV dan *Print Screen* disimpan di komputer.

Tabel 7. Form pengambilan data diameter lubang 8 mm

Diameter Lubang (cm)	Kedalaman air (d) (cm)	Periode (T) (detik)	Skala Stroke	Tinggi Gelombang (cm)		
				Probe 1	Probe 2	Probe 3
0,8	16	1,1; 1,2; 1,3	3,4,5			
		1,1; 1,2; 1,3	3,4,5			
		1,1; 1,2; 1,3	3,4,5			
	20	1,1; 1,2; 1,3	3,4,5			
		1,1; 1,2; 1,3	3,4,5			
		1,1; 1,2; 1,3	3,4,5			
	24	1,1; 1,2; 1,3	3,4,5			
		1,1; 1,2; 1,3	3,4,5			
		1,1; 1,2; 1,3	3,4,5			

G. Bagan Alir Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan secara garis besar sesuai dengan flowchart / bagan alir berikut ini :



Gambar 27. Bagan alir penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Data

Sebaran data gelombang yang didapatkan dari kegiatan penelitian ini berada pada daerah gelombang laut transisi. Data yang telah didapatkan kemudian dianalisis melalui beberapa tahapan ilmiah. Penggunaan rumus dan persamaan didasarkan pada teori gelombang linier atau teori gelombang amplitudo kecil (*Airy Wave Theory*). Hasil analisis dari pengaruh parameter gelombang dan parameter struktur terhadap pemecah gelombang akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

Seluruh kegiatan eksperimen yang telah dilakukan di laboratorium akan dipaparkan hasilnya sebagai berikut:

1. Kalibrasi Statis

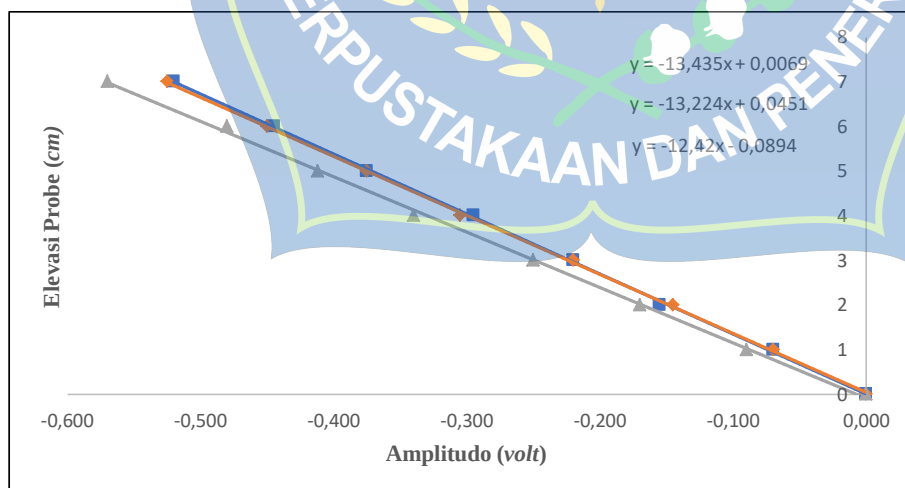
Rekaman fluktuasi muka air pada *software oscilloscope* adalah data series fluktuasi muka air dengan satuan tegangan (*volt*). Karena tinggi gelombang dalam satuan panjang, maka harus diubah terlebih dahulu ke dalam satuan panjang misalnya *centimeter (cm)*. Untuk mengubah satuan tegangan ke satuan panjang, digunakan persamaan regresi linier. Batang sensor pada probe memiliki lubang dengan jarak vertikal yang sama tiap lubangnya yaitu 1 cm, inilah yang mendasari digunakan persamaan regresi linier. Untuk mendapatkan variasi tegangan maka batang sensor dinaikkan per 1 cm kemudian nilai tegangan dicatat, selanjutnya

dinaikkan lg hingga mencapai 7 cm. Metode ini dilakukan pada setiap kedalaman rencana pengujian, seperti Tabel 8.

Tabel 8. Kalibrasi statis pada kedalaman 24 cm

Wave Probe 1		Wave Probe 2		Wave Probe 3	
Elevasi WaveProbe (cm)	Tegangan (volt)	Elevasi WaveProbe (cm)	Tegangan (volt)	Elevasi WaveProbe (cm)	Tegangan (volt)
0	0,000	0	0,000	0	0,000
1	-0,060	1	-0,050	1	-0,070
2	-0,110	2	-0,100	2	-0,130
3	-0,150	3	-0,140	3	-0,180
4	-0,170	4	-0,200	4	-0,250
5	-0,200	5	-0,250	5	-0,300
6	-0,250	6	-0,300	6	-0,400
7	-0,300	7	-0,350	7	-0,450

Grafik yang dihasilkan oleh Tabel 8 adalah regresi linier pada masing-masing probe, persamaan ini yang digunakan untuk merubah satuan tegangan ke satuan panjang. Gambar 28 adalah contoh regresi linier pada kedalaman air 16 cm untuk setiap probe berurutan persamaannya adalah $y = -13,435x + 0,0069$, $y = -13,224x + 0,0451$ dan $y = -12,42x - 0,0894$.



Gambar 28. Grafik regresi linier kalibrasi statis pada kedalaman 16 cm

2. Panjang Gelombang

Besaran nilai panjang gelombang (L) didapatkan melalui perhitungan menggunakan persamaan 18 dengan contoh perhitungan pada kedalaman air 24 cm, periode 1,2 detik sebagai berikut:

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh \frac{2\pi d}{L}$$

Hubungan $L_0 - L$

$$\frac{d}{L_0} = \frac{d}{L} \tanh \frac{2\pi d}{L} ; L_0 = \frac{gT^2}{2\pi} ; L_0 = 1,56 T^2$$

Tabel 9. Iterasi Panjang gelombang

Iterasi ke	L_0	L	E (%)
1	2.25	1.32	-70.5572
2	1.78	1.55	-14.9950
3	1.67	1.62	-3.0491
4	1.64	1.63	-0.6141
5	1.64	1.63	-0.1235

Pada kondisi kedalaman air 24 cm dan periode gelombang 1,2 detik didapatkan nilai panjang gelombang sebesar 163 cm pada iterasi ke 5 dengan persentase kesalahan -0,1235 %.

3. Data Fluktuasi Muka Air

Hasil perekaman *software oscilloscope WFFW* pada masing-masing probe didapatkan series data sebanyak 1000 data, dengan nilai time base 0,03 msec/detik pada frekuensi 200 Hz menghasilkan durasi perekaman selama 15 detik. Data ini kemudian diubah dari satuan tegangan ke satuan panjang dengan menggunakan regresi linier hasil kalibrasi statis seperti terlihat pada Gambar 28.

Gambar 29. Tangkapan layar Microsoft Excel data fluktuasi muka air

Setelah data fluktuasi muka air didapatkan, maka data kemudian di offset dengan dengan jumlah data yang direkam pada setiap periode gelombang. Setiap periode gelombang memiliki jumlah offset data yang berbeda. tinggi gelombang yang digunakan adalah tinggi gelombang rata-rata pada masing-masing probe. Tabulasi data tinggi gelombang diperlihatkan pada Tabel 9, lengkap rekapitulasi terlampir di Lampiran 3.

10. Rekap data tinggi gelombang rata-rata pada model 1.

alamian air d (cm)	Periode T (detik)	Hi rata-rata (cm)	Hr rata-rata (cm)	Ht rata-rata (cm)
16	12	3 539	1 744	1 241

Setelah data fluktuasi muka air didapatkan, maka data kemudian di offset dengan dengan jumlah data yang direkam pada setiap periode gelombang. Setiap periode gelombang memiliki jumlah offset data yang berbeda. tinggi gelombang yang digunakan adalah tinggi gelombang rata-rata pada masing-masing probe. Tabulasi data tinggi gelombang diperlihatkan pada Tabel 9, lengkap rekapitulasi terlampir di Lampiran 3.

10. Rekap data tinggi gelombang rata-rata pada model 1.

alamian air d (cm)	Periode T (detik)	Hi rata-rata (cm)	Hr rata-rata (cm)	Ht rata-rata (cm)
16	12	3 539	1 744	1 241

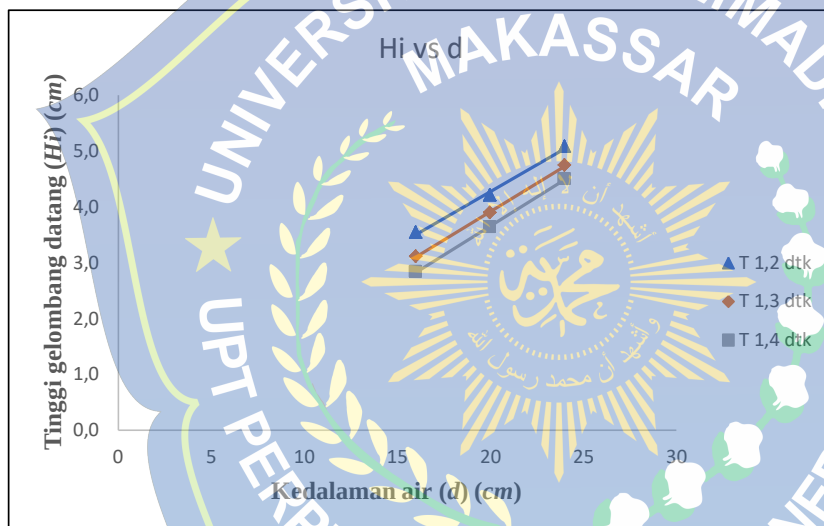
10. Rekap data tinggi gelombang rata-rata pada model 1.

10. Rekap data tinggi gelombang rata-rata pada model 1.

B. Hasil Penelitian

Variabel input utama dari gelombang yang dibangkitkan oleh wave generator pada flum adalah kedalaman air dan periode gelombang rencana, maksudnya dengan data inilah kemudian variabel atau parameter yang lain dapat diketahui melalui perhitungan.

1. Pengaruh Kedalaman Air (d)

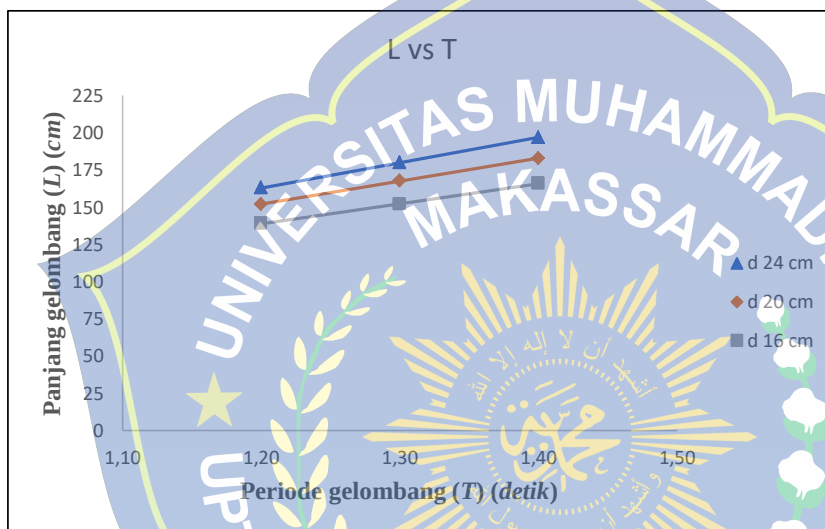


Gambar 30. Hubungan antara kedalaman air (d) dan tinggi gelombang datang (H_i)

Gambar 30 menunjukkan pengaruh kedalaman air (d) terhadap tinggi gelombang datang. Peningkatan tinggi gelombang datang terjadi akibat bertambahnya kedalaman air. Hal ini dapat dijelaskan bahwa dengan bertambahnya kedalaman air, maka gelombang datang (H_i) akan bertambah tinggi. Begitu pula pada gelombang tanpa model, terjadi peningkatan tinggi gelombang akibat penambahan kedalaman air. Rentang nilai tinggi gelombang

datang pada kedalaman 16 cm yaitu = 2,837 cm – 3,539 cm, nilai tinggi gelombang datang pada kedalaman 20 cm = 3,634 cm – 4,207 cm dan pada kedalaman 24 cm = 4,498 cm – 5,075 cm.

2. Pengaruh Periode Gelombang (T)

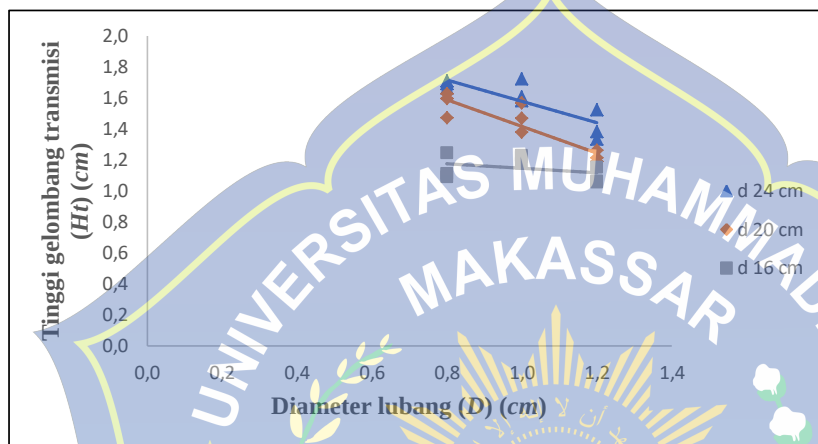


Gambar 31. Hubungan antara periode gelombang (T) dengan panjang gelombang (L)

Pengaruh periode (T) terhadap panjang gelombang (L) diperlihatkan pada gambar 31 yang menjelaskan bahwa panjang gelombang bertambah dengan meningkatnya nilai periode gelombang dan kedalaman air. Dapat dijelaskan bahwa dengan bertambahnya periode maka semakin lambat cepat rambat gelombangnya karena waktu yang dibutuhkan saat penjalaran bertambah. Hal ini yang membuat panjang gelombang menjadi semakin tinggi seiring dengan bertambahnya kedalaman air. Rentang nilai panjang gelombang pada periode 1,2

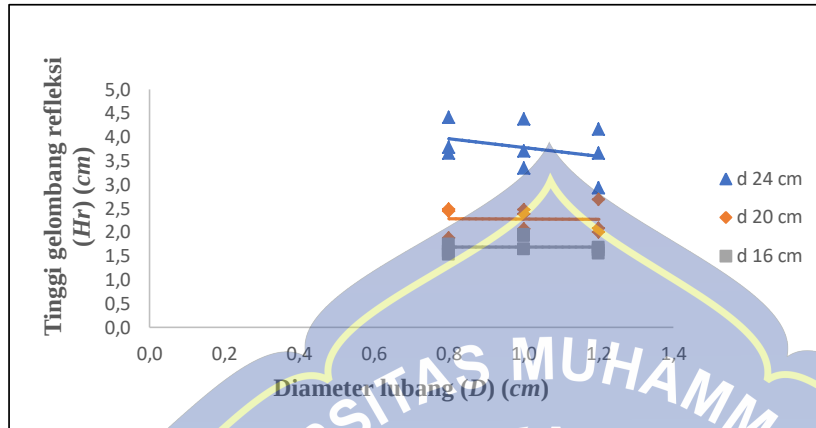
detik = 139 cm – 163 cm, pada periode 1,3 detik = 152 cm – 180 cm dan pada periode 1,4 detik = 166 cm – 197 cm dengan kedalaman air 16 cm – 24 cm.

3. Pengaruh Diameter Lubang (D)



Gambar 32. Hubungan antara diameter lubang (D) dan tinggi gelombang transmisi (H_t)

Gambar 32 menunjukkan pengaruh diameter lubang (D) terhadap tinggi gelombang transmisi (H_t). Penurunan tinggi gelombang transmisi terjadi akibat bertambahnya diameter lubang pada setiap variasi kedalaman air. Hal ini dapat dijelaskan bahwa semakin lambat periode gelombang, maka tinggi gelombang transmisi akan menurun. Pada diameter 0,8 cm terjadi penurunan berturut-turut pada setiap kedalaman yaitu: 0,467 cm, 0,155 cm dan 0,154 cm, untuk diameter 1,0 cm terjadi penurunan sebesar 0,144 cm, 0,188 cm dan 0,048 cm selanjutnya pada diameter 1,2 cm terjadi penurunan sebesar 0,189 cm, 0,075 cm dan 0,099 cm dengan kata lain terjadi penurunan sebesar 36,35 % untuk diameter 0,8 cm, 31,73 % dan pada diameter 1,0 cm dan pada diameter 1,2 cm terjadi penurunan sebesar 30,86 % untuk rentang periode gelombang 1,2 detik sampai dengan 1,4 detik.



Gambar 33. Hubungan antara diameter lubang (D) dan tinggi gelombang refleksi (H_r)

Pengaruh diameter lubang (D) terhadap tinggi gelombang refleksi diperlihatkan pada Gambar 33 yang menjelaskan bahwa semakin besar diameter lubang maka semakin kecil tinggi gelombang refleksi pada setiap penurunan kedalaman air dan periode gelombang. Pada diameter 0,8 cm terjadi penurunan berturut-turut pada setiap kedalaman yaitu: 0,746 cm, 0,610 cm dan 0,216 cm, untuk diameter 1,0 cm terjadi penurunan sebesar 1,039 cm, 0,403 cm dan 0,309 cm selanjutnya pada diameter 1,2 cm terjadi penurunan sebesar 1,235 cm, 0,682 cm dan 0,123 cm dengan kata lain terjadi penurunan sebesar 65,32 % untuk diameter 0,8 cm, 62,63 % dan pada diameter 1,0 cm dan pada diameter 1,2 cm terjadi penurunan sebesar 62,82 % untuk rentang periode gelombang 1,2 detik sampai dengan 1,4 detik.

C. Analisis Model Pemecah Gelombang

Analisis dilakukan pada model breakwater sisi miring berpori yaitu bagaimana korelasi hubungan antara parameter tak berdimensi dari gelombang yaitu kecuraman gelombang (H_i/L) dan kedalaman relatif (d/L) terhadap koefisien refleksi (K_r) dan koefisien transmisi (K_t) pada setiap variasi diameter lubang/kerapatan.

1. Pengaruh Parameter Kecuraman Gelombang (H_i/L) terhadap Tinggi Gelombang Transmisi



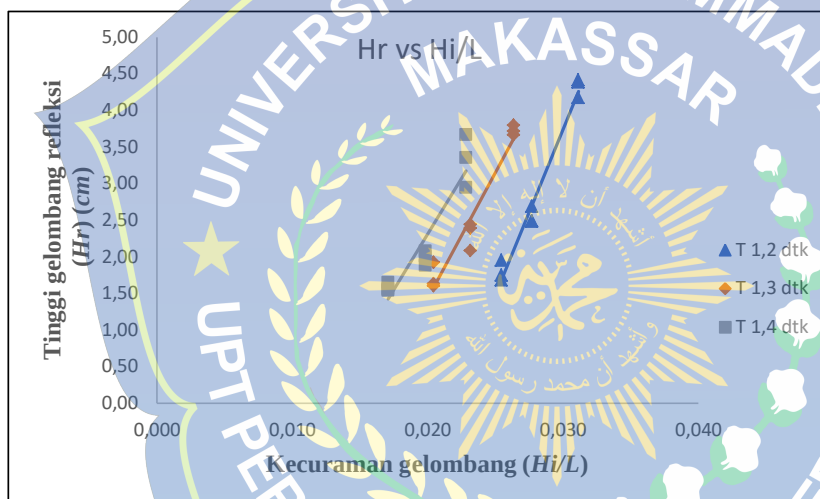
Gambar 34. Hubungan antara tinggi gelombang refleksi (H_r) dan kecuraman gelombang (H_i/L)

Grafik pada Gambar 34 memperlihatkan bahwa tinggi gelombang transmisi meningkat seiring dengan peningkatan nilai kecuraman gelombang pada setiap kedalaman air dengan rentang nilai rasio kedalaman dan tinggi model = 0,53 – 0,80. Nilai tinggi gelombang transmisi pada periode 1,2 detik = 1,150 cm –

1,708 cm , pada periode 1,3 detik = 1,060 cm – 1,689 cm, dan pada periode 1,4 detik = 1,051 cm – 1,663 cm serta nilai kecuraman gelombang = 0,017 – 0,031.

Peningkatan tinggi gelombang transmisi disebabkan oleh kecepatan dan percepatan partikel air yang berubah karena variasi diameter lubang pada model memungkinkan semakin banyak air yang masuk ke rongga model.

2. Pengaruh Parameter Kecuraman Gelombang (H_i/L) terhadap Tinggi Gelombang Refleksi

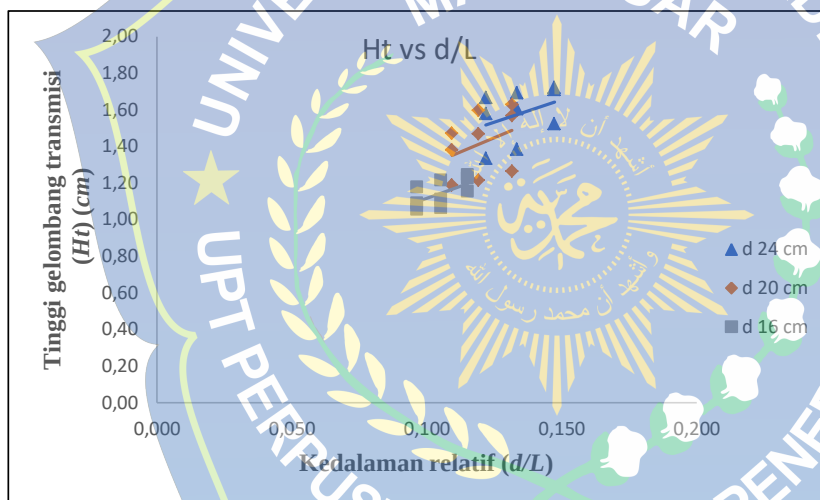


Gambar 35. Hubungan antara tinggi gelombang refleksi (H_r) dan kecuraman gelombang (H_i/L)

Pengaruh kecuraman gelombang terhadap tinggi gelombang refleksi pada Gambar 35 menunjukkan bahwa tinggi gelombang yang dipantulkan (H_r) mengalami peningkatan pada setiap pertambahan nilai parameter kecuraman gelombang (H_i/L) yang disebabkan oleh perubahan kedalaman air dan periode gelombang. Tinggi gelombang refleksi pada periode 1,2 detik : 1,673 cm – 4,406 cm, pada periode 1,3 detik : 1,624 cm – 3,705 cm, dan pada periode 1,4 detik :

1,550 cm – 3,660 cm dengan nilai kecuraman gelombang = 0,017 – 0,031. Peningkatan tinggi gelombang refleksi disebabkan oleh diameter lubang yang kecil, hal ini menyebabkan lebih banyak gelombang yang dipantulkan oleh model daripada yang masuk ke dalam rongga model. Semakin tinggi kedalaman air dan semakin cepat periode gelombang membuat tinggi gelombang semakin besar dan kemungkinan untuk direfleksikan juga semakin tinggi.

3. Pengaruh Parameter Kedalaman Relatif (d/L) terhadap Tinggi Gelombang Transmisi

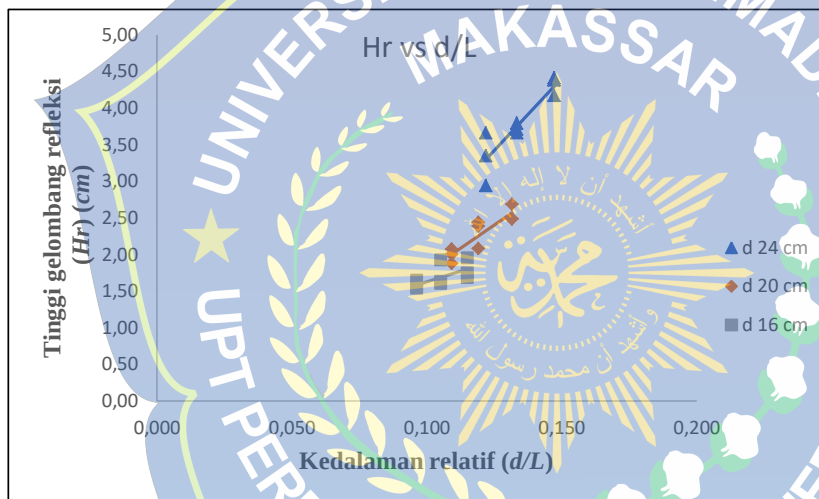


Gambar 36. Hubungan antara tinggi gelombang transmisi (H_t) dan kedalaman relatif (d/L)

Grafik pada Gambar 36 memperlihatkan bahwa tinggi gelombang refleksi semakin meningkat seiring dengan peningkatan nilai kedalaman relatif pada setiap perubahan kedalaman air. Nilai tinggi gelombang transmisi pada kedalaman 24 cm : 1,331 cm – 1,708 cm, pada kedalaman 20 cm : 1,185 cm – 1,625 cm, dan pada kedalaman 16 cm : 1,051 cm – 1,241 cm dengan rentang periode 1,2 detik –

1,4 detik pada kedalaman relatif $0,096 - 0,147$. Parameter d/h adalah rasio antara kedalaman air dan tinggi model, sehingga model uji masuk ke jenis model *emerged breakwater*. Peningkatan tinggi gelombang transmisi disebabkan oleh panjang gelombang yang semakin pendek akibat perubahan kedalaman air dan periode gelombang.

4. Pengaruh Parameter Kedalaman Relatif (d/L) terhadap Tinggi Gelombang Refleksi



Gambar 37. Hubungan antara tinggi gelombang refleksi (H_r) dan kedalaman relatif (d/L)

Pengaruh kedalaman relatif terhadap tinggi gelombang refleksi pada Gambar 37 menggambarkan bahwa tinggi gelombang refleksi (H_r) mengalami peningkatan pada setiap pertambahan nilai d/L dari $0,096 - 0,147$. Tinggi gelombang refleksi pada kedalaman 24 cm : 2,934 cm – 4,381 cm, pada kedalaman 20 cm : 1,999 cm – 2,481 cm, dan pada kedalaman 16 cm : 1,550 cm – 1,744 cm. Peningkatan tinggi gelombang refleksi disebabkan karena diameter

lubang pada model yang kecil memperlambat masuknya partikel air yang masuk ke rongga model, sehingga memungkinkan lebih banyak partikel air yang dipantulkan.

D. Analisis Perbandingan Model karena Variasi Diameter Lubang

Analisa dilakukan untuk mendapatkan hubungan antara variabel independent dari pembangkitan gelombang yaitu H_i dan dari model adalah porositas terhadap variabel dependen K_r dan K_t .

1. Perbandingan Koefisien Transmisi (K_t) oleh Kecuraman Gelombang (H_i/L)



Gambar 38. Hubungan antara koefisien transmisi (K_t) dan kecuraman gelombang (H_i/L)

Gambar 38 adalah hubungan antara koefisien transmisi dengan kecuraman gelombang, semakin besar nilai kecuraman gelombang maka semakin rendah nilai koefisien transmisi. Rentang nilai kecuraman gelombang : $0,017 - 0,031$ dan koefisien transmisi pada $\phi 0.8$: $0,337 - 0,409$, pada $\phi 1.0$: $0,338 - 0,414$, pada ϕ

1.2 : $0,291 - 0,371$. Nilai korelasi pada $\emptyset 0.8 = 0,518$, koefisien determinasi $0,2681$ sehingga besarnya pengaruh = $26,81\%$. Pada $\emptyset 1.0$, nilai korelasi = $0,807$, koefisien determinasi = $0,6509$ dan besarnya pengaruh = $65,09\%$. Kemudian untuk $\emptyset 1.2$, koefisien determinasi $0,6055$, nilai korelasi $0,778$, besarnya pengaruh = $60,55\%$.

2. Perbandingan Koefisien Transmisi (K_t) oleh Kedalaman Relatif (d/L)

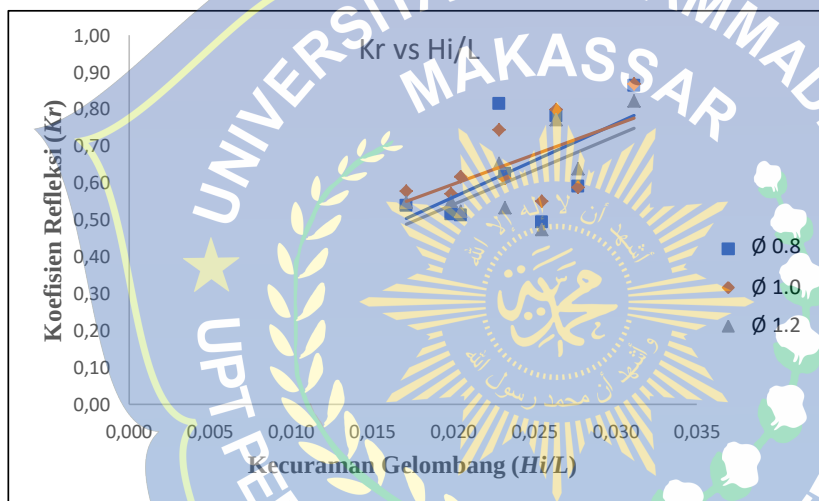


Gambar 39. Hubungan antara koefisien transmisi (K_t) dan kedalaman relatif (d/L)

Pengaruh parameter kedalaman relatif terhadap koefisien transmisi terlihat pada Gambar 39. Grafik ini menggambarkan hubungan antara kedalaman relatif dengan koefisien transmisi berbanding terbalik artinya semakin besar nilai kedalaman relatif maka semakin menurun koefisien refleksi. Nilai korelasi pada $\emptyset 0.8 = 0,4197$, koefisien determinasi $0,1762$ sehingga besarnya pengaruh = $17,62\%$. Pada $\emptyset 1.0$, nilai korelasi = $0,8017$, koefisien determinasi = $0,6428$ dan

besarnya pengaruh = 64,28 %. Kemudian untuk $\emptyset$ 1.2, koefisien determinasi 0,7483, nilai korelasi 0,8650, besarnya pengaruh = 74,83 %.

3. Perbandingan Koefisien Refleksi (Kr) oleh Kecuraman Gelombang (Hi/L)

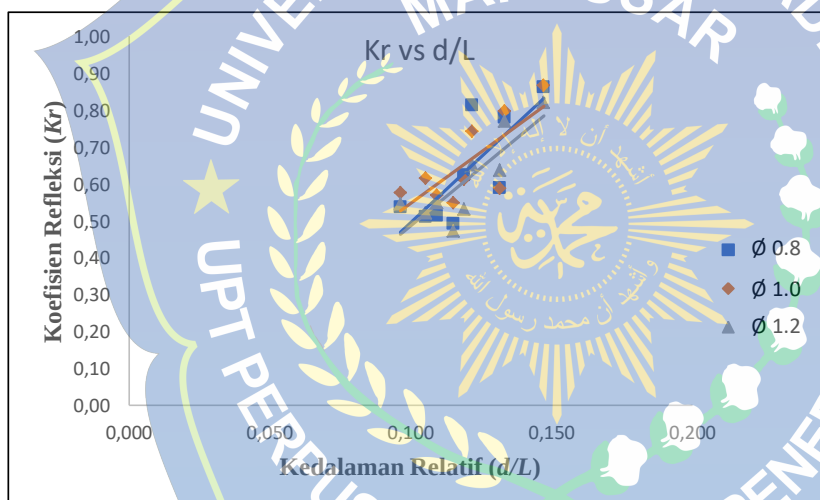


Gambar 40. Hubungan antara koefisien refleksi (Kr) dan kecuraman gelombang (Hi/L)

Parameter model yang divariasikan adalah diameter lubang dalam bentuk parameter tak berdimensi yaitu *Porositas*. Gambar 40 adalah hubungan antara koefisien refleksi dengan kecuraman gelombang, semakin besar nilai kecuraman gelombang maka semakin tinggi nilai koefisien refleksi. Rentang nilai koefisien refleksi pada $\emptyset$ 0.8 : 0,493 - 0,868, pada $\emptyset$ 1.0 : 0,550 – 0,863, pada $\emptyset$ 1.2 : 0,473 – 0,822 dengan rentang nilai kecuraman gelombang : 0,017 – 0,031.

Nilai korelasi/hubungan (R) pada $\emptyset 0.8 = 0,597$, koefisien determinasi (R^2) = $0,3572$, besarnya pengaruh kecuraman gelombang terhadap koefisien refleksi = $35,72\%$. Pada $\emptyset 1.0$, nilai korelasi = $0,606$, koefisien determinasi = $0,3675$ dan besarnya pengaruh kecuraman gelombang = $36,75\%$. Selanjutnya untuk $\emptyset 1.2$, nilai korelasi $0,677$, koefisien determinasi $0,4591$ sehingga besarnya pengaruh kecuraman gelombang = $45,91\%$.

4. Perbandingan Koefisien Refleksi (K_r) oleh Kedalaman Relatif (d/L)



Gambar 41. Hubungan antara koefisien refleksi (K_r) dan kedalaman relatif (d/L)

Pengaruh parameter kedalaman relatif terhadap koefisien refleksi terlihat pada Gambar 41. Grafik ini menggambarkan hubungan antara kedalaman relatif dengan koefisien refleksi yang linier positif artinya semakin tinggi nilai kedalaman relatif maka semakin besar koefisien refleksi. Nilai korelasi pada $\emptyset 0.8 = 0,7753$, koefisien determinasi $0,8356$ sehingga besarnya pengaruh = $60,11\%$.

Pada $\emptyset$ 1.0, nilai korelasi = 0,7606, koefisien determinasi = 0,5786 dan besarnya pengaruh = 57,86 %. Kemudian untuk $\emptyset$ 1.2, koefisien determinasi 0,6983, nilai korelasi 0,8356, besarnya pengaruh = 69,83 %.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai dan berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka disimpulkan bahwa:

1. Semakin besar diameter lubang semakin rendah tinggi gelombang refleksi dan transmisi. Model 3 dengan diameter lubang 1,2 cm lebih baik dalam meredam gelombang refleksi dan mentransmisikan gelombang dibandingkan dengan model 1 dengan diameter 0,8 cm dan model 2 dengan diameter 1,0 cm. Hal ini terjadi karena porositas pada model 3 lebih besar dari model lainnya.

2. Koefisien refleksi dan transmisi pada model 3 dengan diameter 1,2 cm lebih baik dibandingkan model lainnya. Penelitian ini membuktikan bahwa semakin besar porositas maka semakin kecil koefisien refleksi dan transmisi.

B. Saran

Keterbatasan pengetahuan penulis dan alat yang digunakan pada penelitian membuat penelitian ini masih perlu dikembangkan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik, dan saran dari kami terkait dengan penelitian ini adalah:

1. Perlu dilakukan variasi periode gelombang yang lebih kecil/cepat dan variasi porositas sebagai pembanding agar didapatkan kurva kinerja pemecah gelombang dengan variasi periode gelombang yang cepat.
2. Variasi kedalaman air perlu ditambah agar didapatkan rasio kedalaman air dan tinggi struktur (d/h) yang lebih kecil.
3. Model ini meredam gelombang karena ada interaksi antara partikel air yang terjadi pada rongga model, untuk itu perlu dibuatkan susunan atau tumpukan batu yang diatur sedemikian rupa pada rongga model agar peredamannya lebih maksimal untuk penelitian lebih lanjut.



DAFTAR PUSTAKA

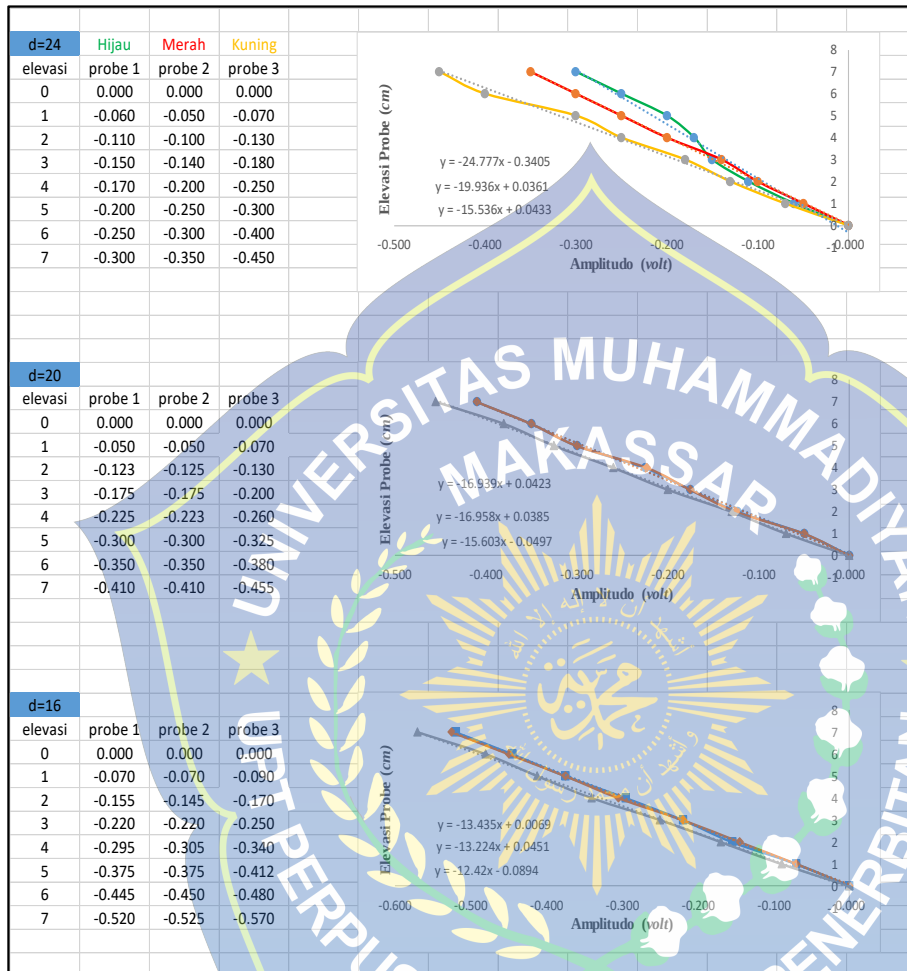
- Ajiwibowo, H. (2012). *Catatan Kuliah Metode Eksperimen Laboratorium*. ITB Press.
- Atilla, R., & Gischa, S. (2023). *Tol laut : Pengertian, manfaat dan contohnya di Indonesia*. Kompas.com/Skola.
<https://www.kompas.com/skola/read/2023/08/23/220000069/tol-laut--pengertian-manfaat-dan-contohnya-di-indonesia#>
- Burhanuddin, A. I. (2015). *Mewujudkan Poros Maritim Dunia*. Deepublish.
- Dean, Robert G & Dalrymple, R. (1984). *Water Wave for Engineers and Scientists*. Prentice Hall.
- Dhanista, W. L. (2017). *Gelombang Laut*. ITS News.
- Faisal, S. N. R. (2024). *Skripsi "Studi Eksperimental Refleksi Gelombang pada Pemecah Gelombang Berongga Tipe OWC."* Universitas Hasanuddin.
- Kamphuis, J. W. (2020). *Introduction to coastal engineering and management* (Vol. 48). World Scientific.

- Krisnaldi. (2012). *Catatan Kuliah Mekanika Gelombang*. ITB Press.
- Mandi, N. B. R. (2015). *Pelabuhan (Perencanaan dan Perancangan Konstruksi Bangunan Laut dan Pantai)* (N. N. Pujianiki (ed.); Pertama). Buku Arti.
- Muliati, Y. (2020). *Rekayasa Pantai* (1 ed.). Itenas.
- Naiborhu, M. A., Purnawanti, Y. N., & Kumalasari, S. D. (2020). Desain dan Konstruksi Pemecah Gelombang dengan Sisi Miring. *Jurnal Teknik Transportasi*, 1(2), 106. <https://doi.org/10.54324/jtt.v1i2.537>
- RABUNG, F. (2019). *Kinerja Model Pemecah Gelombang Komposit Vertikal Balok-Kotak, Batu dan Tiang*. Universitas Hasanuddin.
- Rabung, F., Pallu, M. S., Thaha, M. A., & Muhiddin, A. B. (2017). *Performance of Vertical Composite Breakwater Model of Box-Beam, Rock and Piles*. 6(2), 86–97.
- Setyandito, O., Nizam, N., Yuwono, N., & Triatmadja, R. (2012). Pengaruh gelombang pada profil kemiringan pantai pasir buatan (Uji model fisik dan studi kasus penanggulangan erosi serta pendukung konservasi lingkungan daerah pantai). *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 4(1), 32–42.
- Syamsuri, A. M., Suriamiharja, D. A., Thaha, M. A., & Rachman, T. (2021). Effect of Pipe Diameter Variation on Transmission of Porous Breakwater. *International Journal of Engineering Trends and Technology*.
- Syamsuri, A. M., Suriamiharja, D. A., Thaha, M. A., & Rachman, T. (2019). Pengaruh Periode dan Kedalaman Air terhadap Kecuraman Gelombang pada Flume Persiapan Percobaan Peredaman Gelombang.
- Syamsuri, A. M., Suriamiharja, D. A., Thaha, M. A., & Rachman, T. (2018). Analisa Pengaruh Dimensi Rangkaian Pipa Horizontal Terhadap Transmisi dan Refleksi Gelombang pada Pemecah Gelombang Berpori. *SENSISTEK: Riset Sains dan Teknologi Kelautan*, 57–62.
- Triatmodjo, B. (1999a). *Teknik pantai* (5 ed.). Beta Offset.
- Triatmodjo, B. (1999b). *Teknik Pantai*. Beta Offset.
- Triatmodjo, B. (2010). *Perencanaan Pelabuhan*. Beta Offset.
- Hariati, F. (2021). Kajian Konseptual Pemecah Gelombang.
- Setiawan, IKD. (2018). Refleksi Gelombang Pada Pemecah Gelombang Tenggelam Blok Beton Berkait.

The logo of Universitas Muhammadiyah Makassar is a blue shield-shaped emblem. It features a central golden sunburst with Arabic calligraphy. The text "UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH" is arched across the top, and "MAKASSAR" is in the center. The bottom part of the shield contains the text "UNIT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN".

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kalibrasi statis pada setiap kedalaman air rencana



Lampiran 2. Contoh perhitungan tinggi gelombang metode iterasi menggunakan microsoft excel

Klasifikasi gelombang berdasarkan fungsi kedalaman relatif					
$C=gT/2\pi \tanh 2\pi d/L$					
gel transisi $L=gT^2/2\pi \tanh 2\pi d/L$					
Hubungan $L_o - L$					
$d/L_o = d/L \tanh (2\pi d/L)$					
Panjang dan Cepat Rambat Gelombang					
$g=$	9.81				
$\pi=$	3.14159				
$T=$	1.4				
$d=$	0.16				
$L_o=$	3.0576				
$L=$	$L_o=1.56T^2$				
iterasi	L_o	L	$E (\%)$	$L=$	1.66 m
1	3.06	0.97	-214.7623	$C=$	1.184 m/dtk
2	2.01	1.41	-42.6864		
3	1.71	1.61	-6.1085		
4	1.66	1.65	-0.6813		
5	1.66	1.66	-0.0717		

Lampiran 3. Data hasil penelitian di Laboratorium

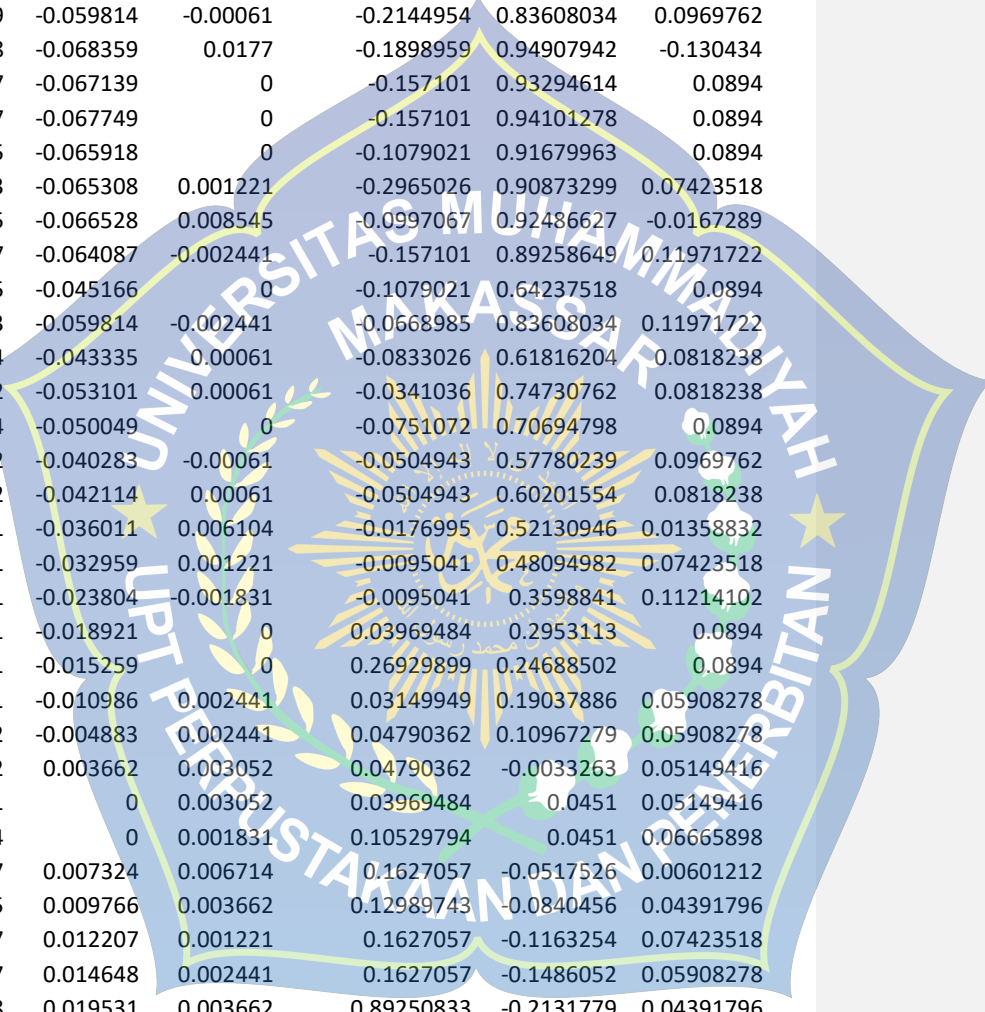
Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 1	Probe 2	Probe 3
0.020752	0.023804	0.001221	-0.2719031	-0.2696841	0.07423518
0.013428	0.026245	0.003662	-0.1735052	-0.3019639	0.04391796
0.0177	0.032349	0.00061	-0.2308995	-0.3826832	0.0818238
0.010986	0.03418	-0.00061	-0.1406969	-0.4068963	0.0969762
0.014038	0.043335	-0.001831	-0.1817005	-0.527962	0.11214102
0.011597	0.046997	0.001831	-0.1489057	-0.5763883	0.06665898
0.009155	0.055542	0.004272	-0.1160974	-0.6893874	0.03634176
0.006714	0.059204	0.003052	-0.0833026	-0.7378137	0.05149416
-0.008545	0.063477	0.024414	0.12170208	-0.7943198	-0.2138219
0.004272	0.068359	0.003662	-0.0504943	-0.8588794	0.04391796
0	0.072021	0.001831	0.0069	-0.9073057	0.06665898
-0.001221	0.067749	0.004272	0.02330414	-0.8508128	0.03634176
-0.003662	0.07019	-0.00061	0.05609897	-0.8830926	0.0969762
-0.003662	0.067749	0.001221	0.05609897	-0.8508128	0.07423518
-0.003052	0.073853	0	0.04790362	-0.9315321	0.0894
-0.007324	0.073242	0.001221	0.10529794	-0.9234522	0.07423518
-0.039673	0.071411	-0.009155	0.53990676	-0.8992391	0.2031051
-0.012817	0.06958	0.001221	0.1790964	-0.8750259	0.07423518
-0.009766	0.066528	0.015869	0.13810621	-0.8346663	-0.107693
-0.011597	0.063477	0.00061	0.1627057	-0.7943198	0.0818238
-0.013428	0.057373	0.006104	0.18730518	-0.7136006	0.01358832
-0.012817	0.053101	0.009155	0.1790964	-0.6571076	-0.0243051
-0.025635	0.050659	-0.00061	0.35130623	-0.6248146	0.0969762
-0.014038	0.053101	-0.002441	0.19550053	-0.6571076	0.11971722
-0.0177	0.039063	-0.007324	0.2446995	-0.4714691	0.18036408
-0.016479	0.032349	0.00061	0.22829537	-0.3826832	0.0818238
-0.01709	0.028687	-0.015869	0.23650415	-0.3342569	0.28649298
-0.01709	0.019531	0.001221	0.23650415	-0.2131779	0.07423518
-0.021973	0.009766	0.001831	0.30210726	-0.0840456	0.06665898
-0.01709	0.001221	0.001221	0.23650415	0.0289535	0.07423518
-0.016479	0	0.001831	0.22829537	0.0451	0.06665898
-0.0177	-0.006104	0.001221	0.2446995	0.1258193	0.07423518
-0.015869	-0.009155	-0.002441	0.22010002	0.16616572	0.11971722
-0.015259	-0.014038	0	0.21190467	0.23073851	0.0894
-0.020142	-0.01709	0.00061	0.27750777	0.27109816	0.0818238
-0.01709	-0.023193	0	0.23650415	0.35180423	0.0894
-0.0177	-0.028076	0.00061	0.2446995	0.41637702	0.0818238
-0.014648	-0.03418	0	0.20369588	0.49709632	0.0894
-0.009155	-0.0354	0	0.12989743	0.5132296	0.0894

-0.012817	-0.036621	0.00061	0.1790964	0.5293761	0.0818238
0.013428	-0.042725	0.001221	-0.1735052	0.6100954	0.07423518
-0.010986	-0.046997	0	0.15449691	0.66658833	0.0894
-0.011597	-0.05127	-0.002441	0.1627057	0.72309448	0.11971722
-0.012207	-0.056152	-0.001831	0.17090105	0.78765405	0.11214102
-0.009155	-0.064087	-0.003662	0.12989743	0.89258649	0.13488204
-0.006714	-0.064697	0.001831	0.09710259	0.90065313	0.06665898
-0.007935	-0.064697	0.00061	0.11350673	0.90065313	0.0818238
-0.005493	-0.064087	0.00061	0.08069846	0.89258649	0.0818238
-0.003662	-0.067749	-0.00061	0.05609897	0.94101278	0.0969762
-0.001221	-0.067749	0.001221	0.02330414	0.94101278	0.07423518
-0.003052	-0.06897	0	0.04790362	0.95715928	0.0894
0.001221	-0.067749	-0.00061	-0.0095041	0.94101278	0.0969762
0.004272	-0.07019	-0.003052	-0.0504943	0.97329256	0.12730584
0.004883	-0.071411	-0.001831	-0.0587031	0.98943906	0.11214102
0.007324	-0.066528	-0.039063	-0.0914979	0.92486627	0.57456246
0.008545	-0.062866	0.001221	-0.1079021	0.87643998	0.07423518
0.012207	-0.065918	0.004883	-0.157101	0.91679963	0.02875314
0.011597	-0.063477	0.00061	-0.1489057	0.88451985	0.0818238
0.018921	-0.064697	0.009155	-0.2473036	0.90065313	-0.0243051
0.018921	-0.046387	0	-0.2473036	0.65852169	0.0894
0.021973	-0.063477	0.001831	-0.2883073	0.88451985	0.06665898
0.023193	-0.068359	-0.001221	-0.304698	0.94907942	0.10456482
0.020142	-0.05249	0.00061	-0.2637078	0.73922776	0.0818238
0.023804	-0.045776	0	-0.3129067	0.65044182	0.0894
0.021973	-0.042725	0.00061	-0.2883073	0.6100954	0.0818238
0.027466	-0.039673	-0.004883	-0.3621057	0.56973575	0.15004686
0.024414	-0.033569	0.003662	-0.3211021	0.48901646	0.04391796
0.028076	-0.027466	0.001831	-0.3703011	0.40831038	0.06665898
0.039673	-0.025635	0.001221	-0.5261068	0.38409724	0.07423518
0.025635	-0.020752	0.001831	-0.3375062	0.31952445	0.06665898
0.028687	-0.011597	0.007324	-0.3785098	0.19845873	-0.0015641
0.027466	-0.007935	-0.00061	-0.3621057	0.15003244	0.0969762
0.018921	-0.003662	0	-0.2473036	0.09352629	0.0894
0.023193	0.00061	0.001221	-0.304698	0.03703336	0.07423518
0.020142	0.002441	0	-0.2637078	0.01282022	0.0894
0.020752	0.002441	0.001831	-0.2719031	0.01282022	0.06665898
0.045776	0.004272	0.002441	-0.6081006	-0.0113929	0.05908278
0.016479	0.009155	0.002441	-0.2144954	-0.0759657	0.05908278
0.012817	0.015259	0.004272	-0.1652964	-0.156685	0.03634176
0.010376	0.020142	0.002441	-0.1325016	-0.2212578	0.05908278
0.006714	0.023804	0.002441	-0.0833026	-0.2696841	0.05908278

0.001221	0.025024	-0.00061	-0.0095041	-0.2858174	0.0969762
-0.00061	0.030518	-0.001831	0.01509535	-0.35847	0.11214102
-0.006104	0.037231	0.002441	0.08890724	-0.4472427	0.05908278
-0.008545	0.039063	0.002441	0.12170208	-0.4714691	0.05908278
-0.008545	0.047607	0.004883	0.12170208	-0.584455	0.02875314
-0.014648	0.054321	0.003662	0.20369588	-0.6732409	0.04391796
-0.012207	0.060425	0.001221	0.17090105	-0.7539602	0.07423518
-0.03479	0.061646	-0.00061	0.47430365	-0.7701067	0.0969762
-0.0177	0.066528	0.003662	0.2446995	-0.8346663	0.04391796
-0.020752	0.06897	-0.010986	0.28570312	-0.8669593	0.22584612
-0.022583	0.068359	0	0.31030261	-0.8588794	0.0894
-0.023193	0.06897	-0.023804	0.31849796	-0.8669593	0.38504568
-0.027466	0.074463	0.003052	0.37590571	-0.9395987	0.05149416
-0.027466	0.072632	0.001831	0.37590571	-0.9153856	0.06665898
-0.031128	0.072632	0.003052	0.42510468	-0.9153856	0.05149416
-0.030518	0.071411	0.001831	0.41690933	-0.8992391	0.06665898
-0.032349	0.073853	0.001221	0.44150882	-0.9315321	0.07423518
-0.029297	0.06897	0.001221	0.4005052	-0.8669593	0.07423518
-0.029297	0.062256	0.001831	0.4005052	-0.7781733	0.06665898
-0.029907	0.058594	0	0.40870055	-0.7297471	0.0894
-0.030518	0.054932	0	0.41690933	-0.6813208	0.0894
-0.03479	0.053711	0.00061	0.47430365	-0.6651743	0.0818238
-0.029297	0.046997	0.001221	0.4005052	-0.5763883	0.07423518
-0.028076	0.041504	0.026245	0.38410106	-0.5037489	-0.2365629
-0.031128	0.036011	0	0.42510468	-0.4311095	0.0894
-0.028687	0.025635	0.004883	0.39230985	-0.2938972	0.02875314
-0.028687	0.01709	0.001831	0.39230985	-0.1808982	0.06665898
-0.026855	0.008545	-0.00061	0.36769693	-0.0678991	0.0969762
-0.029907	0.006104	0.001221	0.40870055	-0.0356193	0.07423518
-0.026855	-0.00061	0	0.36769693	0.05316664	0.0894
-0.023804	0.023804	0	0.32670674	-0.2696841	0.0894
-0.025635	-0.010986	-0.00061	0.35130623	0.19037886	0.0969762
-0.020142	-0.014648	0	0.27750777	0.23880515	0.0894
-0.028076	-0.019531	-0.006104	0.38410106	0.30337794	0.16521168
-0.014648	-0.025024	0.001221	0.20369588	0.37601738	0.07423518
-0.016479	-0.028076	0.004272	0.22829537	0.41637702	0.03634176
-0.009766	-0.028076	0	0.13810621	0.41637702	0.0894
-0.007324	-0.03479	-0.001221	0.10529794	0.50516296	0.10456482
-0.006104	-0.040894	0.011597	0.08890724	0.58588226	-0.0546347
-0.008545	-0.041504	-0.00061	0.12170208	0.5939489	0.0969762
-0.003662	-0.048218	-0.003052	0.05609897	0.68273483	0.12730584
0	-0.05127	0	0.0069	0.72309448	0.0894

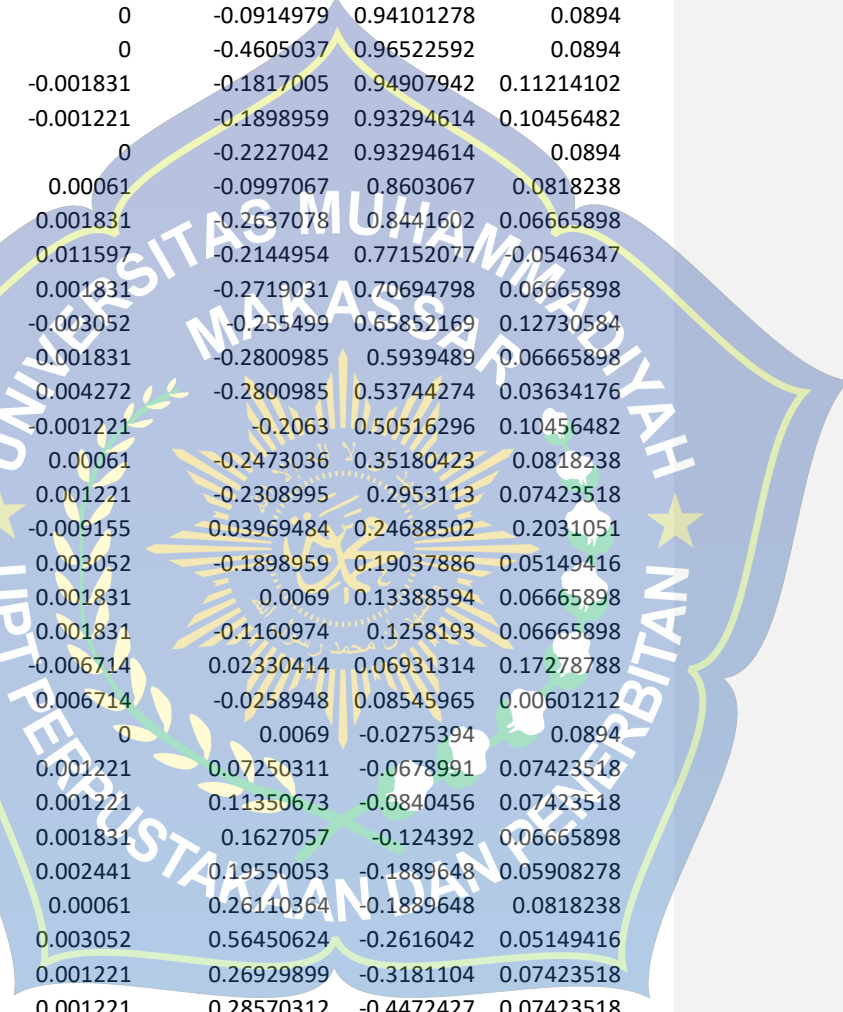
-0.002441	-0.056152	0	0.03969484	0.78765405	0.0894
0	-0.061035	-0.001221	0.0069	0.85222684	0.10456482
0.004883	-0.057983	-0.00061	-0.0587031	0.81186719	0.0969762
0.006714	-0.061035	-0.001221	-0.0833026	0.85222684	0.10456482
0.010986	-0.057373	0	-0.1406969	0.80380055	0.0894
0.009155	-0.064697	-0.003662	-0.1160974	0.90065313	0.13488204
0.013428	-0.075073	0.002441	-0.1735052	1.03786535	0.05908278
0.013428	-0.068359	-0.00061	-0.1735052	0.94907942	0.0969762
0.021973	-0.067749	-0.001221	-0.2883073	0.94101278	0.10456482
0.0177	-0.07019	-0.003662	-0.2308995	0.97329256	0.13488204
0.018311	-0.05188	0	-0.2391083	0.73116112	0.0894
0.026855	-0.067139	0.002441	-0.3538969	0.93294614	0.05908278
0.020142	-0.064087	-0.001831	-0.2637078	0.89258649	0.11214102
0.032959	-0.065918	-0.00061	-0.4359042	0.91679963	0.0969762
0.024414	-0.066528	0	-0.3211021	0.92486627	0.0894
0.028076	-0.064697	0.018311	-0.3703011	0.90065313	-0.1380226
0.028076	-0.043945	0.00061	-0.3703011	0.62622868	0.0818238
0.027466	-0.060425	-0.001221	-0.3621057	0.8441602	0.10456482
0.028076	-0.054321	-0.002441	-0.3703011	0.7634409	0.11971722
0.023804	-0.05127	0	-0.3129067	0.72309448	0.0894
0.027466	-0.042725	0	-0.3621057	0.6100954	0.0894
0.026245	-0.042114	0.00061	-0.3457016	0.60201554	0.0818238
0.025635	-0.039673	0.001221	-0.3375062	0.56973575	0.07423518
0.021362	-0.033569	0.001831	-0.2800985	0.48901646	0.06665898
0.019531	-0.027466	0.002441	-0.255499	0.40831038	0.05908278
0.018311	-0.026245	0.001831	-0.2391083	0.39216388	0.06665898
0.010376	-0.0177	0.002441	-0.1325016	0.2791648	0.05908278
0.008545	-0.014038	0	-0.1079021	0.23073851	0.0894
0.006714	-0.007935	0	-0.0833026	0.15003244	0.0894
0.005493	-0.003662	0	-0.0668985	0.09352629	0.0894
-0.001221	-0.00061	0.002441	0.02330414	0.05316664	0.05908278
-0.008545	0	0.002441	0.12170208	0.0451	0.05908278
-0.007324	0.003052	0.003052	0.10529794	0.00474035	0.05149416
-0.01709	0.005493	0.003052	0.23650415	-0.0275394	0.05149416
-0.027466	0.012817	0.001831	0.37590571	-0.124392	0.06665898
-0.020752	0.014648	0.008545	0.28570312	-0.1486052	-0.0167289
-0.021362	0.01709	0	0.29389847	-0.1808982	0.0894
-0.028076	0.023804	-0.001831	0.38410106	-0.2696841	0.11214102
-0.030518	0.025635	0.001831	0.41690933	-0.2938972	0.06665898
-0.030518	0.029907	0.006104	0.41690933	-0.3503902	0.01358832
-0.033569	0.049438	-0.00061	0.45789952	-0.6086681	0.0969762
-0.029297	0.037842	0.003052	0.4005052	-0.4553226	0.05149416

-0.03418	0.048218	0.002441	0.4661083	-0.5925348	0.05908278
-0.042725	0.05188	0.004883	0.58091038	-0.6409611	0.02875314
-0.032349	0.057983	0.004272	0.44150882	-0.7216672	0.03634176
-0.0354	0.060425	0	0.482499	-0.7539602	0.0894
-0.033569	0.064087	0.00061	0.45789952	-0.8023865	0.0818238
-0.033569	0.066528	0.002441	0.45789952	-0.8346663	0.05908278
-0.031128	0.082397	0.002441	0.42510468	-1.0445179	0.05908278
-0.030518	0.067139	0.003662	0.41690933	-0.8427461	0.04391796
-0.026855	0.073853	0.003052	0.36769693	-0.9315321	0.05149416
-0.048218	0.071411	0.009766	0.65470883	-0.8992391	-0.0318937
-0.026245	0.072632	0.003662	0.35950158	-0.9153856	0.04391796
-0.031128	0.070801	0.003662	0.42510468	-0.8911724	0.04391796
-0.023193	0.071411	0.004272	0.31849796	-0.8992391	0.03634176
-0.021362	0.067139	0.003662	0.29389847	-0.8427461	0.04391796
-0.021362	0.061035	0	0.29389847	-0.7620268	0.0894
-0.048828	0.057373	0	0.66290418	-0.7136006	0.0894
-0.0177	0.059204	0.001831	0.2446995	-0.7378137	0.06665898
-0.021973	0.054932	0.005493	0.30210726	-0.6813208	0.02117694
-0.01709	0.042114	0.006104	0.23650415	-0.5118155	0.01358832
-0.016479	0.043945	-0.007935	0.22829537	-0.5360287	0.1879527
-0.018921	0.042725	0.004272	0.26110364	-0.5198954	0.03634176
-0.015869	0.028076	0.003052	0.22010002	-0.326177	0.05149416
-0.013428	0.01709	0.003052	0.18730518	-0.1808982	0.05149416
-0.014038	0.012207	0.00061	0.19550053	-0.1163254	0.0818238
-0.012207	0.014648	-0.002441	0.17090105	-0.1486052	0.11971722
-0.013428	0.001831	0.001221	0.18730518	0.02088686	0.07423518
-0.006104	-0.004272	0.00061	0.08890724	0.10159293	0.0818238
-0.014038	-0.010376	-0.00061	0.19550053	0.18231222	0.0969762
-0.00061	-0.012207	0.001831	0.01509535	0.20652537	0.06665898
0	-0.015259	-0.001831	0.0069	0.24688502	0.11214102
0.005493	-0.021362	0.001221	-0.0668985	0.32759109	0.07423518
0.003052	-0.027466	0.00061	-0.0341036	0.40831038	0.0818238
0.010376	-0.028076	0	-0.1325016	0.41637702	0.0894
0.010986	-0.031738	-0.014648	-0.1406969	0.46480331	0.27132816
0.012817	-0.036621	-0.001831	-0.1652964	0.5293761	0.11214102
0.030518	-0.041504	-0.004883	-0.4031093	0.5939489	0.15004686
0.013428	-0.045166	0	-0.1735052	0.64237518	0.0894
0.014648	-0.050049	0	-0.1898959	0.70694798	0.0894
0.014038	-0.055542	0.00061	-0.1817005	0.77958741	0.0818238
0.059204	-0.059814	0.008545	-0.7885057	0.83608034	-0.0167289
0.015869	-0.061035	0	-0.2063	0.85222684	0.0894
-0.011597	-0.061646	0	0.1627057	0.8603067	0.0894

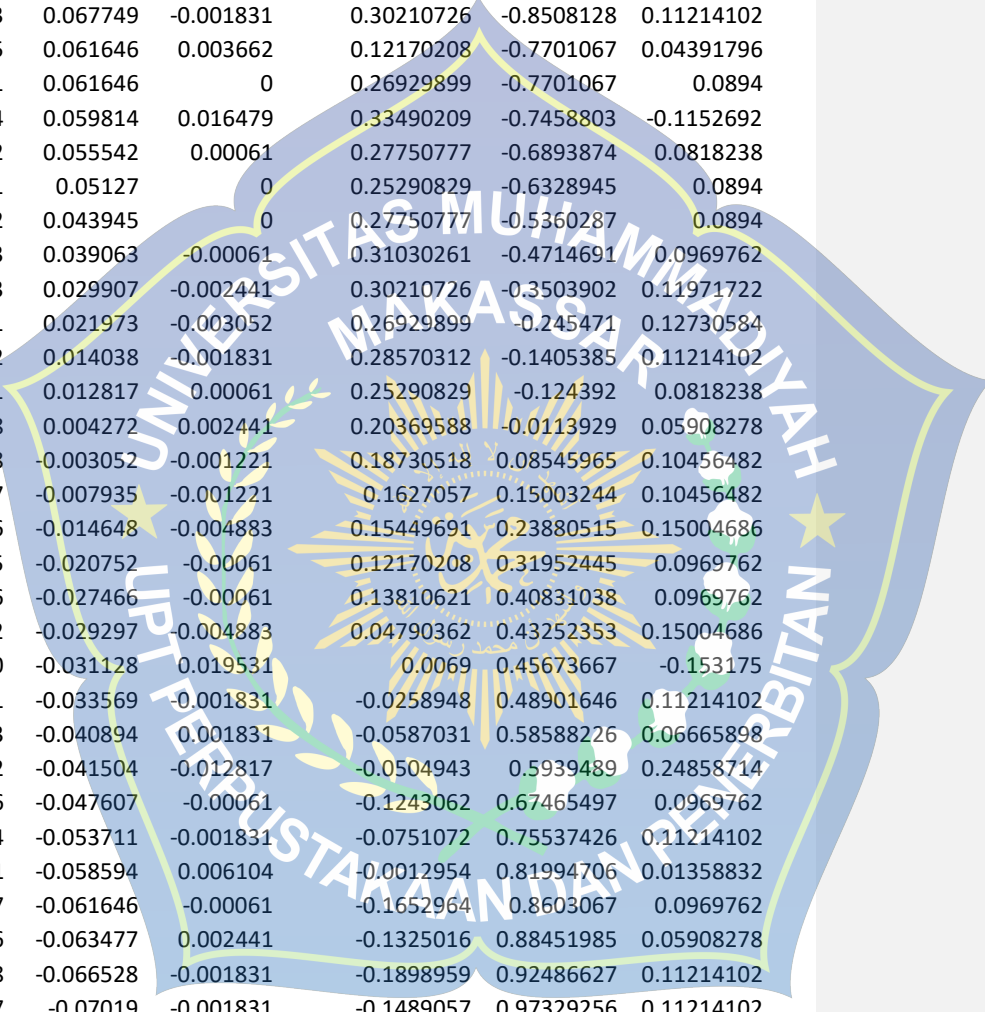


0.01709	-0.064697	-0.00061	-0.2227042	0.90065313	0.0969762
0.0177	-0.063477	-0.010376	-0.2308995	0.88451985	0.21826992
0.0177	-0.067139	-0.002441	-0.2308995	0.93294614	0.11971722
0.024414	-0.064697	-0.001221	-0.3211021	0.90065313	0.10456482
0.016479	-0.059814	-0.00061	-0.2144954	0.83608034	0.0969762
0.014648	-0.068359	0.0177	-0.1898959	0.94907942	-0.130434
0.012207	-0.067139	0	-0.157101	0.93294614	0.0894
0.012207	-0.067749	0	-0.157101	0.94101278	0.0894
0.008545	-0.065918	0	-0.1079021	0.91679963	0.0894
0.022583	-0.065308	0.001221	-0.2965026	0.90873299	0.07423518
0.007935	-0.066528	0.008545	-0.0997067	0.92486627	-0.0167289
0.012207	-0.064087	-0.002441	-0.157101	0.89258649	0.11971722
0.008545	-0.045166	0	-0.1079021	0.64237518	0.0894
0.005493	-0.059814	-0.002441	-0.0668985	0.83608034	0.11971722
0.006714	-0.043335	0.00061	-0.0833026	0.61816204	0.0818238
0.003052	-0.053101	0.00061	-0.0341036	0.74730762	0.0818238
0.006104	-0.050049	0	-0.0751072	0.70694798	0.0894
0.004272	-0.040283	-0.00061	-0.0504943	0.57780239	0.0969762
0.004272	-0.042114	0.00061	-0.0504943	0.60201554	0.0818238
0.001831	-0.036011	0.006104	-0.0176995	0.52130946	0.01358832
0.001221	-0.032959	0.001221	-0.0095041	0.48094982	0.07423518
0.001221	-0.023804	-0.001831	-0.0095041	0.3598841	0.11214102
-0.002441	-0.018921	0	0.03969484	0.2953113	0.0894
-0.019531	-0.015259	0	0.26929899	0.24688502	0.0894
-0.001831	-0.010986	0.002441	0.03149949	0.19037886	0.05908278
-0.003052	-0.004883	0.002441	0.04790362	0.10967279	0.05908278
-0.003052	0.003662	0.003052	0.04790362	-0.0033263	0.05149416
-0.002441	0	0.003052	0.03969484	0.0451	0.05149416
-0.007324	0	0.001831	0.10529794	0.0451	0.06665898
-0.011597	0.007324	0.006714	0.1627057	-0.0517526	0.00601212
-0.009155	0.009766	0.003662	0.12989743	-0.0840456	0.04391796
-0.011597	0.012207	0.001221	0.1627057	-0.1163254	0.07423518
-0.011597	0.014648	0.002441	0.1627057	-0.1486052	0.05908278
-0.065918	0.019531	0.003662	0.89250833	-0.2131779	0.04391796
-0.011597	0.023193	0.002441	0.1627057	-0.2616042	0.05908278
-0.009766	0.026855	0.004272	0.13810621	-0.3100305	0.03634176
-0.003052	0.030518	0.001831	0.04790362	-0.35847	0.06665898
-0.009766	0.037231	0.001831	0.13810621	-0.4472427	0.06665898
-0.005493	0.042114	0.003052	0.08069846	-0.5118155	0.05149416
-0.007935	0.048828	-0.037842	0.11350673	-0.6006015	0.55939764
-0.004883	0.054321	0.002441	0.07250311	-0.6732409	0.05908278
-0.006104	0.057983	-0.006104	0.08890724	-0.7216672	0.16521168

-0.004272	0.065308	0	0.06429432	-0.818533	0.0894
-0.001221	0.064697	0.003662	0.02330414	-0.8104531	0.04391796
-0.001831	0.068359	0.004272	0.03149949	-0.8588794	0.03634176
-0.003052	0.06958	-0.005493	0.04790362	-0.8750259	0.15762306
-0.004883	0.072021	0.003052	0.07250311	-0.9073057	0.05149416
-0.005493	0.073242	0.003662	0.08069846	-0.9234522	0.04391796
-0.009766	0.073242	0.003662	0.13810621	-0.9234522	0.04391796
-0.006104	0.073242	0.002441	0.08890724	-0.9234522	0.05908278
-0.007324	0.076294	-0.00061	0.10529794	-0.9638119	0.0969762
-0.009766	0.067749	-0.012207	0.13810621	-0.8508128	0.24101094
-0.009766	0.064087	0	0.13810621	-0.8023865	0.0894
-0.015869	0.065308	0.006104	0.22010002	-0.818533	0.01358832
-0.014038	0.062256	-0.005493	0.19550053	-0.7781733	0.15762306
-0.020142	0.056152	-0.045166	0.27750777	-0.697454	0.65036172
-0.016479	0.062866	0.00061	0.22829537	-0.78624	0.0818238
-0.016479	0.045166	-0.001221	0.22829537	-0.5521752	0.10456482
-0.019531	0.039063	0.001831	0.26929899	-0.4714691	0.06665898
-0.023804	0.029297	0.006104	0.32670674	-0.3423235	0.01358832
-0.026245	0.015259	-0.003662	0.35950158	-0.156685	0.13488204
-0.024414	0.016479	-0.003052	0.33490209	-0.1728183	0.12730584
-0.023804	0.0177	0	0.32670674	-0.1889648	0.0894
-0.019531	0.002441	0.001221	0.26929899	0.01282022	0.07423518
-0.015259	-0.004272	0	0.21190467	0.10159293	0.0894
-0.014648	-0.009155	0.00061	0.20369588	0.16616572	0.0818238
-0.010376	-0.016479	-0.00061	0.14630156	0.2630183	0.0969762
-0.014038	-0.01709	-0.00061	0.19550053	0.27109816	0.0969762
-0.011597	-0.020752	0	0.1627057	0.31952445	0.0894
-0.020142	-0.024414	-0.00061	0.27750777	0.36795074	0.0969762
-0.007935	-0.030518	-0.003662	0.11350673	0.44867003	0.13488204
-0.007324	-0.031128	0.020142	0.10529794	0.45673667	-0.1607636
-0.007935	-0.036621	-0.002441	0.11350673	0.5293761	0.11971722
-0.003052	-0.048218	0.001831	0.04790362	0.68273483	0.06665898
-0.006714	-0.046387	0	0.09710259	0.65852169	0.0894
-0.00061	-0.053101	0	0.01509535	0.74730762	0.0894
0.00061	-0.056152	-0.001221	-0.0012954	0.78765405	0.10456482
0.001221	-0.05249	0	-0.0095041	0.73922776	0.0894
0.001831	-0.057983	0	-0.0176995	0.81186719	0.0894
0	-0.062866	-0.005493	0.0069	0.87643998	0.15762306
0.004883	-0.063477	-0.005493	-0.0587031	0.88451985	0.15762306
0.002441	-0.079956	-0.002441	-0.0258948	1.10243814	0.11971722
0.004272	-0.067139	-0.003052	-0.0504943	0.93294614	0.12730584
0.007324	-0.07019	-0.001831	-0.0914979	0.97329256	0.11214102



0.007324	-0.07019	-0.001221	-0.0914979	0.97329256	0.10456482
0.009155	-0.057983	-0.001831	-0.1160974	0.81186719	0.11214102
0.005493	-0.07019	0	-0.0668985	0.97329256	0.0894
0.032959	-0.067139	0	-0.4359042	0.93294614	0.0894
0.007324	-0.067749	0	-0.0914979	0.94101278	0.0894
0.03479	-0.06958	0	-0.4605037	0.96522592	0.0894
0.014038	-0.068359	-0.001831	-0.1817005	0.94907942	0.11214102
0.014648	-0.067139	-0.001221	-0.1898959	0.93294614	0.10456482
0.01709	-0.067139	0	-0.2227042	0.93294614	0.0894
0.007935	-0.061646	0.00061	-0.0997067	0.8603067	0.0818238
0.020142	-0.060425	0.001831	-0.2637078	0.8441602	0.06665898
0.016479	-0.054932	0.011597	-0.2144954	0.77152077	-0.0546347
0.020752	-0.050049	0.001831	-0.2719031	0.70694798	0.06665898
0.019531	-0.046387	-0.003052	-0.255499	0.65852169	0.12730584
0.021362	-0.041504	0.001831	-0.2800985	0.5939489	0.06665898
0.021362	-0.037231	0.004272	-0.2800985	0.53744274	0.03634176
0.015869	-0.03479	-0.001221	-0.2063	0.50516296	0.10456482
0.018921	-0.023193	0.00061	-0.2473036	0.35180423	0.0818238
0.0177	-0.018921	0.001221	-0.2308995	0.2953113	0.07423518
-0.002441	-0.015259	-0.009155	0.03969484	0.24688502	0.2031051
0.014648	-0.010986	0.003052	-0.1898959	0.19037886	0.05149416
0	-0.006714	0.001831	0.0069	0.13388594	0.06665898
0.009155	-0.006104	0.001831	-0.1160974	0.1258193	0.06665898
-0.001221	-0.001831	-0.006714	0.02330414	0.06931314	0.17278788
0.002441	-0.003052	0.006714	-0.0258948	0.08545965	0.00601212
0	0.005493	0	0.0069	-0.0275394	0.0894
-0.004883	0.008545	0.001221	0.07250311	-0.0678991	0.07423518
-0.007935	0.009766	0.001221	0.11350673	-0.0840456	0.07423518
-0.011597	0.012817	0.001831	0.1627057	-0.124392	0.06665898
-0.014038	0.0177	0.002441	0.19550053	-0.1889648	0.05908278
-0.018921	0.0177	0.00061	0.26110364	-0.1889648	0.0818238
-0.041504	0.023193	0.003052	0.56450624	-0.2616042	0.05149416
-0.019531	0.027466	0.001221	0.26929899	-0.3181104	0.07423518
-0.020752	0.037231	0.001221	0.28570312	-0.4472427	0.07423518
-0.021362	0.03418	0.003052	0.29389847	-0.4068963	0.05149416
-0.022583	0.046387	-0.00061	0.31030261	-0.5683217	0.0969762
-0.020752	0.05188	0	0.28570312	-0.6409611	0.0894
-0.025635	0.055542	0.001831	0.35130623	-0.6893874	0.06665898
-0.021973	0.059204	0.002441	0.30210726	-0.7378137	0.05908278
-0.021973	0.058594	0.007324	0.30210726	-0.7297471	-0.0015641
-0.022583	0.062866	0.001831	0.31030261	-0.78624	0.06665898
-0.029297	0.066528	0.00061	0.4005052	-0.8346663	0.0818238



-0.023804	0.067139	0.001221	0.32670674	-0.8427461	0.07423518
-0.023804	0.067749	-0.049438	0.32670674	-0.8508128	0.70341996
-0.022583	0.066528	0	0.31030261	-0.8346663	0.0894
-0.019531	0.06958	-0.002441	0.26929899	-0.8750259	0.11971722
-0.021973	0.067749	-0.001831	0.30210726	-0.8508128	0.11214102
-0.008545	0.061646	0.003662	0.12170208	-0.7701067	0.04391796
-0.019531	0.061646	0	0.26929899	-0.7701067	0.0894
-0.024414	0.059814	0.016479	0.33490209	-0.7458803	-0.1152692
-0.020142	0.055542	0.00061	0.27750777	-0.6893874	0.0818238
-0.018311	0.05127	0	0.25290829	-0.6328945	0.0894
-0.020142	0.043945	0	0.27750777	-0.5360287	0.0894
-0.022583	0.039063	-0.00061	0.31030261	-0.4714691	0.0969762
-0.021973	0.029907	-0.002441	0.30210726	-0.3503902	0.11971722
-0.019531	0.021973	-0.003052	0.26929899	-0.245471	0.12730584
-0.020752	0.014038	-0.001831	0.28570312	-0.1405385	0.11214102
-0.018311	0.012817	0.00061	0.25290829	-0.124392	0.0818238
-0.014648	0.004272	0.002441	0.20369588	-0.0113929	0.05908278
-0.013428	-0.003052	-0.001221	0.18730518	0.08545965	0.10456482
-0.011597	-0.007935	-0.001221	0.1627057	0.15003244	0.10456482
-0.010986	-0.014648	-0.004883	0.15449691	0.23880515	0.15004686
-0.008545	-0.020752	-0.00061	0.12170208	0.31952445	0.0969762
-0.009766	-0.027466	-0.00061	0.13810621	0.40831038	0.0969762
-0.003052	-0.029297	-0.004883	0.04790362	0.43252353	0.15004686
0	-0.031128	0.019531	0.0069	0.45673667	-0.153175
0.002441	-0.033569	-0.001831	-0.0258948	0.48901646	0.11214102
0.004883	-0.040894	0.001831	-0.0587031	0.58588226	0.06665898
0.004272	-0.041504	-0.012817	-0.0504943	0.5939489	0.24858714
0.009766	-0.047607	-0.00061	-0.1243062	0.67465497	0.0969762
0.006104	-0.053711	-0.001831	-0.0751072	0.75537426	0.11214102
0.00061	-0.058594	0.006104	-0.0012954	0.81994706	0.01358832
0.012817	-0.061646	-0.00061	-0.1652964	0.8603067	0.0969762
0.010376	-0.063477	0.002441	-0.1325016	0.88451985	0.05908278
0.014648	-0.066528	-0.001831	-0.1898959	0.92486627	0.11214102
0.011597	-0.07019	-0.001831	-0.1489057	0.97329256	0.11214102
0.012207	-0.06897	-0.001831	-0.157101	0.95715928	0.11214102
0.010986	-0.072632	-0.024414	-0.1406969	1.00558557	0.39262188
0.014038	-0.073242	-0.00061	-0.1817005	1.01365221	0.0969762
0.012207	-0.076904	-0.015259	-0.157101	1.0620785	0.27891678
0.011597	-0.076294	-0.001221	-0.1489057	1.05401186	0.10456482
0.010986	-0.073853	0	-0.1406969	1.02173207	0.0894
0.009766	-0.06897	0	-0.1243062	0.95715928	0.0894
0.010376	-0.073242	0	-0.1325016	1.01365221	0.0894

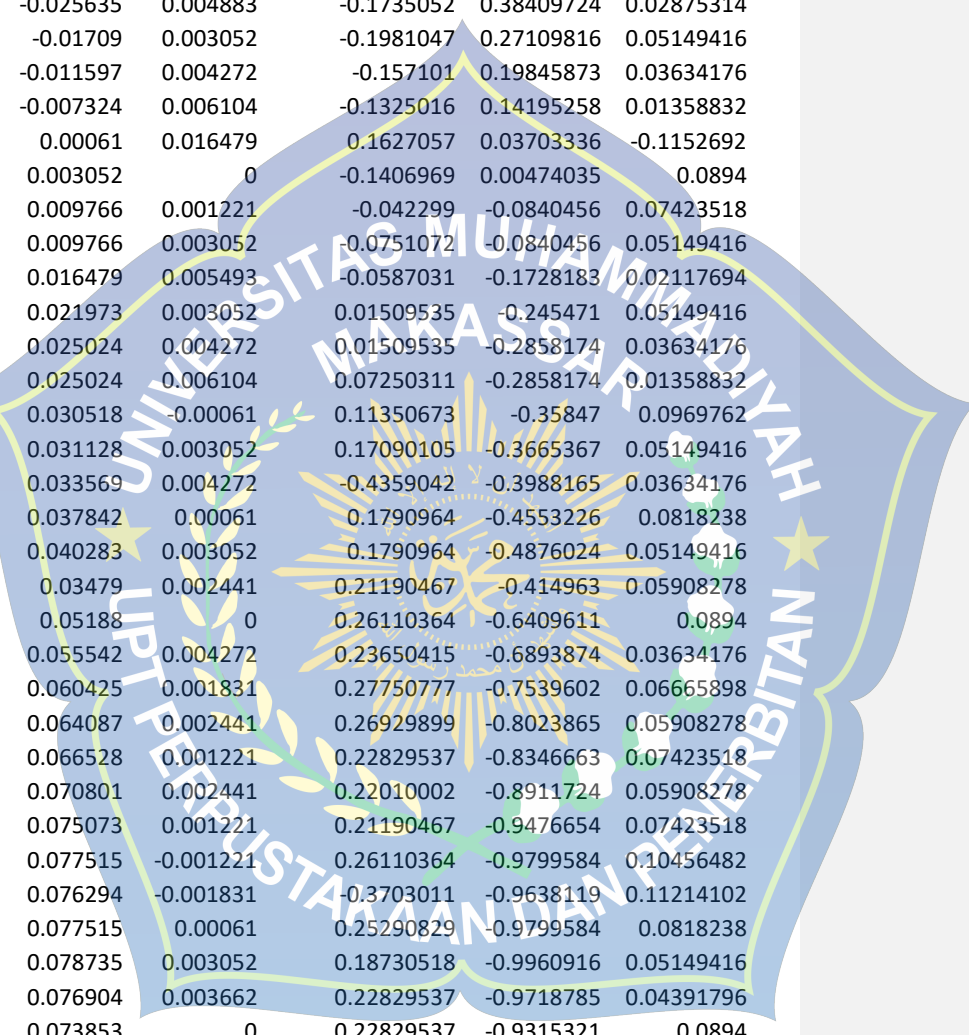


0.009766	-0.072021	-0.001831	-0.1243062	0.9975057	0.11214102
0.010376	-0.071411	-0.007935	-0.1325016	0.98943906	0.1879527
0.010376	-0.072632	-0.00061	-0.1325016	1.00558557	0.0969762
0.011597	-0.072021	0.002441	-0.1489057	0.9975057	0.05908278
0.007935	-0.067139	0.003662	-0.0997067	0.93294614	0.04391796
0.028687	-0.065918	-0.004883	-0.3785098	0.91679963	0.15004686
0.010376	-0.061035	0.00061	-0.1325016	0.85222684	0.0818238
0.008545	-0.057373	0.002441	-0.1079021	0.80380055	0.05908278
0.009155	-0.044556	0.00061	-0.1160974	0.63430854	0.0818238
0.009766	-0.048828	0	-0.1243062	0.69080147	0.0894
0.010986	-0.044556	-0.00061	-0.1406969	0.63430854	0.0969762
0.008545	-0.037842	-0.00061	-0.1079021	0.54552261	0.0969762
0.004272	-0.031128	0.002441	-0.0504943	0.45673667	0.05908278
0.008545	-0.027466	0.003052	-0.1079021	0.40831038	0.05149416
0.006714	-0.022583	0.004272	-0.0833026	0.34373759	0.03634176
0.012207	-0.014648	0.019531	-0.157101	0.23880515	-0.153175
0.006714	-0.013428	0.001221	-0.0833026	0.22267187	0.07423518
0.03418	-0.008545	0	-0.4523083	0.15809908	0.0894
0.002441	-0.006714	0.002441	-0.0258948	0.13388594	0.05908278
-0.003662	-0.003052	0.007324	0.05609897	0.08545965	-0.0015641
-0.006104	0	-0.001221	0.08890724	0.0451	0.10456482
-0.003662	0.004883	-0.00061	0.05609897	-0.0194728	0.0969762
-0.004883	0.006714	0.00061	0.07250311	-0.0436859	0.0818238
-0.004272	0.012817	0.003662	0.06429432	-0.124392	0.04391796
-0.009155	0.0177	0.001831	0.12989743	-0.1889648	0.06665898
-0.007935	0.01709	0.001831	0.11350673	-0.1808982	0.06665898
-0.010986	0.021362	0.004883	0.15449691	-0.2373911	0.02875314
-0.007935	0.025635	0.001831	0.11350673	-0.2938972	0.06665898
-0.011597	0.029907	0.001221	0.1627057	-0.3503902	0.07423518
-0.012207	0.040894	-0.021973	0.17090105	-0.4956823	0.36230466
-0.010376	0.043335	0	0.14630156	-0.527962	0.0894
-0.015259	0.049438	0.002441	0.21190467	-0.6086681	0.05908278
-0.012817	0.059204	0	0.1790964	-0.7378137	0.0894
-0.040283	0.059814	-0.008545	0.54810211	-0.7458803	0.1955289
-0.010986	0.062866	0.001221	0.15449691	-0.78624	0.07423518
-0.012207	0.064087	0	0.17090105	-0.8023865	0.0894
-0.013428	0.06958	0	0.18730518	-0.8750259	0.0894
-0.030518	0.072632	0.001831	0.41690933	-0.9153856	0.06665898
-0.018311	0.075073	0.004272	0.25290829	-0.9476654	0.03634176
-0.012207	0.073853	0	0.17090105	-0.9315321	0.0894
-0.006104	0.10437	-0.003052	0.08890724	-1.3350889	0.12730584
-0.014648	0.075684	-0.005493	0.20369588	-0.9557452	0.15762306

-0.018311	0.075684	0.002441	0.25290829	-0.9557452	0.05908278
-0.018311	0.07019	0.007324	0.25290829	-0.8830926	-0.0015641
-0.018921	0.08667	0.001831	0.26110364	-1.1010241	0.06665898
-0.021362	0.067749	0	0.29389847	-0.8508128	0.0894
-0.020752	0.06897	0.00061	0.28570312	-0.8669593	0.0818238
-0.021973	0.062256	0.00061	0.30210726	-0.7781733	0.0818238
-0.021362	0.056763	0	0.29389847	-0.7055339	0.0894
-0.025024	0.050659	-0.001831	0.34309744	-0.6248146	0.11214102
-0.028687	0.042725	-0.00061	0.39230985	-0.5198954	0.0969762
-0.021362	0.037231	0.00061	0.29389847	-0.4472427	0.0818238
-0.025635	0.032959	-0.001221	0.35130623	-0.3907498	0.10456482
-0.036011	0.025024	0.002441	0.49070779	-0.2858174	0.05908278
-0.018921	0.0177	0	0.26110364	-0.1889648	0.0894
-0.019531	0.013428	0.00061	0.26929899	-0.1324719	0.0818238
-0.015869	0.001221	0.001221	0.22010002	0.0289535	0.07423518
-0.015259	-0.002441	-0.001831	0.21190467	0.07737978	0.11214102
-0.010986	-0.005493	-0.00061	0.15449691	0.11773943	0.0969762
-0.015259	-0.012207	-0.003662	0.21190467	0.20652537	0.13488204
-0.007935	-0.010376	-0.003052	0.11350673	0.18231222	0.12730584
-0.007935	-0.0177	0	0.11350673	0.2791648	0.0894
-0.005493	-0.0177	-0.00061	0.08069846	0.2791648	0.0969762
0.003052	-0.022583	0	-0.0341036	0.34373759	0.0894
-0.003662	-0.025635	0	0.05609897	0.38409724	0.0894
0	-0.032349	-0.001221	0.0069	0.47288318	0.10456482
0.003052	-0.0354	-0.001221	-0.0341036	0.5132296	0.10456482
0.003052	-0.040283	0.00061	-0.0341036	0.57780239	0.0818238
0.006104	-0.03479	-0.00061	-0.0751072	0.50516296	0.0969762
0.021362	-0.044556	-0.003662	-0.2800985	0.63430854	0.13488204
0.011597	-0.067749	-0.002441	-0.1489057	0.94101278	0.11971722
0.009766	-0.049438	-0.00061	-0.1243062	0.69886811	0.0969762
0.011597	-0.064697	0.001221	-0.1489057	0.90065313	0.07423518
0.022583	-0.054321	0	-0.2965026	0.7634409	0.0894
0.012817	-0.056152	-0.00061	-0.1652964	0.78765405	0.0969762
0.015259	-0.059204	0	-0.1981047	0.8280137	0.0894
0.012207	-0.040283	0	-0.157101	0.57780239	0.0894
0.015259	-0.055542	-0.007324	-0.1981047	0.77958741	0.18036408
0.011597	-0.056152	-0.001221	-0.1489057	0.78765405	0.10456482
0.010986	-0.056152	-0.001221	-0.1406969	0.78765405	0.10456482
0.012817	-0.062866	0	-0.1652964	0.87643998	0.0894
0.015259	-0.056152	0.001221	-0.1981047	0.78765405	0.07423518
0.014038	-0.055542	-0.005493	-0.1817005	0.77958741	0.15762306
-0.006714	-0.059204	0.004272	0.09710259	0.8280137	0.03634176

0.013428	-0.045166	0.006104	-0.1735052	0.64237518	0.01358832
0.018311	-0.050049	-0.018311	-0.2391083	0.70694798	0.31682262
0.015869	-0.047607	0.001221	-0.2063	0.67465497	0.07423518
0.015869	-0.045166	0.004272	-0.2063	0.64237518	0.03634176
0.0177	-0.040283	-0.00061	-0.2308995	0.57780239	0.0969762
0.014038	-0.037842	0.00061	-0.1817005	0.54552261	0.0818238
0.012817	-0.0354	0.001831	-0.1652964	0.5132296	0.06665898
0.013428	-0.032959	0.003052	-0.1735052	0.48094982	0.05149416
0.005493	-0.024414	0.003662	-0.0668985	0.36795074	0.04391796
0.010376	-0.020142	0.004272	-0.1325016	0.31145781	0.03634176
0.009766	-0.014038	0.003052	-0.1243062	0.23073851	0.05149416
0.008545	-0.010986	0.003662	-0.1079021	0.19037886	0.04391796
0.005493	-0.009766	0.003662	-0.0668985	0.17424558	0.04391796
0.002441	0	0.002441	-0.0258948	0.0451	0.05908278
0	0.00061	0	0.0069	0.03703336	0.0894
0	0.002441	0.003052	0.0069	0.01282022	0.05149416
-0.003052	0.009155	0	0.04790362	-0.0759657	0.0894
0.001221	0.009766	0.003052	-0.0095041	-0.0840456	0.05149416
-0.004883	0.014648	0.003662	0.07250311	-0.1486052	0.04391796
-0.007935	0.01709	-0.007324	0.11350673	-0.1808982	0.18036408
-0.012207	0.019531	0.003662	0.17090105	-0.2131779	0.04391796
-0.012207	0.020752	0.006714	0.17090105	-0.2293244	0.00601212
-0.009766	0.020142	0.001831	0.13810621	-0.2212578	0.06665898
-0.014038	0.021973	0.001221	0.19550053	-0.245471	0.07423518
-0.016479	0.031738	0	0.22829537	-0.3746033	0.0894
0.010986	0.0354	0.00061	-0.1406969	-0.4230296	0.0818238
-0.018311	0.040894	0.003662	0.25290829	-0.4956823	0.04391796
-0.013428	0.045166	0.003052	0.18730518	-0.5521752	0.05149416
-0.016479	0.045166	0.003052	0.22829537	-0.5521752	0.05149416
-0.018921	0.050049	0.011597	0.26110364	-0.616748	-0.0546347
-0.018921	0.055542	0.002441	0.26110364	-0.6893874	0.05908278
-0.015259	0.056152	0.032959	0.21190467	-0.697454	-0.3199508
-0.0177	0.060425	0	0.2446995	-0.7539602	0.0894
-0.015869	0.064087	-0.001831	0.22010002	-0.8023865	0.11214102
-0.01709	0.066528	-0.003052	0.23650415	-0.8346663	0.12730584
-0.012817	0.064697	-0.00061	0.1790964	-0.8104531	0.0969762
-0.015259	0.065918	0	0.21190467	-0.8265996	0.0894
-0.014648	0.062256	0	0.20369588	-0.7781733	0.0894
-0.011597	0.061035	0.001221	0.1627057	-0.7620268	0.07423518
-0.015259	0.057983	0	0.21190467	-0.7216672	0.0894
-0.014648	0.060425	-0.001221	0.20369588	-0.7539602	0.10456482
-0.0177	0.055542	-0.007935	0.2446995	-0.6893874	0.1879527

-0.014038	0.05188	0.011597	0.19550053	-0.6409611	-0.0546347
-0.015869	0.048828	0.007935	0.22010002	-0.6006015	-0.0091527
-0.020142	0.042725	-0.003662	0.27750777	-0.5198954	0.13488204
-0.018921	0.03418	-0.006714	0.26110364	-0.4068963	0.17278788
-0.023804	0.029297	0.00061	0.32670674	-0.3423235	0.0818238
-0.018311	0.020142	-0.00061	0.25290829	-0.2212578	0.0969762
-0.022583	0.021973	-0.001221	0.31030261	-0.245471	0.10456482
-0.018921	0.009766	-0.001221	0.26110364	-0.0840456	0.10456482
-0.018921	0	-0.001831	0.26110364	0.0451	0.11214102
-0.018311	-0.002441	-0.001831	0.25290829	0.07737978	0.11214102
-0.016479	-0.007935	0.00061	0.22829537	0.15003244	0.0818238
-0.014648	-0.0177	-0.012817	0.20369588	0.2791648	0.24858714
-0.011597	-0.023193	-0.001221	0.1627057	0.35180423	0.10456482
-0.008545	-0.025635	-0.001221	0.12170208	0.38409724	0.10456482
-0.009155	-0.026245	-0.001221	0.12989743	0.39216388	0.10456482
-0.016479	-0.030518	0.001831	0.22829537	0.44867003	0.06665898
-0.006714	-0.037231	0.00061	0.09710259	0.53744274	0.0818238
-0.005493	-0.038452	0	0.08069846	0.55358925	0.0894
-0.004272	-0.039673	0.00061	0.06429432	0.56973575	0.0818238
0.001221	-0.048218	-0.004272	-0.0095041	0.68273483	0.14245824
0.001221	-0.05249	-0.00061	-0.0095041	0.73922776	0.0969762
0.003662	-0.056763	-0.019531	-0.042299	0.79573391	0.33197502
0.004883	-0.055542	-0.001221	-0.0587031	0.77958741	0.10456482
0.003662	-0.059814	0	-0.042299	0.83608034	0.0894
0.002441	-0.061035	-0.001221	-0.0258948	0.85222684	0.10456482
0.004883	-0.061646	-0.008545	-0.0587031	0.8603067	0.1955289
0.006714	-0.064087	0	-0.0833026	0.89258649	0.0894
0.007324	-0.066528	0.004272	-0.0914979	0.92486627	0.03634176
0.009155	-0.106201	0.00061	-0.1160974	1.44950202	0.0818238
0.008545	-0.065308	0.002441	-0.1079021	0.90873299	0.05908278
0.007324	-0.039673	-0.001831	-0.0914979	0.56973575	0.11214102
0.008545	-0.062866	0.012207	-0.1079021	0.87643998	-0.0622109
0.006714	-0.061035	-0.00061	-0.0833026	0.85222684	0.0969762
0.012207	-0.062256	-0.013428	-0.157101	0.86837334	0.25617576
0.012817	-0.061035	0.007324	-0.1652964	0.85222684	-0.0015641
0.008545	-0.057373	0	-0.1079021	0.80380055	0.0894
0.010986	-0.067749	0.002441	-0.1406969	0.94101278	0.05908278
0.009766	-0.060425	0	-0.1243062	0.8441602	0.0894
0.010986	-0.053101	0.003662	-0.1406969	0.74730762	0.04391796
-0.003662	-0.049438	0.002441	0.05609897	0.69886811	0.05908278
0.014648	-0.024414	0	-0.1898959	0.36795074	0.0894
0.008545	-0.042114	0.003662	-0.1079021	0.60201554	0.04391796



0.01709	-0.041504	0.00061	-0.2227042	0.5939489	0.0818238
0.015259	-0.032349	-0.012207	-0.1981047	0.47288318	0.24101094
0.011597	-0.036621	0	-0.1489057	0.5293761	0.0894
0.013428	-0.025635	0.004883	-0.1735052	0.38409724	0.02875314
0.015259	-0.01709	0.003052	-0.1981047	0.27109816	0.05149416
0.012207	-0.011597	0.004272	-0.157101	0.19845873	0.03634176
0.010376	-0.007324	0.006104	-0.1325016	0.14195258	0.01358832
-0.011597	0.00061	0.016479	0.1627057	0.03703336	-0.1152692
0.010986	0.003052	0	-0.1406969	0.00474035	0.0894
0.003662	0.009766	0.001221	-0.042299	-0.0840456	0.07423518
0.006104	0.009766	0.003052	-0.0751072	-0.0840456	0.05149416
0.004883	0.016479	0.005493	-0.0587031	-0.1728183	0.02117694
-0.00061	0.021973	0.003052	0.01509535	-0.245471	0.05149416
-0.00061	0.025024	0.004272	0.01509535	-0.2858174	0.03634176
-0.004883	0.025024	0.006104	0.07250311	-0.2858174	0.01358832
-0.007935	0.030518	-0.00061	0.11350673	-0.35847	0.0969762
-0.012207	0.031128	0.003052	0.17090105	-0.3665367	0.05149416
0.032959	0.033569	0.004272	-0.4359042	-0.3988165	0.03634176
-0.012817	0.037842	0.00061	0.1790964	-0.4553226	0.0818238
-0.012817	0.040283	0.003052	0.1790964	-0.4876024	0.05149416
-0.015259	0.03479	0.002441	0.21190467	-0.414963	0.05908278
-0.018921	0.05188	0	0.26110364	-0.6409611	0.0894
-0.01709	0.055542	0.004272	0.23650415	-0.6893874	0.03634176
-0.020142	0.060425	0.001831	0.27750777	-0.7539602	0.06665898
-0.019531	0.064087	0.002441	0.26929899	-0.8023865	0.05908278
-0.016479	0.066528	0.001221	0.22829537	-0.8346663	0.07423518
-0.015869	0.070801	0.002441	0.22010002	-0.8911724	0.05908278
-0.015259	0.075073	0.001221	0.21190467	-0.9476654	0.07423518
-0.018921	0.077515	-0.001221	0.26110364	-0.9799584	0.10456482
0.028076	0.076294	-0.001831	-0.3703011	-0.9638119	0.11214102
-0.018311	0.077515	0.00061	0.25290829	-0.9799584	0.0818238
-0.013428	0.078735	0.003052	0.18730518	-0.9960916	0.05149416
-0.016479	0.076904	0.003662	0.22829537	-0.9718785	0.04391796
-0.016479	0.073853	0	0.22829537	-0.9315321	0.0894
-0.015869	0.070801	0	0.22010002	-0.8911724	0.0894
-0.021362	0.072632	0.009766	0.29389847	-0.9153856	-0.0318937
-0.018921	0.06958	0	0.26110364	-0.8750259	0.0894
-0.018921	0.064697	-0.001221	0.26110364	-0.8104531	0.10456482
-0.018921	0.060425	-0.003662	0.26110364	-0.7539602	0.13488204
-0.020142	0.057983	0.026855	0.27750777	-0.7216672	-0.2441391
-0.021362	0.050049	-0.002441	0.29389847	-0.616748	0.11971722
-0.023193	0.039063	0	0.31849796	-0.4714691	0.0894

-0.026245	0.030518	0.001221	0.35950158	-0.35847	0.07423518
-0.018311	0.025024	0.005493	0.25290829	-0.2858174	0.02117694
-0.021973	0.019531	0	0.30210726	-0.2131779	0.0894
-0.021362	0.006104	-0.00061	0.29389847	-0.0356193	0.0969762
-0.018311	0.001831	-0.001221	0.25290829	0.02088686	0.10456482
-0.0177	-0.003662	-0.002441	0.2446995	0.09352629	0.11971722
-0.015259	-0.014648	-0.003662	0.21190467	0.23880515	0.13488204
-0.003662	-0.022583	-0.001221	0.05609897	0.34373759	0.10456482
-0.009766	-0.028687	0	0.13810621	0.42445689	0.0894
-0.010376	-0.03479	-0.010376	0.14630156	0.50516296	0.21826992
-0.007935	-0.03418	-0.001221	0.11350673	0.49709632	0.10456482
-0.006104	-0.042725	0	0.08890724	0.6100954	0.0894
-0.007935	-0.050659	-0.001831	0.11350673	0.71501462	0.11214102
-0.002441	-0.050659	-0.001831	0.03969484	0.71501462	0.11214102
-0.003052	-0.058594	0.006714	0.04790362	0.81994706	0.00601212
-0.007935	-0.063477	-0.002441	0.11350673	0.88451985	0.11971722
0.002441	-0.07019	-0.003052	-0.0258948	0.97329256	0.12730584
-0.004272	-0.07019	0	0.06429432	0.97329256	0.0894
0.005493	-0.073853	-0.00061	-0.0668985	1.02173207	0.0969762
0.007935	-0.079346	0.001221	-0.0997067	1.0943715	0.07423518
0.008545	-0.079346	0	-0.1079021	1.0943715	0.0894
0.009766	-0.081787	0	-0.1243062	1.12665129	0.0894
0.009766	-0.082397	-0.001221	-0.1243062	1.13471793	0.10456482
-0.032349	-0.084229	0.001831	0.44150882	1.1589443	0.06665898
0.007935	-0.08667	-0.00061	-0.0997067	1.19122408	0.0818238
0.009155	-0.083618	-0.003052	-0.1160974	1.15086443	0.12730584
0.008545	-0.089111	0	-0.1079021	1.22350386	0.0894
0.008545	-0.083008	0	-0.1079021	1.14279779	0.0894
0.010376	-0.084839	0.001831	-0.1325016	1.16701094	0.06665898
0.009766	-0.085449	0.003662	-0.1243062	1.17507758	0.04391796
0.009766	-0.083008	0.003052	-0.1243062	1.14279779	0.05149416
0.010376	-0.083618	0.002441	-0.1325016	1.15086443	0.05908278
0.010986	-0.082397	0.003052	-0.1406969	1.13471793	0.05149416
0.006714	-0.075073	0.003662	-0.0833026	1.03786535	0.04391796
0.012207	-0.073242	0.00061	-0.157101	1.01365221	0.0818238
0.010986	-0.070801	0	-0.1406969	0.98137242	0.0894
0.013428	-0.064087	0.001831	-0.1735052	0.89258649	0.06665898
0.011597	-0.063477	0.004883	-0.1489057	0.88451985	0.02875314
0.010376	-0.054321	0.004883	-0.1325016	0.7634409	0.02875314
0.012207	-0.05127	0.007324	-0.157101	0.72309448	-0.0015641
0.010986	-0.044556	0.003662	-0.1406969	0.63430854	0.04391796
0.011597	-0.029907	0.004272	-0.1489057	0.44059017	0.03634176

0.014038	-0.039673	0.002441	-0.1817005	0.56973575	0.05908278
0.010376	-0.021362	0.003662	-0.1325016	0.32759109	0.04391796
0.010986	-0.018311	0.003662	-0.1406969	0.28724466	0.04391796
0.030518	-0.025635	-0.001221	-0.4031093	0.38409724	0.10456482
0.010376	-0.008545	0.002441	-0.1325016	0.15809908	0.05908278
0.004272	-0.002441	0.003052	-0.0504943	0.07737978	0.05149416
0.001221	0.00061	0.003662	-0.0095041	0.03703336	0.04391796
0.006104	0.023193	0.03479	-0.0751072	-0.2616042	-0.3426918
0.001831	0.012817	0.004272	-0.0176995	-0.124392	0.03634176
0.006714	0.018311	0.008545	-0.0833026	-0.1970447	-0.0167289
-0.009155	0.021362	0.004883	0.12989743	-0.2373911	0.02875314
-0.007935	0.021973	0.006714	0.11350673	-0.245471	0.00601212
-0.012817	0.03418	0.001831	0.1790964	-0.4068963	0.06665898
-0.009766	0.031738	0	0.13810621	-0.3746033	0.0894
-0.013428	0.025024	0.002441	0.18730518	-0.2858174	0.05908278
-0.015259	0.045776	0.004883	0.21190467	-0.5602418	0.02875314
-0.014648	0.050049	-0.006104	0.20369588	-0.616748	0.16521168
-0.032349	0.054321	0.005493	0.44150882	-0.6732409	0.02117694
-0.015259	0.059204	0.001831	0.21190467	-0.7378137	0.06665898
-0.019531	0.067749	0.001831	0.26929899	-0.8508128	0.06665898
-0.015259	0.061646	0.003662	0.21190467	-0.7701067	0.04391796
-0.014038	0.07019	0.006714	0.19550053	-0.8830926	0.00601212
-0.015869	0.068359	0	0.22010002	-0.8588794	0.0894
-0.014648	0.080566	0.002441	0.20369588	-1.0203048	0.05908278
-0.018311	0.084229	-0.002441	0.25290829	-1.0687443	0.11971722
-0.015869	0.08728	0.002441	0.22010002	-1.1090907	0.05908278
-0.003052	0.08606	0.002441	0.04790362	-1.0929574	0.05908278
-0.013428	0.089722	0.032959	0.18730518	-1.1413837	-0.3199508
-0.012207	0.089111	0.001831	0.17090105	-1.1333039	0.06665898
-0.014648	0.084839	0.002441	0.20369588	-1.0768109	0.05908278
-0.013428	0.083618	0.003052	0.18730518	-1.0606644	0.05149416
-0.018311	0.084839	-0.00061	0.25290829	-1.0768109	0.0969762
-0.016479	0.082397	-0.003052	0.22829537	-1.0445179	0.12730584
-0.020142	0.079346	0.0177	0.27750777	-1.0041715	-0.130434
-0.020752	0.072021	0	0.28570312	-0.9073057	0.0894
-0.021362	0.06958	-0.00061	0.29389847	-0.8750259	0.0969762
-0.023804	0.061035	0	0.32670674	-0.7620268	0.0894
-0.023193	0.053711	-0.001221	0.31849796	-0.6651743	0.10456482
-0.027466	0.042725	-0.00061	0.37590571	-0.5198954	0.0969762
-0.028687	0.040283	0	0.39230985	-0.4876024	0.0894
-0.023804	0.029297	-0.001831	0.32670674	-0.3423235	0.11214102
-0.024414	0.025024	0	0.33490209	-0.2858174	0.0894

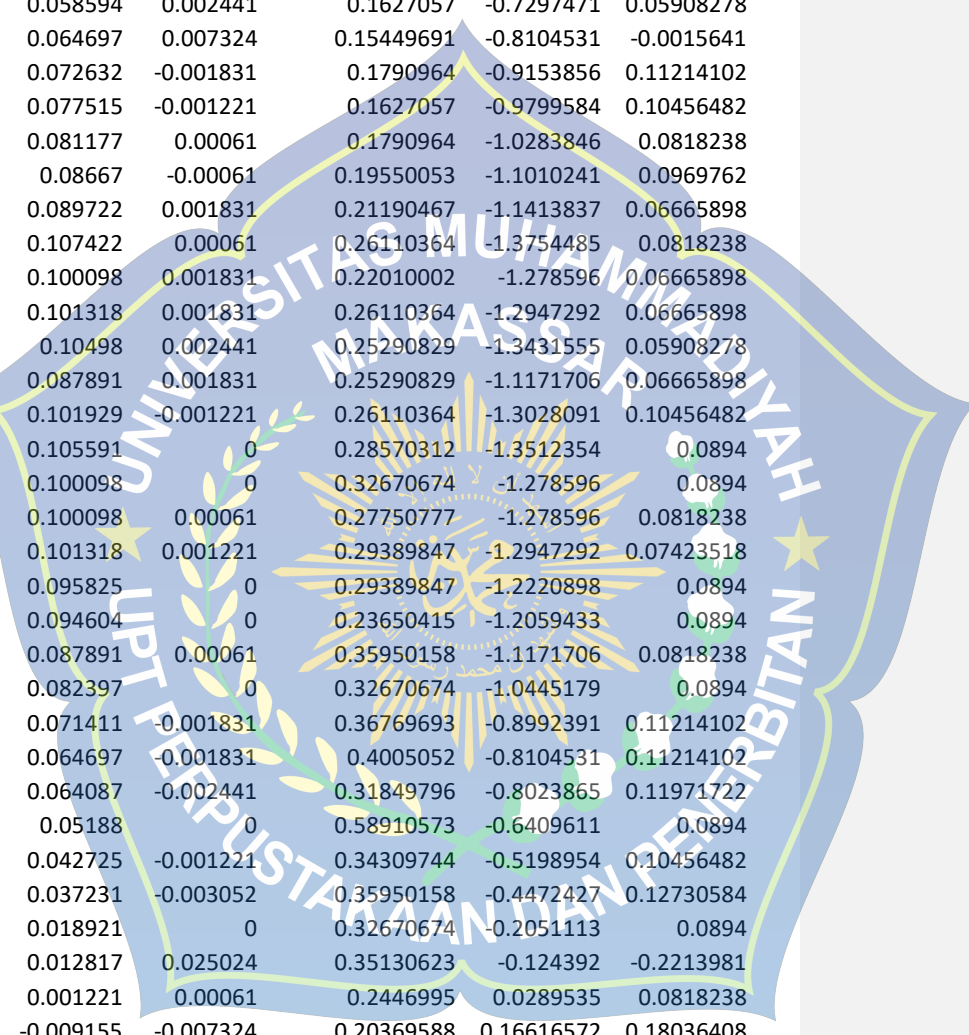
-0.021973	0.014038	-0.003662	0.30210726	-0.1405385	0.13488204
-0.022583	0.005493	-0.00061	0.31030261	-0.0275394	0.0969762
-0.015869	-0.003662	-0.001221	0.22010002	0.09352629	0.10456482
-0.014648	-0.014648	-0.004883	0.20369588	0.23880515	0.15004686
-0.015869	-0.023193	-0.001831	0.22010002	0.35180423	0.11214102
-0.015259	-0.026245	0	0.21190467	0.39216388	0.0894
-0.009766	-0.028687	-0.00061	0.13810621	0.42445689	0.0969762
-0.006104	-0.038452	0.001831	0.08890724	0.55358925	0.0665898
-0.008545	-0.042114	0	0.12170208	0.60201554	0.0894
-0.003052	-0.046387	0.003052	0.04790362	0.65852169	0.05149416
-0.003052	-0.054932	-0.003662	0.04790362	0.77152077	0.13488204
0.001831	-0.063477	-0.003052	-0.0176995	0.88451985	0.12730584
0.003662	-0.066528	-0.003052	-0.042299	0.92486627	0.12730584
0.002441	-0.067139	-0.001221	-0.0258948	0.93294614	0.10456482
0.008545	-0.072632	0	-0.1079021	1.00558557	0.0894
0.006714	-0.079956	-0.002441	-0.0833026	1.10243814	0.11971722
0.012207	-0.081177	0	-0.157101	1.11858465	0.0894
0.020752	-0.085449	0.002441	-0.2719031	1.17507758	0.05908278
0.014038	-0.08728	0.001221	-0.1817005	1.19929072	0.07423518
0.013428	-0.092163	0.018921	-0.1735052	1.26386351	-0.1455988
0.007935	-0.095215	-0.002441	-0.0997067	1.30422316	0.11971722
0.020752	-0.089722	-0.001831	-0.2719031	1.23158373	0.11214102
0.010376	-0.092773	0	-0.1325016	1.27193015	0.0894
0.012207	-0.089111	-0.006104	-0.157101	1.22350386	0.16521168
0.012207	-0.093384	0.004272	-0.157101	1.28001002	0.03634176
0.010376	-0.089111	-0.004272	-0.1325016	1.22350386	0.14245824
0.010376	-0.093384	0.004272	-0.1325016	1.28001002	0.03634176
0.007935	-0.093384	0.015259	-0.0997067	1.28001002	-0.1001168
0.012207	-0.089722	0.006714	-0.157101	1.23158373	0.00601212
0.003662	-0.08606	0.001221	-0.042299	1.18315744	0.07423518
0.009766	-0.083618	0.001831	-0.1243062	1.15086443	0.0665898
0.010986	-0.077515	-0.003662	-0.1406969	1.07015836	0.13488204
0.012207	-0.073242	0.003052	-0.157101	1.01365221	0.05149416
-0.009155	-0.067749	0.001831	0.12989743	0.94101278	0.0665898
0.010376	-0.062256	0.003052	-0.1325016	0.86837334	0.05149416
0.010986	-0.056152	0.004883	-0.1406969	0.78765405	0.02875314
0.010376	-0.03479	0.003052	-0.1325016	0.50516296	0.05149416
0.01709	-0.036011	0.003662	-0.2227042	0.52130946	0.04391796
0.012207	-0.027466	0.003052	-0.157101	0.40831038	0.05149416
0.010376	-0.0177	0	-0.1325016	0.2791648	0.0894
0.009766	-0.057373	0.001831	-0.1243062	0.80380055	0.0665898
0.007324	-0.001831	0.014038	-0.0914979	0.06931314	-0.084952

0.006714	0.002441	0.003662	-0.0833026	0.01282022	0.04391796
0.005493	0.007324	0.003662	-0.0668985	-0.0517526	0.04391796
0.004272	0.015869	0.003052	-0.0504943	-0.1647517	0.05149416
0.003662	0.027466	0.014038	-0.042299	-0.3181104	-0.084952
0.001831	0.033569	0.001221	-0.0176995	-0.3988165	0.07423518
-0.002441	0.037842	0.003052	0.03969484	-0.4553226	0.05149416
-0.005493	0.046997	0.003662	0.08069846	-0.5763883	0.04391796
-0.006714	0.05188	0.001221	0.09710259	-0.6409611	0.07423518
-0.004883	0.058594	0.00061	0.07250311	-0.7297471	0.0818238
-0.008545	0.062866	-0.014648	0.12170208	-0.78624	0.27132816
-0.010986	0.068359	0.003662	0.15449691	-0.8588794	0.04391796
-0.013428	0.079956	0.005493	0.18730518	-1.0122381	0.02117694
-0.014038	0.092163	0.002441	0.19550053	-1.1736635	0.05908278
-0.0177	0.093994	0.001831	0.2446995	-1.1978767	0.06665898
-0.015259	0.098267	0.002441	0.21190467	-1.2543828	0.05908278
-0.0177	0.105591	0.002441	0.2446995	-1.3512354	0.05908278
-0.01709	0.108032	-0.00061	0.23650415	-1.3835152	0.0969762
-0.014648	0.112305	-0.001831	0.20369588	-1.4400213	0.11214102
-0.01709	0.117798	0	0.23650415	-1.5126608	0.0894
-0.010376	0.12146	0	0.14630156	-1.561087	0.0894
-0.01709	0.123901	0.001831	0.23650415	-1.5933668	0.06665898
-0.012207	0.125732	0.004883	0.17090105	-1.61758	0.02875314
-0.013428	0.123901	0.00061	0.18730518	-1.5933668	0.0818238
-0.012207	0.125122	-0.044556	0.17090105	-1.6095133	0.64278552
-0.013428	0.12146	0	0.18730518	-1.561087	0.0894
-0.0177	0.118408	0.007324	0.2446995	-1.5207274	-0.0015641
-0.015259	0.117798	-0.002441	0.21190467	-1.5126608	0.11971722
-0.0177	0.114136	-0.001831	0.2446995	-1.4642345	0.11214102
-0.016479	0.108032	-0.003052	0.22829537	-1.3835152	0.12730584
-0.018311	0.101318	0	0.25290829	-1.2947292	0.0894
-0.020142	0.098267	-0.002441	0.27750777	-1.2543828	0.11971722
-0.018311	0.08728	0	0.25290829	-1.1090907	0.0894
-0.024414	0.083618	-0.00061	0.33490209	-1.0606644	0.0969762
-0.023193	0.065918	-0.001831	0.31849796	-0.8265996	0.11214102
-0.026855	0.053101	0.001221	0.36769693	-0.6571076	0.07423518
-0.023804	0.045776	0.002441	0.32670674	-0.5602418	0.05908278
-0.026245	0.036621	-0.003052	0.35950158	-0.4391761	0.12730584
-0.023804	0.023804	-0.003662	0.32670674	-0.2696841	0.13488204
-0.021362	0.015259	-0.001221	0.29389847	-0.156685	0.10456482
-0.020752	0.001831	0.00061	0.28570312	0.02088686	0.0818238
-0.015259	-0.015869	0	0.21190467	0.25495166	0.0894
-0.014648	-0.019531	-0.001831	0.20369588	0.30337794	0.11214102

-0.014648	-0.020142	0.00061	0.20369588	0.31145781	0.0818238
-0.011597	-0.031128	0.002441	0.1627057	0.45673667	0.05908278
-0.012817	-0.039063	0	0.1790964	0.56166911	0.0894
-0.011597	-0.047607	-0.001221	0.1627057	0.67465497	0.10456482
-0.009766	-0.053711	-0.003052	0.13810621	0.75537426	0.12730584
-0.004883	-0.059204	-0.001221	0.07250311	0.8280137	0.10456482
-0.002441	-0.064087	0	0.03969484	0.89258649	0.0894
-0.006104	-0.072632	0.00061	0.08890724	1.00558557	0.0818238
0.003052	-0.072632	-0.00061	-0.0341036	1.00558557	0.0969762
0.012207	-0.081787	-0.003052	-0.157101	1.12665129	0.12730584
0.006714	-0.088501	-0.00061	-0.0833026	1.21543722	0.0969762
0.006104	-0.090332	-0.004272	-0.0751072	1.23965037	0.14245824
0.010986	-0.094604	0.003662	-0.1406969	1.2961433	0.04391796
0.012207	-0.098877	0.001221	-0.157101	1.35264945	0.07423518
0.012207	-0.101929	0	-0.157101	1.3930091	0.0894
0.013428	-0.107422	-0.00061	-0.1735052	1.46564853	0.0969762
0.012207	-0.105591	0	-0.157101	1.44143538	0.0894
0.03418	-0.106812	0.001221	-0.4523083	1.45758189	0.07423518
0.010376	-0.108032	0	-0.1325016	1.47371517	0.0894
0.014038	-0.106201	0.001221	-0.1817005	1.44950202	0.07423518
0.010986	-0.108643	0.00061	-0.1406969	1.48179503	0.0818238
0.012207	-0.108032	0.001831	-0.157101	1.47371517	0.06665898
0.010376	-0.110474	0.001831	-0.1325016	1.50600818	0.06665898
0.007935	-0.111694	0.001831	-0.0997067	1.52214146	0.06665898
0.009155	-0.108643	0.001221	-0.1160974	1.48179503	0.07423518
0.006714	-0.101318	0.004272	-0.0833026	1.38492923	0.03634176
0.010376	-0.097656	0.003662	-0.1325016	1.33650294	0.04391796
0.009766	-0.095215	0.007324	-0.1243062	1.30422316	-0.0015641
0.009766	-0.090332	0.001221	-0.1243062	1.23965037	0.07423518
0.011597	-0.083618	0.003052	-0.1489057	1.15086443	0.05149416
0.007324	-0.078125	0.004272	-0.0914979	1.078225	0.03634176
0.037231	-0.075073	0.001221	-0.4932985	1.03786535	0.07423518
0.010986	-0.059814	0.014648	-0.1406969	0.83608034	-0.0925282
0.009155	-0.053711	0.008545	-0.1160974	0.75537426	-0.0167289
0.012207	-0.043945	0	-0.157101	0.62622868	0.0894
0.009766	-0.03479	0.003662	-0.1243062	0.50516296	0.04391796
0.009155	-0.026855	0.003662	-0.1160974	0.40023052	0.04391796
0.007324	-0.020752	0	-0.0914979	0.31952445	0.0894
0.007935	-0.015259	0.001831	-0.0997067	0.24688502	0.06665898
0	-0.007324	0.002441	0.0069	0.14195258	0.05908278
0.004883	0.003662	0.001831	-0.0587031	-0.0033263	0.06665898
0.004272	0.006104	0.003052	-0.0504943	-0.0356193	0.05149416

0	0.014648	0.003662	0.0069	-0.1486052	0.04391796
0.001831	0.021973	-0.001221	-0.0176995	-0.245471	0.10456482
-0.004883	0.027466	0.001221	0.07250311	-0.3181104	0.07423518
-0.003662	0.032959	0.003052	0.05609897	-0.3907498	0.05149416
-0.006714	0.037231	0.00061	0.09710259	-0.4472427	0.0818238
-0.007935	0.043335	0.009155	0.11350673	-0.527962	-0.0243051
-0.010376	0.057373	0.002441	0.14630156	-0.7136006	0.05908278
-0.013428	0.063477	0.00061	0.18730518	-0.7943198	0.0818238
-0.012817	0.068359	0.001221	0.1790964	-0.8588794	0.07423518
-0.016479	0.076904	0.003052	0.22829537	-0.9718785	0.05149416
-0.015259	0.079346	0.001221	0.21190467	-1.0041715	0.07423518
-0.011597	0.094604	-0.001221	0.1627057	-1.2059433	0.10456482
-0.011597	0.103149	0	0.1627057	-1.3189424	0.0894
-0.004272	0.106201	0.001221	0.06429432	-1.359302	0.07423518
-0.018921	0.125732	0.002441	0.26110364	-1.61758	0.05908278
-0.015259	0.120239	0.00061	0.21190467	-1.5449405	0.0818238
-0.020142	0.123291	0.002441	0.27750777	-1.5853002	0.05908278
-0.015259	0.128174	0	0.21190467	-1.649873	0.0894
-0.015869	0.12207	0	0.22010002	-1.5691537	0.0894
-0.012817	0.133667	0.001221	0.1790964	-1.7225124	0.07423518
-0.015259	0.130005	-0.002441	0.21190467	-1.6740861	0.11971722
-0.019531	0.127563	0	0.26929899	-1.6417931	0.0894
-0.01709	0.111694	0	0.23650415	-1.4319415	0.0894
-0.018311	0.128784	0	0.25290829	-1.6579396	0.0894
-0.01709	0.127563	0	0.23650415	-1.6417931	0.0894
-0.0177	0.115967	-0.00061	0.2446995	-1.4884476	0.0969762
-0.021362	0.115967	0	0.29389847	-1.4884476	0.0894
-0.0177	0.106812	-0.00061	0.2446995	-1.3673819	0.0969762
-0.026855	0.098267	0	0.36769693	-1.2543828	0.0894
-0.023804	0.084229	-0.00061	0.32670674	-1.0687443	0.0969762
-0.023804	0.076904	-0.002441	0.32670674	-0.9718785	0.11971722
-0.022583	0.065308	-0.002441	0.31030261	-0.818533	0.11971722
-0.025024	0.050659	-0.00061	0.34309744	-0.6248146	0.0969762
0.00061	0.041504	0	-0.0012954	-0.5037489	0.0894
-0.022583	0.029297	-0.007935	0.31030261	-0.3423235	0.1879527
-0.024414	0.014648	-0.001221	0.33490209	-0.1486052	0.10456482
-0.0177	0.001221	-0.00061	0.2446995	0.0289535	0.0969762
-0.0177	-0.011597	-0.001831	0.2446995	0.19845873	0.11214102
-0.014038	-0.013428	-0.001221	0.19550053	0.22267187	0.10456482
-0.015869	-0.026855	0.007935	0.22010002	0.40023052	-0.0091527
-0.012207	-0.038452	-0.002441	0.17090105	0.55358925	0.11971722
-0.012207	-0.044556	0.015259	0.17090105	0.63430854	-0.1001168

-0.010376	-0.049438	-0.002441	0.14630156	0.69886811	0.11971722
-0.009766	-0.058594	0.012817	0.13810621	0.81994706	-0.0697871
-0.002441	-0.066528	-0.001831	0.03969484	0.92486627	0.11214102
-0.001221	-0.076294	0.00061	0.02330414	1.05401186	0.0818238
0.002441	-0.080566	0	-0.0258948	1.11050478	0.0894
0.00061	-0.083008	0.003052	-0.0012954	1.14279779	0.05149416
0.006714	-0.08728	0.00061	-0.0833026	1.19929072	0.0818238
0.006714	-0.095215	0.004883	-0.0833026	1.30422316	0.02875314
0.009155	-0.096436	-0.00061	-0.1160974	1.32036966	0.0969762
0.012817	-0.101929	-0.00061	-0.1652964	1.3930091	0.0969762
0.012207	-0.108643	0	-0.157101	1.48179503	0.0894
0.014038	-0.112305	0.003052	-0.1817005	1.53022132	0.05149416
0.007324	-0.110474	0.003052	-0.0914979	1.50600818	0.05149416
0.012817	-0.112305	0.001831	-0.1652964	1.53022132	0.06665898
0.014648	-0.113525	0.002441	-0.1898959	1.5463546	0.05908278
0.013428	-0.112915	0	-0.1735052	1.53828796	0.0894
0.012207	-0.112305	0.002441	-0.157101	1.53022132	0.05908278
0.010986	-0.110474	0.00061	-0.1406969	1.50600818	0.0818238
0.009155	-0.111084	-0.001221	-0.1160974	1.51407482	0.10456482
0.007324	-0.106201	-0.001221	-0.0914979	1.44950202	0.10456482
0.007935	-0.088501	0	-0.0997067	1.21543722	0.0894
0.007324	-0.101318	0.002441	-0.0914979	1.38492923	0.05908278
0.008545	-0.113525	0.003052	-0.1079021	1.5463546	0.05149416
0.010376	-0.093994	0.004272	-0.1325016	1.28807666	0.03634176
0.008545	-0.088501	0.002441	-0.1079021	1.21543722	0.05908278
0.010376	-0.084839	0.003662	-0.1325016	1.16701094	0.04391796
0.006104	-0.080566	0.001831	-0.0751072	1.11050478	0.06665898
0.012207	-0.072021	0.001221	-0.157101	0.9975057	0.07423518
0.009155	-0.062256	0.001831	-0.1160974	0.86837334	0.06665898
0.010986	-0.050659	0.001831	-0.1406969	0.71501462	0.06665898
0.011597	-0.042114	0.002441	-0.1489057	0.60201554	0.05908278
-0.004272	-0.033569	0.004883	0.06429432	0.48901646	0.02875314
0.006104	-0.021362	0.003052	-0.0751072	0.32759109	0.05149416
0.004272	-0.016479	0.018311	-0.0504943	0.2630183	-0.1380226
-0.001831	-0.007324	0.003662	0.03149949	0.14195258	0.04391796
-0.003052	-0.00061	0.003052	0.04790362	0.05316664	0.05149416
0.007935	0.009766	0.005493	-0.0997067	-0.0840456	0.02117694
0.006104	0.016479	0.012207	-0.0751072	-0.1728183	-0.0622109
0.001831	0.020142	0.00061	-0.0176995	-0.2212578	0.0818238
0.004883	0.027466	0	-0.0587031	-0.3181104	0.0894
-0.001831	0.033569	0.001831	0.03149949	-0.3988165	0.06665898
0	0.037842	-0.010376	0.0069	-0.4553226	0.21826992



-0.002441	0.037231	0.004883	0.03969484	-0.4472427	0.02875314
-0.004883	0.045166	0.004883	0.07250311	-0.5521752	0.02875314
-0.004883	0.054932	0.003662	0.07250311	-0.6813208	0.04391796
-0.011597	0.058594	0.002441	0.1627057	-0.7297471	0.05908278
-0.010986	0.064697	0.007324	0.15449691	-0.8104531	-0.0015641
-0.012817	0.072632	-0.001831	0.1790964	-0.9153856	0.11214102
-0.011597	0.077515	-0.001221	0.1627057	-0.9799584	0.10456482
-0.012817	0.081177	0.00061	0.1790964	-1.0283846	0.0818238
-0.014038	0.08667	-0.00061	0.19550053	-1.1010241	0.0969762
-0.015259	0.089722	0.001831	0.21190467	-1.1413837	0.06665898
-0.018921	0.107422	0.00061	0.26110364	-1.3754485	0.0818238
-0.015869	0.100098	0.001831	0.22010002	-1.278596	0.06665898
-0.018921	0.101318	0.001831	0.26110364	-1.2947292	0.06665898
-0.018311	0.10498	0.002441	0.25290829	-1.3431555	0.05908278
-0.018311	0.087891	0.001831	0.25290829	-1.1171706	0.06665898
-0.018921	0.101929	-0.001221	0.26110364	-1.3028091	0.10456482
-0.020752	0.105591	0	0.28570312	-1.3512354	0.0894
-0.023804	0.100098	0	0.32670674	-1.278596	0.0894
-0.020142	0.100098	0.00061	0.27750777	-1.278596	0.0818238
-0.021362	0.101318	0.001221	0.29389847	-1.2947292	0.07423518
-0.021362	0.095825	0	0.29389847	-1.2220898	0.0894
-0.01709	0.094604	0	0.23650415	-1.2059433	0.0894
-0.026245	0.087891	0.00061	0.35950158	-1.1171706	0.0818238
-0.023804	0.082397	0	0.32670674	-1.0445179	0.0894
-0.026855	0.071411	-0.001831	0.36769693	-0.8992391	0.11214102
-0.029297	0.064697	-0.001831	0.4005052	-0.8104531	0.11214102
-0.023193	0.064087	-0.002441	0.31849796	-0.8023865	0.11971722
-0.043335	0.05188	0	0.58910573	-0.6409611	0.0894
-0.025024	0.042725	-0.001221	0.34309744	-0.5198954	0.10456482
-0.026245	0.037231	-0.003052	0.35950158	-0.4472427	0.12730584
-0.023804	0.018921	0	0.32670674	-0.2051113	0.0894
-0.025635	0.012817	0.025024	0.35130623	-0.124392	-0.2213981
-0.0177	0.001221	0.00061	0.2446995	0.0289535	0.0818238
-0.014648	-0.009155	-0.007324	0.20369588	0.16616572	0.18036408
-0.014648	-0.014648	0	0.20369588	0.23880515	0.0894
-0.010376	-0.025635	-0.003662	0.14630156	0.38409724	0.13488204
-0.012817	-0.03418	-0.001221	0.1790964	0.49709632	0.10456482
-0.006714	-0.039673	0	0.09710259	0.56973575	0.0894
-0.005493	-0.048828	0.001221	0.08069846	0.69080147	0.07423518
0.00061	-0.055542	0.001221	-0.0012954	0.77958741	0.07423518
-0.002441	-0.061646	0	0.03969484	0.8603067	0.0894
0.004883	-0.065308	0	-0.0587031	0.90873299	0.0894

0.003052	-0.067139	0.001221	-0.0341036	0.93294614	0.07423518
0.003662	-0.070801	0.009766	-0.042299	0.98137242	-0.0318937
0.010376	-0.076294	-0.002441	-0.1325016	1.05401186	0.11971722
0.020752	-0.079956	-0.003052	-0.2719031	1.10243814	0.12730584
0.013428	-0.084839	-0.001221	-0.1735052	1.16701094	0.10456482
0.012817	-0.08728	0.002441	-0.1652964	1.19929072	0.05908278
0.012207	-0.095825	-0.004272	-0.157101	1.3122898	0.14245824
0.0177	-0.095825	0.001221	-0.2308995	1.3122898	0.07423518
0.012817	-0.096436	0.001221	-0.1652964	1.32036966	0.07423518
0.015259	-0.098877	-0.009155	-0.1981047	1.35264945	0.2031051
0.015869	-0.099487	0.001221	-0.2063	1.36071609	0.07423518
0.028076	-0.098267	0.004272	-0.3703011	1.34458281	0.03634176
0.011597	-0.097656	0.00061	-0.1489057	1.33650294	0.0818238
0.010376	-0.097046	0	-0.1325016	1.3284363	0.0894
0.012817	-0.097046	0.001831	-0.1652964	1.3284363	0.06665898
0.004272	-0.091553	0.001831	-0.0504943	1.25579687	0.06665898
0.007935	-0.088501	0.004883	-0.0997067	1.21543722	0.02875314
0.012207	-0.082397	0.007935	-0.157101	1.13471793	-0.0091527
0.007324	-0.079346	0.003052	-0.0914979	1.0943715	0.05149416
0.008545	-0.074463	0.001831	-0.1079021	1.02979871	0.06665898
0.008545	-0.070801	0.003662	-0.1079021	0.98137242	0.04391796
0.010376	-0.065918	0.003662	-0.1325016	0.91679963	0.04391796
0.007324	-0.064697	-0.00061	-0.0914979	0.90065313	0.0969762
0.011597	-0.05127	0.00061	-0.1489057	0.72309448	0.0818238
0.010986	-0.0354	0.00061	-0.1406969	0.5132296	0.0818238
0.011597	-0.038452	0.007935	-0.1489057	0.55358925	-0.0091527
0.011597	-0.028687	0.001221	-0.1489057	0.42445689	0.07423518
0.010376	-0.019531	-0.00061	-0.1325016	0.30337794	0.0969762
0.014648	-0.016479	0.003662	-0.1898959	0.2630183	0.04391796
0.010986	-0.005493	-0.010376	-0.1406969	0.11773943	0.21826992
0.014038	-0.00061	0.004272	-0.1817005	0.05316664	0.03634176
0.013428	0.010986	0.007935	-0.1735052	-0.1001789	-0.0091527
0.009155	0.0177	0	-0.1160974	-0.1889648	0.0894
0.011597	0.023193	0.006714	-0.1489057	-0.2616042	0.00601212
0.006714	0.028687	0.001831	-0.0833026	-0.3342569	0.06665898
0.005493	0.0354	0.002441	-0.0668985	-0.4230296	0.05908278
0.012817	0.040283	0.001831	-0.1652964	-0.4876024	0.06665898
0	0.043945	0.014038	0.0069	-0.5360287	-0.084952
-0.001221	0.050049	0.001831	0.02330414	-0.616748	0.06665898
-0.004883	0.055542	0.003662	0.07250311	-0.6893874	0.04391796
-0.010376	0.061035	0.00061	0.14630156	-0.7620268	0.0818238
-0.011597	0.064087	0	0.1627057	-0.8023865	0.0894

-0.009155	0.065308	-0.001221	0.12989743	-0.818533	0.10456482
-0.014648	0.073242	0	0.20369588	-0.9234522	0.0894
-0.018311	0.073853	0.001831	0.25290829	-0.9315321	0.06665898
-0.016479	0.074463	0.00061	0.22829537	-0.9395987	0.0818238
-0.020752	0.075684	0.00061	0.28570312	-0.9557452	0.0818238
-0.021362	0.082397	0.001831	0.29389847	-1.0445179	0.06665898
-0.027466	0.083008	0.001831	0.37590571	-1.0525978	0.06665898
-0.023193	0.08728	0.003052	0.31849796	-1.1090907	0.05149416
-0.023193	0.085449	0.013428	0.31849796	-1.0848776	-0.0773758
-0.025635	0.08667	-0.012817	0.35130623	-1.1010241	0.24858714
-0.025024	0.08728	-0.001221	0.34309744	-1.1090907	0.10456482
-0.026855	0.083618	0.001221	0.36769693	-1.0606644	0.07423518
-0.022583	0.078125	0	0.31030261	-0.988025	0.0894
-0.026855	0.082397	-0.003052	0.36769693	-1.0445179	0.12730584
-0.015869	0.077515	0.001221	0.22010002	-0.9799584	0.07423518
-0.018921	0.073853	-0.00061	0.26110364	-0.9315321	0.0969762
-0.020752	0.073242	0.00061	0.28570312	-0.9234522	0.0818238
-0.015259	0.065918	0	0.21190467	-0.8265996	0.0894
-0.023193	0.061646	0.001831	0.31849796	-0.7701067	0.06665898
-0.021973	0.057983	-0.001831	0.30210726	-0.7216672	0.11214102
-0.020752	0.050049	-0.002441	0.28570312	-0.616748	0.11971722
-0.021362	0.050049	-0.003052	0.29389847	-0.616748	0.12730584
-0.019531	0.039063	0.001221	0.26929899	-0.4714691	0.07423518
-0.022583	0.0354	-0.00061	0.31030261	-0.4230296	0.0969762
-0.019531	0.028687	0	0.26929899	-0.3342569	0.0894
-0.022583	0.016479	0.00061	0.31030261	-0.1728183	0.0818238
-0.0177	0.012207	0.00061	0.2446995	-0.1163254	0.0818238
-0.014038	0.002441	-0.00061	0.19550053	0.01282022	0.0969762
-0.014648	-0.009155	-0.002441	0.20369588	0.16616572	0.11971722
-0.015259	-0.005493	-0.00061	0.21190467	0.11773943	0.0969762
-0.011597	-0.01709	0	0.1627057	0.27109816	0.0894
-0.014648	-0.025635	0.009766	0.20369588	0.38409724	-0.0318937
-0.012207	-0.032959	0.00061	0.17090105	0.48094982	0.0818238
-0.007324	-0.048218	-0.00061	0.10529794	0.68273483	0.0969762
-0.003052	-0.039673	0	0.04790362	0.56973575	0.0894
-0.003662	-0.046997	0.003052	0.05609897	0.66658833	0.05149416
0	-0.050659	0.00061	0.0069	0.71501462	0.0818238
0.00061	-0.039063	0.00061	-0.0012954	0.56166911	0.0818238
0.003052	-0.055542	0	-0.0341036	0.77958741	0.0894
0.002441	-0.060425	-0.001831	-0.0258948	0.8441602	0.11214102
0.007324	-0.061646	0	-0.0914979	0.8603067	0.0894
0.011597	-0.072021	0.001831	-0.1489057	0.9975057	0.06665898

0.011597	-0.071411	0.003662	-0.1489057	0.98943906	0.04391796
0.013428	-0.075684	0.001831	-0.1735052	1.04594522	0.06665898
0.012817	-0.082397	0.001831	-0.1652964	1.13471793	0.06665898
0.014038	-0.075073	0.001221	-0.1817005	1.03786535	0.07423518
0.010376	-0.072632	0.002441	-0.1325016	1.00558557	0.05908278
0.014648	-0.081787	0.001221	-0.1898959	1.12665129	0.07423518
0.011597	-0.082397	0.00061	-0.1489057	1.13471793	0.0818238
-0.005493	-0.081787	-0.001831	0.08069846	1.12665129	0.11214102
0.012207	-0.081177	0.00061	-0.157101	1.11858465	0.0818238
0.009766	-0.082397	0.002441	-0.1243062	1.13471793	0.05908278
0.010376	-0.082397	-0.004272	-0.1325016	1.13471793	0.14245824
0.009766	-0.077515	0.003052	-0.1243062	1.07015836	0.05149416
0.010986	-0.065308	0.001831	-0.1406969	0.90873299	0.06665898
0.008545	-0.071411	0.006714	-0.1079021	0.98943906	0.00601212
0.008545	-0.066528	0.002441	-0.1079021	0.92486627	0.05908278
0.010986	-0.061646	0.014038	-0.1406969	0.8603067	-0.084952
0.009155	-0.045776	0.001221	-0.1160974	0.65044182	0.07423518
0.009155	-0.056152	0.002441	-0.1160974	0.78765405	0.05908278
0.014038	-0.053101	0.003052	-0.1817005	0.74730762	0.05149416
0.012207	-0.042114	0.014648	-0.157101	0.60201554	-0.0925282
0.015259	-0.037842	0.002441	-0.1981047	0.54552261	0.05908278
0.027466	-0.028076	0.002441	-0.3621057	0.41637702	0.05908278
0.01709	-0.022583	0.003052	-0.2227042	0.34373759	0.05149416
0.013428	-0.018311	0.003052	-0.1735052	0.28724466	0.05149416
0.014648	-0.0177	0.003052	-0.1898959	0.2791648	0.05149416
0.019531	-0.010986	0.003662	-0.255499	0.19037886	0.04391796
0.016479	-0.005493	0	-0.2144954	0.11773943	0.0894
0	0.003052	0.010376	0.0069	0.00474035	-0.0394699
0.014648	0.010986	0.00061	-0.1898959	-0.1001789	0.0818238
0.022583	0.0177	0.001831	-0.2965026	-0.1889648	0.06665898
0.002441	0.024414	0.003662	-0.0258948	-0.2777507	0.04391796
0.002441	0.032349	0.008545	-0.0258948	-0.3826832	-0.0167289
0	0.031128	0.002441	0.0069	-0.3665367	0.05908278
-0.002441	0.042725	0.003662	0.03969484	-0.5198954	0.04391796
-0.005493	0.045166	0.003052	0.08069846	-0.5521752	0.05149416
-0.008545	0.054932	0.001831	0.12170208	-0.6813208	0.06665898
-0.014038	0.055542	0.001221	0.19550053	-0.6893874	0.07423518
-0.019531	0.061035	0.00061	0.26929899	-0.7620268	0.0818238
-0.020752	0.062256	0.001831	0.28570312	-0.7781733	0.06665898
-0.020752	0.072021	0	0.28570312	-0.9073057	0.0894
-0.023804	0.073242	0.001831	0.32670674	-0.9234522	0.06665898
-0.023193	0.075073	0.001831	0.31849796	-0.9476654	0.06665898

-0.026855	0.073242	0	0.36769693	-0.9234522	0.0894
-0.041504	0.084229	0.001221	0.56450624	-1.0687443	0.07423518
-0.029907	0.093384	0.001831	0.40870055	-1.18981	0.06665898
-0.028076	0.08667	-0.003662	0.38410106	-1.1010241	0.13488204
-0.025635	0.08728	-0.004272	0.35130623	-1.1090907	0.14245824
-0.027466	0.089722	-0.00061	0.37590571	-1.1413837	0.0969762
-0.022583	0.094604	-0.00061	0.31030261	-1.2059433	0.0969762
-0.024414	0.085449	0.002441	0.33490209	-1.0848776	0.05908278
-0.021973	0.098877	0	0.30210726	-1.2624494	0.0894
-0.015259	0.085449	0.002441	0.21190467	-1.0848776	0.05908278
-0.0177	0.080566	0.002441	0.2446995	-1.0203048	0.05908278
-0.014038	0.078735	0	0.19550053	-0.9960916	0.0894
-0.016479	0.073242	0.001221	0.22829537	-0.9234522	0.07423518
-0.003662	0.06897	-0.004272	0.05609897	-0.8669593	0.14245824
-0.019531	0.059814	0	0.26929899	-0.7458803	0.0894
-0.015259	0.05188	-0.006104	0.21190467	-0.6409611	0.16521168
-0.0177	0.046387	0	0.2446995	-0.5683217	0.0894



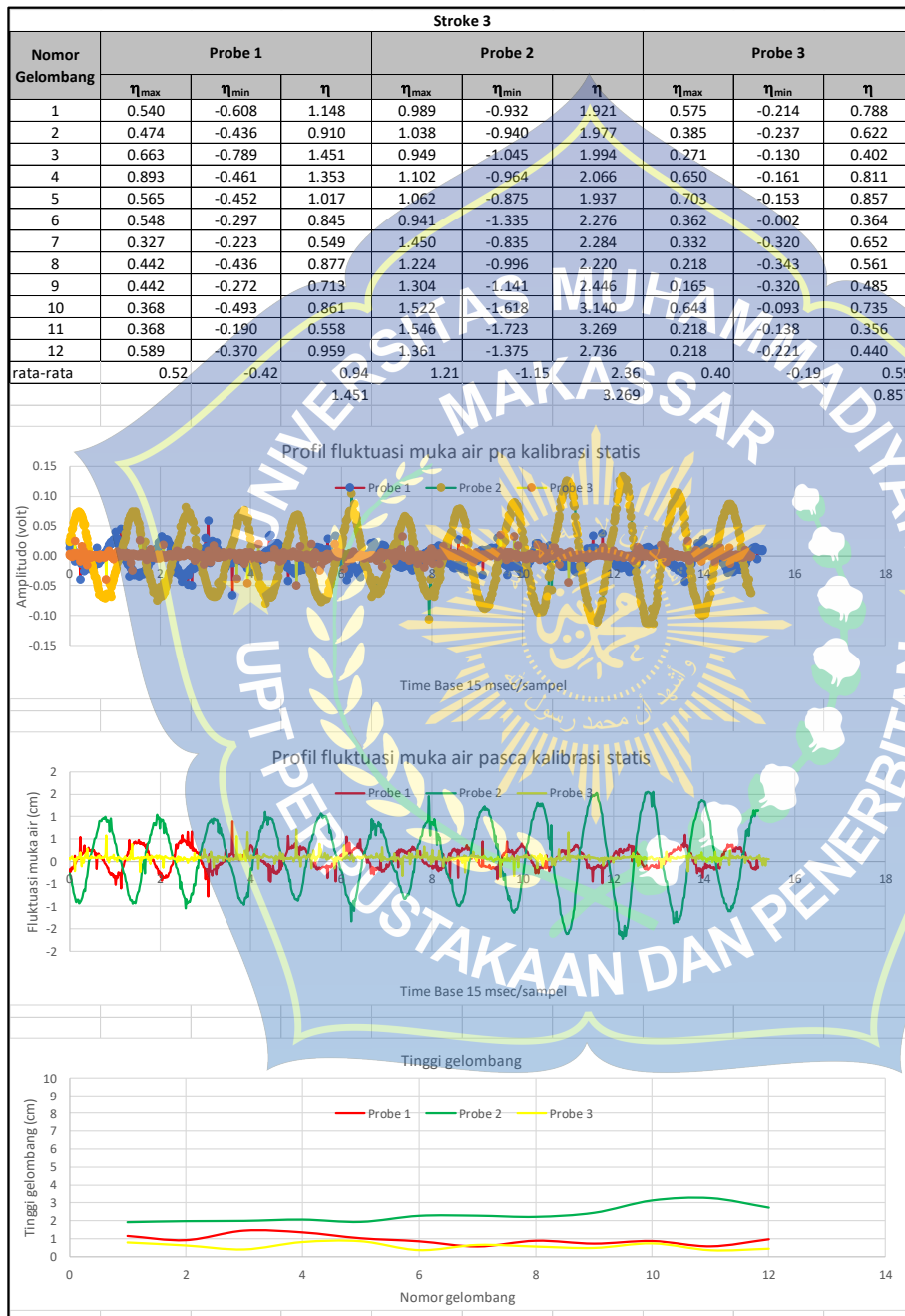
Lampiran 4. Rekap hasil olah data tinggi gelombang

Diameter lubang (cm)	d (cm)	T (detik)	H _i (cm)	H _r (cm)	H _t (cm)	L (cm)	h (cm)	d/h	H _i /L	d/L	K _r	K _t
0.8	24	1.2	5.075	4.406	1.708	163	30	0.80	0.031	0.147	0.868	0.337
	24	1.3	4.741	3.786	1.689	180	30	0.80	0.026	0.133	0.799	0.356
	24	1.4	4.498	3.660	1.663	197	30	0.80	0.023	0.122	0.814	0.370
	20	1.2	4.207	2.481	1.625	152	30	0.67	0.028	0.132	0.590	0.386
	20	1.3	3.892	2.433	1.594	168	30	0.67	0.023	0.119	0.625	0.409
	20	1.4	3.634	1.871	1.470	183	30	0.67	0.020	0.109	0.515	0.405
	16	1.2	3.539	1.744	1.241	139	30	0.53	0.025	0.115	0.493	0.351
	16	1.3	3.110	1.594	1.107	152	30	0.53	0.020	0.105	0.512	0.356
	16	1.4	2.837	1.528	1.087	166	30	0.53	0.017	0.096	0.539	0.383
1.0	24	1.2	5.075	4.381	1.721	163	30	0.80	0.031	0.147	0.863	0.339
	24	1.3	4.741	3.705	1.603	180	30	0.80	0.026	0.133	0.782	0.338
	24	1.4	4.498	3.342	1.577	197	30	0.80	0.023	0.122	0.743	0.351
	20	1.2	4.207	2.474	1.565	152	30	0.67	0.028	0.132	0.588	0.372
	20	1.3	3.892	2.385	1.467	168	30	0.67	0.023	0.119	0.613	0.377
	20	1.4	3.634	2.071	1.377	183	30	0.67	0.020	0.109	0.570	0.379
	16	1.2	3.539	1.946	1.223	139	30	0.53	0.025	0.115	0.550	0.346
	16	1.3	3.110	1.916	1.213	152	30	0.53	0.020	0.105	0.616	0.390
	16	1.4	2.837	1.637	1.175	166	30	0.53	0.017	0.096	0.577	0.414
1.2	24	1.2	5.075	4.169	1.520	163	30	0.80	0.031	0.147	0.822	0.300
	24	1.3	4.741	3.655	1.381	180	30	0.80	0.026	0.133	0.771	0.291
	24	1.4	4.498	2.934	1.331	197	30	0.80	0.023	0.122	0.652	0.296
	20	1.2	4.207	2.581	1.260	152	30	0.67	0.028	0.132	0.637	0.300
	20	1.3	3.892	2.075	1.211	168	30	0.67	0.023	0.119	0.533	0.311
	20	1.4	3.634	1.999	1.185	183	30	0.67	0.020	0.109	0.550	0.325
	16	1.2	3.539	1.673	1.150	139	30	0.53	0.025	0.115	0.473	0.325
	16	1.3	3.110	1.624	1.060	152	30	0.53	0.020	0.105	0.522	0.341
	16	1.4	2.837	1.550	1.051	166	30	0.53	0.017	0.096	0.546	0.371

Lampiran 5. Tabulasi data fluktuasi muka air dan konversi ke satuan panjang

n data input		1000	Data oscilloscope					Data konversi satuan panjang				
n probe		3	No.					No.				
			Sampel	Waktu (t)	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Sampel	Waktu (t)	Probe 1	Probe 2	Probe 3
Kedalaman air	16	cm	1	0	0.0208	0.0238	0.0012	1	0	-0.2719	-0.2697	0.0742
Periode	1.2	detik	2	0.015	0.0134	0.0262	0.0037	2	0.015	-0.1735	-0.302	0.0439
Jumlah data	1064	sampel	3	0.030	0.0177	0.0323	0.0006	3	0.030	-0.2309	-0.3827	0.0818
Time base	0.015	dtk/spl	4	0.045	0.011	0.0342	-0.0006	4	0.045	-0.1407	-0.4069	0.0997
Jumlah sampel/periode	80		5	0.060	0.014	0.0433	-0.0018	5	0.060	-0.1817	-0.528	0.1121
Jumlah gelombang	12.5		6	0.075	0.0116	0.047	0.0018	6	0.075	-0.1489	-0.5764	0.0667
frek	200		7	0.090	0.0092	0.0555	0.0043	7	0.090	-0.1161	-0.6894	0.0363
Durasi	15		8	0.105	0.0067	0.0592	0.0031	8	0.105	-0.0833	-0.7378	0.0515
	-13.435	0.0069	9	0.120	-0.0085	0.0635	0.0244	9	0.120	0.1217	-0.7943	-0.2138
	-13.224	0.0451	10	0.135	0.0043	0.0684	0.0037	10	0.135	-0.0505	-0.8589	0.0439
	-12.420	-0.0894	11	0.150	0	0.072	0.0018	11	0.150	0.0069	-0.9073	0.0667
			12	0.165	-0.0012	0.0677	0.0043	12	0.165	0.0233	-0.8508	0.0363
			13	0.180	-0.0037	0.0702	-0.0006	13	0.180	0.0561	-0.8831	0.097
			14	0.195	-0.0037	0.0677	0.0012	14	0.195	0.0561	-0.8508	0.0742
			15	0.210	-0.0031	0.0739	0	15	0.210	0.0479	-0.9315	0.0894
			16	0.225	-0.0073	0.0732	0.0012	16	0.225	0.1053	-0.9235	0.0742
			17	0.240	-0.0397	0.0714	-0.0092	17	0.240	0.5399	-0.8992	0.2031
			18	0.255	-0.0128	0.0696	0.0012	18	0.255	0.1791	-0.875	0.0742
			19	0.270	-0.0098	0.0665	0.0159	19	0.270	0.1381	-0.8347	-0.1077
			20	0.285	-0.0116	0.0635	0.0006	20	0.285	0.1627	-0.7943	0.0818
			21	0.300	-0.0134	0.0574	0.0061	21	0.300	0.1873	-0.7136	0.0136
			22	0.315	-0.0128	0.0531	0.0092	22	0.315	0.1791	-0.6571	-0.0243

Lampiran 6. Hasil olah data fluktuasi muka air menjadi tinggi gelombang



Lampiran 7. Dokumentasi penelitian di Laboratorium



