

**SKRIPSI**  
**ANALISIS ABRASI DI PANTAI TANJUNG MERDEKA AKIBAT**  
**REFRAKSI GELOMBANG**



**OLEH :**

**FARDIYANSYAH YAHYA**  
**105811117819**

**MUH. WIJDAN MAULANA**  
**105811121019**

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

**2024**

**ANALISIS ABRASI DI PANTAI TANJUNG MERDEKA AKIBAT  
REFRAKSI GELOMBANG**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Memperoleh**

**Gelar Sarjana Teknik Pengairan Fakultas Teknik**

**Universitas Muhammadiyah Makassar**

**Disusun dan Diajukan Oleh :**

**FARDIYANSYAH YAHYA**

**105811117819**

**MUH. WIJDAN MAULANA**

**105811121019**

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

**2024**



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama **FARDIYANSYAH YAHYA** dengan nomor induk Mahasiswa **105 81 11178 19** dan **MUHAMMAD WIJDAN MAULANA** dengan nomor induk Mahasiswa **105 81 11210 19**, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 278/05/A.4-II/VIII/46/2024, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Kamis tanggal 15 Agustus 2024.

Panitia Ujian :

Makassar, 18 Safar 1446 H  
23 Agustus 2024 M

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

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

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

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

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT., IPM

b. Sekretaris : Lutfi Hair Djunur ST., MT

3. Anggota : 1. Dr. Ir. Israil, ST., MT., IPM

2. Fausiah Latif, ST., MT

3. Kasmawati, ST., MT

Mengetahui :

Pembimbing I

Pembimbing II

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

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



Dekan Fakultas Teknik

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

NBM. 795 108



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## HALAMAN PERSETUJUAN

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

Judul Skripsi : **ANALISIS ABRASI DI PANTAI TANJUNG MERDEKA AKIBAT REFRAKSI GELOMBANG**

Nama : **FARDIYANSYAH YAHYA  
MUHAMMAD WIJDAN MAULANA**

No. Stambuk : **105 81 11178 19  
105 81 11210 19**

Makassar, Agustus 2024

Telah Diperiksa dan Disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Andi Makbul Syamsuri, S.T., M.T., IPM

Dr. Ir. Nenny, S.T., M.T., IPM

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Pengairan



Ir. M. Agusalin, ST., MT

NBM : 947 993

## **Analisis Abrasi Di Pantai Tanjung Merdeka Akibat Refraksi Gelombang**

Nenny<sup>1</sup>, Andi Makbul Syamsuri<sup>1</sup>, Fardiyansyah Yahya<sup>1</sup>, Muhammad Wijdan Maulana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, Jl. Sultan Alauddin No. 259, Makassar, 90221, Indonesia  
\*e-mail: maulanaidam17@gmail.com

### **Abstract**

*Analysis of Abrasion on Tanjung Merdeka Beach Due to Wave Refraction. Tanjung Layar Putih Beach is located in Tanjung Merdeka Village, Makassar City. From the results of Google Earth monitoring, in the last 5 years, Tanjung Layar Putih Beach has experienced changes in the area of the beach due to continuous abrasion. One way to prevent this is the need for knowledge about wave characteristics. The purpose of this study was to determine the refraction coefficient, breaking waves and to determine how much abrasion occurred. In this study, a survey of the research location, identification stage, data collection stage and data processing stage were carried out. Forecasting is calculated using the hindcasting method based on 5 years of wind data from BMKG Paotere to obtain the height and period of the waves that occur. From the results of the calculation, the maximum wave occurred in February 2023 with a wave height of  $H = 2.10$  m with a wave period of  $T = 5.13$  seconds. The refraction coefficient ranges from 0.959 to 0.998, the height of the breaking wave is 0.25 m to 1.71 m at a depth of 0.32 to 2.19 m.*

**Keywords:** *Refraction, Abrasion, Arcgis*

### **Abstrak**

Pantai Tanjung Layar Putih berada di kelurahan Tanjung Merdeka, Kota Makassar. Dari hasil pantauan google earth, 5 tahun terakhir ini Pantai Tanjung Layar Putih terjadi perubahan luas Pantai akibat abrasi yang terjadi terus menerus. Salah satu cara untuk melakukan pencegahan yaitu perlunya pengetahuan mengenai karakteristik gelombang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui besar koefisien refraksi, gelombang pecah dan untuk mengetahui seberapa besar abrasi yang terjadi. Dalam penelitian ini dilakukan survey lokasi penelitian, tahap identifikasi, tahap pengambilan data dan tahap pengolahan data. Peramalan dihitung dengan metode hindcasting berdasarkan data angin selama 5 tahun dari BMKG Paotere untuk mendapatkan tinggi dan periode gelombang yang terjadi. Dari hasil perhitungan gelombang maksimum terjadi pada bulan february 2023 dengan tinggi gelombang  $H = 2,10$  m dengan periode gelombang  $T = 5,13$  detik. Koefisien refraksi berkisar antara 0,959 sampai 0.998, tinggi gelombang pecah 0,25 m sampai 1,71 m pada kedalaman 0,32 sampai 2,19 m.

**Kata Kunci:** Refraksi, Abrasi, Aregis



## KATA PENGANTAR



Puji Syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena atas berkat Rahmat dan hidayah – Nya yang tiada henti sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Salam dan sholawat tidak lupa penulis kirimkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW. Adapun judul tugas akhir penulis adalah “**Analisis Abrasi Di Pantai Tanjung Merdeka Akibat Refraksi Gelombang**”.

Tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan akademik yang harus ditempuh dalam rangka menyelesaikan Studi di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan didalamnya, hal ini disebabkan karena penulis juga manusia biasa yang tak luput dari kesalahan dan kekurangan baik itu dalam segi teknik penulisan maupun perhitungan – perhitungan. Oleh karena itu, penulis dengan senang hati menerima segala koreksi serta masukan – masukan guna penyempurnaan tugas akhir ini.

Tugas akhir ini dapat selesai karena bantuan, arahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan ketulusan dan kerendahan hati, kami ingin mengucapkan terimakasih dan penghargaan yang setinggi – tingginya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag. sebagai Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Ibu Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

3. Bapak Ir. M. Agusalim, ST., MT. sebagai Ketua Program Studi Teknik Pengairan dan Ibu Kasmawati, ST., MT. sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Bapak Dr. Ir. Andi Makbul Syamsuri, ST., MT., IPM. selaku Pembimbing I dan Ibu Dr. Ir. Nenny, ST., MT., IPM. selaku Pembimbing II, yang telah meluangkan banyak waktunya untuk membimbing kami.
5. Bapak dan Ibu dosen serta para staf pegawai di Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani kami selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Rekan Sepenelitian, Fardiyansyah Yahya dan Muh Wijdan Maulana atas support, bantuan, kesabaran dan kerja samanya hingga proposal tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
7. Saudara – saudaraku mahasiswa Fakultas Teknik khususnya angkatan KOORDINAT 2019 yang selalu ada memberikan dukungan dan support kepada kami dalam keadaan apapun.
8. Terkhusus dan Teristimewah kepada kedua orang tua yaitu Ayahanda dan Ibunda tercinta, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar – besarnya atas segala limpahan kasih sayang, dukungan, dorongan, do'a dalam setiap perjalanan hidup serta pengorbannya terutama dalam bentuk materi yang tiada hentinya untuk menyelesaikan kuliah kami.



Semoga semua pihak di atas mendapatkan pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan proposal tugas akhir yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan – rekan, masyarakat, pemerintah serta bangsa dan negara. Aamiin.

***“Billahi Fii Sabill Haq Fastabiqul Khaerat”.***

Makassar, Januari 2024

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	4
E. Batasan Masalah.....	4
F. Sistematika Penulisan.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
A. Definisi Pantai.....	6
B. Karakteristik Gelombang.....	7
C. Deformasi Gelombang.....	10
D. Klasifikasi Teori Gelombang.....	14
E. Angin dan Pasang Surut.....	16
F. Abrasi dan Akresi.....	19
G. Program Aplikasi.....	21
H. Penelitian Sebelumnya.....	23
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	28
A. Lokasi dan Waktu penelitian.....	28
B. Tahapan Pelaksanaan Penelitian.....	28
C. Flowchart.....	34
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	35
A. Data Koordinat dan Kemiringan Pantai.....	35
B. Peramalam Tinggi dan Periode Gelombang.....	37
C. Analisis Koefisien Refraksi Gelombang.....	57
D. Penentuan Tinggi dan Kedalaman Gelombang Pecah.....	72

E. Langkah-langkah pemodelan garis Pantai pada perangkat lunak Digital Shore Analisis System (DSAS).....	82
F. Hasil Analisis Garis Pantai Menggunakan Perangkat Lunak Digital Shore Analisis System (DSAS).....	92
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	95
A. Kesimpulan .....	95
B. Saran.....	96
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	97



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.</b> Kondisi Pantai Tanjung Layar Putih .....	6
<b>Gambar 2.</b> Kondisi pantai yang mengalami abrasi.....	7
<b>Gambar 3.</b> Diagram untuk menjelaskan deformasi gelombang .....	12
<b>Gambar 4.</b> Refraksi gelombang yang terjadi di daerah pantai.....	12
<b>Gambar 5.</b> Tipe gelombang pecah .....	13
<b>Gambar 6.</b> Contoh mawar angin (Wind Rose) .....	17
<b>Gambar 7.</b> Hubungan kecepatan anatar angin di laut dan di darat .....	17
<b>Gambar 8.</b> Fetch .....	19
<b>Gambar 9.</b> Program Aplikasi ArcGis .....	21
<b>Gambar 10.</b> Parameter yang dibutuhkan DSAS .....	23
<b>Gambar 11.</b> Tampilan perangkat lunak DSAS.....	23
<b>Gambar 12.</b> Lokasi penelitian (Google Earth).....	28
<b>Gambar 13.</b> Tampilan program ArcMap dalam aplikasi Arcgis ( <a href="https://musnanda.files.wordpress.com">https://musnanda.files.wordpress.com</a> ).....	30
<b>Gambar 14.</b> Tampilan fitur menu dan icon dalam aplikasi ArcMap ( <a href="https://musnanda.files.wordpress.com">https://musnanda.files.wordpress.com</a> ).....	31
<b>Gambar 15.</b> Tampilan fitur Table Of Content dalam aplikasi ArcMap ( <a href="https://musnanda.files.wordpress.com">https://musnanda.files.wordpress.com</a> ).....	32
<b>Gambar 16.</b> Tampilan fitur Add Data dalam aplikasi ArcMap ( <a href="https://musnanda.files.wordpress.com">https://musnanda.files.wordpress.com</a> ).....	32
<b>Gambar 17.</b> Tampilan fitur Layer Properties dalam aplikasi ArcMap ( <a href="https://musnanda.files.wordpress.com">https://musnanda.files.wordpress.com</a> ).....	32

<b>Gambar 18.</b> Flowchart .....	34
<b>Gambar 19.</b> Sketsa kemiringan pantai .....	38
<b>Gambar 20.</b> Mawar angin di perairan tanjung layar putih dari tahun 2019-2023	39
<b>Gambar 21.</b> Panjang Fetch dari utara, timur laut, barat laut, barat dan barat daya .....	39
<b>Gambar 22.</b> Grafik hubungan koreksi angin, sumber (CERC 1984).....	44
<b>Gambar 23.</b> Mawar gelombang di Pantai tanjung layar putih dari tahun 2019- 2023.....	56
<b>Gambar 24.</b> Grafik hubungan antara tinggi gelombang dan periode gelombang	56
<b>Gambar 25.</b> Penentuan sudut datang gelombang.....	58
<b>Gambar 26.</b> Garis Pantai Tanjung Layar Putih yang di digitasi pada aplikasi Google Earth Pro dengan seri waktu Oktober 2018 .....	78
<b>Gambar 27.</b> Garis Pantai Tanjung Layar Putih yang di digitasi pada aplikasi Google Earth Pro dengan seri waktu November 2019.....	79
<b>Gambar 28.</b> Garis Pantai Tanjung Layar Putih yang di digitasi pada aplikasi Google Earth Pro dengan seri waktu Februari 2024 .....	80
<b>Gambar 29.</b> Tampak data garis Pantai yang telah di Digitasi pada aplikasi Google Earth Pro dan siap dianalisis perubahan garis Pantai di perangkat lunak DSAS..	81
<b>Gambar 30.</b> Tampilan awal DSAS.....	82
<b>Gambar 31.</b> Menu Add Data.....	82
<b>Gambar 32.</b> Garis Pantai Tanjung Layar Putih .....	83
<b>Gambar 33.</b> Garis Pantai Tanjung Layar Putih .....	83
<b>Gambar 34.</b> Tampilan menu file UTM Zone 50 S.....	84

<b>Gambar 35.</b> Tampilan Baseline (merah) dan Shoreline (ungu) .....	84
<b>Gambar 36.</b> Tampilan default parameter pada Pantai Tanjung Layar Putih .....	85
<b>Gambar 37.</b> Tampilan Cast Transect.....	86
<b>Gambar 38.</b> Tampilan Calculate Rates .....	86
<b>Gambar 39.</b> Tampilan tabel hasil analisis .....	87
<b>Gambar 40.</b> Tampilan menu symbology biru adalah abrasi .....	88
<b>Gambar 41.</b> Hasil analisis transect 1-18 .....	88
<b>Gambar 42.</b> Hasil analisis transect 19-36 .....	89
<b>Gambar 43.</b> Hasil analisis transect 37-55 .....	90
<b>Gambar 44.</b> Tampak keseluruhan hasil analisis garis pantai .....	91



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.</b> Batasan gelombang air dalam, air transisi dan air dangkal .....	15
<b>Tabel 2.</b> Alat dan Bahan yang digunakan pengambilan data lapangan .....	29
<b>Tabel 3.</b> Titik Koordinat Profil Pantai .....	35
<b>Tabel 4.</b> Hasil Analisis Kemiringan Pantai .....	37
<b>Tabel 5.</b> Parameter kejadian arah ating angin .....	38
<b>Tabel 6.</b> Perhitungan Fetch Efektif Arah Utara .....	40
<b>Tabel 7.</b> Perhitungan Fetch Efektif Arah Timur Laut .....	40
<b>Tabel 8.</b> Perhitungan Fetch Efektif Arah Barat Daya .....	41
<b>Tabel 9.</b> Perhitungan Fetch Efektif Arah Barat .....	41
<b>Tabel 10.</b> Perhitungan Fetch Efektif Arah Barat Laut .....	42
<b>Tabel 11.</b> Hasil Perhitungan Data Fetch Lokasi Penelitian .....	43
<b>Tabel 12.</b> Rekap hasil perhitungan parameter gelombang 2019 .....	46
<b>Tabel 13.</b> Rekap hasil perhitungan parameter gelombang 2020 .....	48
<b>Tabel 14.</b> Rekap hasil perhitungan parameter gelombang 2021 .....	50
<b>Tabel 15.</b> Rekap hasil perhitungan parameter gelombang 2022 .....	52
<b>Tabel 16.</b> Rekap hasil perhitungan parameter gelombang 2023 .....	54
<b>Tabel 17.</b> Hasil perhitungan periode dan panjang gelombang .....	58
<b>Tabel 18.</b> Rekap hasil analisis koefisien refraksi dan koefisien shoaling .....	71
<b>Tabel 19.</b> Rekap hasil perhitungan gelombang pecah arah barat .....	77
<b>Tabel 20.</b> Rekap hasil Analisis Garis Pantai Menggunakan Perangkat Lunak Digital Shore Analisis System (DSAS) .....	92

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Wilayah pesisir mempunyai arti strategis karena dapat menarik berbagai macam pengguna karena wilayah ini berfungsi sebagai zona transisi antara ekosistem darat dan laut dan mempunyai potensi yang sangat kaya akan sumber daya alam dan jasa lingkungan (Yulius & Arifin, 2014).

Ibu kota dan kota terbesar di provinsi Sulawesi Selatan adalah Kota Makassar. Secara geografis, Kota Makassar terletak di seberang Selat di pantai barat selatan Sulawesi Selatan. Letak Kota Makassar :  $119^{\circ} 18' 27.97''$  -  $119^{\circ} 32' 31.03''$  Bujur Timur (BT) dan  $5^{\circ}$  Lintang  $30' 18''$  –  $5^{\circ} 14' 49''$  Selatan (LS). Ketinggian kota ini berkisar antara 0 hingga 25 meter, memiliki garis pantai sepanjang 32 kilometer, suhu udara antara 20 dan 32 derajat Celcius, dan permukaan laut dan memiliki luas total 175,77 km<sup>2</sup>, dengan 14 kecamatan dan 143 kelurahan (PRWLSDNH, 2004).

Salah satu wisata alam yang ada di Kota Makassar adalah Pantai Tanjung Layar Putih. Pantai Tanjung Layar Putih masih berada dalam satu kawasan yang sama dengan Pantai Tanjung Bayang, tepatnya di kelurahan Tanjung Merdeka, Kota Makassar. Dari hasil pantauan google earth 5 tahun terakhir, Pantai Tanjung Layar Putih terjadi perubahan luas Pantai akibat abrasi yang terjadi terus menerus (Kurniawan, 2022).

Kondisi bangunan breakwater yang berada di Pantai Tanjung Layar Putih telah mengalami kerusakan akibat dari gelombang laut. Karena bangunan breakwater memiliki fungsi untuk melindungi pantai dari gelombang laut yang



dapat merusak tepi Pantai. Akibat dari kerusakan bangunan breakwater tersebut Pantai Tanjung Layar Putih mengalami abrasi.

Abrasi dan akresi mengacu pada kerusakan garis pantai yang disebabkan oleh keluarnya material pantai seperti pasir atau tanah liat yang terus menerus terkena gelombang laut yang mengalami perubahan keseimbangan. Abrasi pantai dapat disebabkan oleh berbagai macam proses alam, antara lain proses hidrooseanografi yang bersumber dari laut, seperti pecahnya gelombang, variasi pola arus, angin, dan kejadian pasang surut (Munandar & Kusumawati, 2017).

Akibat terjadinya abrasi tersebut pantai tanjung layar putih mengalami perubahan garis sempadan pantai. Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh panjang sempadan pantai terhadap batas prasarana dan sarana sekitar pantai berkisar 13,5 m dan panjang sempadan pantai terhadap batas lahan warga berkisar 20,7 m. hal ini telah melanggar peraturan PERPRES Nomor 51 Tahun 2016 tentang batas sempadan pantai, minimal minimal 100 (seratus) meter dari titik pasang tertinggi ke arah darat.

Gelombang laut merupakan salah satu faktor utama penyebab terjadinya kerusakan di Pantai Tanjung Layar Putih. Variasi ketinggian permukaan air laut dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain angin, aktivitas lempeng tektonik, pergerakan kapal, dan pasang surut permukaan laut.

Salah satu cara untuk melakukan pencegahan dan penanganan kerusakan yang terjadi pada pantai maka perlunya pengetahuan mengenai karakteristik gelombang di Pantai Tanjung Layar Putih, Kelurahan Tanjung Merdeka, Kecamatan

Tamalate, Kota Makassar diantaranya diperlukan studi kasus tentang analisis gelombang dan hal-hal lainnya yang menyebabkan terjadinya kerusakan pantai.

Maka kami akan melakukan sebuah penelitian “*Analisis Abrasi Di Pantai Tanjung Merdeka Akibat Refraksi Gelombang.*”

### **B. Rumusan Masalah**

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

1. Bagaimana karakteristik gelombang yang terjadi pada Pantai Tanjung Merdeka Kecamatan Tamalate Kota Makassar?
2. Seberapa besar abrasi yang terjadi diakibatkan oleh refraksi gelombang dan gelombang pecah di Pantai Tanjung Merdeka Kecamatan Tamalate Kota Makassar?

### **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang ada pada penelitian ini, maka terdapat tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui hasil perhitungan refraksi gelombang dan gelombang pecah yang terjadi pada Pantai Tanjung Merdeka Kecamatan Tamalate Kota Makassar
2. Untuk mengetahui Seberapa besar abrasi yang terjadi diakibatkan oleh refraksi gelombang dan gelombang pecah di Pantai Tanjung Merdeka Kecamatan Tamalate Kota Makassar

#### **D. Manfaat Penelitian**

1. Dapat menjadi acuan dalam mengambil kebijakan yang berhubungan dengan pengelolaan wilayah pesisir Pantai Tanjung Merdeka.
2. Memberikan informasi mengenai besarnya gelombang yang terjadi di Pantai Tanjung Merdeka.
3. Dapat berguna bagi para pembaca yang ingin mempelajari mengenai analisis abrasi akibat refraksi gelombang.
4. Sebagai contoh atau pembelajaran bagi para pembaca yang ingin melakukan penelitian dengan topik atau subjek yang hampir sama.
5. Sebagai masukan atau contoh dalam mengembangkan penelitian mengenai kerusakan yang terjadi pada pantai.

#### **E. Batasan Masalah**

Guna memudahkan dalam memberikan penjelasan dan menganalisa dari permasalahan yang ada, maka terdapat batasan masalah yang diberikan pada penulis tugas akhir ini yang membahas mengenai analisis deformasi gelombang Pantai Tanjung Merdeka terdiri dari :

1. Penelitian ini dilakukan di Pantai Tanjung Merdeka Kecamatan Tamalate Kota Makassar, terkhususnya pada wilayah Pantai Tanjung Layar Putih.
2. Gelombang yang dihitung adalah gelombang yang diakibatkan oleh angin.
3. Menganalisis seberapa besar abrasi yang dipengaruhi oleh refraksi gelombang pada Pantai Tanjung Layar Putih.
4. Menganalisis seberapa besar abrasi pantai menggunakan aplikasi ArcGis dan DSAS.

## **F. Sistematika Penulisan**

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah dan tujuan penelitian yang akan dicapai dalam penelitian, maka penulis menggambarkan secara sistematika penulisan sebagai berikut :

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Dalam pendahuluan ini mencakup latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Tinjauan Pustaka mencakup teori yang berhubungan dengan penelitian, pemikiran dan hasil penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan penelitian.

### **BAB III : METODE PENELITIAN**

Metode penelitian mencakup waktu dan lokasi penelitian, bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian, jenis penelitian dan sumber data.

### **BAB IV : HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Analisa hasil dan pembahasan berisi hasil yang diperoleh dari penelitian ini dan pembahasan dari hasil yang diperoleh.

### **BAB V : PENUTUP**

Mencakup kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan beserta saran yang berhubungan dengan penelitian ini.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Definisi Pantai

Pantai adalah salah satu tujuan wisata yang sering dikunjungi oleh masyarakat umum. Pantai yang sering dijumpai adalah pantai yang berpasir, bertebing curam maupun berkarang pantai merupakan wilayah pertemuan antara lautan dan daratan yang berada di pesisir laut..Wilayah pantai terbentuk karena adanya pengaruh gelombang arus laut yang terus-menerus menghantam tepi daratan.



**Gambar 1.** Kondisi Pantai Tanjung Layar Putih

Tepi Pantai Yang dihantam gelombang arus laut ini timbul karena adanya Pengaruh gelombang angin yang datang dari lautan maupun daratan. Gelombang arus laut yang menghantam Pantai ini disebut dengan fenomena pasang dan surut air laut. Efek dari hantaman gelombang arus laut menimbulkan pengikisan yang berada di tepi daratan tersebut. Sehingga wilayah Pantai tersebut mengalami perubahan garis pantai.

Menurut peraturan PERPRES Nomor 51 Tahun 2016 tentang batas sempadan pantai, dalam pasal 1 (satu) menyatakan bahwa “sempadan pantai adalah

daratan sepanjang tepian pantai, yang lebarnya proporsional dengan bentuk dan kondisi fisik pantai, minimal 100 (seratus) meter dari titik pasang tertinggi ke arah darat”.



**Gambar 2.** Kondisi pantai yang mengalami abrasi

Perubahan garis pantai adalah suatu proses tanpa henti (terus-menerus) yang disebabkan oleh berbagai proses alami di pantai, seperti pergerakan sedimen, arus sejajar di Pantai (longshore current), pergerakan gelombang dipermukaan laut, dan penggunaan lahan (Arief et al., 2011). Perubahan garis Pantai bisa juga dipengaruhi oleh faktor manusia seperti aktivitas Pembangunan rumah di pesisir pantai, reklamasi pantai dan Pembangunan pelindung pantai.

## **B. Karakteristik Gelombang**

Kejadian alam yang umum terjadi di laut adalah gelombang laut. Gelombang laut disebabkan oleh naik turunnya permukaan laut secara vertikal sehingga menimbulkan kurva atau grafik sinusoidal.

Salah satu faktor yang secara signifikan mempengaruhi laju kemunduran garis pantai adalah adanya gelombang laut. Angin yang bertiup di permukaan laut, perbedaan suhu laut, perbedaan konsentrasi garam di dalam air, dan letusan gunung

berapi di bawah atau di permukaan laut semuanya menjadi penyebab terjadinya gelombang laut. Kurangnya keseimbangan sedimen, ditambah gelombang dan arus, menjadi salah satu penyebab utama mundurnya garis pantai dari posisi semula (Mulyabakti et al., 2016).

Gelombang laut memiliki beberapa dimensi yaitu Panjang gelombang, periode gelombang, tinggi gelombang dan cepat rambat gelombang. Menurut Bambang Triadmojo (1999), pengertian dari dimensi gelombang laut diatas adalah

- a. Tinggi gelombang (H) merupakan jarak antara puncak dan Lembah gelombang.
- b. Panjang gelombang (L) merupakan jarak antara titik tertinggi gelombang yang berurutan atau bisa juga dikatakan jarak antara dua lembah gelombang.
- c. Periode gelombang (T) merupakan waktu yang diperlukan dua puncak gelombang yang beurutan melewati suatu titik tertentu.
- d. Cepat rambat gelombang (C) merupakan pembagian Panjang gelombang (L) dengan periode gelombang (T) atau  $C = L / T$

Gelombang laut mulai bergesekan dengan dasar laut saat mendekati pantai dan menyebabkan pecahnya gelombang ditepi pantai. Bangunan-bangunan di dekatnya dan garis pantai juga mungkin terkena dampak hal ini. Adapun interaksi gelombang yang terjadi, diantaranya :

- a. Refraksi gelombang adalah terjadinya perubahan arah atau berbeloknya puncak gelombang.
- b. Difraksi gelombang adalah peristiwa berpindahnya energi disepanjang puncak gelombang ke daerah yang terlindungi .

- c. Refleksi gelombang adalah pantulnya energi gelombang yang biasanya disebabkan oleh adanya suatu bidang bangunan dilokasi pantai.

Hilangnya energi yang terjadi pada pecahnya gelombang disuatu pantai disebabkan oleh perubahan energi gelombang menjadi energi turbulensi dan energi arus pantai. Proses erosi dan akresi (pengendapan) pantai terutama disebabkan oleh hal-hal tersebut. Orientasi bentuk pantai (pantai terbuka, teluk, tanjung, atau lagun) dan kemiringan dasar pantai menentukan karakteristik ombak yang dekat dengan pantai. Sedangkan kecepatan angin, durasi hembusan, dan jarak hembusan (fetch-length) menentukan karakteristik gelombang dilepas pantai.

### C. Kemiringan Pantai

Kemiringan Pantai merupakan kondisi topografi dasar laut untuk mengetahui suatu kedalaman pantai yang diukur dari titik terendah berada pada kedalaman yang dekat dari daratan sampai titik tertinggi yang berada jauh dari daratan. Untuk mengetahui kemiringan pantai (I), digunakan rumus :

$$I = \frac{D \text{ tertinggi} - D \text{ terendah}}{X} \dots\dots\dots(1)$$

Dengan :

I = Kemiringan Pantai

D = Kedalaman Laut

X = Jarak antar titik



#### D. Refraksi Gelombang

Perubahan arah gelombang yang disebabkan oleh variasi kedalaman laut disebut refraksi gelombang. Gelombang merambat secara independen dari dasar laut di daerah yang kedalaman airnya lebih dari setengah panjang gelombang, atau di laut dalam (Dauhan et al., 2013).

Pembiasan tidak hanya mempengaruhi arah gelombang tetapi juga mempunyai dampak yang signifikan terhadap tinggi gelombang dan distribusi energi gelombang di sepanjang pantai. Dasar laut tidak banyak berpengaruh terhadap pergerakan gelombang diperairan dalam karena letaknya jauh dibawah permukaan. Akan terdapat garis puncak gelombang dan gelombang akan bergerak lebih lambat pada puncak gelombang di laut dangkal dibandingkan di laut dalam karena gelombang dari laut dalam menuju ke perairan dangkal, dimana faktor kedalaman laut memiliki peran yang penting dalam menentukan arah gelombang.

Menurut Triatmodjo dalam bukunya Teknik Pantai (2009), Langkah-langkah dalam perhitungan refraksi adalah sebagai berikut :

1. Menghitung panjang gelombang ( $L_0$ ) dan kecepatan jalar gelombang / celerity ( $C_0$ ), dimana :

$$L_0 = 1,56 \times T^2 \text{ dan } C_0 = L_0/T \dots\dots\dots(2)$$

2. Menentukan kedalaman di depan *breakwater* yang ditinjau ( $d$ ) sehingga diperoleh nilai  $d/L_0$  dan dari tabel Fungsi  $d/L$  Untuk Pertambahan Nilai  $d/L_0$ , dapat diketahui nilai  $d/L$ .

3. Menghitung panjang (L) dari nilai  $d/L$  di atas dan kecepatan jalar gelombang (C) dari rumus  $C = L/T$ .

4. Menghitung besar sudut gelombang yang datang ( $\alpha$ ), dengan rumus :

$$\sin a = \left(\frac{C}{C_0}\right) \sin a_0 \dots\dots\dots(3)$$

( $\alpha_0$  adalah sudut gelombang dalam).

5. Menghitung koefisien refraksi (Kr) dengan rumus :

$$K_r = \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha}} \dots\dots\dots(4)$$

6. Menghitung koefisien pendangkalan (Ks), dengan rumus :

$$K_s = \sqrt{\frac{n_0 L_0}{n L}} \dots\dots\dots(5)$$

Dengan nilai n diperoleh dari tabel Fungsi d/L Untuk Pertambahan Nilai d/Lo dan no adalah 5.

7. Dengan menyamakan rumus energi atau tenaga gelombang di titik 0 dan 1 dengan mudah akan diperoleh tinggi gelombang di titik 1 sebagai berikut:

$$H_1 = K_s K_r H_0 \dots\dots\dots(6)$$

Dengan :

$K_s$  = Koefisien pendangkalan (shaoling)

$K_r$  = Koefisien refraksi

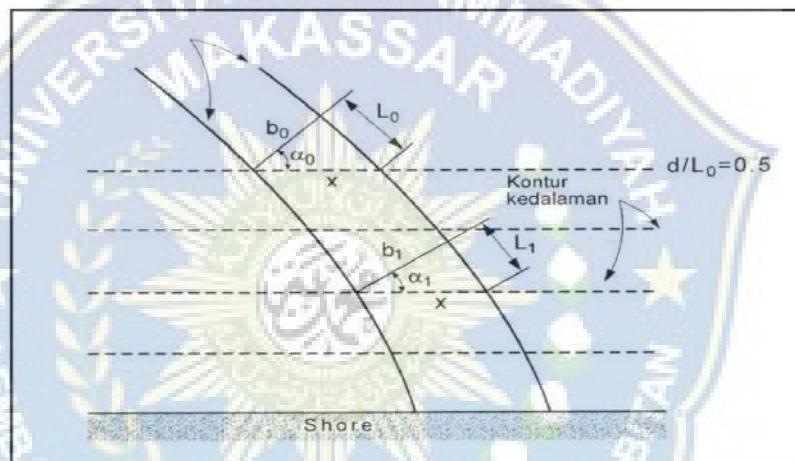
$H_0$  = Tinggi gelombang dilaut dalam

$H_1$  = Tinggi gelombang pada kedalaman tertentu

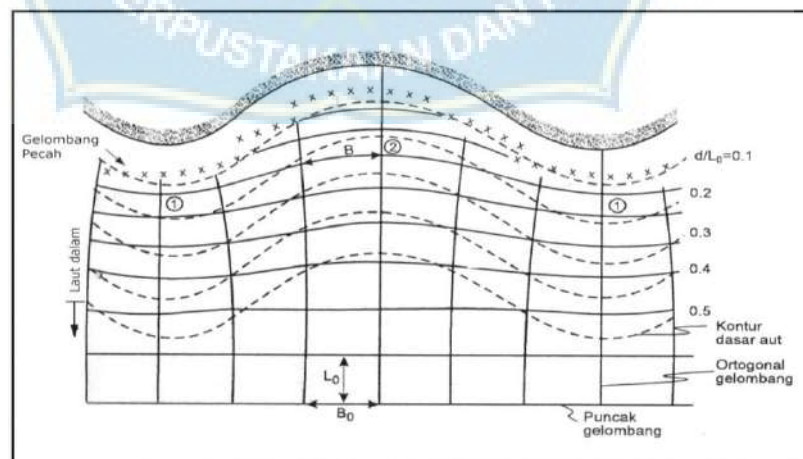
Energi gelombang yang menghantam daratan dihitung dengan menggunakan diagram refraksi. Dapat disimpulkan bahwa semakin besar

penampang gelombang yang mencapai daratan, maka energi gelombangnya semakin kecil, begitu pula sebaliknya, karena energi gelombang per luas penampang diyakini sama. Secara umum langkah-langkah analisis refraksi di atas sama dengan langkah-langkah membuat diagram difraksi. Diagram refraksi dapat dibuat dengan menggunakan metode puncak gelombang atau metode gelombang orthogonal (Cempaka, 2012).

Proses refraksi gelombang atau berbeloknya arah gelombang dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



**Gambar 3.** Diagram untuk menjelaskan deformasi gelombang  
(Sumber: CEM, 2011)



**Gambar 4.** Refraksi gelombang yang terjadi di daerah pantai  
(Sumber: Triatmodjo, 2009)

## E. Gelombang Pecah

Gelombang yang pecah merupakan mekanisme yang sangat kompleks. Bahkan pada titik di mana gelombang mulai pecah, bentuknya tidak lagi sinusoidal. Energi yang diberikan angin berkurang ketika gelombang pecah. Sebagian energi dialihkan ke laut, bergantung pada kemiringan pantai, semakin miring pantainya, semakin sedikit energi yang dibalikkan. Ketika pasir dan buih air tercampur dalam skala kecil, sebagian besar energi hilang sebagai panas (Parauba et al., 2016).

Gelombang pecah juga dibedakan menjadi tiga tipe gelombang tergantung bentuk gelombang pecah yang terjadi, yaitu :

1. Spilling

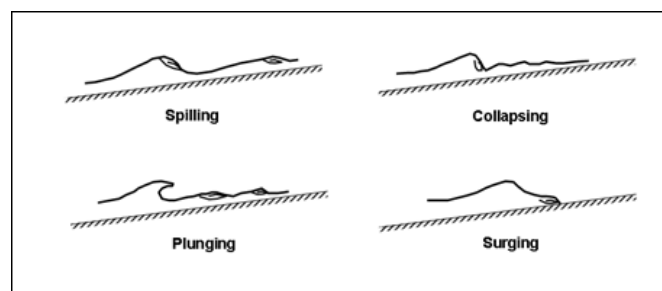
Spilling merupakan gelombang pecah yang terjadi sebelum sampai ke dekat pantai.

2. Plunging

Plunging merupakan gelombang pecah dengan tipe hempasan yang berbentuk cekung ke arah pantai dan cembung ke arah laut lepas.

3. Surging

Surging merupakan gelombang yang pecah tepat dipinggir pantai.



**Gambar 5.** Tipe gelombang pecah

Untuk menghitung gelombang pecah dapat menggunakan rumus yang ada dibawah ini :

1. Menghitung tinggi gelombang pecah dapat menggunakan rumus :

$$\frac{H_b}{H'_0} = \frac{1}{3,3 (H'_0/L_0)^{1/3}} \dots\dots\dots(7)$$

2. Menghitung kedalaman dimana gelombang pecah menggunakan rumus :

$$\frac{db}{H_b} = \frac{1}{b - (aH_b/gT^2)} \dots\dots\dots(8)$$

3. Dimana a dan b merupakan fungsi kemiringan pantai m, dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$a = 43,75(1 - e^{-19m}) \dots\dots\dots(9)$$

$$b = \frac{1,56}{(1 + e^{-19,5m})} \dots\dots\dots(10)$$

Dengan :

$H_b$  = tinggi gelombang pecah

$H'_0$  = tinggi gelombang laut dalam ekuivalen

$L_0$  = Panjang gelombang dilaut dalam

$d_b$  = kedalaman gelombang pada saat gelombang pecah

m = kemiringan dasar laut

g = percepatan gravitasi

T = periode gelombang

## F. Klasifikasi Teori Gelombang

Berdasarkan perbandingan antara Panjang gelombang (L) dan kedalaman air (d), maka gelombang dapat diklasifikasikan menjadi 3, yaitu :

1. Gelombang perairan dalam (Deep water waves)

2. Gelombang perairan transisi (Transitional waves)
3. Gelombang perairan dangkal (Shallow water waves)

Batasan antara gelombang perairan dalam, gelombang transisi dan gelombang perairan dangkal dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

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

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

(Sumber : Triatmodjo, 1999)

Orbit partikel mengalami pergeseran bentuk ketika gelombang bergerak dari perairan dalam ke perairan dangkal. Semua kedalaman di laut dalam, laut transisi, dan laut dangkal mempunyai orbit melingkar untuk pergerakan partikel, dengan jalur partikel elips.

Rasio tinggi gelombang terhadap panjang gelombang adalah cara lain untuk mengategorikan gelombang. Gelombang amplitudo kecil dan gelombang amplitudo terbatas (Stock, Cnoidal, Solitair). Airy menciptakan gelombang dengan amplitudo kecil, yang mengarah pada perkembangan teori gelombang Airy. Teori gelombang amplitudo terbatas mempertimbangkan besarnya perbandingan antara tinggi gelombang dengan panjang dan kedalaman air, sedangkan teori gelombang Airy dikembangkan dengan asumsi bahwa perbandingan antara tinggi gelombang dan panjang atau kedalamannya sangat kecil.

Untuk menentukan berapa Panjang gelombang (L), dapat menggunakan rumus dibawah ini :

$$L = \frac{gT^2}{\pi} \tan h \frac{(2\pi d)}{L_0} \dots\dots\dots(11)$$

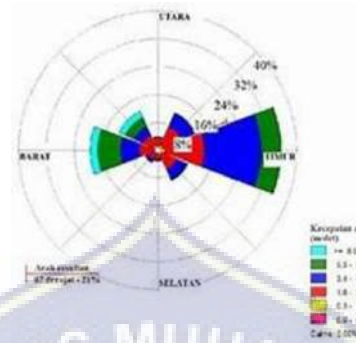
Dengan menggunakan rumus diatas dapat menyelesaikan menentukan Panjang gelombang (L). Namun membutuhkan Panjang gelombang awal (L<sub>0</sub>), untuk Panjang gelombang awal (L<sub>0</sub>) dapat menggunakan persamaan dibawah ini :

$$L_0 = 1,56T^2 \dots\dots\dots(12)$$

### **G. Angin dan Pasang Surut**

Angin adalah aliran udara yang bergerak karena rotasi Bumi dan perubahan tekanan udara di sekitarnya. Angin bergerak dari area dengan tekanan udara tinggi ke area dengan tekanan udara rendah. Kecepatan angin dapat di ukur dengan menggunakan anemometer dan biasanya dinyatakan dengan satuan knot. Satu knot adalah satu menit garis bujur melalui khatulistiwa yang ditempuh dalam satu jam atau 1 knot. Dalam 1 knot = 1,852 km/jam dan 1 knot = 0,514 m/s.

Kecepatan angin, arah angin, dan fetch, merupakan penyebab dari munculnya tinggi dan periode gelombang. Angin yang berhembus di atas permukaan air akan memindahkan energinya ke air dengan kecepatan yang dapat menimbulkan tegangan pada permukaan laut, menyebabkan gelombang kecil di atas permukaan air yang tenang. Banyaknya data angin yang diperoleh dalam beberapa tahun, data tersebut harus diolah dan disajikan dalam bentuk tabel atau diagram yang disebut dengan Mawar Angin (*wind rose*)



**Gambar 6.**Contoh mawar angin (Wind Rose)

### 1. Kecepatan Angin

Pengukuran angin biasanya dilakukan di daratan, tetapi rumus pembangkitan gelombang data angin yang digunakan melibatkan data angin yang berada di atas permukaan laut. Akibatnya, transformasi data angin dari daratan yang terdekat, dilakukan dengan mengambil data angin yang berada di atas permukaan laut. Seperti grafik yang menghubungkan kecepatan angin yang berada di laut maupun daratan.



**Gambar 7.**Hubungan kecepatan antara angin di laut dan di darat  
*Sumber: Teknik pantai , Bambang Triatmojo, 1999*



Hubungan antara angin diatas laut dan di darat terdekat diberikan dalam rumus berikut:

$$Rl = \frac{UW}{UL} \dots\dots\dots(13)$$

Dengan :

$U_L$  = Kecepatan angin di darat

$U_w$  = Kecepatan angin di laut

Rumus dan grafik pembangkitan gelombang mengandung variable  $U_A$  yaitu faktor tegangan angin (*wind stress factor*) yang dapat di hitung dari kecepatan angin. Kecepatan angin dikonversikan pada faktor tegangan angin dengan menggunakan rumus:

$$U_A = 0,71.U^{1,23} \dots\dots\dots(14)$$

Dengan :

$U_A$  = Faktor tegangan angin (m/s)

$U$  = Kecepatan angin (m/s)

## 2. Fetch

Fetch merupakan daerah dimana kecepatan dan arah angin adalah konstan. Jika perubahan arah angin tidak lebih dari  $15^\circ$  , maka masih dianggap konstan. Sama halnya dengan kecepatan angin yang masih dianggap konstan jika perubahannya tidak lebih dari 5 knot (2,5 m/dtk) terhadap kecepatan rerata. (Triatmodjo, 1999).

Panjang daerah pembangkit gelombang pada arah angin disebut fetch. Waktu yang diperlukan untuk terbentuknya gelombang dibatasi oleh panjang fetch

karena pengaruh angin. Sehingga mempengaruhi waktu untuk mentrasfer energi angin ke gelombang (Wattimena et al., 2018). Selain itu, fetch mempengaruhi periode dan tinggi gelombang yang dibangkitkan.

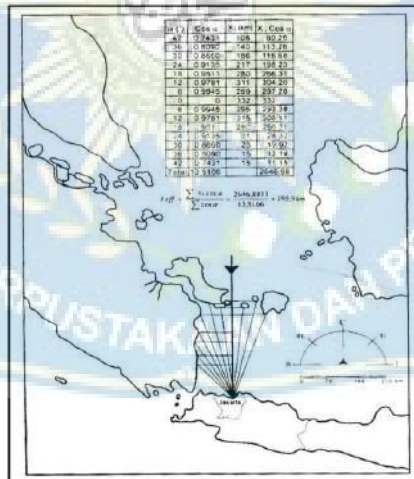
$$F_{eff} = \frac{\sum xi \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} \dots\dots\dots(15)$$

Dengan :

$F_{eff}$  = fetch rerata efektif

$X_i$  = Panjang segmen *fetch* yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung akhir *fetch*

$\alpha$  = deviasi pada kedua sisi dari arah angin, dimana menggunakan pertambahan 6° sampai sudut besar 42° pada kedua sisi angin



**Gambar 8.**Fetch (Triatmodjo,1999)

**H. Abrasi dan Akresi**

Akresi atau sedimentasi mengacu pada munculnya daratan baru di wilayah pantai, sedangkan erosi dan abrasi mengacu pada kerusakan garis pantai yang disebabkan oleh keluarnya material pantai seperti pasir atau tanah liat yang terus

menerus terkena gelombang laut, perubahan keseimbangan. transportasi sedimen di perairan pantai, atau hilangnya daratan di wilayah pantai. Baik faktor alam maupun buatan berkontribusi terhadap fenomena akresi dan abrasi. Erosi pantai dapat disebabkan oleh berbagai proses alam, antara lain proses hidrooseanografi laut, seperti pecahnya gelombang, perubahan pola arus, angin, dan peristiwa pasang surut.

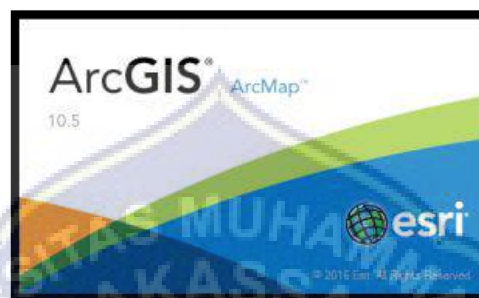
Perubahan garis pantai adalah hal yang biasa terjadi pada Kawasan pantai yang terjadi secara terus menerus. Pergerakan sedimen yang berdampak pada mundurnya garis pantai (abrasi) dan majunya garis pantai (akresi). Kerusakan bangunan di sepanjang pantai, ketidakstabilan ekologi, dan perubahan geomorfologi semuanya dipengaruhi oleh aliran sedimen. Salah satu permasalahan yang membahayakan lingkungan pesisir adalah abrasi, yang dapat merusak dan membahayakan bangunan yang berada tepat di tepi laut, termasuk pemukiman dan bangunan yang berfungsi sebagai pusat wisata.

Sulit untuk menentukan seberapa besar perubahan garis pantai dapat dianggap sebagai dampak buruk terhadap suatu wilayah pesisir. Untuk mengevaluasi perubahan pesisir dan menentukan tingkat kerusakan secara lebih obyektif, suatu tolak ukur harus ditetapkan. Perubahan yang terjadi di wilayah pesisir perlu diperhatikan dalam jangka waktu yang lama, bukan dalam waktu sekejap. Perubahan garis pantai yang bersifat sementara tidak menunjukkan bahwa pantai tersebut tidak stabil karena

## I. Program Aplikasi

Program aplikasi yang digunakan dalam menentukan perubahan garis pantai yang diakibatkan adanya gelombang terbagi menjadi dua, yaitu :

### a) ArcGis



**Gambar 9.**Program Aplikasi ArcGis  
 Sumber (<https://www.redlands.edu>)

Arcgis merupakan suatu program aplikasi perangkat lunak yang diproduksi oleh ESRI (Environ Science & Research Institute) berbasis windows. Program Aplikasi ArcGis memiliki beberapa perangkat lunak yaitu :

1. ArcReader untuk menampilkan peta yang dibuat oleh aplikasi ArcGis
2. ArcDesktop memiliki lima lisensi yaitu :
  - a) ArcView berfungsi menampilkan data spasial , membuat peta berlapis, dan menganalisis data spasial dasar
  - b) ArcMap berfungsi memvisualkan peta, menciptakan desain-desain peta dan menganalisis peta yang ditampilkan
  - c) ArcEditor berfungsi seperti Arcview tapi memiliki penambahan memanipulasi berkas shapefile dan basis data geo
  - d) ArcInfo berfungsi seperti ArcEditor tapi memiliki tambahan memanipulasi data, penyuntikan dan analisis data

- e) ArcCatalog berfungsi sebagai alat untuk menjelajah (browsing), mengatur (mengorganisasi), membagi (distribution), mendokumentasi data spasial, dan menyimpan dokumentasi data

Terdapat beberapa fungsi dari program aplikasi ArcGis sebagai berikut :

- a) Mampu menyajikan GIS yang relevan
- b) Mampu membuat dan mengedit peta-peta
- c) Mampu menganalisis data spasial dengan aplikasi ArcGis
- d) Mampu memvisualisasi dan sharing data

**b) Program Digital Shoreline Analisis System (DSAS)**

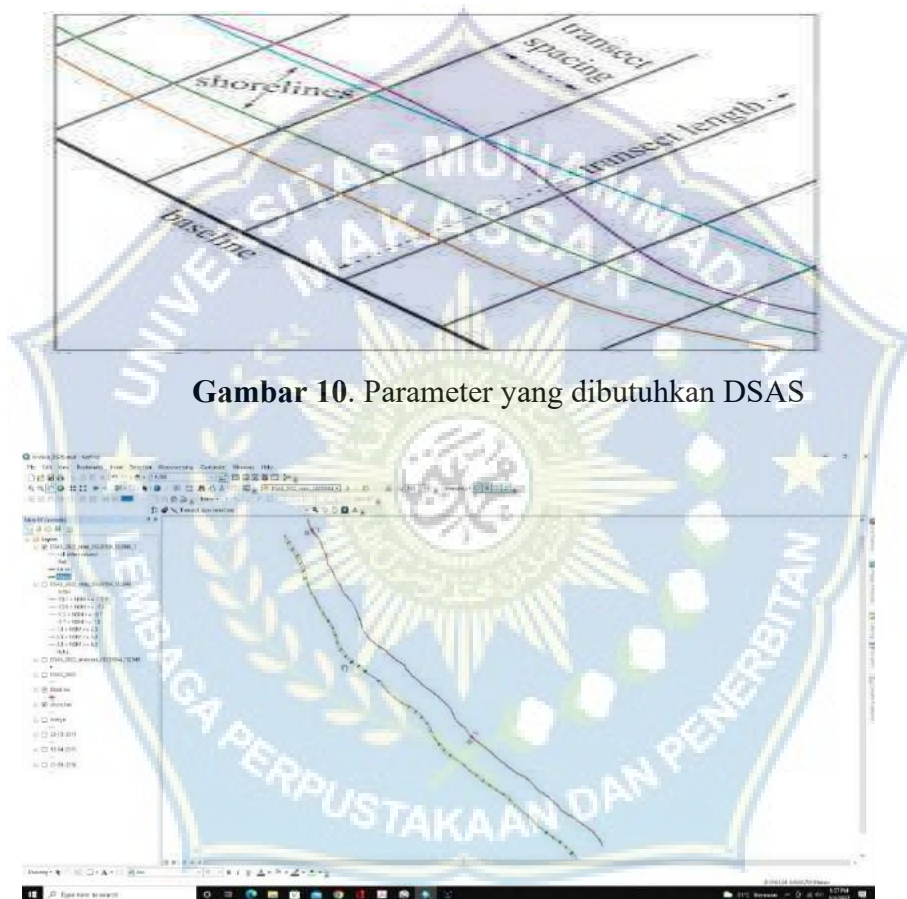
Dalam pengukuran garis pangkal biasa (*normal baseline*) yang terdapat pada pasal 5 yaitu digunakan untuk mengukur luasnya laut teritorial dengan garis permukaan air terendah (*low water line*) sepanjang pantai ditandai pada peta skala Program Digital Shoreline Analisis System (DSAS)

Digital Shoreline Analysis System (DSAS) merupakan teknologi penginderaan jauh yang dapat digunakan untuk mendeteksi dan menghitung perubahan garis pantai di suatu wilayah secara otomatis (Sugiyono dkk., 2015).

Digital Shoreline Analysis System (DSAS) merupakan perangkat lunak yang dapat digunakan untuk menghitung laju perubahan garis pantai dari waktu ke waktu. (Hakim et al., 2014).

Parameter yang diperlukan dalam DSAS terdiri dari baseline yaitu

garis acuan titik nol yang digunakan sebagai garis acuan untuk mengukur perubahan garis pantai dan garis ini tidak termasuk dalam garis pantai, shorelines yaitu garis pantai yang akan diukur perubahannya, transects yaitu garis tegak lurus dengan baseline yang membagi pias-pias pada garis pantai.



**Gambar 10.** Parameter yang dibutuhkan DSAS

**Gambar 11.** Tampilan perangkat lunak DSAS

## J. Penelitian Sebelumnya

1. Analisis Deformasi Gelombang Pada Pantai Minahasa Barat dibuat oleh Sesty E.J. Imbar, Universitas Sam Ratulangi Manado, (2020). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis deformasi gelombang Pantai Buloh Desa Tateli dan deformasi yang ditinjau adalah refraksi gelombang, shoaling, gelombang pecah dan

gelombang yang diteliti adalah gelombang yang diakibatkan oleh angin. Data yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah data angin 10 tahun kebelakang yang terjadi pada Pantai Buloh Desa Tateli. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tinggi gelombang pecah maksimum ( $H_b$ )=1,58 m, gelombang pecah pada kedalaman ( $D_b$ )=1,01 m, koefisien refraksi yang terjadi antara 0,934 sampai 1,003 dan koefisien shoaling yang terjadi antara 0,905 sampai 1,335. Sehingga gelombang yang terjadi di Pantai Buloh Desa Tateli bersifat merusak pantai mengakibatkan terjadinya abrasi yang disebabkan akibat dari gelombang pecah yang berjarak 12,4 m dari garis pantai.

2. Deformasi Gelombang Di Pantai Makassar dibuat oleh Frans Rabung, A.B. Muhiddin, M.P. Hatta dan S. Malik, Universitas Hasanuddin, (2015). Penelitian ini dilakukan untuk melanjutkan dua penelitian sebelumnya yaitu “Pola Angin Pembangkit Gelombang Yang Berpengaruh Atas Morfologi dan Bangunan Pantai Disekitar Makassar” dan “Prediksi Gelombang-gelombang Signifikan Sekitar Pantai Makassar Untuk Perencanaan Pembangunan Infrastruktur Pantai” dan penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tinggi dan arah gelombang yang langsung berpengaruh terhadap pantai dan bangunan di atasnya menggunakan program SMS 10.0. Dalam penelitian ini menggunakan data arah angin terbanyak dan terbesar dari suatu arah yang diambil dari BMKG Wilayah IV Makassar. Hasil yang ditunjukkan dari hasil simulasi gelombang di Pantai Makassar menggunakan program SMS 10.0 bahwa dari arah Barat Laut, Barat dan Barat Daya terdapat gelombang setinggi 3 m tidak dapat mendakati Pantai Makassar dan baik dari arah Barat Laut maupun Barat Daya gelombang pecah pada kedalaman yang sama.

3. Studi Analisis Faktor Penyebab Dan Penanganan Abrasi Pantai Di Wilayah Pesisir Aceh Barat dibuat oleh Munandar dan Ika Kusumawati, Universitas Teuku Umar Aceh, (2017). Penelitian ini bertujuan untuk melihat perubahan abrasi pantai yang terjadi di Aceh Barat dan Nagan Raya. Penelitian ini menggunakan data primer yang didapatkan dari hasil survei dalam bentuk pengukuran, pengamatan pasang surut, gelombang, arus dan tanah, dan menggunakan data sekunder yang diperoleh dari BMG di bandara Cut Nyak Dien Kabupaten Nagan Raya. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah kondisi gelombang dititik penelitian memberikan hasil (1,25-2,25 m) dan analisis laju angkutan sedimen selama 16 tahun sejajar pantai sebesar 2.043.475,13 m<sup>3</sup>, arah dominan sedimen menuju kearah timur. Potensial laju sedimen tahunan sejajar pantai sebesar 127.717,20 m<sup>3</sup>. Sesuai dengan kondisi dilapangan yang mengalami kemunduran garis pantai.

4. Studi Analisis Karakteristik Gelombang Pecah Terhadap Perubahan Garis Pantai Di Atep Oki dibuat oleh Stefani kristie Dauhan, H.Tawas, H. Tangkudung, dan J. D. Mamoto, (2013). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui serta mendapatkan nilai karakteristik gelombang pecah yang menyebabkan perubahan terhadap garis Pantai di Pantai Atep Oki kecamatan Minahasa Provinsi Sulawesi Utara. Penelitian menggunakan metode hindcasting gelombang berdasarkan data angin selama 11 tahun dari stasiun BMKG Winangun untuk mendapatkan tinggi dan periode gelombang signifikan. Dari hasil perhitungan diperoleh  $H = 1,4721$  m dan  $T = 4,4513$  det,  $H'_o = 1,472$  m. Koefisien refraksi yang terjadi berkisar antara 0,9260 sampai 1,0017. Sedangkan koefisien shoaling berkisar pada 0,931 sampai 3.374. Tinggi gelombang setelah mengalami transformasi yang didapatkan dari



hasil perhitungan berkisar pada 0,7 m sampai 1,723 m pada kedalaman 0,1 m sampai 25 m. Sehingga hasil penelitian ini diperoleh karakteristik gelombang pecah yang diperoleh tinggi gelombang pecah maksimum  $H_b = 1,723$  m, gelombang pecah pada kedalaman  $D_b = 25$  m, pada jarak 310 m ke arah garis Pantai (daerah pesisir), dan terdapat juga karakteristik gelombang pecah pada saat menyentuh bibir Pantai yaitu, (kedalaman(  $d$ ) + amplitude ( $a$ )) gelombang pecah maksimum = 1,5 m, kedalaman didaerah downrush = 1,0 m, kedalaman didaerah uprush = 0,09 m, jarak downrush ke uprush = 5,50 m, jarak downrush ke berms (daerah pesisir) = 13,40 m, jarak downrush sampai kerumah warga = 14,40 m. Maka hasil analisa diatas gelombang yang terjadi di Pantai Atep Oki dapat merusak pantai tersebut dan dapat mengakibatkan erosi atau abrasi yang disebabkan oleh pelepasan energi dari gelombang pecah dan bangkitan arus.

5. Studi Karakteristik Gelombang Pada Daerah Pantai Matani Satu dibuat oleh Isdina Fadila Umpel, Jeffry D. Mamoto, dan M. Ihsan Jasin, (2015). Penelitian ini dilakukan di perairan pantai Matani Satu, Tumpaan, Minahasa Selatan, Sulawesi Utara. Tujuan Penelitian ini untuk mengetahui karakteristik gelombang di perairan pantai Matani Satu, Tumpaan, Minahasa Selatan, Sulawesi Utara. Penelitian terhadap lokasi studi ini dimulai dengan survey ke lokasi studi, kemudian mengumpulkan data-data seperti peta lokasi pantai Matani Satu dan data angin selama 10 tahun dari BMKG yang selanjutnya akan digunakan dalam peramalan tinggi dan periode gelombang signifikan yang terjadi di daerah Pantai Matani Satu. Dari hasil perhitungan tinggi dan periode gelombang, dengan gelombang maksimum terjadi pada bulan Desember 2003 diperoleh menggunakan Metode

Hind Casting adalah  $H = 1.2770$  m dan  $T = 4.5279$  det. Tinjauan arah gelombang dominan untuk lokasi ini adalah arah barat. Koefisien refraksi yang terjadi berkisar antara 0.9505 sampai 1.1485 dan koefisien shoaling yang terjadi berkisar pada 0.8980 sampai 1.5405. Tinggi gelombang yang didapatkan dari hasil perhitungan berkisar pada 1.0799 m sampai 1.8003 m dengan kedalaman 0.5 m sampai 25 m. Hasil penelitian ini diperoleh gelombang di perairan matani didominasi oleh gelombang arah barat dengan gelombang maksimum terjadi pada bulan Desember 2003 dengan tinggi 1,2770 m dan periode 4,5279 det. Pada transformasi gelombang diperoleh nilai koefisien refraksi yang terjadi berkisar antara 0.9505 sampai 1.1485 dan koefisien shoaling yang terjadi berkisar pada 0.8980 sampai 1.5405, Tinggi gelombang pecah yang didapat dari hasil perhitungan setelah memperhitungkan refraksi dan shoaling berkisar pada 1.0799 m sampai 1.8003 m pada kedalaman 0.5 m sampai 25 m. Berdasarkan analisa transformasi gelombang terhadap pantai Matani Satu dengan menggunakan data angin 10 tahun (masa lalu) diperoleh tinggi gelombang pecah maksimum ( $H_b$ ) = 1.8003 m, gelombang pecah pada kedalaman ( $D_b$ ) = 1.106 m Pada jarak 49 m dari garis Pantai. Berdasarkan hasil analisa di atas, gelombang yang terjadi di pantai Matani Satu dapat merusak pantai tersebut dan menyebabkan kemunduran garis pantai yang disebabkan oleh pelepasan energi dari gelombang pecah.

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### A. Lokasi dan Waktu penelitian

Lokasi penelitian yang akan dilakukan berada di Pesisir Pantai Tanjung merdeka lebih tepatnya di Pesisir Pantai Tanjung Layar Putih Kelurahan Tanjung Merdeka, Kecamatan Tamalate, Kota Makassar pada titik koordinat  $5^{\circ}11'28''$  LS dan  $119^{\circ}22'56''$  BT



**Gambar 12.**Lokasi penelitian (Google Earth)

#### B. Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Tahapan Penelitian secara garis besar dibagi menjadi empat tahap yaitu :

##### 1. Tahap identifikasi

Pada tahap ini peneliti mengidentifikasi permasalahan yang terdapat dilapangan untuk diangkat sebagai topik atau judul penelitian agar menjadi bahan studi literatur serta mengevaluasi studi literatur yang telah ada sebelumnya.

## 2. Tahap pengambilan data

Pada penelitian ini akan menggunakan dua sumber data yaitu :

- a) Data Primer adalah data yang diperoleh dari hasil pengamatan dengan pengukuran secara langsung di lapangan. Data Primer yang digunakan adalah data pengukuran baseline. Pengukuran baseline memiliki jarak 540 meter dengan jarak antar patok 10 meter, sehingga membentuk 55 grid.

**Tabel 2.** Alat dan Bahan yang digunakan pengambilan data lapangan

NO	Alat & Bahan	Fungsi
1	Alat tulis	Mencatat data hasil pengamatan dilapangan
2	Roll meter 50 m	Mengukur Panjang garis Pantai yang akan diteliti
3	Patok kayu	Penanda jarak antar patok
4	HP/Ponsel	Menentukan titik koordinat garis pantai

- b) Data Sekunder adalah data yang diperoleh dari peta batimetri nasional dan stasiun Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Paotere. Data yang akan digunakan seperti data kedalaman laut, data kecepatan angin, data gelombang yang berada di Pantai Tanjung Layar Putih Kelurahan Tanjung Merdeka Kecamatan Tamalate Kota Makassar.

## 3. Tahap Pengolahan Data

Untuk tahap pengolahan data pada penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data Primer yang digunakan hasil pengukuran di lapangan berupa data baseline yang nanti akan dimasukkan kedalam aplikasi untuk panjang pantai yang digunakan. Data sekunder yang digunakan seperti data kedalaman laut

untuk memperoleh data kemiringan pantai disetiap titik kedalaman laut. Data ini diperoleh dari peta batimetri nasional. Sedangkan data kecepatan angin dan data arah angin. Data tersebut akan diolah agar mengetahui peramalan tinggi dan periode gelombang maksimum. Data sekunder yang diperoleh berasal Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Paotere.

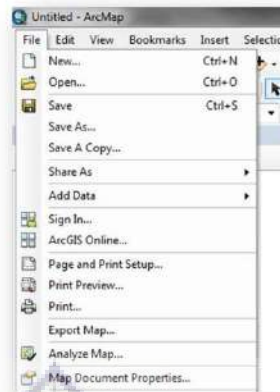
Setelah mengolah data primer dan data sekunder tersebut kemudian dimasukkan kedalam aplikasi Arcgis dengan program ArcMap. Penggunaan Program ArcMAP ini untuk menampilkan peta lokasi penelitian Adapun langkah - langkah mengoperasikan aplikasi arcgis dalam program aplikasi ArcMap :

1. Buka aplikasi Arcgis kemudian klik ArcMap







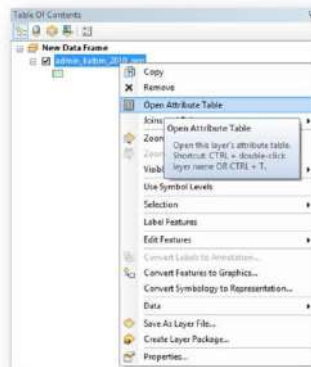
**Gambar 13.** Tampilan program ArcMap dalam aplikasi Arcgis  
(<https://musnanda.files.wordpress.com>)

2. Aplikasi ArcMap menampilkan beberapa perintah yang ada di fitur Menu dan icon



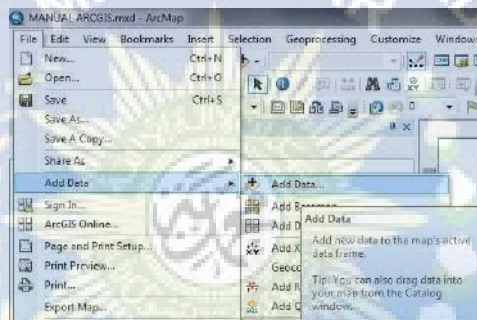
**Gambar 14.** Tampilan fitur menu dan icon dalam aplikasi ArcMap  
 (<https://musnanda.files.wordpress.com>)

3. Terdapat beberapa icon yang dapat dijalankan di aplikasi ArcMap :
  - a.  : Memiliki fungsi untuk membuat peta baru, membuka map, menyimpan dan mampu mencetak peta
  - b.  : Memiliki fungsi untuk membuka dan menampilkan layar, mampu zoom in dan zoom out layar, menggeser peta, dan menampilkan list peta, Arcatalog, ArcToolbox
  - c.  : Memiliki fungsi untuk melakukan zoom in atau zoo out pada model layout dan digunakan untuk mengetahui atau identify fitur yang sedang di tampilkan
  - d.  : Memiliki fungsi untuk mengukur jarak pada peta yang sedang ditampilkan
4. Untuk menampilkan tabel klik Table of content lalu klik Open Attribute Table



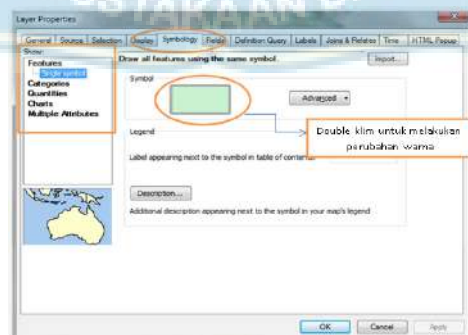
**Gambar 15.** Tampilan fitur Table Of Content dalam aplikasi ArcMap  
(<https://musnanda.files.wordpress.com>)

5. Klik menu file lalu klik icon add data, icon ini berfungsi untuk menampilkan layer pada peta



**Gambar 16.** Tampilan fitur Add Data dalam aplikasi ArcMap  
(<https://musnanda.files.wordpress.com>)

6. Untuk Layer Properties memiliki fungsi untuk mengatur objek tampilan layar pada peta seperti skala peta, objek peta, simbol peta, dan warna peta



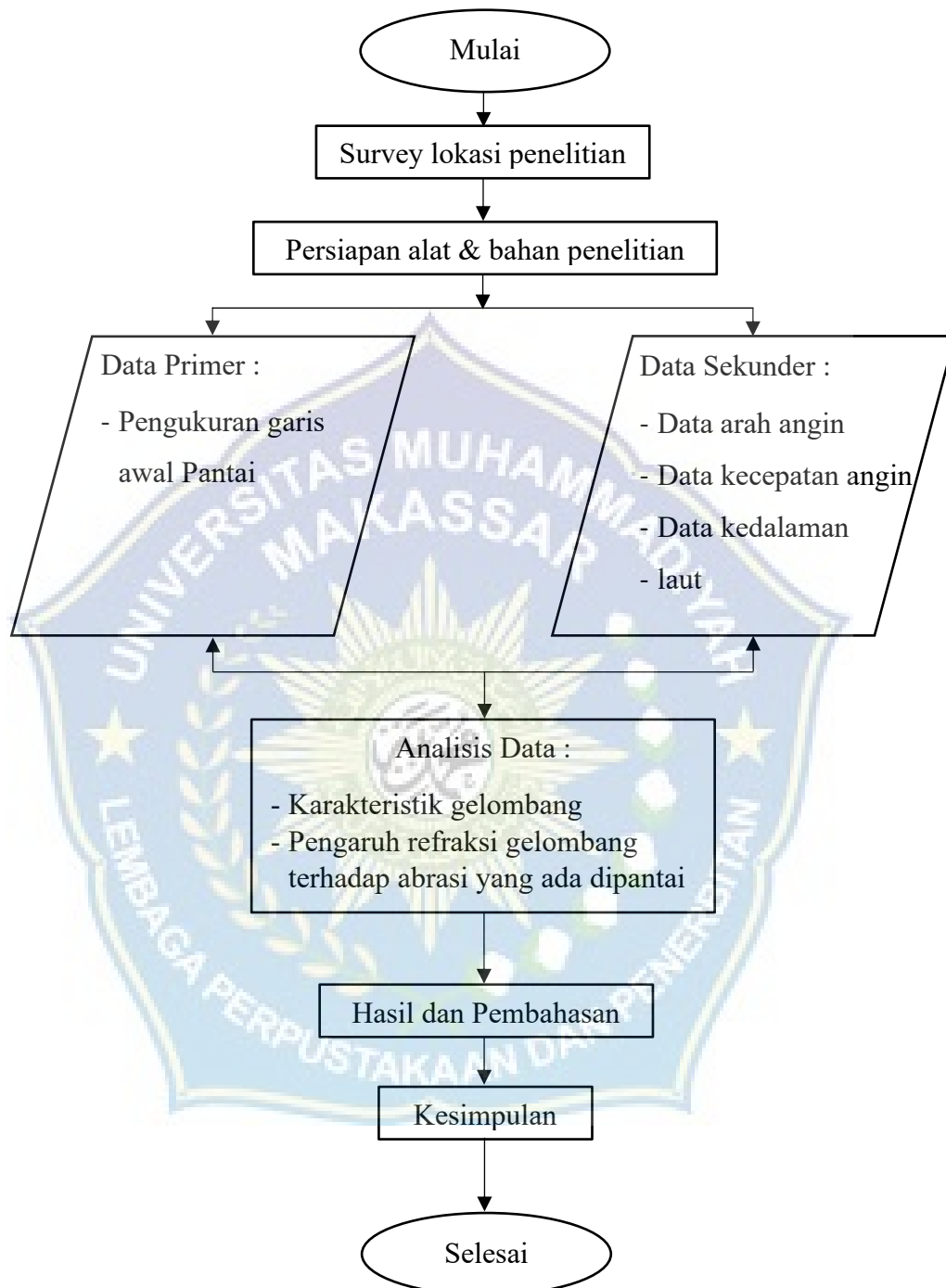
**Gambar 17.** Tampilan fitur Layer Properties dalam aplikasi ArcMap  
(<https://musnanda.files.wordpress.com>)

#### 4. Tahap analisis data dan pembahasan

Setelah dilakukan tahap pengolahan data, maka tahap selanjutnya adalah tahap analisis hasil dan pembahasan, Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah hasil dari pengolahan data tersebut sesuai dengan tujuan dari penelitian ini, yaitu mengetahui hasil perhitungan refraksi gelombang, gelombang pecah dan mengetahui pengaruh deformasi gelombang yang menyebabkan abrasi di Pantai Tanjung Layar Putih Kecamatan Tamalate Kota Makassar.





**C. Flowchart****Gambar 18.** Flowchart

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Data Koordinat dan Kemiringan Pantai

Untuk mengetahui perubahan garis pantai yang terjadi pada Pantai Tanjung Layar Putih, hal pertama yang kami lakukan adalah mensurvei garis pantai dan menentukan titik koordinat awal garis pantai. Lokasi penelitian kami terletak pada Kelurahan Tanjung Merdeka, Kecamatan Tamalate, Kota Makassar.

Setelah kami melakukan pengukuran secara langsung di lapangan dengan menggunakan GPS disepanjang garis pantai. Setiap patok yang ditempatkan pada bibir pantai diberikan jarak 10 meter antara patok yang satu dan yang lainnya. Lokasi pantai yang diteliti memiliki Panjang kurang lebih 540 meter dan terdapat 55 titik koordinat.

Titik koordinat diambil mengikuti garis pantai sehingga didapatkan jarak dalam garis pantai (x) adalah 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 230, 240, 250, 260, 270, 280, 290, 300, 310, 320, 330, 340, 350, 360, 370, 380, 390, 400, 410, 420, 430, 440, 450, 460, 470, 480, 490, 500, 510, 520, 530 dan 540.

**Tabel 3.** Titik Koordinat Profil Pantai

NO	Jarak antara garis pantai (x)	Longitude Garis Bujur	Longitude Garis Lintang
1	0	119° 22' 55,042" E	5° 11' 28,957" S
2	10	119° 22' 55,506" E	5° 11' 28,907" S
3	20	119° 22' 55,737" E	5° 11' 28,777" S
4	30	119° 22' 56,045" E	5° 11' 28,762" S
5	40	119° 22' 56,371" E	5° 11' 28,773" S
6	50	119° 22' 56,758" E	5° 11' 28,808" S

7	60	119° 22' 57,086" E	5° 11' 28,781" S
8	70	119° 22' 57,416" E	5° 11' 28,739" S
9	80	119° 22' 57,726" E	5° 11' 28,693" S
10	90	119° 22' 57,989" E	5° 11' 28,620" S
11	100	119° 22' 58,277" E	5° 11' 28,519" S
12	110	119° 22' 58,532" E	5° 11' 28,372" S
13	120	119° 22' 58,734" E	5° 11' 28,159" S
14	130	119° 22' 59,060" E	5° 11' 28,025" S
15	140	119° 22' 59,396" E	5° 11' 27,894" S
16	150	119° 22' 59,665" E	5° 11' 27,713" S
17	160	119° 22' 59,903" E	5° 11' 27,493" S
18	170	119° 23' 0,140" E	5° 11' 27,269" S
19	180	119° 23' 0,339" E	5° 11' 27,016" S
20	190	119° 23' 0,521" E	5° 11' 26,749" S
21	200	119° 23' 0,676" E	5° 11' 26,464" S
22	210	119° 23' 0,831" E	5° 11' 26,177" S
23	220	119° 23' 0,984" E	5° 11' 25,891" S
24	230	119° 23' 1,119" E	5° 11' 25,595" S
25	240	119° 23' 1,254" E	5° 11' 25,300" S
26	250	119° 23' 1,409" E	5° 11' 25,014" S
27	260	119° 23' 1,562" E	5° 11' 24,725" S
28	270	119° 23' 1,713" E	5° 11' 24,435" S
29	280	119° 23' 1,851" E	5° 11' 24,138" S
30	290	119° 23' 1,989" E	5° 11' 23,840" S
31	300	119° 23' 2,128" E	5° 11' 23,542" S
32	310	119° 23' 2,261" E	5° 11' 23,239" S
33	320	119° 23' 2,389" E	5° 11' 22,933" S
34	330	119° 23' 2,517" E	5° 11' 22,630" S
35	340	119° 23' 2,645" E	5° 11' 22,327" S
36	350	119° 23' 2,772" E	5° 11' 22,027" S
37	360	119° 23' 2,897" E	5° 11' 21,729" S
38	370	119° 23' 3,023" E	5° 11' 21,431" S
39	380	119° 23' 3,138" E	5° 11' 21,125" S
40	390	119° 23' 3,243" E	5° 11' 20,827" S
41	400	119° 23' 3,347" E	5° 11' 20,532" S
42	410	119° 23' 3,452" E	5° 11' 20,231" S
43	420	119° 23' 3,558" E	5° 11' 19,932" S
44	430	119° 23' 3,661" E	5° 11' 19,638" S
45	440	119° 23' 3,763" E	5° 11' 19,346" S
46	450	119° 23' 3,866" E	5° 11' 19,054" S
47	460	119° 23' 3,969" E	5° 11' 18,762" S
48	470	119° 23' 4,070" E	5° 11' 18,475" S
49	480	119° 23' 4,165" E	5° 11' 18,185" S
50	490	119° 23' 4,260" E	5° 11' 17,884" S

51	500	119° 23' 4,355" E	5° 11' 17,583" S
52	510	119° 23' 4,449" E	5° 11' 17,287" S
53	520	119° 23' 4,525" E	5° 11' 16,982" S
54	530	119° 23' 4,596" E	5° 11' 16,673" S
55	540	119° 23' 4,646" E	5° 11' 16,343" S

Untuk menentukan kemiringan dasar pantai, diperlukan peta batimetri nasional untuk memperoleh kedalaman laut dan jarak antar kedalaman laut yang telah ditentukan, kemudian dihitung menggunakan persamaan 1 (dijabarkan pada halaman 9) sehingga diperoleh kemiringan dasar pantai yaitu :

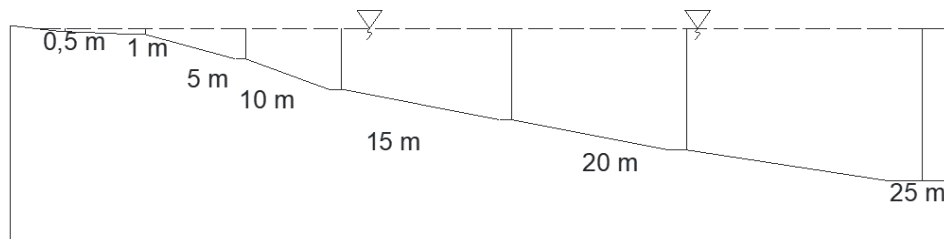
$$\bullet I = \frac{P7 - P6}{\text{jarak antar titik}} = \frac{25 - 20}{1861,25} = \frac{5}{1861,25} = 0,003 \text{ m}$$

Untuk hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

**Tabel 4.** Hasil Analisis Kemiringan Pantai

NO.	KEDALAMAN (D) (m)	JARAK ANTAR TITIK (X) (m)	KEMIRINGAN (I)
P7	25	1861,25	0,003
P6	20		
P6	20	752,12	0,007
P5	15		
P5	15	604,94	0,008
P4	10		
P4	10	448,54	0,011
P3	5		
P3	5	411,02	0,010
P2	1		
P2	1	93,32	0,005
P1	0,5		
P1	0,5	150,32	0,003
P0	0		

Berdasarkan hasil perhitungan kemiringan diatas diperoleh kemiringan terendah berada pada P1-P0 dan P7-P6 sebesar 0,003. Sedangkan Kemiringan tertinggi berada pada P4-P3 sebesar 0,011



**Gambar 19.** Sketsa kemiringan pantai

## B. Peramalan Tinggi dan Periode Gelombang

Dalam menentukan peramalan tinggi dan periode gelombang perlu diketahui beberapa hal berikut ini :

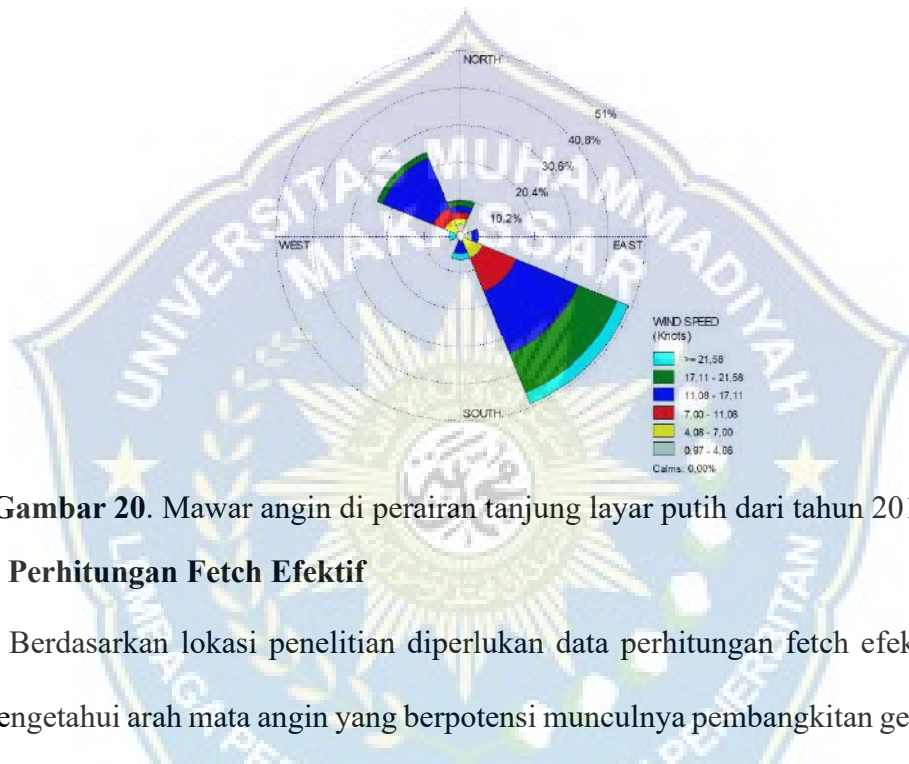
### a. Data Angin

Data angin yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Stasiun Meteorologi Maritim Paotere. Data yang diperoleh adalah data angin tahun 2019 sampai dengan tahun 2023. Data angin tersebut dilakukan analisis untuk mendapatkan beberapa parameter meliputi, kecepatan rata-rata (knot), arah angin terbanyak ( $^{\circ}$ ), Kecepatan maksimum (knot), dan arah kecepatan angin maksimum (knot), yang akan disusun dalam bentuk tabel dengan pengelompokan data angin pada tahun 2019-2023 yang terdapat pada lampiran

**Tabel 5.** Parameter kejadian arah 38ating angin

Arah		Jumlah data	Presentase kejadian
Notasi	Derajat		
Utara (N)	0	6	10 %
Timur Laut (NE)	45	0	0 %
Timur €	90	3	5 %
Tenggara (SE)	135	30	50 %
Selatan (S)	180	4	6,7 %

Barat Daya (SW)	225	0	0 %
Barat (W)	270	2	3,3 %
Barat Laut (NW)	315	15	25 %
Total		60	100%



**Gambar 20.** Mawar angin di perairan tanjung layar putih dari tahun 2019-2023

#### **b. Perhitungan Fetch Efektif**

Berdasarkan lokasi penelitian diperlukan data perhitungan fetch efektif untuk mengetahui arah mata angin yang berpotensi munculnya pembangkitan gelombang.



**Gambar 21.** Panjang Fetch dari utara, timur laut, barat laut, barat dan barat daya

Tabel perhitungan fetch untuk masing-masing arah peramalan gelombang laut dalam menggunakan persamaan 15 (yang dijabarkan pada halaman 19) adalah sebagai berikut :

**Tabel 6.** Perhitungan Fetch Efektif Arah Utara

	$\alpha$	$\text{COS } \alpha$	Xi (Km)	$\text{Xi cos } \alpha$	
UTARA	-20	0,939693	200,00	187938,5	
	-15	0,965926	200,00	193185,2	
	-10	0,984808	200,00	196961,6	
	-5	0,996195	110,93	110507,9	
	0	1	105,92	105920	
	5	0,996195	200,00	199238,9	
	10	0,984808	200,00	196961,6	
	15	0,965926	200,00	193185,2	
	20	0,939693	200,00	187938,5	
	Total		8,773242		1571837,3

Berdasarkan tabel diatas untuk perhitungan fetch efektif arah utara diperoleh fetch efektif sebesar 179,163 km atau 179163 m.

**Tabel 7.** Perhitungan Fetch Efektif Arah Timur Laut

	$\alpha$	$\text{COS } \alpha$	Xi (Km)	$\text{Xi cos } \alpha$
TIMUR LAUT	-20	0,939693	19,50	18324,00
	-15	0,965926	19,36	18700,32
	-10	0,984808	9,47	9326,13
	-5	0,996195	8,79	8756,55
	0	1	4,69	4690
	5	0,996195	2,13	2121,89

	10	0,984808	1,40	1378,73
	15	0,965926	0,93	898,31
	20	0,939693	0,80	751,75
	Total	8,773242		64947,70

Berdasarkan tabel diatas untuk perhitungan fetch efektif arah timur laut diperoleh fetch efektif sebesar 7,403 km atau 7403 m.

**Tabel 8.** Perhitungan Fetch Efektif Arah Barat Daya

	$\alpha$	$\text{COS } \alpha$	Xi (Km)	$\text{Xi cos } \alpha$
BARAT DAYA	-20	0,939693	0,71	667,18
	-15	0,965926	9,30	898,31
	-10	0,984808	1,11	1093,14
	-5	0,996195	1,45	1444,48
	0	1	2,36	2360,00
	5	0,996195	3,49	3476,72
	10	0,984808	4,21	4146,04
	15	0,965926	4,83	4665,42
	20	0,939693	9,26	8701,55
	Total	8,773242		27452,85

Berdasarkan tabel diatas untuk perhitungan fetch efektif arah barat daya menggunakan persamaan 15 diperoleh fetch efektif sebesar 3,129 km atau 3129 m.

**Tabel 9.** Perhitungan Fetch Efektif Arah Barat

	$\alpha$	$\text{COS } \alpha$	Xi (Km)	$\text{Xi cos } \alpha$
	-20	0,939693	11,10	10430,59
	-15	0,965926	12,91	12470,10



BARAT	-10	0,984808	14,36	14141,84
	-5	0,996195	16,67	16606,57
	0	1	18,64	18640,00
	5	0,996195	25,82	25721,75
	10	0,984808	25,45	25063,36
	15	0,965926	200,00	193185,17
	20	0,939693	200,00	187938,52
	Total	8,773242		504197,89

Berdasarkan tabel diatas untuk perhitungan fetch efektif arah barat diperoleh fetch efektif sebesar 57,470 km atau 57470 m.

**Tabel 10.** Perhitungan Fetch Efektif Arah Barat Laut

BARAT LAUT	$\alpha$	$\text{COS } \alpha$	Xi (Km)	$\text{Xi cos } \alpha$
	-20	0,939693	200,00	187938,52
	-15	0,965926	200,00	193185,17
	-10	0,984808	200,00	196961,55
	-5	0,996195	200,00	199238,94
	0	1	200,00	200000,00
	5	0,996195	200,00	199238,94
	10	0,984808	200,00	196961,55
	15	0,965926	200,00	193185,17
	20	0,939693	200,00	187938,52
	Total	8,773242		1754648,36

Berdasarkan tabel diatas untuk perhitungan fetch efektif arah barat dengan menggunakan persamaan 15 diperoleh fetch efektif sebesar 200,00 km atau 200000 m.

**Tabel 11.** Hasil Perhitungan Data Fetch Lokasi Penelitian

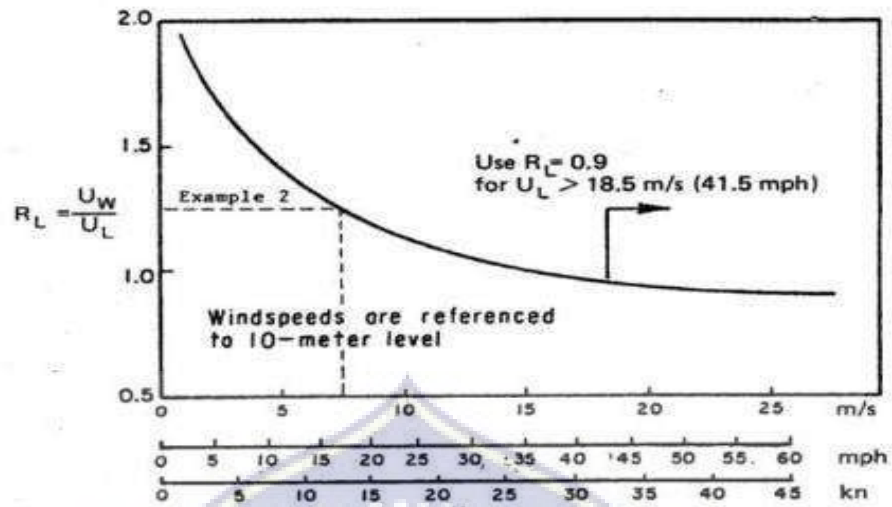
ARAH	Fecth Efektif (Km)	Fecth Efektif (m)
UTARA (N)	179,163	179163
TIMUR LAUT (NE)	7,403	7403
BARAT DAYA (SW)	3,129	3129
BARAT (W)	57,470	57470
BARAT LAUT (NW)	200,00	200000

### c. Tinggi dan Periode Gelombang

Untuk keperluan peramalan gelombang biasanya dipergunakan kecepatan angin pada ketinggian 10 m. Apabila kecepatan tidak diukur pada ketinggian tersebut maka kecepatan angin perlu dikoreksi terhadap ketinggian dengan formulasi sebagai berikut (Pratikto. dkk, 2000):

$$U_{10} = U_d \left[ \frac{10}{d} \right]^{1/7} \quad \text{if } d < 20 \text{ m}$$

Berdasarkan kecepatan maksimum yang terjadi tiap bulan dicari nilai RL dengan menggunakan grafik hubungan antara kecepatan angin di laut dan di hitung UW dengan rumus :



(after Resio & Vincent, 1977b)

**Gambar 22.** Grafik hubungan koreksi angin, sumber (CERC 1984)

$$t1 = 1609 / U_{10}$$

$$= 1609 / 7,20$$

$$= 223,47 \text{ m/dtk}$$

$$U_{3600} = U_{10} / R_L$$

$$= 7,20 / 0,9$$

$$= 8,00 \text{ m/dtk}$$

$$U_s = U_{3600} \times R_T$$

$$= 8,00 \times 1,3715$$

$$= 10,97 \text{ m/dtk}$$

Hitung  $U_w$  dengan rumus :

$$U_w = U_s \times R_L$$

$$= 10,97 \times 0,9$$

$$= 9,87 \text{ m/dtk}$$

Hitung  $U_A$  dengan rumus :

$$\begin{aligned}UA &= 0,71 \times U_w^{1,23} \\ &= 0,71 \times 9,87^{1,23} \\ &= 11,87 \text{ m/dtk}\end{aligned}$$

Keterangan :

U3600 : kecepatan rata-rata durasi 3600 detik

Us : koreksi stabilitas

RL : faktor reduksi

RT : koefisien stabilitas

UA : wind stress factor

UL = Kecepatan angin didarat

RL =Faktor Edukasi

RT = Koefisien Stabilitas

UW = Koereksi Lokasi

UA = Wind stress factor (Factor tegangan angin)



Tabel 12. Rekap hasil perhitungan parameter gelombang 2019

bulan	Tahun	derajat	Arah	WindSpd	U10	t1	RL	U3600	RT	US	Uw	UA	Fetch
				(m/s)	(m/dtk)	(dtk)		(m/dtk)		(m/dtk)	(m/dtk)	(cm/dtk)	(m/dtk)
1	2019	320	NW	7,20	7,20	223,47	0,9	8,00	1,37	10,97	9,87	11,87	200000
2	2019	330	NW	2,7	2,70	595,93	0,9	3,00	1,37	4,11	3,70	3,55	200000
3	2019	335	NW	5,1	5,10	315,49	0,9	5,67	1,37	7,77	6,99	7,77	200000
4	2019	110	SE	0,9	0,90	1787,78	0,9	1,00	1,37	1,37	1,23	0,92	306
5	2019	150	SE	6,9	6,90	233,19	0,9	7,67	1,37	10,51	9,46	11,27	306
6	2019	140	SE	9,1	9,10	176,81	0,9	10,11	1,37	13,87	12,48	15,84	306
7	2019	130	SE	8,1	8,10	198,64	0,9	9,00	1,37	12,34	11,11	13,72	306
8	2019	140	SE	9,4	9,40	171,17	0,9	10,44	1,37	14,32	12,89	16,48	306
9	2019	140	SE	9,2	9,20	174,89	0,9	10,22	1,37	14,02	12,62	16,05	306
10	2019	150	SE	9,4	9,40	171,17	0,9	10,44	1,37	14,32	12,89	16,48	306
11	2019	160	S	8	8,00	201,13	0,9	8,89	1,37	12,19	10,97	13,51	435
12	2019	300	NW	1,6	1,60	1005,63	0,9	1,78	1,37	2,44	2,19	1,87	200000

**Lanjutan Tabel 13.** Hasil perhitungan parameter gelombang 2019

t	Cek	t min	Limited	Fetch Min	H	T	H	T
(dkt)				(m)	(m)	(dtk)		
3600	Nonfully	48181	Durasi Ltd	4085	0,39	2,27	0,52	3,19
7200	fully	72032	-	200000	0,09	2,95		
10800	Nonfully	55498	Durasi Ltd	17169	0,52	3,19		
3600	Nonfully	1502	Fetch Ltd	306	0,01	0,41		
7200	Nonfully	652	Fetch Ltd	306	0,10	0,94		
10800	Nonfully	582	Fetch Ltd	306	0,14	1,06		
14400	Nonfully	610	Fetch Ltd	306	0,12	1,01		
18000	Nonfully	574	Fetch Ltd	306	0,15	1,07		
21600	Nonfully	579	Fetch Ltd	306	0,14	1,06		
25200	Nonfully	574	Fetch Ltd	306	0,15	1,07		
3600	Nonfully	775	Fetch Ltd	435	0,14	1,13		
3600	fully	89267	-	200000	0,05	1,55		

Tabel 13. Rekap hasil perhitungan parameter gelombang 2020

bulan	Tahun	derajat	Arah	WindSpd	U10	t1	RL	U3600	RT	US	Uw	UA	Fetch
				(m/s)	(m/dtk)	(dtk)		(m/dtk)		(m/dtk)	(m/dtk)	(cm/dtk)	(m/dtk)
1	2020	310	NW	6,4	6,40	251,41	0,9	7,11	1,37	9,75	8,78	10,27	200000
2	2020	320	NW	6,1	6,10	263,77	0,9	6,78	1,37	9,30	8,37	9,68	200000
3	2020	330	NW	2,6	2,60	618,85	0,9	2,89	1,37	3,96	3,57	3,39	200000
4	2020	110	E	1,8	1,80	893,89	0,9	2,00	1,37	2,74	2,47	2,16	408
5	2020	130	SE	4,8	4,80	0,00	0,9	5,33	1,37	7,31	6,58	7,21	306
6	2020	135	SE	8,2	8,20	0,00	0,9	9,11	1,37	12,50	11,25	13,93	306
7	2020	135	SE	9,3	9,30	173,01	0,9	10,33	1,37	14,17	12,75	16,26	306
8	2020	134	SE	7,8	7,80	206,28	0,9	8,67	1,37	11,89	10,70	13,10	306
9	2020	140	SE	8,9	8,90	180,79	0,9	9,89	1,37	13,56	12,21	15,41	306
10	2020	150	SE	6,8	6,80	236,62	0,9	7,56	1,37	10,36	9,33	11,07	306
11	2020	150	SE	2,3	2,30	699,57	0,9	2,56	1,37	3,50	3,15	2,92	306
12	2020	310	NW	5,8	5,80	277,41	0,9	6,44	1,37	8,84	7,95	9,10	200000

**Lanjutan Tabel 14.** Hasil perhitungan parameter gelombang 2020

t	Cek	t min	Limited	Fetch Min	H	T	H	T
(dkt)				(m)	(m)	(dtk)		
7200	Nonfully	50565	Durasi Ltd	10746	0,54	2,99	0,68	3,56
10800	Nonfully	51570	Durasi Ltd	19168	0,68	3,56		
14400	fully	73155	-	200000	0,08	2,81		
3600	Nonfully	1369	Fetch Ltd	408	0,02	0,60		
3600	Nonfully	756	Fetch Ltd	306	0,06	0,81		
7200	Nonfully	607	Fetch Ltd	306	0,12	1,01		
10800	Nonfully	577	Fetch Ltd	306	0,15	1,06		
14400	Nonfully	620	Fetch Ltd	306	0,12	0,99		
18000	Nonfully	587	Fetch Ltd	306	0,14	1,05		
21600	Nonfully	656	Fetch Ltd	306	0,10	0,94		
25200	Nonfully	1022	Fetch Ltd	306	0,03	0,60		
3600	Nonfully	52647	Durasi Ltd	3576	0,28	1,99		



Tabel 14. Rekap hasil perhitungan parameter gelombang 2021

bulan	Tahun	derajat	Arah	WindSpd	U10	t1	RL	U3600	RT	US	Uw	UA	Fetch
				(m/s)	(m/dtk)	(dtk)		(m/dtk)		(m/dtk)	(m/dtk)	(cm/dtk)	(m/dtk)
1	2021	310	NW	7	7,00	229,86	0,9	7,78	1,37	10,67	9,60	11,47	200000
2	2021	310	NW	6,4	6,40	251,41	0,9	7,11	1,37	9,75	8,78	10,27	200000
3	2021	330	NW	3,7	3,70	434,86	0,9	4,11	1,37	5,64	5,07	5,23	200000
4	2021	180	S	2,8	2,80	574,64	0,9	3,11	1,37	4,27	3,84	3,72	435
5	2021	140	SE	5,1	5,10	315,49	0,9	5,67	1,37	7,77	6,99	7,77	306
6	2021	130	SE	3,8	3,80	423,42	0,9	4,22	1,37	5,79	5,21	5,41	306
7	2021	140	SE	6,4	6,40	251,41	0,9	7,11	1,37	9,75	8,78	10,27	306
8	2021	140	SE	6,2	6,20	259,52	0,9	6,89	1,37	9,45	8,50	9,88	306
9	2021	140	SE	5,6	5,60	287,32	0,9	6,22	1,37	8,53	7,68	8,72	306
10	2021	160	S	7,8	7,80	206,28	0,9	8,67	1,37	11,89	10,70	13,10	435
11	2021	340	N	1,8	1,80	893,89	0,9	2,00	1,37	2,74	2,47	2,16	179163
12	2021	310	NW	6,3	6,30	255,40	0,9	7,00	1,37	9,60	8,64	10,07	200000

**Lanjutan Tabel 15.** Hasil perhitungan parameter gelombang 2021

t	Cek	t min	Limited	Fetch Min	H	T	H	T
(dkt)				(m)	(m)	(dtk)		
7200	Nonfully	48741	Durasi Ltd	11355	0,62	3,16	0,74	4,34
10800	Nonfully	50565	Durasi Ltd	19742	0,74	3,66		
14400	fully	63302	-	200000	0,13	4,34		
3600	Nonfully	1192	Fetch Ltd	435	0,04	0,73		
3600	Nonfully	738	Fetch Ltd	306	0,07	0,83		
7200	Nonfully	832	Fetch Ltd	306	0,05	0,74		
10800	Nonfully	672	Fetch Ltd	306	0,09	0,91		
14400	Nonfully	681	Fetch Ltd	306	0,09	0,90		
18000	Nonfully	710	Fetch Ltd	306	0,08	0,87		
3600	Nonfully	783	Fetch Ltd	435	0,14	1,11		
3600	fully	79043	-	179163	0,05	1,79		
3600	Nonfully	50892	Durasi Ltd	3763	0,32	2,09		

Tabel 15. Rekap hasil perhitungan parameter gelombang 2022

bulan	Tahun	derajat	Arah	WindSpd	U10	t1	RL	U3600	RT	US	Uw	UA	Fetch
				(m/s)	(m/dtk)	(dtk)		(m/dtk)		(m/dtk)	(m/dtk)	(cm/dtk)	(m/dtk)
1	2022	309	NW	8,2	8,20	196,22	0,9	9,11	1,37	12,50	11,25	13,93	200000
2	2022	313	NW	6,8	6,80	236,62	0,9	7,56	1,37	10,36	9,33	11,07	200000
3	2022	340	N	3,1	3,10	519,03	0,9	3,44	1,37	4,72	4,25	4,21	179163
4	2022	141	SE	2,1	2,10	766,19	0,9	2,33	1,37	3,20	2,88	2,61	306
5	2022	126	SE	2,4	2,40	670,42	0,9	2,67	1,37	3,66	3,29	3,07	306
6	2022	126	SE	4,3	4,30	374,19	0,9	4,78	1,37	6,55	5,90	6,30	306
7	2022	131	SE	6,9	6,90	233,19	0,9	7,67	1,37	10,51	9,46	11,27	306
8	2022	138	SE	6,1	6,10	263,77	0,9	6,78	1,37	9,30	8,37	9,68	306
9	2022	148	SE	8,2	8,20	196,22	0,9	9,11	1,37	12,50	11,25	13,93	306
10	2022	144	SE	2,8	2,80	574,64	0,9	3,11	1,37	4,27	3,84	3,72	306
11	2022	343	N	1,6	1,60	1005,63	0,9	1,78	1,37	2,44	2,19	1,87	179163
12	2022	350	N	4,6	4,60	349,78	0,9	5,11	1,37	7,01	6,31	6,84	179163

**Lanjutan Tabel 16.** Hasil perhitungan parameter gelombang 2022

t	Cek	t min	Limited	Fetch Min	H	T	H	T
(dkt)				(m)	(m)	(dtk)		
7200	Nonfully	45679	Durasi Ltd	12516	0,80	3,48	0,81	5,67
10800	Nonfully	49323	Durasi Ltd	20492	0,81	3,80		
3600	fully	63251	-	179163	0,10	3,49		
3600	Nonfully	1061	Fetch Ltd	306	0,02	0,58		
7200	Nonfully	1005	Fetch Ltd	306	0,03	0,61		
10800	Nonfully	791	Fetch Ltd	306	0,06	0,78		
14400	Nonfully	652	Fetch Ltd	306	0,10	0,94		
18000	Nonfully	685	Fetch Ltd	306	0,09	0,90		
21600	Nonfully	607	Fetch Ltd	306	0,12	1,01		
25200	Nonfully	943	Fetch Ltd	306	0,03	0,65		
3600	fully	82954	-	179163	0,05	1,55		
7200	fully	53802	-	179163	0,17	5,67		

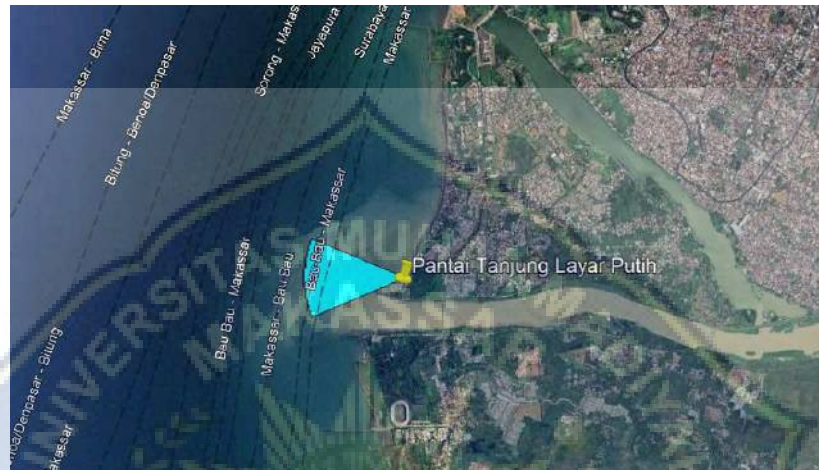
**Tabel 16.** Rekap hasil perhitungan parameter gelombang 2023

bulan	Tahun	derajat	Arah	WindSpd	U10	t1	RL	U3600	RT	US	Uw	UA	Fetch
				(m/s)	(m/dtk)	(dtk)		(m/dtk)		(m/dtk)	(m/dtk)	(cm/dtk)	(m/dtk)
1	2023	290	W	17,3	17,30	93,01	0,9	19,22	1,37	26,36	23,73	34,90	57470
2	2023	290	W	15,4	15,40	104,48	0,9	17,11	1,37	23,47	21,12	30,25	57470
3	2023	20	N	10,2	10,20	157,75	0,9	11,33	1,37	15,54	13,99	18,22	179163
4	2023	310	NW	9,7	9,70	165,88	0,9	10,78	1,37	14,78	13,30	17,13	200000
5	2023	172	S	11,5	11,50	139,91	0,9	12,78	1,37	17,52	15,77	21,12	435
6	2023	102	E	6,2	6,20	259,52	0,9	6,89	1,37	9,45	8,50	9,88	408
7	2023	130	SE	11,5	11,50	139,91	0,9	12,78	1,37	17,52	15,77	21,12	306
8	2023	130	SE	9,8	9,80	164,18	0,9	10,89	1,37	14,93	13,44	17,35	306
9	2023	140	SE	14,5	14,50	110,97	0,9	16,11	1,37	22,10	19,89	28,09	306
10	2023	115	SE	7,6	7,60	211,71	0,9	8,44	1,37	11,58	10,42	12,69	306
11	2023	135	SE	5,5	5,50	292,55	0,9	6,11	1,37	8,38	7,54	8,52	306
12	2023	340	N	5,8	5,80	277,41	0,9	6,44	1,37	8,84	7,95	9,10	179163

**Lanjutan Tabel 17.** Hasil perhitungan parameter gelombang 2023

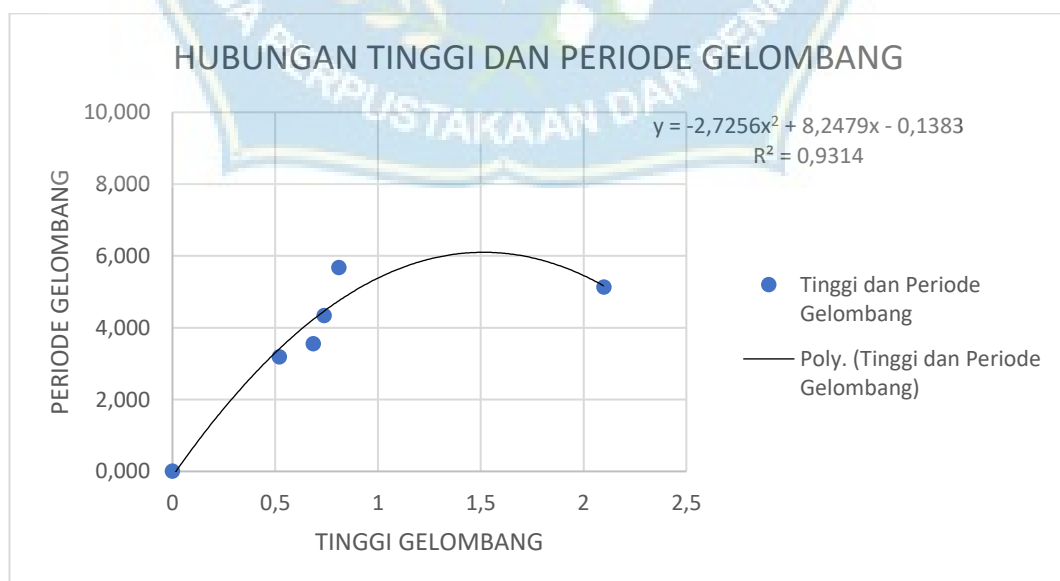
t	Cek	t min	Limited	Fetch Min	H	T	H	T
(dkt)				(m)	(m)	(dtk)		
3600	Nonfully	14646	Durasi Ltd	7003	1,49	3,90	2,10	5,13
7200	Nonfully	15362	Durasi Ltd	18441	2,10	5,13		
3600	Nonfully	38815	Durasi Ltd	5061	0,66	2,82		
3600	Nonfully	42639	Durasi Ltd	4907	0,61	2,73		
3600	Nonfully	668	Fetch Ltd	435	0,23	1,31		
3600	Nonfully	824	Fetch Ltd	408	0,10	0,99		
3600	Nonfully	529	Fetch Ltd	306	0,19	1,16		
7200	Nonfully	564	Fetch Ltd	306	0,16	1,09		
10800	Nonfully	481	Fetch Ltd	306	0,25	1,28		
14400	Nonfully	626	Fetch Ltd	306	0,11	0,98		
18000	Nonfully	715	Fetch Ltd	306	0,08	0,86		
3600	Nonfully	48924	Durasi Ltd	3576	0,28	1,99		

Berdasarkan tabel hasil analisis perhitungan parameter gelombang pada tahun 2019 sampai dengan 2023 diperoleh hasil tinggi dan periode gelombang maksimum yaitu terjadi pada bulan februari 2023 dengan tinggi gelombang 2,10 meter dan periode gelombang 5,13 detik.



**Gambar 23.** Mawar gelombang di Pantai tanjung layar putih dari tahun 2019-2023

Setelah mendapatkan hasil analisis parameter gelombang pada tahun 2019-2023 kemudian dibuatkan grafik hubungan tinggi dan periode gelombang untuk mendapatkan hasil persamaan nilai  $y$ .



**Gambar 24.** Grafik hubungan antara tinggi gelombang dan periode gelombang

Berdasarkan hasil grafik hubungan tinggi dan periode gelombang pada tahun 2019-2023 diperoleh hasil persamaan nilai  $y = -2,7256x^2 + 8,2479x - 0,1383$

### C. Analisis Koefisien Refraksi Gelombang

Berdasarkan hasil analisis parameter gelombang pada tahun 2019 - 2023 diperoleh data tinggi dan periode gelombang maksimum yaitu pada bulan februari 2023 dengan tinggi gelombang 2,10 meter dan periode gelombang 5,13 detik.

#### 1. Panjang Gelombang

Untuk menentukan panjang gelombang menggunakan rumus:

$$L_o = 1,56 * T_o^2$$

Dengan :

$L_o$  = Panjang gelombang

$T_o$  = Periode gelombang

Diketahui tinggi gelombang pada bulan februari 2023 yaitu 2,1 m dan untuk menentukan periode gelombang digunakan metode hindcasting dengan rumus:

$$T_o = -2,7256 * H_o^2 + 8,2479 * H_o - 0,1383$$

$$= -2,7256 * 2,1^2 + 8,2479 * 2,1 - 0,1383$$

$$T_o = 5,13 \text{ det}$$

Untuk periode gelombang pada bulan februari 2023 yaitu 5,13 detik, maka panjang gelombangnya adalah

$$L_o = 1,56 * T_o^2$$

$$L_o = 1,56 * (5,13)^2$$

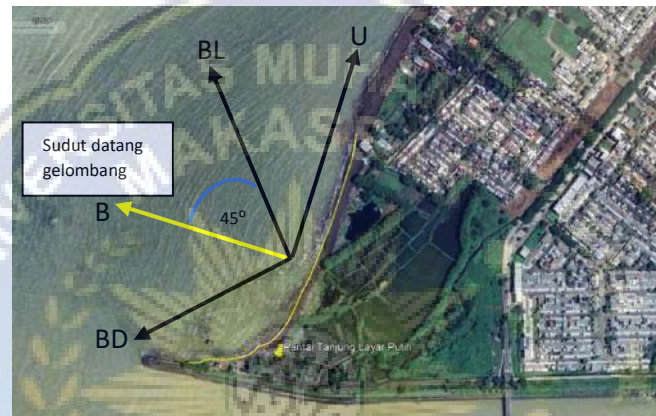
$$L_o = 41,05 \text{ m}$$



**Tabel 17.** Hasil perhitungan periode dan panjang gelombang

Tinggi Gelombang (m)	Periode Gelombang (det)	Panjang Gelombang (m)
2,1	5,13	41,05
1,8	5,88	53,88
1,5	6,10	58,07
1,2	5,83	53,10
0,9	5,08	40,21
0,6	3,83	22,87
0,3	2,09	6,82

## 2. Koefisien Refraksi

**Gambar 25.** Penentuan sudut datang gelombang

Untuk mencari nilai koefisien refraksi ( $K_r$ ) pada gelombang perlunya untuk penentuan derajat gelombang dengan menggunakan metode perhitungan analitis sebagai berikut:

- Menentukan sudut datang gelombang ( $\alpha$ ). Sudut datang gelombang ( $\alpha$ ) =  $45^\circ$
- Menentukan kedalaman ( $d$ ), untuk mengetahui perubahan tinggi gelombang akibat pendangkalan. Kedalaman diambil mulai dari 25m
- Menentukan tinggi, periode gelombang dan panjang gelombang pada perhitungan sebelumnya.
- Untuk nilai panjang gelombang ( $L_0$ ) yang digunakan yakni panjang

gelombang yang terjadi pada februari 2023

- Februari 2023

$$\frac{d}{L_0} = \frac{25}{41,05} = 0,61$$

Cari nilai d/L untuk nilai d/Lo = 0,61

d/Lo	d/L	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cos \frac{2\pi d}{L}$	Ks	K	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	n
0,6000	0,60063	3,7739	0,9989	21,763	21,786	0,997	0,0459	7,5477	948,21	948,2	0,5040
<b>0,6100</b>	<b>0,61056</b>	<del>3,8363</del>	<del>0,9991</del>	<del>23,166</del>	<del>23,187</del>	<del>0,997</del>	<del>0,0431</del>	<del>7,6762</del>	<del>1074,3</del>	<del>1074,0</del>	<b>0,5036</b>
0,6200	0,62051	3,8988	0,9992	24,660	24,681	0,997	0,0405	7,7975	1217,3	1217,0	0,5032

Sumber: Tabel L-1 Bambang Triatmojo, Teknik Pantai (hal.396)

Untuk d/Lo = 0,6100 (ditabel dilihat yang diberikan warna),

di dapat nilai: d/L = 0,61056

$$\begin{aligned} \text{Maka } L &= \frac{d}{(d/L)} \\ &= \frac{25}{0,61056} \\ &= 40,946 \text{ m} \end{aligned}$$

Cepat rambat gelombang :

$$C_0 = \frac{L_0}{T} = \frac{41,05}{5,13} = 8,003$$

$$C = \frac{L}{T} = \frac{40,946}{5,13} = 7,928$$

$$\sin \alpha = \frac{c}{c_0} \sin \alpha_0, \text{ untuk } \alpha = 45^\circ$$

$$\sin \alpha = \frac{7,928}{8,003} \sin 45^\circ$$

$$= 0,705$$

$$\alpha = 44,8^\circ$$

maka nilai Koefisien rekraksi ( $K_r$ ) adalah:

$$K_r = \sqrt{\frac{\cos}{\cos \alpha}}$$

$$K_r = \sqrt{\frac{\cos 45^\circ}{\cos 44,8^\circ}}$$

$$K_r = 0,998$$

Untuk nilai koefisien shoaling ( $K_s$ ) diperoleh :

$$K_s = \sqrt{\frac{0,5 \times L_0}{n \times L}}$$

$$K_s = \sqrt{\frac{0,5 \times 41,05}{0,5036 \times 40,946}}$$

$$K_s = 0,998$$

Untuk nilai tinggi gelombang yang baru ( $H_0'$ ) adalah :

$$H_0' = H \times K_r \times K_s$$

$$= 2,1 \times 0,998 \times 0,998$$

$$= 2,092$$

- Interval ke-1

$$\frac{d}{L_0} = \frac{20}{53,88} = 0,37$$

Cari nilai  $d/L$  untuk nilai  $d/L_0 = 0,37$

$d/L_0$	$d/L$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cos \frac{2\pi d}{L}$	$K_s$	$K$	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	$n$
0,3700	0,37657	2,3661	0,9825	5,2809	5,3747	0,969	0,1861	4,7322	56,767	56,7	0,5417
0,3710	0,37751	2,3720	0,9827	5,3127	5,4060	0,970	0,1850	4,7440	57,441	57,45	0,5413
0,3720	0,37845	2,3779	0,9829	5,3447	5,4375	0,970	0,1839	4,7558	58,124	58,13	0,5409

Sumber: Tabel L-1 Bambang Triatmojo, Teknik Pantai (hal.388).

Untuk  $d/L_0 = 0,3700$  (ditabel dilihat yang diberikan warna),

di dapat nilai:  $d/L = 0,37657$

$$\begin{aligned} \text{Maka } L &= \frac{d}{(d/L)} \\ &= \frac{20}{0,37657} \\ &= 53,111 \text{ m} \end{aligned}$$

Cepat rambat gelombang :

$$C_0 = \frac{L_0}{T} = \frac{53,88}{5,88} = 9,168$$

$$C = \frac{L}{T} = \frac{53,111}{5,88} = 9,037$$

$$\sin \alpha = \frac{c}{c_0} \sin \alpha_0, \text{ untuk } \alpha = 44,8^\circ$$

$$\begin{aligned} \sin \alpha &= \frac{9,037}{9,168} \sin 44,8^\circ \\ &= 0,698 \end{aligned}$$

$$\alpha = 44,0^\circ$$

Maka nilai Koefisien rekraksi ( $K_r$ ) adalah:

$$K_r = \sqrt{\frac{\cos}{\cos \alpha}}$$

$$K_r = \sqrt{\frac{\cos 44,8^\circ}{\cos 44,0^\circ}}$$

$$K_r = 0,993$$

Maka untuk koefisien shaoling ( $K_s$ ) diperoleh :

$$K_s = \sqrt{\frac{0,5 \times L_0}{n \times L}}$$

$$K_s = \sqrt{\frac{0,5 \times 53,88}{0,5417 \times 53,111}}$$

$$K_s = 0,968$$

Untuk nilai tinggi gelombang yang baru ( $H_o'$ ) adalah :

$$H_o' = H \times K_r \times K_s$$

$$= 1,8 \times 0,993 \times 0,968$$

$$= 1,730$$

- Interval ke-2

$$\frac{d}{L_0} = \frac{15}{58,07} = 0,26$$

Cari nilai  $d/L$  untuk nilai  $d/L_0 = 0,26$

$d/L_0$	$d/L$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cos \frac{2\pi d}{L}$	$K_s$	$K$	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	$n$
0,2600	0,27660	1,7379	0,9400	2,7549	2,9308	0,936	0,3412	3,4759	16,148	16,18	0,6076
0,2610	0,27748	1,7434	0,9406	2,7710	2,9460	0,936	0,3394	3,4869	16,327	16,36	0,6068
0,2620	0,27835	1,7489	0,9413	2,7873	2,9612	0,936	0,3377	3,4979	16,508	16,54	0,6059

Sumber: Tabel L-1 Bambang Triatmojo, Teknik Pantai (hal.384).

Untuk  $d/L_0 = 0,2600$  (ditabel dilihat yang diberikan warna),

di dapat nilai:  $d/L = 0,27660$

$$\text{Maka } L = \frac{d}{(d/L)}$$

$$= \frac{15}{0,27660}$$

$$= 54,230 \text{ m}$$

Cepat rambat gelombang :

$$C_0 = \frac{L_0}{T} = \frac{58,07}{6,10} = 9,517$$

$$C = \frac{L}{T} = \frac{54,230}{6,10} = 8,889$$

$$\sin \alpha = \frac{C}{C_0} \sin \alpha_0, \text{ untuk } \alpha = 44,0^\circ$$

$$\begin{aligned} \sin \alpha &= \frac{8,889}{9,517} \sin 44,0^\circ \\ &= 0,649 \end{aligned}$$

$$\alpha = 40,5^\circ$$

Maka nilai Koefisien refraksi ( $K_r$ ) adalah:

$$K_r = \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha}}$$

$$K_r = \sqrt{\frac{\cos 44,0^\circ}{\cos 40,5^\circ}}$$

$$K_r = 0,973$$

Maka untuk koefisien shaoling ( $K_s$ ) diperoleh :

$$K_s = \sqrt{\frac{0,5 \times L_0}{n \times L}}$$

$$K_s = \sqrt{\frac{0,5 \times 58,07}{0,6076 \times 54,230}}$$

$$K_s = 0,939$$

Untuk nilai tinggi gelombang yang baru ( $H_0'$ ) adalah :

$$H_0' = H \times K_r \times K_s$$

$$= 1,5 \times 0,973 \times 0,939$$

$$= 1,369$$

- Interval ke-3

$$\frac{d}{L_0} = \frac{10}{53,10} = 0,19$$

Cari nilai  $d/L$  untuk nilai  $d/L_0 = 0,19$

$d/L_0$	$d/L$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cos \frac{2\pi d}{L}$	$K_s$	$K$	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	$n$
0,1900	0,21671	1,3616	0,8768	1,8231	2,0794	0,916	0,4809	2,7232	7,5818	7,647	0,6796
0,1910	0,21755	1,3669	0,8780	1,8341	2,0890	0,916	0,4787	2,7338	7,6629	7,728	0,6784
0,1920	0,21839	1,3722	0,8792	1,8452	2,0987	0,916	0,4765	2,7443	7,7449	7,809	0,6772

Sumber: Tabel L-1 Bambang Triatmojo, Teknik Pantai (hal.382).

Untuk  $d/L_0 = 0,1900$  (ditabel dilihat yang diberikan warna),

di dapat nilai:  $d/L = 0,21671$

$$\begin{aligned} \text{Maka } L &= \frac{d}{(d/L)} \\ &= \frac{10}{0,21671} \\ &= 46,145 \text{ m} \end{aligned}$$

Cepat rambat gelombang

$$C_0 = \frac{L_0}{T} = \frac{53,10}{5,83} = 9,102$$

$$C = \frac{L}{T} = \frac{46,145}{5,83} = 7,909$$

$$\sin \alpha = \frac{c}{c_0} \sin \alpha_0, \text{ untuk } \alpha = 40,5^\circ$$

$$\sin \alpha = \frac{7,909}{9,102} \sin 40,5^\circ$$

$$= 0,564$$

$$\alpha = 34,3^\circ$$

Maka nilai Koefisien refraksi (Kr) adalah:

$$Kr = \sqrt{\frac{\cos}{\cos \alpha}}$$

$$Kr = \sqrt{\frac{\cos 40,5^\circ}{\cos 34,3^\circ}}$$

$$Kr = 0,959$$

Maka untuk koefisien shaoling (Ks) diperoleh :

$$Ks = \sqrt{\frac{0,5 \times L_0}{n \times L}}$$

$$Ks = \sqrt{\frac{0,5 \times 53,10}{0,6796 \times 46,145}}$$

$$Ks = 0,920$$

Untuk nilai tinggi gelombang yang baru (Ho') adalah :

$$Ho' = H \times Kr \times Ks$$

$$= 1,2 \times 0,959 \times 0,920$$

$$= 1,059$$

- Interval ke-4

$$\frac{d}{L_0} = \frac{5}{40,21} = 0,12$$

Cari nilai d/L untuk nilai d/Lo = 0,12

d/Lo	d/L	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cos \frac{2\pi d}{L}$	Ks	K	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	n
0,1200	0,15813	0,9936	0,7589	1,1653	1,5355	0,920	0,6512	1,9871	3,5787	3,71	0,7776
0,1210	0,15898	0,9989	0,7611	1,1735	1,5418	0,920	0,6486	1,9978	3,6185	3,754	0,7761
0,1220	0,15982	1,0042	0,7634	1,1817	1,5480	0,920	0,6460	2,0084	3,6586	3,793	0,7745

Sumber: Tabel L-1 Bambang Triatmojo, Teknik Pantai (hal.380).

Untuk d/Lo = 0,1200 (ditabel dilihat yang diberikan warna),

di dapat nilai: d/L = 0,15813

$$\text{Maka } L = \frac{d}{(d/L)}$$



$$= \frac{5}{0,15813}$$

$$= 31,620 \text{ m}$$

Cepat rambat gelombang :

$$C_0 = \frac{L_0}{T} = \frac{40,21}{5,08} = 7,920$$

$$C = \frac{L}{T} = \frac{31,620}{5,08} = 6,228$$

$$\sin \alpha = \frac{C}{C_0} \sin \alpha_0, \text{ untuk } \alpha = 34,3^\circ$$

$$\sin \alpha = \frac{6,228}{7,920} \sin 34,3^\circ$$

$$= 0,444$$

$$\alpha = 26,3^\circ$$

Maka nilai Koefisien refraksi (Kr) adalah:

$$Kr = \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha}}$$

$$Kr = \sqrt{\frac{\cos 34,3^\circ}{\cos 26,3^\circ}}$$

$$Kr = 0,960$$

Maka untuk koefisien shadowing (Ks) diperoleh :

$$Ks = \sqrt{\frac{0,5 \times L_0}{n \times L}}$$

$$Ks = \sqrt{\frac{0,5 \times 40,21}{0,7776 \times 31,620}}$$

$$Ks = 0,904$$

Untuk nilai tinggi gelombang yang baru (H<sub>0'</sub>) adalah :

$$H_o' = H \times K_r \times K_s$$

$$= 0,9 \times 0,960 \times 0,904$$

$$= 0,781$$

- Interval ke-5

$$\frac{d}{L_0} = \frac{1}{22,87} = 0,04$$

Cari nilai d/L untuk nilai d/L<sub>0</sub> = 0,04

d/L <sub>0</sub>	d/L	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cos \frac{2\pi d}{L}$	K <sub>s</sub>	K	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	n
0,0400	0,08329	0,5233	0,4803	0,5475	1,1401	1,064	0,8771	1,0466	1,2485	1,600	0,9192
0,0410	0,08442	0,5304	0,4857	0,5556	1,1440	1,059	0,8741	1,0608	1,2713	1,617	0,9172
0,0420	0,08553	0,5374	0,4910	0,5637	1,1479	1,055	0,8711	1,0749	1,2941	1,635	0,9153

Sumber: Tabel L-1 Bambang Triatmojo, Teknik Pantai (hal.377).

Untuk d/L<sub>0</sub> = 0,0400 (ditabel dilihat yang diberikan warna),

di dapat nilai: d/L = 0,08329

$$\begin{aligned} \text{Maka } L &= \frac{d}{(d/L)} \\ &= \frac{1}{0,08329} \\ &= 12,006 \text{ m} \end{aligned}$$

Cepat rambat gelombang :

$$C_0 = \frac{L_0}{T} = \frac{22,87}{3,83} = 5,974$$

$$C = \frac{L}{T} = \frac{12,006}{3,83} = 3,135$$

$$\sin \alpha = \frac{c}{c_0} \sin \alpha_0, \text{ untuk } \alpha = 26,3^\circ$$



0,0700	0,11394	0,7159	0,6144	0,7787	1,2674	0,971	0,7890	1,4318	1,9737	2,213	0,8627
0,0710	0,11488	0,7218	0,6180	0,7862	1,2720	0,969	0,7861	1,4437	2,0000	2,236	0,8609
0,0720	0,11582	0,7277	0,6217	0,7937	1,2767	0,968	0,7833	1,4554	2,0625	2,260	0,8591

Sumber: Tabel L-1 Bambang Triatmojo, Teknik Pantai (hal.378).

Untuk  $d/L_0 = 0,0700$  (ditabel dilihat yang diberikan warna),

di dapat nilai:  $d/L = 0,11394$

$$\begin{aligned} \text{Maka } L &= \frac{d}{(d/L)} \\ &= \frac{0,5}{0,11394} \\ &= 4,388 \text{ m} \end{aligned}$$

Cepat rambat gelombang :

$$C_0 = \frac{L_0}{T} = \frac{6,82}{2,09} = 3,262$$

$$C = \frac{L}{T} = \frac{4,388}{2,09} = 2,009$$

$$\sin \alpha = \frac{c}{c_0} \sin \alpha_0, \text{ untuk } \alpha = 13,5^\circ$$

$$\sin \alpha = \frac{2,009}{3,262} \sin 13,5^\circ$$

$$= 0,150$$

$$\alpha = 8,6^\circ$$

Maka nilai Koefisien refraksi (Kr) adalah:

$$Kr = \sqrt{\frac{\cos \alpha}{\cos \alpha_0}}$$

$$Kr = \sqrt{\frac{\cos 13,5^\circ}{\cos 8,6^\circ}}$$

$$Kr = 0,992$$

Maka untuk koefisien shaoling (Ks) diperoleh :

$$Ks = \sqrt{\frac{0,5 \times L_0}{n \times L}}$$

$$Ks = \sqrt{\frac{0,5 \times 6,82}{0,8672 \times 4,388}}$$

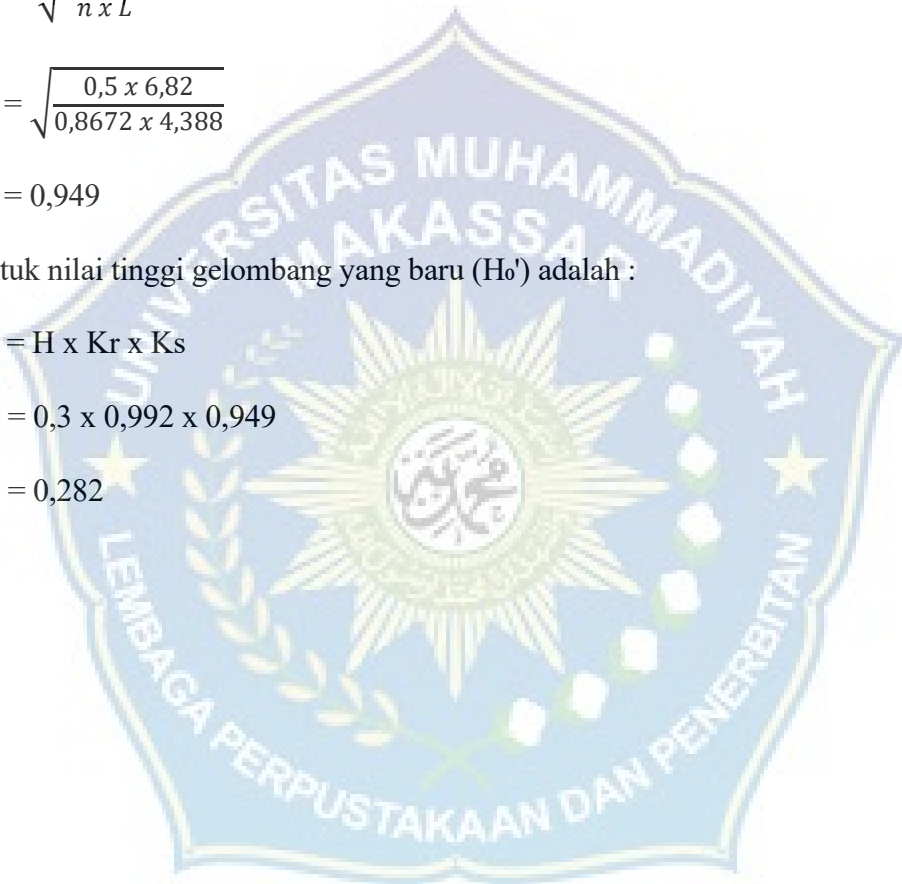
$$Ks = 0,949$$

Untuk nilai tinggi gelombang yang baru (Ho') adalah :

$$Ho' = H \times Kr \times Ks$$

$$= 0,3 \times 0,992 \times 0,949$$

$$= 0,282$$



**Tabel 18.** Rekap hasil analisis koefisien refraksi dan koefisien shoaling

$\alpha_0$	d	H	To	Lo	d/Lo	d/L	L	Co	C	Sin $\alpha$	Kr	$\alpha$	Ks	Ho'	n
45	25	2.1	5.13	41.05	0.61	0.61056	40.946	8.003	7.982	0.705	0.998	44.8	0.998	2.092	0.5036
44.8	20	1.8	5.88	53.88	0.37	0.37657	53.111	9.168	9.037	0.695	0.993	44.0	0.968	1.730	0.5417
44.0	15	1.5	6.10	58.07	0.26	0.2766	54.230	9.517	8.889	0.649	0.973	40.5	0.939	1.369	0.6076
40.5	10	1.2	5.83	53.10	0.19	0.21671	46.145	9.102	7.909	0.564	0.959	34.3	0.920	1.059	0.6796
34.3	5	0.9	5.08	40.21	0.12	0.15813	31.620	7.920	6.228	0.444	0.960	26.3	0.904	0.781	0.7776
26.3	1	0.6	3.83	22.87	0.04	0.08329	12.006	5.974	3.135	0.233	0.960	13.5	1.018	0.586	0.9192
13.5	0.5	0.3	2.09	6.82	0.07	0.11394	4.388	3.262	2.099	0.150	0.992	8.6	0.949	0.282	0.8627

#### D. Penentuan Tinggi dan Kedalaman Gelombang Pecah

Untuk menganalisis gelombang pecah diperlukan data tinggi gelombang ( $H_0'$ ), dan panjang gelombang ( $L_0$ ), data tersebut akan dimasukkan kedalam rumus persamaan penentuan tinggi dan kedalaman gelombang pecah.

1. Tentukan nilai  $H_b$  dan  $d_b$

Diketahui =  $H_0' = 2,092 \text{ m}$      $L_0 = 41,05 \text{ m}$

Maka :

- Menghitung tinggi gelombang pecah

$$\frac{H_b}{H_0'} = \frac{1}{3,3 \left( \frac{H_0'}{L_0} \right)^{\frac{1}{3}}}$$

$$\frac{H_b}{2,092} = \frac{1}{3,3 \left( \frac{2,092}{41,05} \right)^{\frac{1}{3}}}$$

$$\frac{H_b}{2,092} = 0,817$$

$$H_b = 2,092 \times 0,817$$

$$H_b = 1,71 \text{ m}$$

- Menghitung kedalaman gelombang pecah

$$\frac{d_b}{H_b} = 1,28$$

$$\frac{d_b}{1,71} = 1,28$$

$$d_b = 1,71 \times 1,28$$

$$d_b = 2,19 \text{ m}$$

2. Tentukan nilai  $H_b$  dan  $d_b$

Diketahui =  $H_0' = 1,730 \text{ m}$      $L_0 = 53,88 \text{ m}$

Maka :

- Menghitung tinggi gelombang pecah

$$\frac{H_b}{H_0'} = \frac{1}{3,3 \left( \frac{H_0'}{L_0} \right)^{\frac{1}{3}}}$$

$$\frac{H_b}{1,730} = \frac{1}{3,3 \left( \frac{1,730}{53,88} \right)^{\frac{1}{3}}}$$

$$\frac{H_b}{1,730} = 0,953$$

$$H_b = 1,730 \times 0,953$$

$$H_b = 1,65 \text{ m}$$

- Menghitung kedalaman gelombang pecah

$$\frac{db}{H_b} = 1,28$$

$$\frac{db}{1,65} = 1,28$$

$$db = 1,65 \times 1,28$$

$$db = 2,11 \text{ m}$$

3. Tentukan nilai  $H_b$  dan  $db$

Diketahui =  $H_0' = 1,369 \text{ m}$      $L_0 = 58,07 \text{ m}$

Maka :

- Menghitung tinggi gelombang pecah

$$\frac{H_b}{H_0'} = \frac{1}{3,3 \left( \frac{H_0'}{L_0} \right)^{\frac{1}{3}}}$$



$$\frac{H_b}{1,369} = \frac{1}{3,3 \left( \frac{1,369}{58,07} \right)^{\frac{1}{3}}}$$

$$\frac{H_b}{1,369} = 1,056$$

$$H_b = 1,369 \times 1,056$$

$$H_b = 1,45 \text{ m}$$

- Menghitung kedalaman gelombang pecah

$$\frac{db}{H_b} = 1,28$$

$$\frac{db}{1,45} = 1,28$$

$$db = 1,45 \times 1,28$$

$$db = 1,86 \text{ m}$$

4. Tentukan nilai  $H_b$  dan  $d_b$

$$\text{Diketahui} = H_0' = 1,059 \text{ m} \quad L_0 = 53,10 \text{ m}$$

Maka :

- Menghitung tinggi gelombang pecah

$$\frac{H_b}{H_0'} = \frac{1}{3,3 \left( \frac{H_0'}{L_0} \right)^{\frac{1}{3}}}$$

$$\frac{H_b}{1,059} = \frac{1}{3,3 \left( \frac{1,059}{53,10} \right)^{\frac{1}{3}}}$$

$$\frac{H_b}{1,059} = 1,117$$

$$H_b = 1,059 \times 1,117$$

$$H_b = 1,18 \text{ m}$$

- Menghitung kedalaman gelombang pecah

$$\frac{db}{H_b} = 1,28$$

$$\frac{db}{1,18} = 1,28$$

$$db = 1,18 \times 1,28$$

$$db = 1,51 \text{ m}$$

5. Tentukan nilai  $H_b$  dan  $d_b$

$$\text{Diketahui} = H_0' = 0,781 \text{ m} \quad L_0 = 40,21 \text{ m}$$

Maka :

- Menghitung tinggi gelombang pecah

$$\frac{H_b}{H_0'} = \frac{1}{3,3 \left( \frac{H_0'}{L_0} \right)^{\frac{1}{3}}}$$

$$\frac{H_b}{0,781} = \frac{1}{3,3 \left( \frac{0,781}{40,21} \right)^{\frac{1}{3}}}$$

$$\frac{H_b}{0,781} = 1,127$$

$$H_b = 0,781 \times 1,127$$

$$H_b = 0,88 \text{ m}$$

- Menghitung kedalaman gelombang pecah

$$\frac{db}{H_b} = 1,28$$

$$\frac{db}{0,88} = 1,28$$

$$db = 0,88 \times 1,28$$

$$d_b = 1,13 \text{ m}$$

6. Tentukan nilai  $H_b$  dan  $d_b$

$$\text{Diketahui} = H_0' = 0,586 \text{ m} \quad L_0 = 22,87 \text{ m}$$

Maka :

- Menghitung tinggi gelombang pecah

$$\frac{H_b}{H_0'} = \frac{1}{3,3 \left( \frac{H_0'}{L_0} \right)^{\frac{1}{3}}}$$

$$\frac{H_b}{0,586} = \frac{1}{3,3 \left( \frac{0,586}{22,87} \right)^{\frac{1}{3}}}$$

$$\frac{H_b}{0,586} = 1,028$$

$$H_b = 0,586 \times 1,028$$

$$H_b = 0,60 \text{ m}$$

- Menghitung kedalaman gelombang pecah

$$\frac{d_b}{H_b} = 1,28$$

$$\frac{d_b}{0,60} = 1,28$$

$$d_b = 0,60 \times 1,28$$

$$d_b = 0,77 \text{ m}$$

7. Tentukan nilai  $H_b$  dan  $d_b$

$$\text{Diketahui} = H_0' = 0,282 \text{ m} \quad L_0 = 6,82 \text{ m}$$

Maka :

- Menghitung tinggi gelombang pecah

$$\frac{H_b}{H_0'} = \frac{1}{3,3 \left( \frac{H_0'}{L_0} \right)^{\frac{1}{3}}}$$

$$\frac{H_b}{0,282} = \frac{1}{3,3 \left( \frac{0,282}{6,82} \right)^{\frac{1}{3}}}$$

$$\frac{H_b}{0,282} = 0,876$$

$$H_b = 0,876 \times 0,282$$

$$H_b = 0,25 \text{ m}$$

- Menghitung kedalaman gelombang pecah

$$\frac{db}{H_b} = 1,28$$

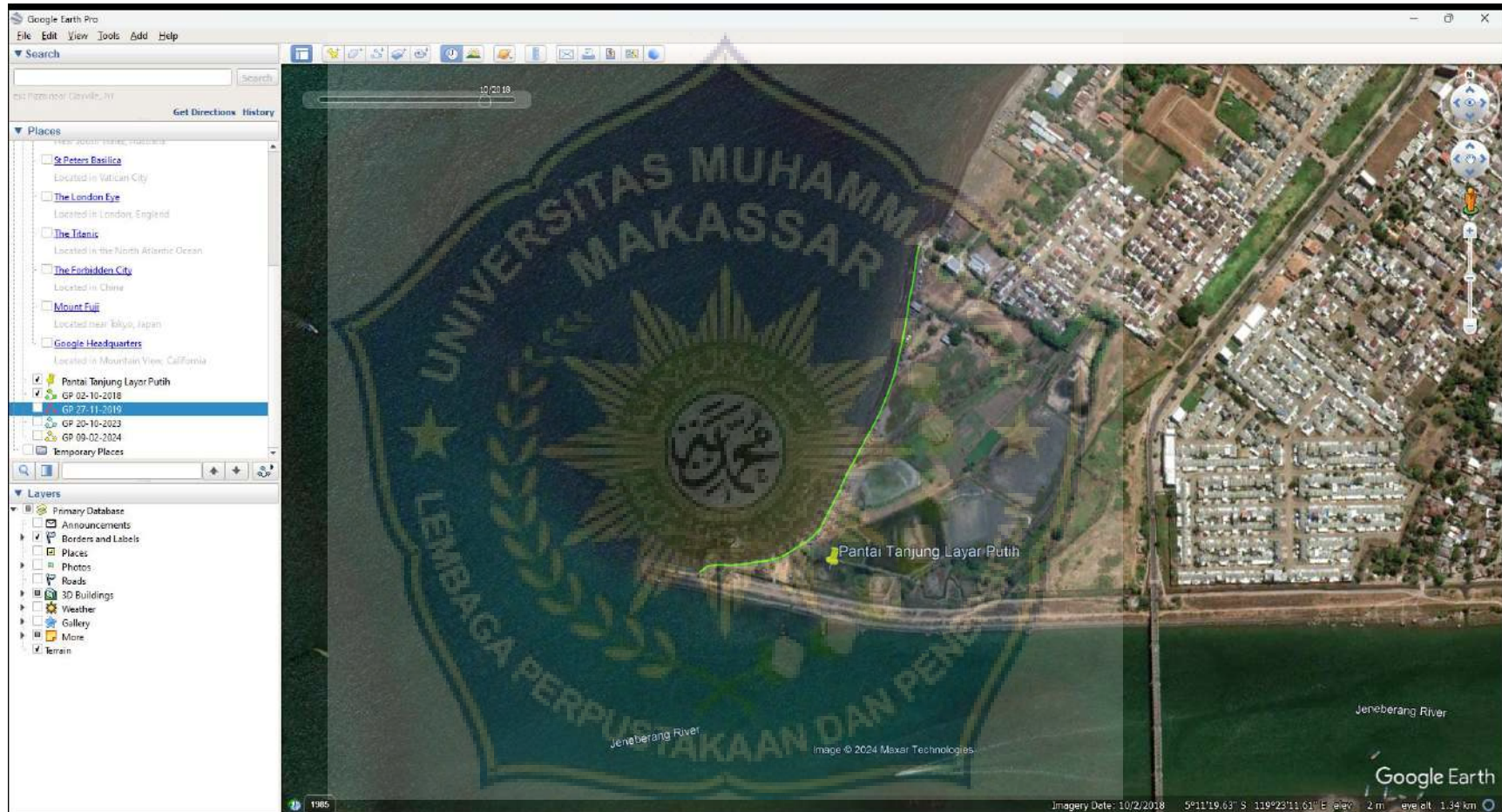
$$\frac{db}{0,25} = 1,28$$

$$db = 0,25 \times 1,28$$

$$db = 0,32 \text{ m}$$

**Tabel 19.** Rekap hasil perhitungan gelombang pecah arah barat

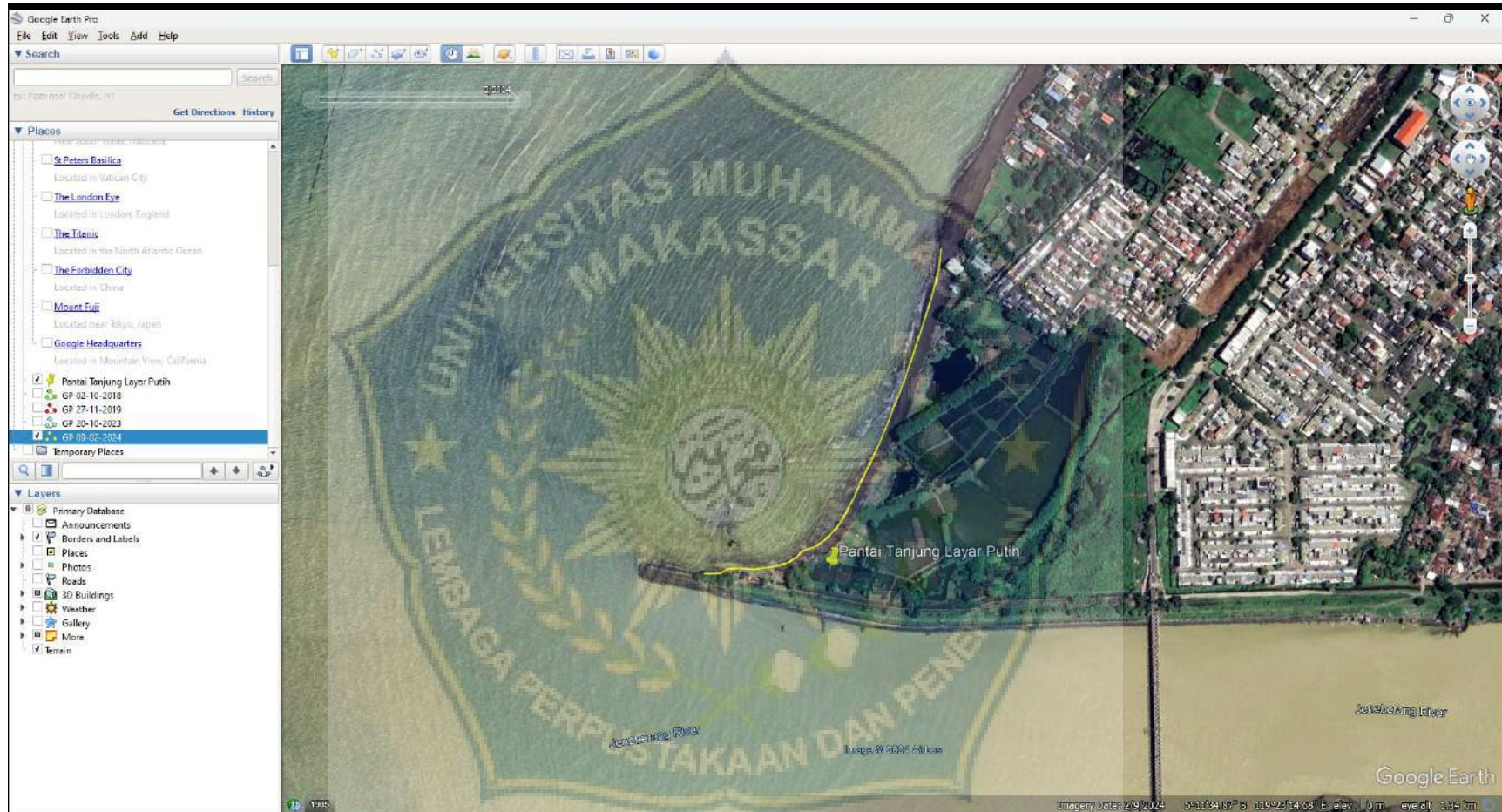
$H_0'$	$L_0$	$H_b$	db
2,092	41,05	1,71	2,19
1,730	53,88	1,65	2,11
1,369	58,07	1,45	1,86
1,059	53,10	1,18	1,51
0,781	40,21	0,88	1,13
0,586	22,87	0,60	0,77
0,282	6,82	0,25	0,32



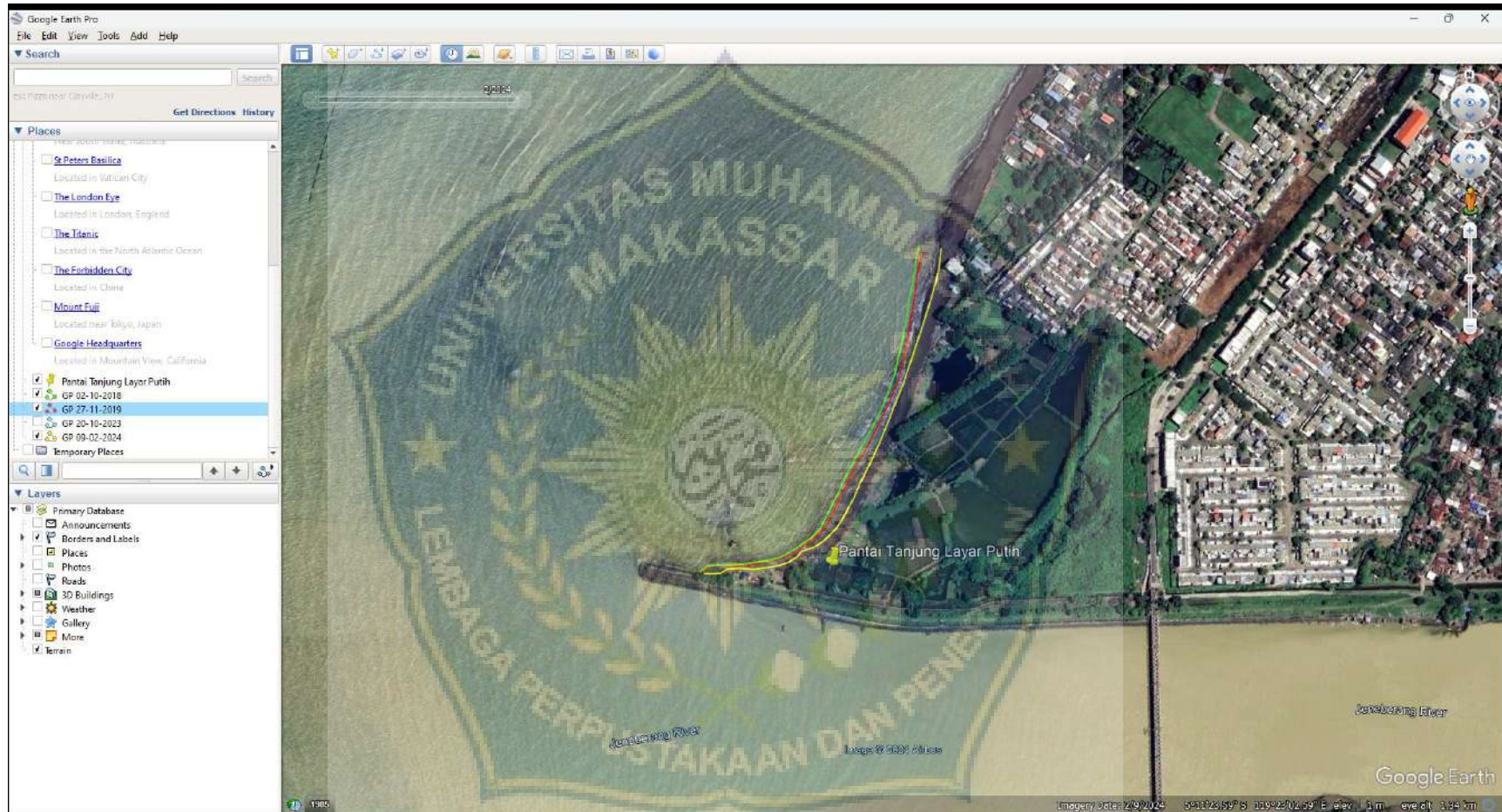
**Gambar 26.** Garis Pantai Tanjung Layar Putih yang di digitasi pada aplikasi Google Earth Pro dengan seri waktu Oktober 2018



**Gambar 27.** Garis Pantai Tanjung Layar Putih yang di digitasi pada aplikasi Google Earth Pro dengan seri waktu November 2019



**Gambar 28.** Garis Pantai Tanjung Layar Putih yang di digitasi pada aplikasi Google Earth Pro dengan seri waktu Februari 2024

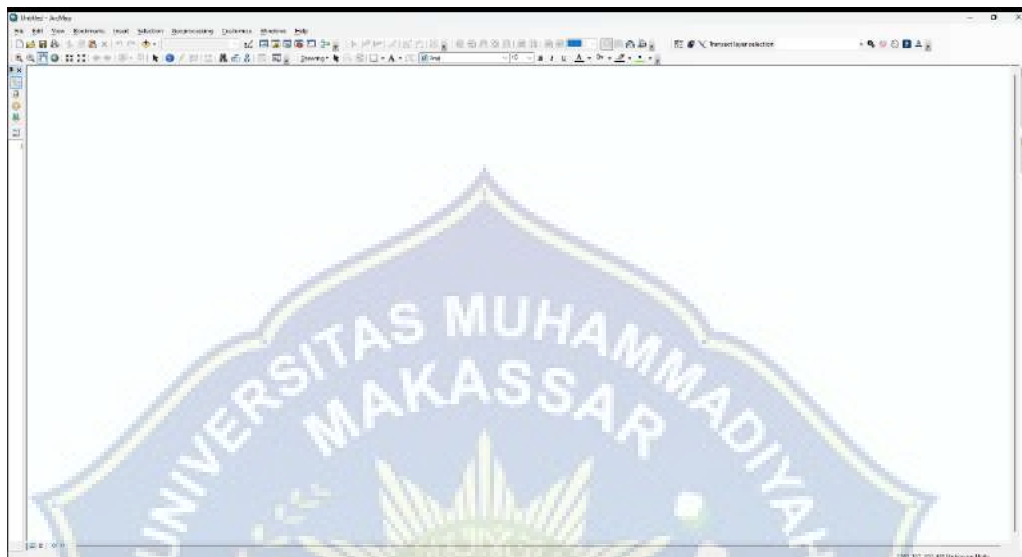


**Gambar 29.** Tampak data garis Pantai yang telah di Digitasi pada aplikasi Google Earth Pro dan siap dianalisis perubahan garis Pantai di perangkat lunak DSAS



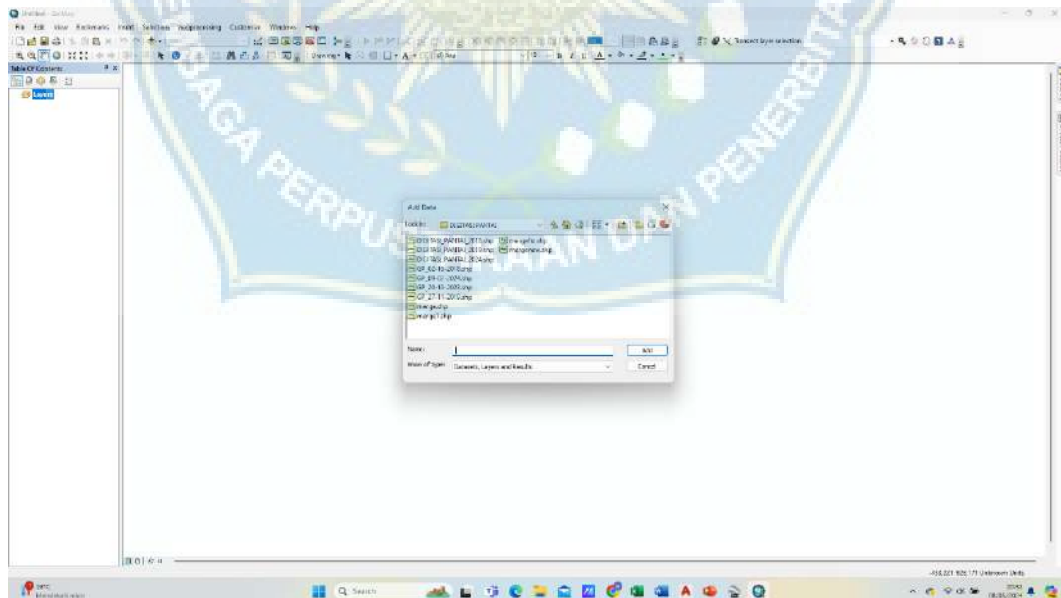
## E. Langkah-langkah pemodelan garis Pantai pada perangkat lunak Digital Shore Analisis System (DSAS)

### 1. Tambahkan data garis pantai yang telah di Digitasi



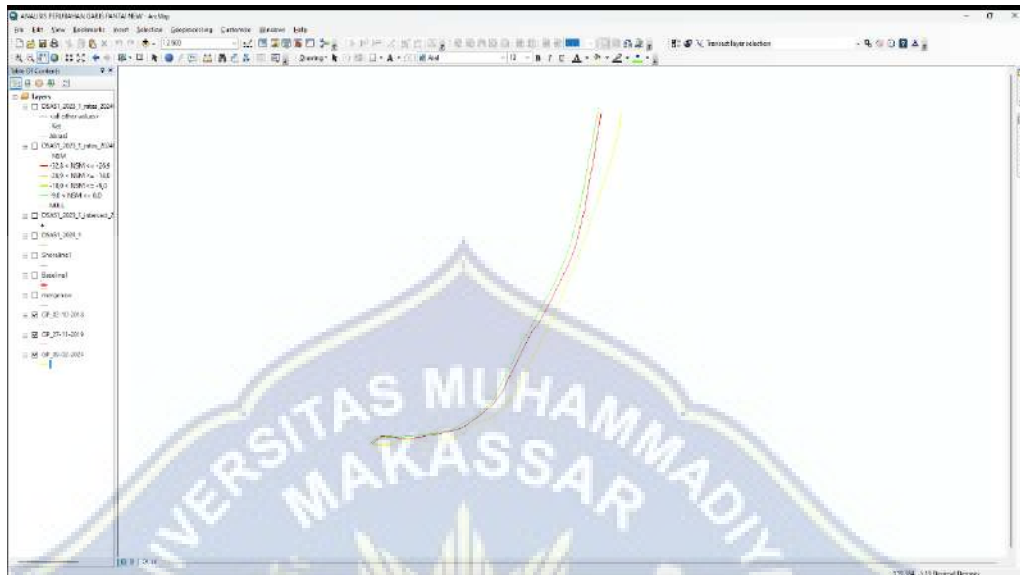
Gambar 30. Tampilan awal DSAS

### 2. Pilih file garis pantai yang telah di digitasi lalu tambahkan dalam layer



Gambar 31. Menu Add Data

3. Tampilan garis Pantai Tanjung Layar Putih yang telah di tambahkan, untuk tahun 2018 (Hijau), tahun 2019 (merah), dan tahun 2024 (Kuning)



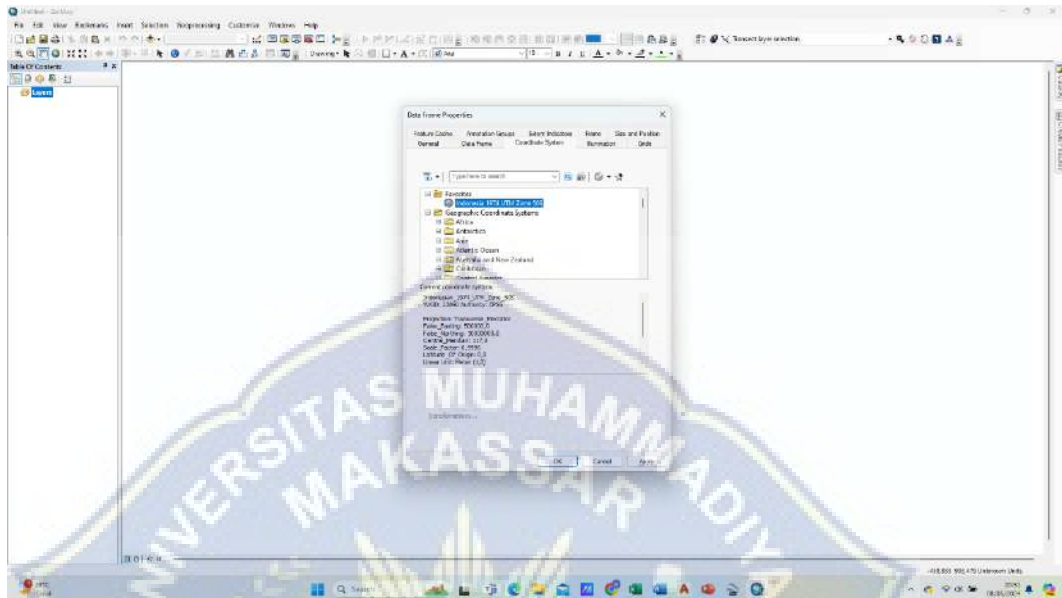
**Gambar 32.** Garis Pantai Tanjung Layar Putih

4. Dalam menganalisis perubahan garis Pantai yang terjadi di Pantai Tanjung Layar Putih menggunakan sistem proyeksi UTM, Universal Transverse Mercator (UTM) merupakan metode grid berbasis menentukan lokasi dipermukaan bumi secara otomatis berupa titik koordinat. Maka dari itu, berdasarkan lokasi Pantai tanjung layar putih berada pada zona UTM 50 S



**Gambar 33.** Garis Pantai Tanjung Layar Putih

- Pilih UTM Zone 50 S untuk membantu penentuan titik koordinat pada setiap transect (patok)



**Gambar 34.** Tampilan menu file UTM Zone 50 S

- Tambahkan Baseline dan Shoreline pada layer

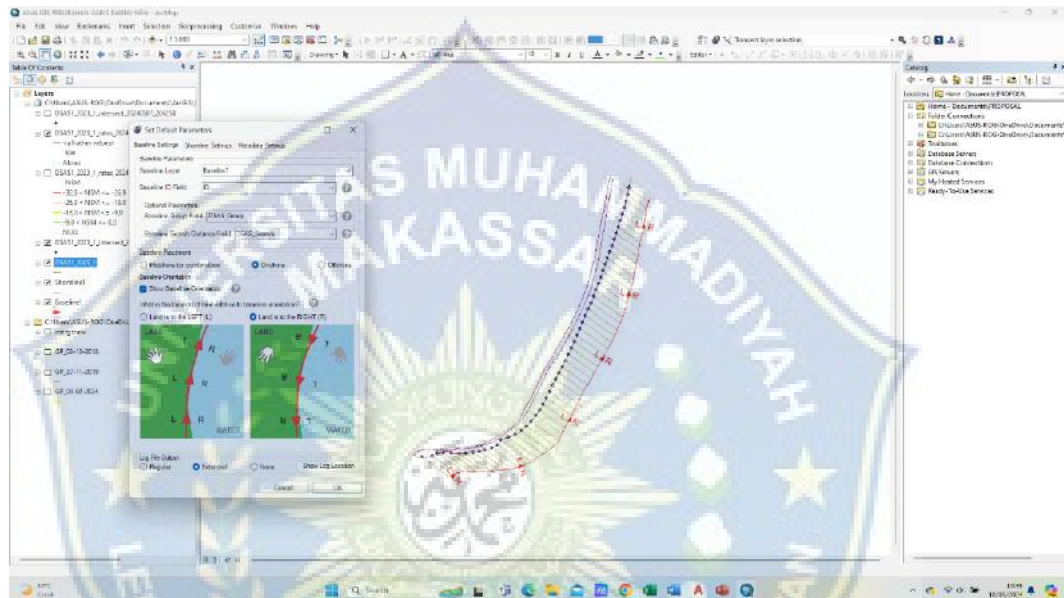


**Gambar 35.** Tampilan Baseline (merah) dan Shoreline (ungu)

Dimana baseline adalah garis Pantai yang dijadikan patokan untuk menghitung perubahan garis Pantai, dan Shoreline adalah garis Pantai akan dihitung seberapa besar perubahan dari garis baseline.

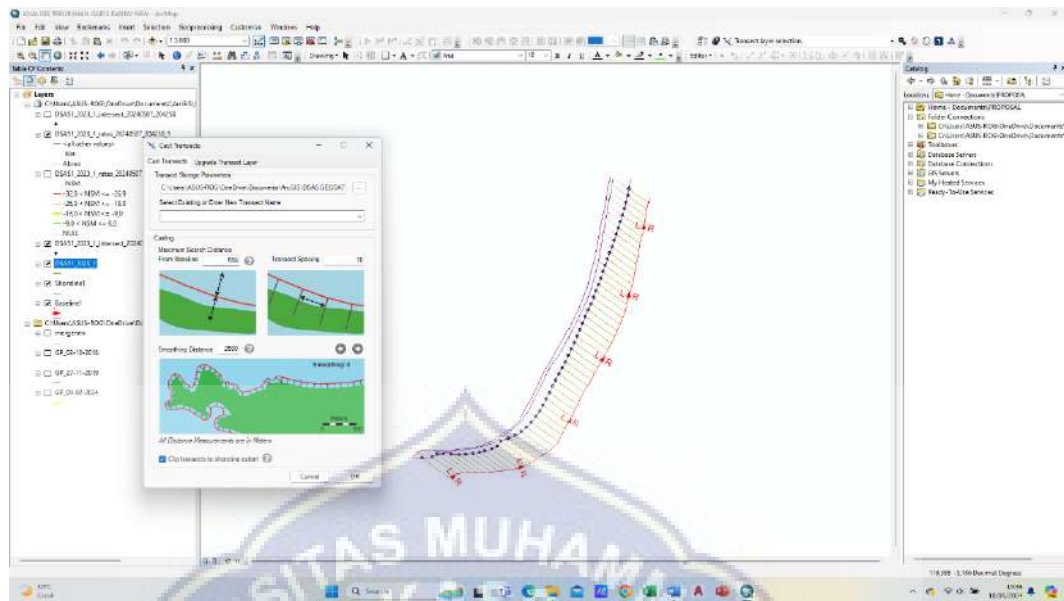
Garis baseline yang digunakan adalah garis Pantai tanjung layar putih tahun 2018 sedangkan garis shoreline yang digunakan adalah garis Pantai tanjung layar putih tahun 2019 dan 2024.

7. Pada menu default parameter sesuaikan letak daratan pada Pantai Tanjung Layar Putih



**Gambar 36.** Tampilan default parameter pada Pantai Tanjung Layar Putih

8. Pembuatan transect pada menu cast transect dengan transect spacing adalah 10 meter



**Gambar 37.** Tampilan Cast Transect

9. Pilih nilai yang ingin diketahui dengan menggunakan menu Calculate Rates

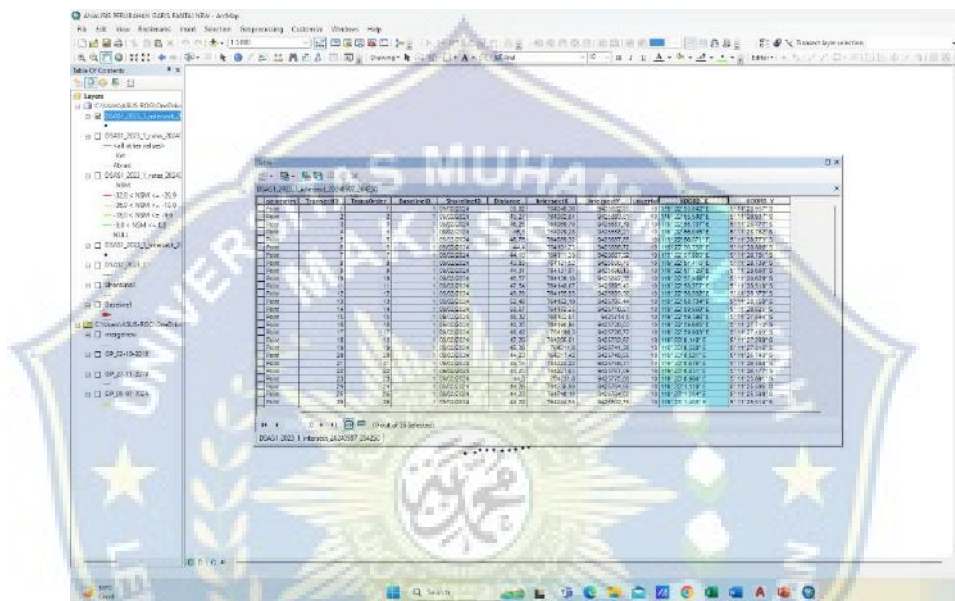


**Gambar 38.** Tampilan Calculate Rates

- Shoreline Change Envelope (SCE) menunjukkan jarak perubahan garis pantai dari tahun pertama ke tahun terakhir.

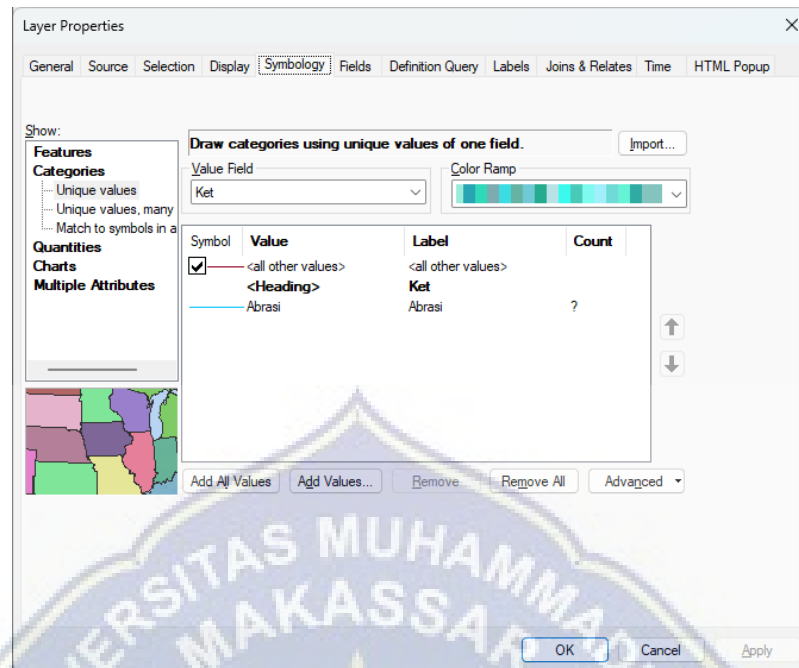
- Net Shoreline Movement (NSM) menunjukkan informasi tentang seberapa jauh Abrasi dan Akresi yang terjadi.
- End Point Rate (EPR) menunjukkan data perubahan rata – rata pertahun pada setiap Transect.

10. Klik pada menu Open Attribute Table untuk memunculkan tabel hasil analisis



**Gambar 39.** Tampilan tabel hasil analisis

11. Klik properties untuk menampilkan menu symbology agar terlihat garis Pantai yang mengalami perubahan abrasi dan akresi




Gambar 40. Tampilan menu symbology biru adalah abrasi



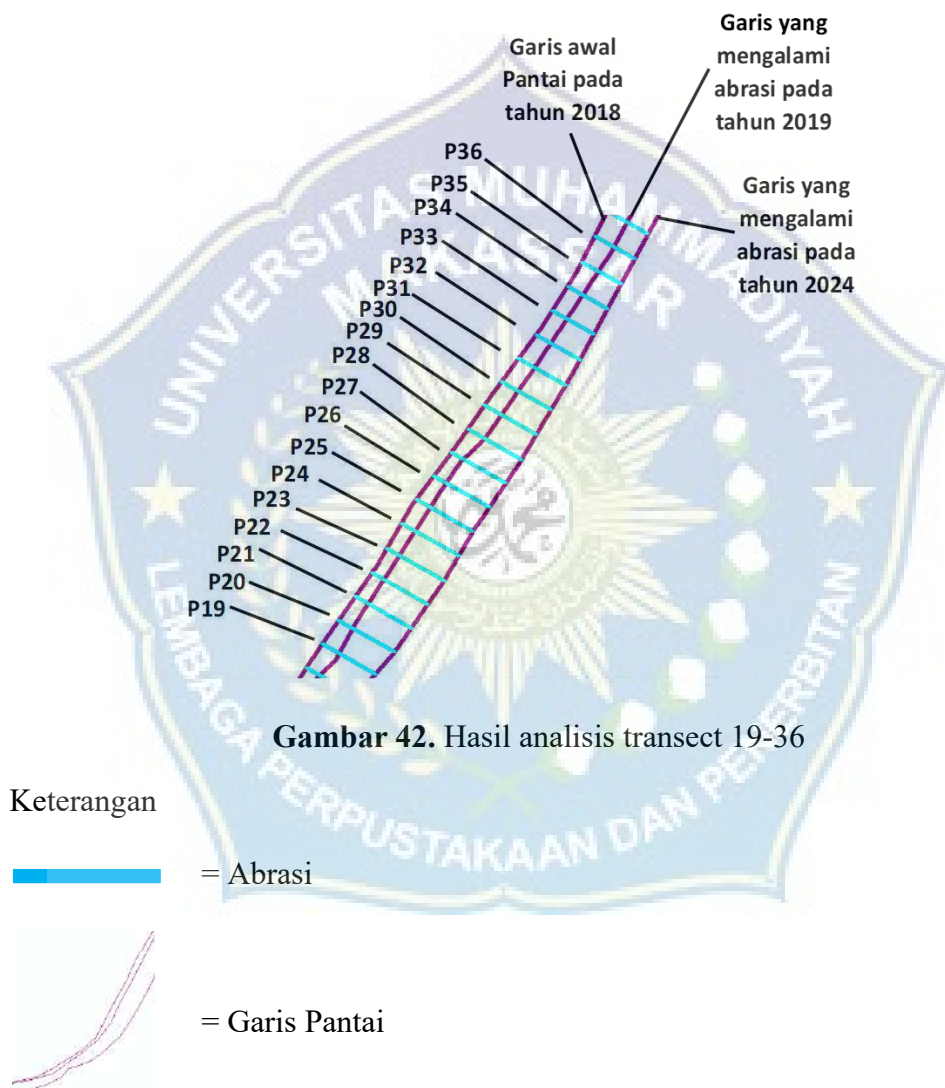
Gambar 41. Hasil analisis transect 1-18

Keterangan

 = Abrasi

 = Garis Pantai

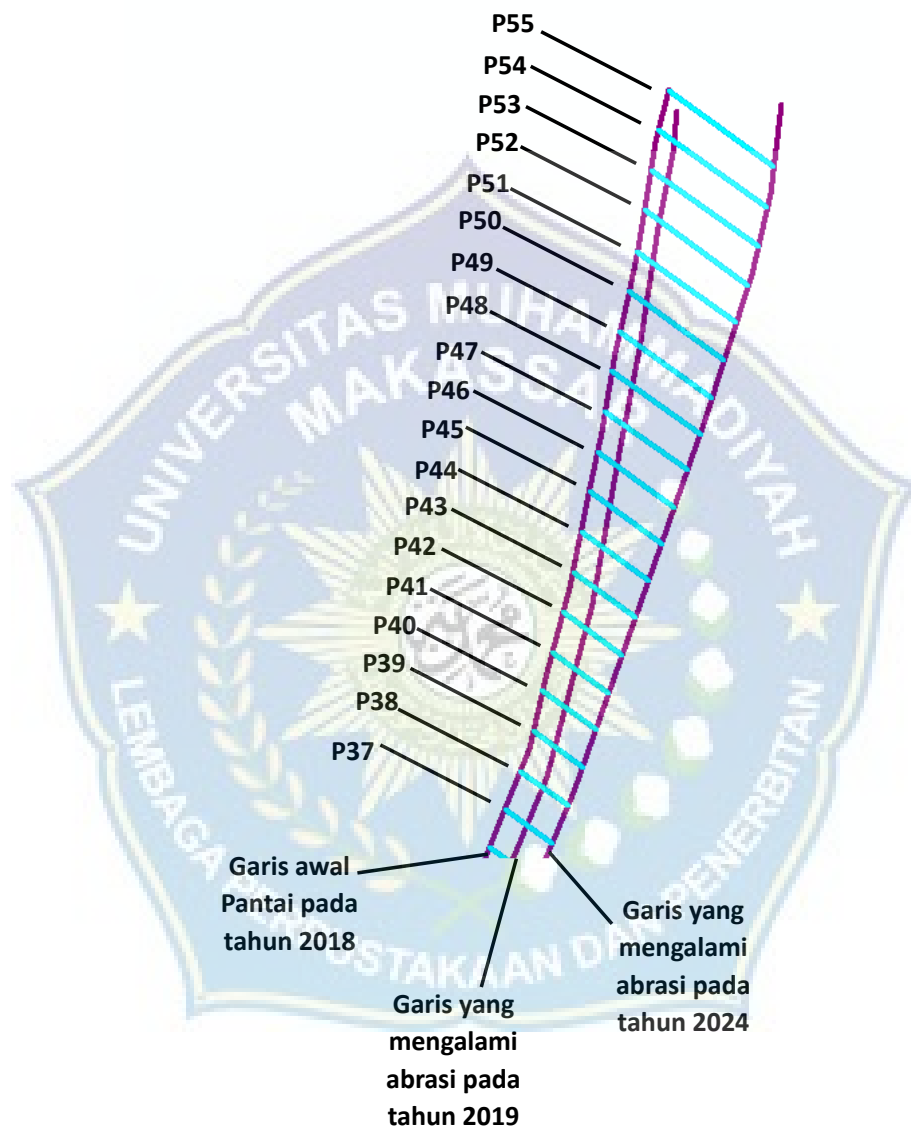
Pada gambar diatas menunjukkan abrasi pantai dari 0 hingga 170 meter, dimana abrasi terbesar terjadi pada titik P18 sebesar 17,25 meter dan abrasi terendah terjadi pada titik P4 sebesar 7,57 meter. Untuk besar abrasi pada titik yang lain dapat dilihat pada tabel ke-21.



Gambar 55 menunjukkan abrasi pantai dari 180 hingga 350 meter panjang pantai, dimana abrasi yang paling besar terjadi pada titik P24 sebesar 20,61 meter

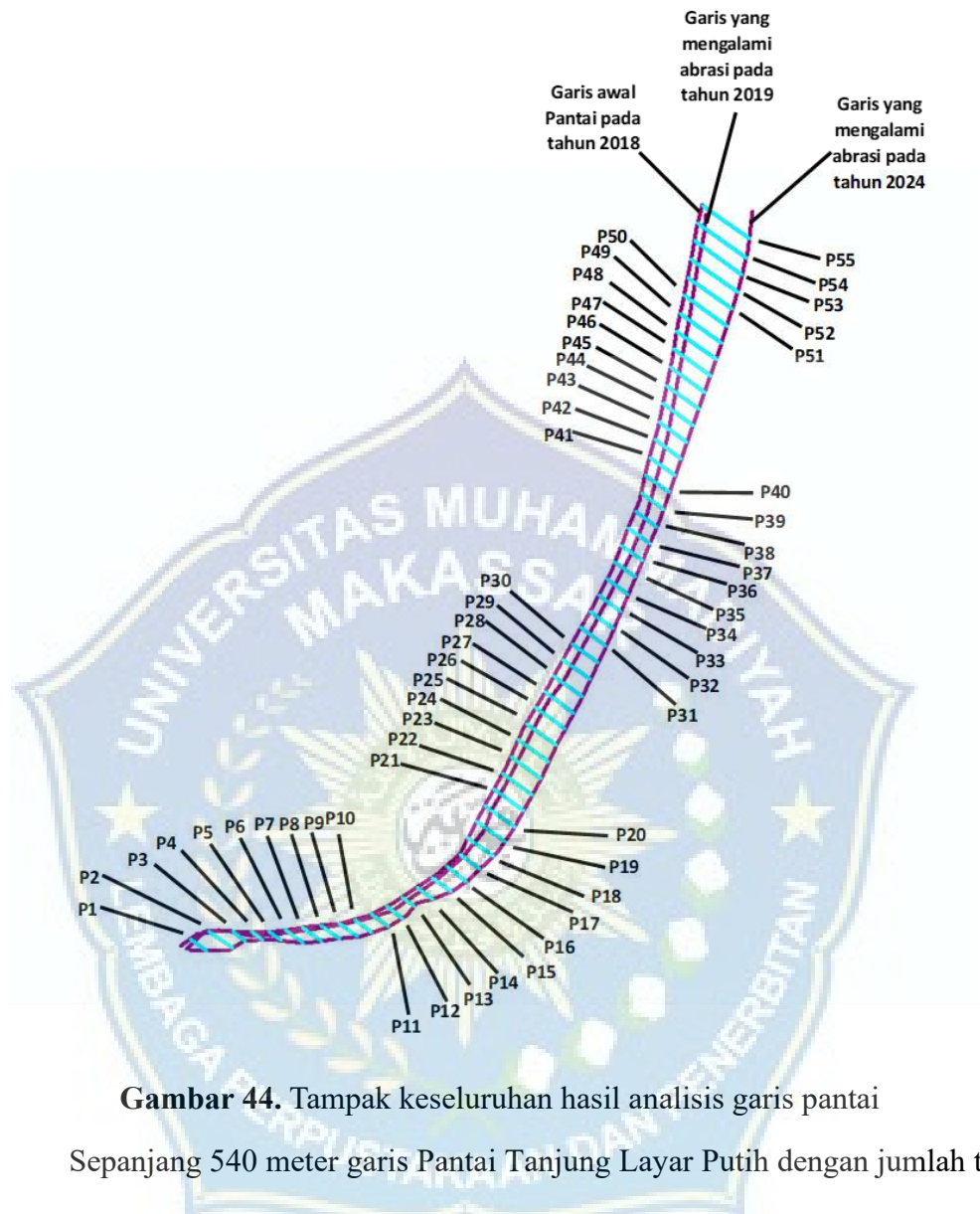


dan abrasi yang paling kecil terjadi pada titik P36 sebesar 14,14 meter. Untuk besar abrasi yang terjadi pada titik yang lainnya dapat dilihat pada tabel ke-21.



**Gambar 43.** Hasil analisis transect 37-55

Pada gambar diatas menunjukkan besar abrasi yang terjadi dari 360 hingga 540 meter panjang pantai, dan abrasi terbesar terjadi pada titik P50 sebesar 28,8 meter dan abrasi terkecil terjadi pada titik P37 sebesar 14,38 meter.



**Gambar 44.** Tampak keseluruhan hasil analisis garis pantai

Sepanjang 540 meter garis Pantai Tanjung Layar Putih dengan jumlah titik transect adalah 55 telah terjadi abrasi pantai. Abrasi terbesar pada pantai terjadi pada titik P50 sebesar 28,8 meter dan abrasi terkecil terjadi pada titik P4 sebesar 7,57 meter, untuk hasil besar abrasi yang terjadi dititik yang lain dapat dilihat pada tabel ke-21 mengenai rekap hasil analisis garis pantai menggunakan perangkat lunak Digital Shore Analisis System (DSAS).

## F. Hasil Analisis Garis Pantai Menggunakan Perangkat Lunak Digital Shore Analisis System (DSAS)

**Tabel 20.** Rekap hasil Analisis Garis Pantai Menggunakan Perangkat Lunak Digital Shore Analisis System (DSAS)

No.	Transect	SCE	NSM	EPR	Lenght	Keterangan	Longitude	Latitude
1	0	10,72	-10,72	-2,00	10,72	Abrasi	119° 22' 55,042" E	5° 11' 28,957" S
2	10	15,75	-15,06	-2,81	15,75	Abrasi	119° 22' 55,506" E	5° 11' 28,907" S
3	20	8,77	-8,77	-1,64	8,77	Abrasi	119° 22' 55,737" E	5° 11' 28,777" S
4	30	7,57	-7,57	-1,41	7,57	Abrasi	119° 22' 56,045" E	5° 11' 28,762" S
5	40	8,56	-8,56	-1,60	8,56	Abrasi	119° 22' 56,371" E	5° 11' 28,773" S
6	50	12,01	-12,01	-2,24	12,01	Abrasi	119° 22' 56,758" E	5° 11' 28,808" S
7	60	13,00	-13,00	-2,43	13	Abrasi	119° 22' 57,086" E	5° 11' 28,781" S
8	70	12,84	-12,84	-2,40	12,84	Abrasi	119° 22' 57,416" E	5° 11' 28,739" S
9	80	12,09	-12,09	-2,26	12,09	Abrasi	119° 22' 57,726" E	5° 11' 28,693" S
10	90	11,88	-11,88	-2,22	11,88	Abrasi	119° 22' 57,989" E	5° 11' 28,620" S
11	100	11,58	-11,58	-2,16	11,58	Abrasi	119° 22' 58,277" E	5° 11' 28,519" S
12	110	11,25	-11,25	-2,10	11,25	Abrasi	119° 22' 58,532" E	5° 11' 28,372" S
13	120	8,43	-8,43	-1,57	8,43	Abrasi	119° 22' 58,734" E	5° 11' 28,159" S
14	130	10,40	-10,40	-1,94	10,4	Abrasi	119° 22' 59,060" E	5° 11' 28,025" S
15	140	12,94	-12,94	-2,42	12,94	Abrasi	119° 22' 59,396" E	5° 11' 27,894" S
16	150	13,94	-13,94	-2,60	13,94	Abrasi	119° 22' 59,665" E	5° 11' 27,713" S
17	160	13,91	-13,91	-2,60	13,91	Abrasi	119° 22' 59,903" E	5° 11' 27,493" S
18	170	17,25	-17,25	-3,22	17,25	Abrasi	119° 23' 0,140" E	5° 11' 27,269" S
19	180	19,14	-19,14	-3,57	19,14	Abrasi	119° 23' 0,339" E	5° 11' 27,016" S
20	190	20,24	-20,24	-3,78	20,24	Abrasi	119° 23' 0,521" E	5° 11' 26,749" S
21	200	20,19	-20,19	-3,77	20,19	Abrasi	119° 23' 0,676" E	5° 11' 26,464" S
22	210	20,11	-20,11	-3,75	20,11	Abrasi	119° 23' 0,831" E	5° 11' 26,177" S
23	220	20,57	-20,57	-3,84	20,57	Abrasi	119° 23' 0,984" E	5° 11' 25,891" S

**Lanjutan Tabel 21** .Hasil Analisis Garis Pantai Menggunakan Perangkat Lunak Digital Shore Analysis System (DSAS)

No.	Transect	SCE	NSM	EPR	Lenght	keterangan	Longitude	Latitude
24	230	20,61	-20,61	-3,85	20,61	Abrasi	119° 23' 1,119" E	5° 11' 25,595" S
25	240	20,34	-20,34	-3,80	20,34	Abrasi	119° 23' 1,254" E	5° 11' 25,300" S
26	250	19,95	-19,95	-3,72	19,95	Abrasi	119° 23' 1,409" E	5° 11' 25,014" S
27	260	19,49	-19,49	-3,64	19,49	Abrasi	119° 23' 1,562" E	5° 11' 24,725" S
28	270	19,31	-19,31	-3,60	19,31	Abrasi	119° 23' 1,713" E	5° 11' 24,435" S
29	280	18,68	-18,68	-3,49	18,68	Abrasi	119° 23' 1,851" E	5° 11' 24,138" S
30	290	17,88	-17,88	-3,34	17,88	Abrasi	119° 23' 1,989" E	5° 11' 23,840" S
31	300	16,98	-16,98	-3,17	16,98	Abrasi	119° 23' 2,128" E	5° 11' 23,542" S
32	310	15,85	-15,85	-2,96	15,85	Abrasi	119° 23' 2,261" E	5° 11' 23,239" S
33	320	14,96	-14,96	-2,79	14,96	Abrasi	119° 23' 2,389" E	5° 11' 22,933" S
34	330	14,27	-14,27	-2,66	14,27	Abrasi	119° 23' 2,517" E	5° 11' 22,630" S
35	340	13,91	-13,91	-2,60	13,91	Abrasi	119° 23' 2,645" E	5° 11' 22,327" S
36	350	14,14	-14,14	-2,64	14,14	Abrasi	119° 23' 2,772" E	5° 11' 22,027" S
37	360	14,38	-14,38	-2,68	14,38	Abrasi	119° 23' 2,897" E	5° 11' 21,729" S
38	370	14,57	-14,57	-2,72	14,57	Abrasi	119° 23' 3,023" E	5° 11' 21,431" S
39	380	15,07	-15,07	-2,81	15,07	Abrasi	119° 23' 3,138" E	5° 11' 21,125" S
40	390	16,34	-16,34	-3,05	16,34	Abrasi	119° 23' 3,243" E	5° 11' 20,827" S
41	400	17,14	-17,14	-3,20	17,14	Abrasi	119° 23' 3,347" E	5° 11' 20,532" S
42	410	17,89	-17,89	-3,34	17,89	Abrasi	119° 23' 3,452" E	5° 11' 20,231" S
43	420	18,95	-18,95	-3,54	18,95	Abrasi	119° 23' 3,558" E	5° 11' 19,932" S
44	430	20,43	-20,43	-3,81	20,43	Abrasi	119° 23' 3,661" E	5° 11' 19,638" S
45	440	21,89	-21,89	-4,09	21,89	Abrasi	119° 23' 3,763" E	5° 11' 19,346" S
46	450	23,30	-23,30	-4,35	23,3	Abrasi	119° 23' 3,866" E	5° 11' 19,054" S
47	460	24,97	-24,97	-4,66	24,97	Abrasi	119° 23' 3,969" E	5° 11' 18,762" S
48	470	26,85	-26,85	-5,01	26,85	Abrasi	119° 23' 4,070" E	5° 11' 18,475" S
49	480	28,05	-28,05	-5,24	28,05	Abrasi	119° 23' 4,165" E	5° 11' 18,185" S
50	490	28,80	-28,80	-5,38	28,8	Abrasi	119° 23' 4,260" E	5° 11' 17,884" S

**Lanjutan Tabel 21** .Hasil Analisis Garis Pantai Menggunakan Perangkat Lunak Digital Shore Analisis System (DSAS)

No.	Transect	SCE	NSM	EPR	Lenght	Keterangan	Longitude	Latitude
52	510	31,48	-31,48	-5,88	20,61	Abrasi	119° 23' 4,449" E	5° 11' 17,287" S
53	520	32,33	-32,33	-6,04	20,34	Abrasi	119° 23' 4,525" E	5° 11' 16,982" S
54	530	32,71	-32,71	-6,11	19,95	Abrasi	119° 23' 4,596" E	5° 11' 16,673" S
55	540	31,79	-31,79	-5,94	19,49	Abrasi	119° 23' 4,646" E	5° 11' 16,343" S



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan analisis dan perhitungan yang ada dan mengacu pada teori-teori serta rumus-rumus, juga menggunakan data yang telah diambil secara langsung dilapangan atau lokasi penelitian dan data yang diberikan oleh BMKG, maka kami mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan perhitungan yang ada mengenai karakteristik gelombang, dengan analisis parameter gelombang pada tahun 2019-2023 didapatkan bahwa gelombang maksimum terjadi pada bulan februari tahun 2023 di arah barat dengan tinggi gelombang ( $H$ ) 2,1 meter, periode gelombang ( $T$ ) 5,13 detik, Panjang gelombang ( $L$ ) 41,05 meter. Untuk koefisien refraksi ( $K_r$ ) diperoleh sebesar 0,959 - 0,998, dan tinggi gelombang pecah ( $H_b$ ) maksimum sebesar 1,71 m pada kedalaman gelombang pecah ( $db$ ) sebesar 2,19 m.
2. Berdasarkan hasil analisis perangkat lunak Digital Shore Analisis System (DSAS) terjadi abrasi pantai di 55 titik dengan panjang pantai 540 m. Abrasi terbesar terjadi di titik P50 dengan nilai 28,8 meter dan abrasi terendah terjadi di titik P4 dengan nilai 7,57 meter.

## B. Saran

1. Bagi peneliti selanjutnya yang ingin melakukan penelitian yang hampir sama, sebaiknya jarak antar patok saat pengukuran dilapangan lebih kecil lagi agar perhitungan pada aplikasi DSAS lebih efektif.
2. Untuk menangani abrasi yang terjadi secara terus-menerus pada Pantai Tanjung Layar Putih, sebaiknya membangun bangunan pemecah gelombang atau memelihara kondisi pantai secara alami dengan mengembangkan terumbu karang pada pantai.



## DAFTAR PUSTAKA

- Anggara, P. D., Adrianto, D., Pranowo, W. S., & Alam, T. M. (2017). *Analisis Karakteristik Gelombang Laut Guna Mendukung Data Informasi Operasi Keamanan Laut di Wilayah Laut Natuna dan Laut Natuna Utara: Analysis of Ocean Wave Characteristics to Support Marine Security Operation Information Data in the Natuna Sea and North Natuna Seas. Jurnal Chart Datum*, 3(2), 107-131.
- Arief, M., Winarso, G., & Prayogo, T. (2011). *Kajian perubahan garis pantai menggunakan data satelit Landsat di Kabupaten Kendal. Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital*, 8.
- CEM. 2011. *Coastal Engineers Manual*. Washington D.C.: *Coastal Hydraulic Laboratory*, US Army Corps of Engineers.
- Cempaka, A. (2012). *Perencanaan Pemecah Gelombang Pelabuhan Perikanan Pondok Mimbo Situbondo, Jawa Timur*.
- Dauhan, S. K., Tawas, H., Tangkudung, H., & Mamoto, J. D. (2013). *Analisis karakteristik gelombang pecah terhadap perubahan garis pantai di Atepe Oki. Jurnal Sipil Statik*, 1(12).
- Hildayanti, A. (2019). *Pola Pergerakan Wisatawan pada Kawasan Pariwisata Pantai Kota Makassar. Jurnal Koridor*, 10(1), 27-34.
- Imbar, S. E. (2020). *Analisis Deformasi Gelombang Pada Pantai Minahasa Barat. Jurnal Sipil Statik*, 8(1).
- Kapitan, R. (2014). *Studi Difraksi Gelombang Menggunakan Persamaan Hiperbola. Jurnal Rekayasa*, 18(2), 89-102.
- Kurniawan, I. (2022). *Analisis Perubahan Luas Pantai Terabrasi di Tanjung Layar Putih, Makassar= Analysis of Abraded Beach Area Changes in Tanjung Layar Putih, Makassar* (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Mulyabakti, C., Jasin, M. I., & Mamoto, J. D. (2016). *Analisis Karakteristik Gelombang Dan Pasang Surut Pada Daerah Pantai Paal Kecamatan Likupang Timur Kabupaten Minahasa Utara. Jurnal Sipil Statik*, 4(9).
- Munandar, M., & Kusumawati, I. (2017). *Studi analisis faktor penyebab dan penanganan abrasi pantai di wilayah Pesisir Aceh Barat. Jurnal Perikanan Tropis*, 4(1), 47-56.
- MUZAKKAR, A. K. (2019). *Studi Pengelolaan Objek Wisata Pantai Akkarena Sebagai Sarana Rekreasi Bagi Masyarakat Kota Makassar* (Doctoral



dissertation, UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR).

Parauba, R., Jasin, M. I., & Mamoto, J. D. (2016). *Analisis karakteristik gelombang pecah di pantai niampak utara. Jurnal Sipil Statik, 4(10)*.

[PRWLSDNH] *Pusat Riset Wilayah Laut dan Sumberdaya Nonhayati*. 2004. *Wisata Bahari Di Kepulauan Spermonde Makassar*. Jakarta.

Rabung, F., Muhiddin, A. B., Hatta, M. P., & Malik, S. (2015). *Deformasi Gelombang di Pantai Makassar. Hasil Penelitian Teknologi Terapan, Prosiding*.

Supriyono, S., Pranowo, W. S., Rawi, S., & Herunadi, B. (2015). *Analisa dan Perhitungan Prediksi Pasang Surut Menggunakan Metode Admiralty dan Metode Least Square (Studi Kasus Perairan Tarakan dan Balikpapan): Tide Prediction Analysis and Calculation Using Admiralty Method and Least Square Method (Case Study of Tarakan and Balikpapan Waters)*. *Jurnal Chart Datum, 1(1)*, 9-20.

Triatmodjo, B 1999. *Teknik pantai*. Beta Offset. Yogyakarta.

Triatmodjo, Bambang. 2009. *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta : Beta Offset.

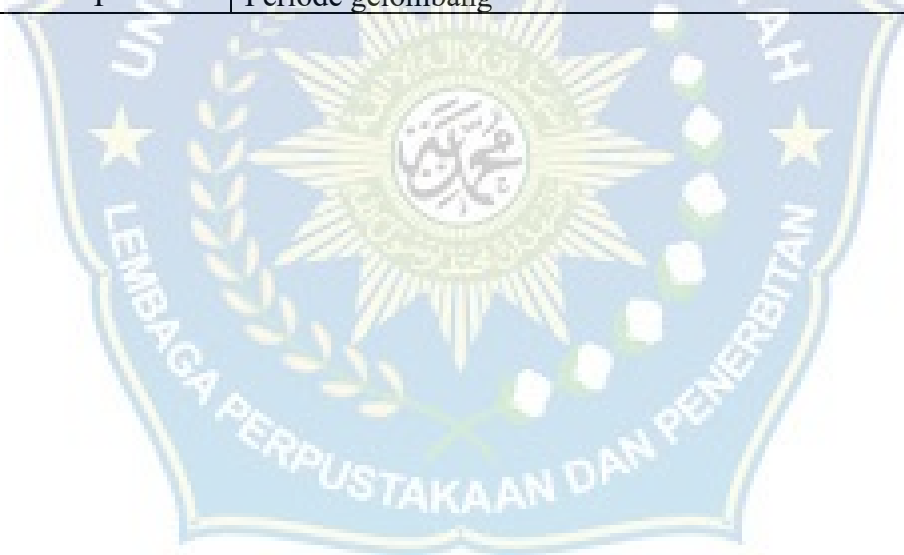
Triatmodjo, Bambang. 2010. *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta: Beta Offset.

Wattimena, J. D., & Ayal, M. R. (2018). *Analisis Perubahan Garis Pantai Desa Rutong Kota Ambon. Jurnal Teknik Sipil, 14(2)*, 115-136.

## LAMPIRAN

Tabel Notasi

Notasi / Simbol	Keterangan
$\alpha$	Sudut
d	Kedalaman
H	Tinggi gelombang
L	Panjang gelombang
C	Cepat rambat gelombang
Kr	Koefisien raefraksi
Ks	Koefisien shoaling atau pendangkalan
g	Gravitasi
i	Kemiringan
$^{\circ}$	Derajat
Hb	Tinggi gelombang pecah
Db	Kedalaman gelombang pecah
H <sub>0</sub>	Tinggi gelombang yang baru
T	Periode gelombang





**BADAN METEOROLOGI,  
KLIMATOLOGI, DAN GEOFISIKA**

**STASIUN METEOROLOGI MARITIM  
PAOTERE MAKASSAR**

**Jln. Sabutung 1 No. 30 Makassar 90163**

**Telp : (0411) 3619242 Fax : (0411) 3628235**

**Email : [stamar.paotere@bmgk.go.id](mailto:stamar.paotere@bmgk.go.id),  
[meteo\\_marptr@yahoo.co.id](mailto:meteo_marptr@yahoo.co.id)**

TAHUN	BULAN	PARAMETER		
		Angin (knot)		Gelombang
		kec	Arah	
2019	Januari	7.2	320	2.15
	Februari	2.7	330	1.00
	Maret	5.1	335	1.25
	April	0.9	110	0.60
	Mei	6.9	150	0.65
	Juni	9.1	140	0.75
	Juli	8.1	130	0.80
	Agustus	9.4	140	0.85
	September	9.2	140	1.00
	Oktober	9.4	150	0.85
	November	8.0	160	0.65
	Desember	1.6	300	0.30
2020	Januari	6.4	310	1.50
	Februari	6.1	320	1.00
	Maret	2.6	330	0.65
	April	1.8	110	0.75
	Mei	4.8	130	0.60
	Juni	8.2	135	0.85
	Juli	9.3	135	0.80
	Agustus	7.8	134	0.90
	September	8.9	140	0.95
	Oktober	6.8	150	0.75
	November	2.3	150	0.75
	Desember	5.8	310	1.30

TAHUN	BULAN	PARAMETER		
		Angin (knot)		Gelombang
		kec	Arah	
2021	Januari	7.0	310	1.30
	Februari	6.4	310	1.25
	Maret	3.7	330	0.90
	April	2.8	180	1.60
	Mei	5.1	140	0.50
	Juni	3.8	130	0.50
	Juli	6.4	140	0.75
	Agustus	6.2	140	0.85
	September	5.6	140	0.90
	Oktober	7.8	160	0.80
	November	1.8	340	0.60
	Desember	6.3	310	2.00
2022	Januari	8.2	309	1.50
	Februari	6.8	313	1.40
	Maret	3.1	340	0.70
	April	2.1	141	0.15
	Mei	2.4	126	0.45
	Juni	4.3	126	0.50
	Juli	6.9	131	0.65
	Agustus	6.1	138	0.70
	September	8.2	148	0.75
	Oktober	2.8	144	0.60
	November	1.6	343	0.60
	Desember	4.6	350	0.30
2023	Januari	17.3	290	2.25
	Februari	15.4	290	1.60
	Maret	10.2	20	1.00
	April	9.7	310	1.00
	Mei	11.5	172	0.65
	Juni	6.2	102	0.25
	Juli	11.5	130	0.45
	Agustus	9.8	130	0.30
	September	14.5	140	0.60
	Oktober	7.6	115	0.30
	November	5.5	135	0.30
	Desember	5.8	340	0.35

Tabel WIEGEL (SPM Vol.II,1984)

## LAMPIRAN I

373

Tabel L-1. Fungsi  $d/L$  untuk pertambahan nilai  $d/L_0$ 

$\frac{d}{L_0}$	$\frac{d}{L}$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cosh \frac{2\pi d}{L}$	$K_1$	$K$	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	$n$
0	0	0	0	0	1	$\infty$	1	0	0	1	1
0.0001	0.00399	0.0251	0.0251	0.0251	1.0003	4.467	0.9997	0.0501	0.0502	1.001	0.9998
0.0002	0.00564	0.0355	0.0354	0.0355	1.0006	3.757	0.9994	0.0709	0.0710	1.003	0.9996
0.0003	0.00691	0.0434	0.0434	0.0434	1.0009	3.396	0.9991	0.0868	0.0869	1.004	0.9994
0.0004	0.00798	0.0502	0.0501	0.0502	1.0013	3.160	0.9987	0.1003	0.1005	1.005	0.9992
0.0005	0.00893	0.0561	0.0560	0.0561	1.0016	2.989	0.9984	0.1122	0.1124	1.006	0.9990
0.0006	0.00978	0.0614	0.0614	0.0615	1.0019	2.856	0.9981	0.1229	0.1232	1.008	0.9987
0.0007	0.01056	0.0664	0.0663	0.0664	1.0022	2.749	0.9978	0.1327	0.1331	1.009	0.9985
0.0008	0.01129	0.0710	0.0708	0.0710	1.0025	2.659	0.9975	0.1419	0.1424	1.010	0.9983
0.0009	0.01198	0.0753	0.0751	0.0753	1.0028	2.582	0.9972	0.1505	0.1511	1.011	0.9981
0.0010	0.01263	0.0793	0.0792	0.0794	1.0031	2.515	0.9969	0.1587	0.1594	1.013	0.9979
0.0011	0.01325	0.0832	0.0830	0.0833	1.0035	2.457	0.9965	0.1665	0.1672	1.014	0.9977
0.0012	0.01384	0.0869	0.0867	0.0871	1.0038	2.404	0.9962	0.1739	0.1748	1.015	0.9975
0.0013	0.01440	0.0905	0.0903	0.0906	1.0041	2.357	0.9959	0.1810	0.1820	1.016	0.9973
0.0014	0.01495	0.0939	0.0937	0.0941	1.0044	2.314	0.9956	0.1879	0.1890	1.018	0.9971
0.0015	0.01548	0.0972	0.0969	0.0974	1.0047	2.275	0.9953	0.1945	0.1957	1.019	0.9969
0.0016	0.01598	0.1004	0.1001	0.1006	1.0050	2.239	0.9950	0.2009	0.2022	1.020	0.9967
0.0017	0.01648	0.1035	0.1032	0.1037	1.0054	2.205	0.9947	0.2071	0.2086	1.022	0.9964
0.0018	0.01696	0.1065	0.1061	0.1067	1.0057	2.174	0.9944	0.2131	0.2147	1.023	0.9962
0.0019	0.01742	0.1095	0.1090	0.1097	1.0060	2.146	0.9940	0.2189	0.2207	1.024	0.9960
0.0020	0.01787	0.1123	0.1118	0.1125	1.0063	2.119	0.9937	0.2246	0.2265	1.025	0.9958
0.0021	0.01832	0.1151	0.1146	0.1154	1.0066	2.093	0.9934	0.2302	0.2322	1.027	0.9956
0.0022	0.01875	0.1178	0.1173	0.1181	1.0069	2.070	0.9931	0.2356	0.2378	1.028	0.9954
0.0023	0.01918	0.1205	0.1199	0.1208	1.0073	2.047	0.9928	0.2410	0.2433	1.029	0.9952
0.0024	0.01959	0.1231	0.1225	0.1234	1.0076	2.026	0.9925	0.2462	0.2487	1.030	0.9950
0.0025	0.02000	0.1256	0.1250	0.1260	1.0079	2.005	0.9922	0.2513	0.2539	1.032	0.9948
0.0026	0.02040	0.1282	0.1275	0.1285	1.0082	1.986	0.9918	0.2563	0.2591	1.033	0.9946
0.0027	0.02079	0.1306	0.1299	0.1310	1.0085	1.968	0.9915	0.2612	0.2642	1.034	0.9944
0.0028	0.02117	0.1330	0.1322	0.1334	1.0089	1.950	0.9912	0.2660	0.2692	1.036	0.9942
0.0029	0.02155	0.1354	0.1346	0.1358	1.0092	1.933	0.9909	0.2708	0.2741	1.037	0.9939

Tabel L-1. Lanjutan

$\frac{d}{L_0}$	$\frac{d}{L}$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\frac{\tanh}{2\pi d/L}$	$\frac{\sinh}{2\pi d/L}$	$\frac{\cosh}{2\pi d/L}$	$K_s$	$K$	$\frac{4\pi d}{L}$	$\frac{\sinh}{4\pi d/L}$	$\frac{\cosh}{4\pi d/L}$	$n$
0.0030	0.02192	0.1377	0.1369	0.1382	1.0095	1.917	0.9906	0.2754	0.2789	1.038	0.9937
0.0031	0.02228	0.1400	0.1391	0.1405	1.0098	1.902	0.9903	0.2800	0.2837	1.039	0.9935
0.0032	0.02264	0.1423	0.1413	0.1428	1.0101	1.887	0.9900	0.2845	0.2884	1.041	0.9933
0.0033	0.02300	0.1445	0.1435	0.1450	1.0105	1.873	0.9897	0.2890	0.2930	1.042	0.9931
0.0034	0.02335	0.1467	0.1456	0.1472	1.0108	1.859	0.9893	0.2934	0.2976	1.043	0.9929
0.0035	0.02369	0.1488	0.1478	0.1494	1.0111	1.846	0.9890	0.2977	0.3021	1.045	0.9927
0.0036	0.02403	0.1510	0.1498	0.1515	1.0114	1.834	0.9887	0.3019	0.3065	1.046	0.9925
0.0037	0.02436	0.1531	0.1519	0.1537	1.0117	1.821	0.9884	0.3061	0.3109	1.047	0.9923
0.0038	0.02469	0.1551	0.1539	0.1558	1.0121	1.810	0.9881	0.3103	0.3153	1.049	0.9921
0.0039	0.02502	0.1572	0.1559	0.1578	1.0124	1.798	0.9878	0.3144	0.3196	1.050	0.9919
0.0040	0.02534	0.1592	0.1579	0.1599	1.0127	1.787	0.9875	0.3184	0.3238	1.051	0.9917
0.0041	0.02566	0.1612	0.1598	0.1619	1.0130	1.776	0.9871	0.3224	0.3280	1.052	0.9914
0.0042	0.02597	0.1632	0.1617	0.1639	1.0133	1.766	0.9868	0.3263	0.3322	1.054	0.9912
0.0043	0.02628	0.1651	0.1636	0.1659	1.0137	1.756	0.9865	0.3302	0.3363	1.055	0.9910
0.0044	0.02659	0.1670	0.1655	0.1678	1.0140	1.746	0.9862	0.3341	0.3403	1.056	0.9908
0.0045	0.02689	0.1690	0.1674	0.1698	1.0143	1.737	0.9859	0.3379	0.3444	1.058	0.9906
0.0046	0.02719	0.1708	0.1692	0.1717	1.0146	1.727	0.9856	0.3417	0.3484	1.059	0.9904
0.0047	0.02749	0.1727	0.1710	0.1736	1.0150	1.718	0.9853	0.3454	0.3523	1.060	0.9902
0.0048	0.02778	0.1746	0.1728	0.1754	1.0153	1.710	0.9850	0.3491	0.3562	1.062	0.9900
0.0049	0.02807	0.1764	0.1746	0.1773	1.0156	1.701	0.9846	0.3528	0.3601	1.063	0.9898
0.0050	0.02836	0.1782	0.1763	0.1791	1.0159	1.693	0.9843	0.3564	0.3640	1.064	0.9896
0.0051	0.02864	0.1800	0.1781	0.1810	1.0162	1.685	0.9840	0.3600	0.3678	1.065	0.9894
0.0052	0.02893	0.1818	0.1798	0.1828	1.0166	1.677	0.9837	0.3635	0.3716	1.067	0.9892
0.0053	0.02921	0.1835	0.1815	0.1845	1.0169	1.669	0.9834	0.3670	0.3753	1.068	0.9889
0.0054	0.02948	0.1853	0.1832	0.1863	1.0172	1.662	0.9831	0.3705	0.3791	1.069	0.9887
0.0055	0.02976	0.1870	0.1848	0.1881	1.0175	1.654	0.9828	0.3740	0.3827	1.071	0.9885
0.0056	0.03003	0.1887	0.1865	0.1898	1.0179	1.647	0.9825	0.3774	0.3864	1.072	0.9883
0.0057	0.03030	0.1904	0.1881	0.1915	1.0182	1.640	0.9821	0.3808	0.3901	1.073	0.9881
0.0058	0.03057	0.1921	0.1898	0.1933	1.0185	1.633	0.9818	0.3842	0.3937	1.075	0.9879
0.0059	0.03084	0.1937	0.1914	0.1950	1.0188	1.626	0.9815	0.3875	0.3973	1.076	0.9877

## LAMPIRAN 1

375

Tabel L-1. Lanjutan

$\frac{d}{L_0}$	$\frac{d}{L}$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cosh \frac{2\pi d}{L}$	$K_s$	$K$	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	$n$
0.0060	0.03110	0.1954	0.1930	0.1967	1.0192	1.620	0.9812	0.3908	0.4008	1.077	0.9875
0.0061	0.03136	0.1970	0.1945	0.1983	1.0195	1.613	0.9809	0.3941	0.4044	1.079	0.9873
0.0062	0.03162	0.1987	0.1961	0.2000	1.0198	1.607	0.9806	0.3974	0.4079	1.080	0.9871
0.0063	0.03188	0.2003	0.1977	0.2016	1.0201	1.601	0.9803	0.4006	0.4114	1.081	0.9869
0.0064	0.03213	0.2019	0.1992	0.2033	1.0205	1.595	0.9800	0.4038	0.4149	1.083	0.9867
0.0065	0.03239	0.2035	0.2007	0.2049	1.0208	1.589	0.9796	0.4070	0.4183	1.084	0.9865
0.0066	0.03264	0.2051	0.2022	0.2065	1.0211	1.583	0.9793	0.4101	0.4217	1.085	0.9863
0.0067	0.03289	0.2066	0.2038	0.2081	1.0214	1.578	0.9790	0.4133	0.4252	1.087	0.9860
0.0068	0.03314	0.2082	0.2052	0.2097	1.0218	1.572	0.9787	0.4164	0.4285	1.088	0.9858
0.0069	0.03338	0.2097	0.2067	0.2113	1.0221	1.567	0.9784	0.4195	0.4319	1.089	0.9856
0.0070	0.03363	0.2113	0.2082	0.2129	1.0224	1.561	0.9781	0.4226	0.4353	1.091	0.9854
0.0071	0.03387	0.2128	0.2097	0.2144	1.0227	1.556	0.9778	0.4256	0.4386	1.092	0.9852
0.0072	0.03411	0.2143	0.2111	0.2160	1.0231	1.551	0.9775	0.4287	0.4419	1.093	0.9850
0.0073	0.03435	0.2158	0.2125	0.2175	1.0234	1.546	0.9772	0.4317	0.4452	1.095	0.9848
0.0074	0.03459	0.2173	0.2140	0.2190	1.0237	1.541	0.9768	0.4347	0.4485	1.096	0.9846
0.0075	0.03483	0.2188	0.2154	0.2206	1.0240	1.536	0.9765	0.4376	0.4517	1.097	0.9844
0.0076	0.03506	0.2203	0.2168	0.2221	1.0244	1.531	0.9762	0.4406	0.4550	1.099	0.9842
0.0077	0.03529	0.2218	0.2182	0.2236	1.0247	1.526	0.9759	0.4435	0.4582	1.100	0.9840
0.0078	0.03553	0.2232	0.2196	0.2251	1.0250	1.521	0.9756	0.4464	0.4614	1.101	0.9838
0.0079	0.03576	0.2247	0.2210	0.2266	1.0253	1.517	0.9753	0.4493	0.4646	1.103	0.9836
0.0080	0.03599	0.2261	0.2223	0.2280	1.0257	1.512	0.9750	0.4522	0.4678	1.104	0.9834
0.0081	0.03622	0.2275	0.2237	0.2295	1.0260	1.508	0.9747	0.4551	0.4710	1.105	0.9831
0.0082	0.03644	0.2290	0.2251	0.2310	1.0263	1.503	0.9743	0.4579	0.4741	1.107	0.9829
0.0083	0.03667	0.2304	0.2264	0.2324	1.0267	1.499	0.9740	0.4608	0.4773	1.108	0.9827
0.0084	0.03689	0.2318	0.2277	0.2339	1.0270	1.495	0.9737	0.4636	0.4804	1.109	0.9825
0.0085	0.03711	0.2332	0.2291	0.2353	1.0273	1.491	0.9734	0.4664	0.4835	1.111	0.9823
0.0086	0.03734	0.2346	0.2304	0.2367	1.0276	1.487	0.9731	0.4692	0.4866	1.112	0.9821
0.0087	0.03756	0.2360	0.2317	0.2382	1.0280	1.483	0.9728	0.4719	0.4897	1.113	0.9819
0.0088	0.03778	0.2374	0.2330	0.2396	1.0283	1.479	0.9725	0.4747	0.4927	1.115	0.9817
0.0089	0.03799	0.2387	0.2343	0.2410	1.0286	1.475	0.9722	0.4774	0.4958	1.116	0.9815

Tabel L-1. Lanjutan

$\frac{d}{L_0}$	$\frac{d}{L}$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cosh \frac{2\pi d}{L}$	$K_1$	$K$	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	$n$
0.0090	0.03821	0.2401	0.2356	0.2424	1.0290	1.471	0.9719	0.4802	0.4988	1.118	0.9813
0.0091	0.03843	0.2414	0.2369	0.2438	1.0293	1.467	0.9715	0.4829	0.5019	1.119	0.9811
0.0092	0.03864	0.2428	0.2381	0.2452	1.0296	1.463	0.9712	0.4856	0.5049	1.120	0.9809
0.0093	0.03885	0.2441	0.2394	0.2466	1.0299	1.459	0.9709	0.4883	0.5079	1.122	0.9807
0.0094	0.03907	0.2455	0.2407	0.2479	1.0303	1.456	0.9706	0.4909	0.5109	1.123	0.9805
0.0095	0.03928	0.2468	0.2419	0.2493	1.0306	1.452	0.9703	0.4936	0.5139	1.124	0.9803
0.0096	0.03949	0.2481	0.2431	0.2507	1.0309	1.449	0.9700	0.4962	0.5169	1.126	0.9801
0.0097	0.03970	0.2494	0.2444	0.2520	1.0313	1.445	0.9697	0.4989	0.5198	1.127	0.9798
0.0098	0.03991	0.2507	0.2456	0.2534	1.0316	1.442	0.9694	0.5015	0.5228	1.128	0.9796
0.0099	0.04011	0.2520	0.2468	0.2547	1.0319	1.438	0.9691	0.5041	0.5257	1.130	0.9794
0.0100	0.04032	0.2533	0.2481	0.2561	1.0323	1.435	0.9687	0.5067	0.5286	1.131	0.9792
0.0110	0.04233	0.2659	0.2598	0.2691	1.0356	1.403	0.9656	0.5319	0.5573	1.145	0.9772
0.0120	0.04426	0.2781	0.2712	0.2817	1.0389	1.375	0.9625	0.5562	0.5854	1.159	0.9751
0.0130	0.04612	0.2898	0.2819	0.2938	1.0423	1.350	0.9594	0.5795	0.6125	1.173	0.9731
0.0140	0.04791	0.3010	0.2922	0.3056	1.0456	1.327	0.9563	0.6020	0.6391	1.187	0.9710
0.0150	0.04964	0.3119	0.3022	0.3170	1.0490	1.307	0.9533	0.6238	0.6651	1.201	0.9690
0.0160	0.05132	0.3225	0.3118	0.3281	1.0524	1.288	0.9502	0.6450	0.6906	1.215	0.9669
0.0170	0.05296	0.3328	0.3210	0.3389	1.0559	1.271	0.9471	0.6655	0.7158	1.230	0.9649
0.0180	0.05456	0.3428	0.3300	0.3495	1.0593	1.255	0.9440	0.6856	0.7405	1.244	0.9629
0.0190	0.05611	0.3526	0.3386	0.3599	1.0628	1.240	0.9409	0.7051	0.7650	1.259	0.9609
0.0200	0.05763	0.3621	0.3471	0.3701	1.0663	1.226	0.9378	0.7242	0.7892	1.274	0.9588
0.0210	0.05912	0.3714	0.3553	0.3800	1.0698	1.213	0.9348	0.7429	0.8131	1.289	0.9568
0.0220	0.06057	0.3806	0.3632	0.3898	1.0733	1.201	0.9317	0.7612	0.8368	1.304	0.9548
0.0230	0.06200	0.3896	0.3710	0.3995	1.0768	1.189	0.9286	0.7791	0.8604	1.319	0.9528
0.0240	0.06340	0.3984	0.3786	0.4090	1.0804	1.179	0.9256	0.7967	0.8838	1.335	0.9508
0.0250	0.06478	0.4070	0.3859	0.4184	1.0840	1.169	0.9225	0.8141	0.9070	1.350	0.9488
0.0260	0.06614	0.4155	0.3932	0.4276	1.0876	1.159	0.9195	0.8311	0.9301	1.366	0.9468
0.0270	0.06747	0.4239	0.4002	0.4367	1.0912	1.150	0.9164	0.8478	0.9531	1.381	0.9448
0.0280	0.06878	0.4322	0.4071	0.4457	1.0948	1.141	0.9134	0.8643	0.9760	1.397	0.9428
0.0290	0.07007	0.4403	0.4139	0.4547	1.0985	1.133	0.9103	0.8806	0.9989	1.413	0.9408



## LAMPIRAN 1

377

Tabel L-1. Lanjutan

$\frac{d}{L_0}$	$\frac{d}{L}$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cosh \frac{2\pi d}{L}$	$K_1$	$K$	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	$n$
0.0300	0.07135	0.4483	0.4205	0.4635	1.1022	1.125	0.9073	0.8966	1.0217	1.430	0.9388
0.0310	0.07261	0.4562	0.4270	0.4722	1.1059	1.118	0.9043	0.9124	1.0444	1.446	0.9368
0.0320	0.07385	0.4640	0.4334	0.4808	1.1096	1.111	0.9012	0.9280	1.0671	1.462	0.9348
0.0330	0.07508	0.4717	0.4396	0.4894	1.1133	1.104	0.8982	0.9435	1.0898	1.479	0.9329
0.0340	0.07629	0.4793	0.4457	0.4979	1.1171	1.098	0.8952	0.9587	1.1124	1.496	0.9309
0.0350	0.07749	0.4869	0.4517	0.5063	1.1209	1.092	0.8922	0.9737	1.1351	1.513	0.9289
0.0360	0.07867	0.4943	0.4576	0.5147	1.1247	1.086	0.8891	0.9886	1.1577	1.530	0.9270
0.0370	0.07984	0.5017	0.4634	0.5230	1.1285	1.080	0.8861	1.0033	1.1803	1.547	0.9250
0.0380	0.08100	0.5090	0.4691	0.5312	1.1323	1.075	0.8831	1.0179	1.2030	1.564	0.9231
0.0390	0.08215	0.5162	0.4747	0.5394	1.1362	1.069	0.8801	1.0323	1.2257	1.582	0.9211
0.0400	0.08329	0.5233	0.4803	0.5475	1.1401	1.064	0.8771	1.0466	1.2485	1.600	0.9192
0.0410	0.08442	0.5304	0.4857	0.5556	1.1440	1.059	0.8741	1.0608	1.2713	1.617	0.9172
0.0420	0.08553	0.5374	0.4910	0.5637	1.1479	1.055	0.8711	1.0749	1.2941	1.635	0.9153
0.0430	0.08664	0.5444	0.4963	0.5717	1.1519	1.050	0.8682	1.0888	1.3170	1.654	0.9134
0.0440	0.08774	0.5513	0.5015	0.5796	1.1558	1.046	0.8652	1.1026	1.3400	1.672	0.9114
0.0450	0.08883	0.5581	0.5066	0.5876	1.1598	1.042	0.8622	1.1163	1.3630	1.690	0.9095
0.0460	0.08991	0.5649	0.5116	0.5955	1.1639	1.038	0.8592	1.1299	1.3861	1.709	0.9076
0.0470	0.09098	0.5717	0.5166	0.6033	1.1679	1.034	0.8562	1.1433	1.4092	1.728	0.9057
0.0480	0.09205	0.5784	0.5215	0.6111	1.1720	1.030	0.8533	1.1567	1.4325	1.747	0.9037
0.0490	0.09311	0.5850	0.5263	0.6189	1.1760	1.026	0.8503	1.1700	1.4558	1.766	0.9018
0.0500	0.09416	0.5916	0.5310	0.6267	1.1802	1.023	0.8473	1.1832	1.4792	1.786	0.8999
0.0510	0.09520	0.5981	0.5357	0.6345	1.1843	1.019	0.8444	1.1963	1.5028	1.805	0.8980
0.0520	0.09623	0.6047	0.5404	0.6422	1.1884	1.016	0.8414	1.2093	1.5264	1.825	0.8961
0.0530	0.09726	0.6111	0.5449	0.6499	1.1926	1.013	0.8385	1.2223	1.5501	1.845	0.8942
0.0540	0.09829	0.6176	0.5494	0.6576	1.1968	1.010	0.8355	1.2351	1.5740	1.865	0.8924
0.0550	0.09930	0.6239	0.5539	0.6652	1.2010	1.007	0.8326	1.2479	1.5979	1.885	0.8905
0.0560	0.10031	0.6303	0.5583	0.6729	1.2053	1.004	0.8297	1.2606	1.6220	1.905	0.8886
0.0570	0.10132	0.6366	0.5626	0.6805	1.2096	1.001	0.8267	1.2732	1.6462	1.926	0.8867
0.0580	0.10232	0.6429	0.5669	0.6881	1.2139	0.998	0.8238	1.2858	1.6705	1.947	0.8848
0.0590	0.10331	0.6491	0.5711	0.6957	1.2182	0.996	0.8209	1.2983	1.6950	1.968	0.8830

Tabel L-1. Lanjutan

$\frac{d}{L_0}$	$\frac{d}{L}$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cosh \frac{2\pi d}{L}$	$K_s$	$K$	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	$n$
0.0600	0.10430	0.6554	0.5753	0.7033	1.2225	0.993	0.8180	1.3107	1.7196	1.989	0.8811
0.0610	0.10529	0.6615	0.5794	0.7109	1.2269	0.991	0.8151	1.3231	1.7443	2.011	0.8793
0.0620	0.10627	0.6677	0.5835	0.7184	1.2313	0.988	0.8121	1.3354	1.7692	2.032	0.8774
0.0630	0.10724	0.6738	0.5875	0.7260	1.2357	0.986	0.8092	1.3476	1.7942	2.054	0.8755
0.0640	0.10821	0.6799	0.5915	0.7335	1.2402	0.984	0.8063	1.3598	1.8194	2.076	0.8737
0.0650	0.10918	0.6860	0.5954	0.7410	1.2446	0.981	0.8034	1.3719	1.8447	2.098	0.8719
0.0660	0.11014	0.6920	0.5993	0.7486	1.2491	0.979	0.8005	1.3840	1.8702	2.121	0.8700
0.0670	0.11109	0.6980	0.6031	0.7561	1.2537	0.977	0.7977	1.3960	1.8958	2.143	0.8682
0.0680	0.11205	0.7040	0.6069	0.7636	1.2582	0.975	0.7948	1.4080	1.9216	2.166	0.8664
0.0690	0.11300	0.7100	0.6107	0.7711	1.2628	0.973	0.7919	1.4199	1.9476	2.189	0.8645
0.0700	0.11394	0.7159	0.6144	0.7787	1.2674	0.971	0.7890	1.4318	1.9737	2.213	0.8627
0.0710	0.11488	0.7218	0.6180	0.7862	1.2720	0.969	0.7861	1.4437	2.0000	2.236	0.8609
0.0720	0.11582	0.7277	0.6217	0.7937	1.2767	0.968	0.7833	1.4554	2.0265	2.260	0.8591
0.0730	0.11675	0.7336	0.6253	0.8012	1.2814	0.966	0.7804	1.4672	2.0532	2.284	0.8573
0.0740	0.11769	0.7394	0.6288	0.8087	1.2861	0.964	0.7776	1.4789	2.0801	2.308	0.8555
0.0750	0.11861	0.7453	0.6323	0.8162	1.2908	0.962	0.7747	1.4905	2.1071	2.332	0.8537
0.0760	0.11954	0.7511	0.6358	0.8237	1.2956	0.961	0.7719	1.5022	2.1344	2.357	0.8519
0.0770	0.12046	0.7569	0.6392	0.8312	1.3004	0.959	0.7690	1.5138	2.1618	2.382	0.8501
0.0780	0.12138	0.7626	0.6426	0.8388	1.3052	0.958	0.7662	1.5253	2.1895	2.407	0.8483
0.0790	0.12229	0.7684	0.6460	0.8463	1.3100	0.956	0.7633	1.5368	2.2173	2.432	0.8465
0.0800	0.12321	0.7741	0.6493	0.8538	1.3149	0.955	0.7605	1.5483	2.2454	2.458	0.8448
0.0810	0.12412	0.7799	0.6526	0.8613	1.3198	0.953	0.7577	1.5597	2.2736	2.484	0.8430
0.0820	0.12503	0.7856	0.6559	0.8689	1.3247	0.952	0.7549	1.5711	2.3021	2.510	0.8412
0.0830	0.12593	0.7912	0.6591	0.8764	1.3297	0.951	0.7520	1.5825	2.3308	2.536	0.8395
0.0840	0.12683	0.7969	0.6623	0.8840	1.3347	0.949	0.7492	1.5938	2.3597	2.563	0.8377
0.0850	0.12773	0.8026	0.6655	0.8915	1.3397	0.948	0.7464	1.6051	2.3889	2.590	0.8360
0.0860	0.12863	0.8082	0.6686	0.8991	1.3448	0.947	0.7436	1.6164	2.4182	2.617	0.8342
0.0870	0.12953	0.8138	0.6717	0.9067	1.3499	0.946	0.7408	1.6277	2.4478	2.644	0.8325
0.0880	0.13042	0.8194	0.6748	0.9143	1.3550	0.944	0.7380	1.6389	2.4777	2.672	0.8307
0.0890	0.13131	0.8250	0.6778	0.9219	1.3601	0.943	0.7352	1.6501	2.5077	2.700	0.8290

Tabel L-1. Lanjutan

$\frac{d}{L_0}$	$\frac{d}{L}$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cosh \frac{2\pi d}{L}$	$K_s$	$K$	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	$n$
0.0600	0.10430	0.6554	0.5753	0.7033	1.2225	0.993	0.8180	1.3107	1.7196	1.989	0.8811
0.0610	0.10529	0.6615	0.5794	0.7109	1.2269	0.991	0.8151	1.3231	1.7443	2.011	0.8793
0.0620	0.10627	0.6677	0.5835	0.7184	1.2313	0.988	0.8121	1.3354	1.7692	2.032	0.8774
0.0630	0.10724	0.6738	0.5875	0.7260	1.2357	0.986	0.8092	1.3476	1.7942	2.054	0.8755
0.0640	0.10821	0.6799	0.5915	0.7335	1.2402	0.984	0.8063	1.3598	1.8194	2.076	0.8737
0.0650	0.10918	0.6860	0.5954	0.7410	1.2446	0.981	0.8034	1.3719	1.8447	2.098	0.8719
0.0660	0.11014	0.6920	0.5993	0.7486	1.2491	0.979	0.8005	1.3840	1.8702	2.121	0.8700
0.0670	0.11109	0.6980	0.6031	0.7561	1.2537	0.977	0.7977	1.3960	1.8958	2.143	0.8682
0.0680	0.11205	0.7040	0.6069	0.7636	1.2582	0.975	0.7948	1.4080	1.9216	2.166	0.8664
0.0690	0.11300	0.7100	0.6107	0.7711	1.2628	0.973	0.7919	1.4199	1.9476	2.189	0.8645
0.0700	0.11394	0.7159	0.6144	0.7787	1.2674	0.971	0.7890	1.4318	1.9737	2.213	0.8627
0.0710	0.11488	0.7218	0.6180	0.7862	1.2720	0.969	0.7861	1.4437	2.0000	2.236	0.8609
0.0720	0.11582	0.7277	0.6217	0.7937	1.2767	0.968	0.7833	1.4554	2.0265	2.260	0.8591
0.0730	0.11675	0.7336	0.6253	0.8012	1.2814	0.966	0.7804	1.4672	2.0532	2.284	0.8573
0.0740	0.11769	0.7394	0.6288	0.8087	1.2861	0.964	0.7776	1.4789	2.0801	2.308	0.8555
0.0750	0.11861	0.7453	0.6323	0.8162	1.2908	0.962	0.7747	1.4905	2.1071	2.332	0.8537
0.0760	0.11954	0.7511	0.6358	0.8237	1.2956	0.961	0.7719	1.5022	2.1344	2.357	0.8519
0.0770	0.12046	0.7569	0.6392	0.8312	1.3004	0.959	0.7690	1.5138	2.1618	2.382	0.8501
0.0780	0.12138	0.7626	0.6426	0.8388	1.3052	0.958	0.7662	1.5253	2.1895	2.407	0.8483
0.0790	0.12229	0.7684	0.6460	0.8463	1.3100	0.956	0.7633	1.5368	2.2173	2.432	0.8465
0.0800	0.12321	0.7741	0.6493	0.8538	1.3149	0.955	0.7605	1.5483	2.2454	2.458	0.8448
0.0810	0.12412	0.7799	0.6526	0.8613	1.3198	0.953	0.7577	1.5597	2.2736	2.484	0.8430
0.0820	0.12503	0.7856	0.6559	0.8689	1.3247	0.952	0.7549	1.5711	2.3021	2.510	0.8412
0.0830	0.12593	0.7912	0.6591	0.8764	1.3297	0.951	0.7520	1.5825	2.3308	2.536	0.8395
0.0840	0.12683	0.7969	0.6623	0.8840	1.3347	0.949	0.7492	1.5938	2.3597	2.563	0.8377
0.0850	0.12773	0.8026	0.6655	0.8915	1.3397	0.948	0.7464	1.6051	2.3889	2.590	0.8360
0.0860	0.12863	0.8082	0.6686	0.8991	1.3448	0.947	0.7436	1.6164	2.4182	2.617	0.8342
0.0870	0.12953	0.8138	0.6717	0.9067	1.3499	0.946	0.7408	1.6277	2.4478	2.644	0.8325
0.0880	0.13042	0.8194	0.6748	0.9143	1.3550	0.944	0.7380	1.6389	2.4777	2.672	0.8307
0.0890	0.13131	0.8250	0.6778	0.9219	1.3601	0.943	0.7352	1.6501	2.5077	2.700	0.8290

Tabel L-1. Lanjutan

$\frac{d}{L_0}$	$\frac{d}{L}$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cosh \frac{2\pi d}{L}$	$K_s$	$K$	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	$n$
0.1200	0.15813	0.9936	0.7589	1.1653	1.5355	0.920	0.6512	1.9871	3.5787	3.716	0.7776
0.1210	0.15898	0.9989	0.7611	1.1735	1.5418	0.920	0.6486	1.9978	3.6185	3.754	0.7761
0.1220	0.15982	1.0042	0.7634	1.1817	1.5480	0.920	0.6460	2.0084	3.6586	3.793	0.7745
0.1230	0.16067	1.0095	0.7656	1.1899	1.5543	0.919	0.6434	2.0190	3.6991	3.832	0.7729
0.1240	0.16151	1.0148	0.7677	1.1982	1.5607	0.919	0.6408	2.0296	3.7400	3.871	0.7713
0.1250	0.16236	1.0201	0.7699	1.2065	1.5670	0.918	0.6381	2.0402	3.7812	3.911	0.7698
0.1260	0.16320	1.0254	0.7721	1.2148	1.5735	0.918	0.6355	2.0508	3.8229	3.952	0.7682
0.1270	0.16404	1.0307	0.7742	1.2232	1.5799	0.918	0.6329	2.0614	3.8650	3.992	0.7667
0.1280	0.16489	1.0360	0.7763	1.2315	1.5864	0.917	0.6304	2.0720	3.9074	4.033	0.7651
0.1290	0.16573	1.0413	0.7784	1.2399	1.5929	0.917	0.6278	2.0826	3.9503	4.075	0.7636
0.1300	0.16657	1.0466	0.7805	1.2484	1.5995	0.917	0.6252	2.0932	3.9936	4.117	0.7621
0.1310	0.16741	1.0519	0.7825	1.2568	1.6061	0.917	0.6226	2.1037	4.0373	4.159	0.7605
0.1320	0.16825	1.0571	0.7846	1.2653	1.6128	0.916	0.6200	2.1143	4.0814	4.202	0.7590
0.1330	0.16909	1.0624	0.7866	1.2739	1.6195	0.916	0.6175	2.1248	4.1260	4.245	0.7575
0.1340	0.16993	1.0677	0.7886	1.2824	1.6262	0.916	0.6149	2.1354	4.1710	4.289	0.7560
0.1350	0.17077	1.0729	0.7906	1.2910	1.6330	0.916	0.6124	2.1459	4.2164	4.333	0.7545
0.1360	0.17160	1.0782	0.7925	1.2996	1.6398	0.915	0.6098	2.1564	4.2623	4.378	0.7530
0.1370	0.17244	1.0835	0.7945	1.3083	1.6467	0.915	0.6073	2.1670	4.3086	4.423	0.7515
0.1380	0.17328	1.0887	0.7964	1.3169	1.6536	0.915	0.6047	2.1775	4.3554	4.469	0.7500
0.1390	0.17412	1.0940	0.7983	1.3257	1.6605	0.915	0.6022	2.1880	4.4026	4.515	0.7485
0.1400	0.17495	1.0993	0.8002	1.3344	1.6675	0.915	0.5997	2.1985	4.4503	4.561	0.7470
0.1410	0.17579	1.1045	0.8021	1.3432	1.6746	0.914	0.5972	2.2090	4.4985	4.608	0.7455
0.1420	0.17662	1.1098	0.8040	1.3520	1.6816	0.914	0.5947	2.2195	4.5472	4.656	0.7441
0.1430	0.17746	1.1150	0.8058	1.3609	1.6888	0.914	0.5922	2.2300	4.5963	4.704	0.7426
0.1440	0.17830	1.1203	0.8077	1.3697	1.6959	0.914	0.5896	2.2405	4.6459	4.752	0.7411
0.1450	0.17913	1.1255	0.8095	1.3787	1.7031	0.914	0.5872	2.2510	4.6961	4.801	0.7397
0.1460	0.17997	1.1308	0.8113	1.3876	1.7104	0.914	0.5847	2.2615	4.7467	4.851	0.7382
0.1470	0.18080	1.1360	0.8131	1.3966	1.7177	0.914	0.5822	2.2720	4.7979	4.901	0.7368
0.1480	0.18164	1.1412	0.8148	1.4056	1.7250	0.914	0.5797	2.2825	4.8495	4.952	0.7353
0.1490	0.18247	1.1465	0.8166	1.4147	1.7324	0.913	0.5772	2.2930	4.9017	5.003	0.7339

## LAMPIRAN 1

381

Tabel L-1. Lanjutan

$\frac{d}{L_0}$	$\frac{d}{L}$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cosh \frac{2\pi d}{L}$	$K_s$	$K$	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	$n$
0.1500	0.18330	1.1517	0.8183	1.4238	1.7399	0.913	0.5748	2.3035	4.9544	5.054	0.7325
0.1510	0.18414	1.1570	0.8201	1.4329	1.7474	0.913	0.5723	2.3139	5.0077	5.107	0.7310
0.1520	0.18497	1.1622	0.8218	1.4421	1.7549	0.913	0.5698	2.3244	5.0615	5.159	0.7296
0.1530	0.18581	1.1675	0.8235	1.4513	1.7625	0.913	0.5674	2.3349	5.1158	5.213	0.7282
0.1540	0.18664	1.1727	0.8251	1.4606	1.7701	0.913	0.5649	2.3454	5.1707	5.267	0.7268
0.1550	0.18747	1.1779	0.8268	1.4699	1.7778	0.913	0.5625	2.3559	5.2262	5.321	0.7254
0.1560	0.18831	1.1832	0.8284	1.4792	1.7855	0.913	0.5601	2.3663	5.2822	5.376	0.7240
0.1570	0.18914	1.1884	0.8301	1.4886	1.7933	0.913	0.5576	2.3768	5.3388	5.432	0.7226
0.1580	0.18997	1.1936	0.8317	1.4980	1.8011	0.913	0.5552	2.3873	5.3960	5.488	0.7212
0.1590	0.19081	1.1989	0.8333	1.5074	1.8090	0.913	0.5528	2.3978	5.4538	5.545	0.7198
0.1600	0.19164	1.2041	0.8349	1.5169	1.8169	0.913	0.5504	2.4082	5.5122	5.602	0.7184
0.1610	0.19248	1.2094	0.8365	1.5265	1.8249	0.913	0.5480	2.4187	5.5712	5.660	0.7171
0.1620	0.19331	1.2146	0.8381	1.5360	1.8329	0.913	0.5456	2.4292	5.6308	5.719	0.7157
0.1630	0.19414	1.2198	0.8396	1.5457	1.8410	0.913	0.5432	2.4397	5.6910	5.778	0.7143
0.1640	0.19498	1.2251	0.8411	1.5553	1.8491	0.913	0.5408	2.4501	5.7519	5.838	0.7130
0.1650	0.19581	1.2303	0.8427	1.5650	1.8572	0.913	0.5384	2.4606	5.8133	5.899	0.7116
0.1660	0.19664	1.2355	0.8442	1.5748	1.8655	0.913	0.5361	2.4711	5.8755	5.960	0.7103
0.1670	0.19748	1.2408	0.8457	1.5846	1.8737	0.913	0.5337	2.4816	5.9383	6.022	0.7089
0.1680	0.19831	1.2460	0.8472	1.5944	1.8821	0.913	0.5313	2.4921	6.0017	6.084	0.7076
0.1690	0.19915	1.2513	0.8486	1.6043	1.8905	0.913	0.5290	2.5025	6.0658	6.148	0.7063
0.1700	0.19998	1.2565	0.8501	1.6143	1.8989	0.913	0.5266	2.5130	6.1306	6.212	0.7050
0.1710	0.20081	1.2618	0.8515	1.6242	1.9074	0.913	0.5243	2.5235	6.1961	6.276	0.7036
0.1720	0.20165	1.2670	0.8530	1.6343	1.9159	0.914	0.5219	2.5340	6.2622	6.342	0.7023
0.1730	0.20248	1.2722	0.8544	1.6443	1.9245	0.914	0.5196	2.5445	6.3291	6.408	0.7010
0.1740	0.20332	1.2775	0.8558	1.6544	1.9332	0.914	0.5173	2.5550	6.3967	6.474	0.6997
0.1750	0.20415	1.2827	0.8572	1.6646	1.9419	0.914	0.5150	2.5655	6.4650	6.542	0.6984
0.1760	0.20499	1.2880	0.8586	1.6748	1.9507	0.914	0.5126	2.5760	6.5340	6.610	0.6971
0.1770	0.20582	1.2932	0.8600	1.6851	1.9595	0.914	0.5103	2.5865	6.6038	6.679	0.6958
0.1780	0.20666	1.2985	0.8613	1.6954	1.9683	0.914	0.5080	2.5970	6.6743	6.749	0.6946
0.1790	0.20749	1.3037	0.8627	1.7057	1.9773	0.914	0.5058	2.6075	6.7454	6.819	0.6933

Tabel L-1. Lanjutan

$\frac{d}{L_0}$	$\frac{d}{L}$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cosh \frac{2\pi d}{L}$	$K_s$	$K$	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	$n$
0.1800	0.20833	1.3090	0.8640	1.7161	1.9862	0.914	0.5035	2.6180	6.8174	6.890	0.6920
0.1810	0.20917	1.3142	0.8653	1.7266	1.9953	0.915	0.5012	2.6285	6.8902	6.962	0.6907
0.1820	0.21000	1.3195	0.8667	1.7371	2.0044	0.915	0.4989	2.6390	6.9638	7.035	0.6895
0.1830	0.21084	1.3248	0.8680	1.7477	2.0136	0.915	0.4966	2.6495	7.0381	7.109	0.6882
0.1840	0.21168	1.3300	0.8693	1.7583	2.0228	0.915	0.4944	2.6600	7.1133	7.183	0.6870
0.1850	0.21252	1.3353	0.8705	1.7690	2.0321	0.915	0.4921	2.6705	7.1893	7.259	0.6857
0.1860	0.21335	1.3405	0.8718	1.7797	2.0414	0.915	0.4899	2.6811	7.2661	7.335	0.6845
0.1870	0.21419	1.3458	0.8731	1.7905	2.0508	0.916	0.4876	2.6916	7.3438	7.412	0.6833
0.1880	0.21503	1.3511	0.8743	1.8013	2.0603	0.916	0.4854	2.7021	7.4223	7.489	0.6820
0.1890	0.21587	1.3563	0.8755	1.8122	2.0698	0.916	0.4831	2.7127	7.5016	7.568	0.6808
0.1900	0.21671	1.3616	0.8768	1.8231	2.0794	0.916	0.4809	2.7232	7.5818	7.647	0.6796
0.1910	0.21755	1.3669	0.8780	1.8341	2.0890	0.916	0.4787	2.7338	7.6629	7.728	0.6784
0.1920	0.21839	1.3722	0.8792	1.8452	2.0987	0.916	0.4765	2.7443	7.7449	7.809	0.6772
0.1930	0.21923	1.3774	0.8804	1.8563	2.1085	0.917	0.4743	2.7549	7.8277	7.891	0.6760
0.1940	0.22007	1.3827	0.8816	1.8674	2.1183	0.917	0.4721	2.7654	7.9115	7.974	0.6748
0.1950	0.22091	1.3880	0.8827	1.8786	2.1282	0.917	0.4699	2.7760	7.9962	8.058	0.6736
0.1960	0.22175	1.3933	0.8839	1.8899	2.1382	0.917	0.4677	2.7866	8.0818	8.143	0.6724
0.1970	0.22259	1.3986	0.8850	1.9012	2.1482	0.917	0.4655	2.7971	8.1684	8.229	0.6712
0.1980	0.22343	1.4039	0.8862	1.9126	2.1583	0.918	0.4633	2.8077	8.2559	8.316	0.6700
0.1990	0.22427	1.4092	0.8873	1.9241	2.1684	0.918	0.4612	2.8183	8.3444	8.404	0.6689
0.2000	0.22512	1.4144	0.8884	1.9356	2.1786	0.918	0.4590	2.8289	8.4339	8.493	0.6677
0.2010	0.22596	1.4197	0.8895	1.9471	2.1889	0.918	0.4568	2.8395	8.5243	8.583	0.6666
0.2020	0.22680	1.4250	0.8906	1.9588	2.1993	0.919	0.4547	2.8501	8.6158	8.674	0.6654
0.2030	0.22765	1.4303	0.8917	1.9705	2.2097	0.919	0.4526	2.8607	8.7082	8.765	0.6643
0.2040	0.22849	1.4357	0.8928	1.9822	2.2202	0.919	0.4504	2.8713	8.8017	8.858	0.6631
0.2050	0.22934	1.4410	0.8939	1.9940	2.2307	0.919	0.4483	2.8819	8.8963	8.952	0.6620
0.2060	0.23018	1.4463	0.8950	2.0059	2.2414	0.919	0.4462	2.8925	8.9919	9.047	0.6608
0.2070	0.23103	1.4516	0.8960	2.0178	2.2520	0.920	0.4440	2.9032	9.0885	9.143	0.6597
0.2080	0.23187	1.4569	0.8970	2.0298	2.2628	0.920	0.4419	2.9138	9.1863	9.241	0.6586
0.2090	0.23272	1.4622	0.8981	2.0419	2.2736	0.920	0.4398	2.9244	9.2851	9.339	0.6575

## LAMPIRAN 1

383

Tabel L-1. Lanjutan

$\frac{d}{L_0}$	$\frac{d}{L}$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cosh \frac{2\pi d}{L}$	$K_1$	$K$	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	$n$
0.2100	0.23357	1.4675	0.8991	2.0540	2.2845	0.920	0.4377	2.9351	9.3850	9.438	0.6564
0.2110	0.23441	1.4729	0.9001	2.0662	2.2955	0.921	0.4356	2.9457	9.4861	9.539	0.6553
0.2120	0.23526	1.4782	0.9011	2.0785	2.3065	0.921	0.4336	2.9564	9.5882	9.640	0.6542
0.2130	0.23611	1.4835	0.9021	2.0908	2.3177	0.921	0.4315	2.9671	9.6916	9.743	0.6531
0.2140	0.23696	1.4889	0.9031	2.1032	2.3288	0.921	0.4294	2.9777	9.7961	9.847	0.6520
0.2150	0.23781	1.4942	0.9041	2.1157	2.3401	0.922	0.4273	2.9884	9.9017	9.952	0.6509
0.2160	0.23866	1.4995	0.9051	2.1282	2.3514	0.922	0.4253	2.9991	10.009	10.06	0.6498
0.2170	0.23951	1.5049	0.9060	2.1408	2.3628	0.922	0.4232	3.0098	10.117	10.17	0.6488
0.2180	0.24036	1.5102	0.9070	2.1535	2.3743	0.923	0.4212	3.0205	10.226	10.28	0.6477
0.2190	0.24121	1.5156	0.9079	2.1662	2.3859	0.923	0.4191	3.0312	10.337	10.39	0.6466
0.2200	0.24206	1.5209	0.9089	2.1790	2.3975	0.923	0.4171	3.0419	10.448	10.50	0.6456
0.2210	0.24292	1.5263	0.9098	2.1919	2.4092	0.923	0.4151	3.0526	10.561	10.61	0.6445
0.2220	0.24377	1.5316	0.9107	2.2048	2.4210	0.924	0.4131	3.0633	10.676	10.72	0.6435
0.2230	0.24462	1.5370	0.9116	2.2178	2.4328	0.924	0.4110	3.0740	10.791	10.84	0.6424
0.2240	0.24548	1.5424	0.9125	2.2309	2.4448	0.924	0.4090	3.0847	10.908	10.95	0.6414
0.2250	0.24633	1.5477	0.9134	2.2441	2.4568	0.925	0.4070	3.0955	11.026	11.07	0.6404
0.2260	0.24719	1.5531	0.9143	2.2573	2.4689	0.925	0.4050	3.1062	11.146	11.19	0.6393
0.2270	0.24804	1.5585	0.9152	2.2706	2.4811	0.925	0.4031	3.1170	11.267	11.31	0.6383
0.2280	0.24890	1.5639	0.9160	2.2840	2.4933	0.925	0.4011	3.1277	11.389	11.43	0.6373
0.2290	0.24975	1.5693	0.9169	2.2974	2.5056	0.926	0.3991	3.1385	11.513	11.56	0.6363
0.2300	0.25061	1.5746	0.9178	2.3110	2.5180	0.926	0.3971	3.1493	11.638	11.68	0.6353
0.2310	0.25147	1.5800	0.9186	2.3246	2.5305	0.926	0.3952	3.1601	11.765	11.81	0.6343
0.2320	0.25233	1.5854	0.9194	2.3383	2.5431	0.927	0.3932	3.1709	11.893	11.94	0.6333
0.2330	0.25319	1.5908	0.9203	2.3520	2.5558	0.927	0.3913	3.1816	12.022	12.06	0.6323
0.2340	0.25405	1.5962	0.9211	2.3659	2.5685	0.927	0.3893	3.1924	12.153	12.20	0.6313
0.2350	0.25491	1.6016	0.9219	2.3798	2.5813	0.928	0.3874	3.2033	12.286	12.33	0.6304
0.2360	0.25577	1.6070	0.9227	2.3938	2.5942	0.928	0.3855	3.2141	12.420	12.46	0.6294
0.2370	0.25663	1.6124	0.9235	2.4078	2.6072	0.928	0.3835	3.2249	12.556	12.60	0.6284
0.2380	0.25749	1.6179	0.9243	2.4220	2.6203	0.928	0.3816	3.2357	12.693	12.73	0.6275
0.2390	0.25835	1.6233	0.9251	2.4362	2.6335	0.929	0.3797	3.2466	12.831	12.87	0.6265

Tabel L-1. Lanjutan

$\frac{d}{L_0}$	$\frac{d}{L}$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cosh \frac{2\pi d}{L}$	$K_s$	$K$	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	$n$
0.2400	0.25922	1.6287	0.9259	2.4505	2.6467	0.929	0.3778	3.2574	12.972	13.01	0.6256
0.2410	0.26008	1.6341	0.9266	2.4649	2.6601	0.929	0.3759	3.2683	13.114	13.15	0.6246
0.2420	0.26094	1.6396	0.9274	2.4794	2.6735	0.930	0.3740	3.2791	13.257	13.30	0.6237
0.2430	0.26181	1.6450	0.9282	2.4940	2.6870	0.930	0.3722	3.2900	13.403	13.44	0.6227
0.2440	0.26267	1.6504	0.9289	2.5086	2.7006	0.930	0.3703	3.3009	13.550	13.59	0.6218
0.2450	0.26354	1.6559	0.9297	2.5234	2.7143	0.931	0.3684	3.3117	13.698	13.74	0.6209
0.2460	0.26441	1.6613	0.9304	2.5382	2.7281	0.931	0.3666	3.3226	13.849	13.89	0.6200
0.2470	0.26527	1.6668	0.9311	2.5531	2.7419	0.931	0.3647	3.3335	14.001	14.04	0.6190
0.2480	0.26614	1.6722	0.9318	2.5681	2.7559	0.932	0.3629	3.3444	14.155	14.19	0.6181
0.2490	0.26701	1.6777	0.9326	2.5831	2.7699	0.932	0.3610	3.3553	14.310	14.35	0.6172
0.2500	0.26788	1.6831	0.9333	2.5983	2.7841	0.932	0.3592	3.3663	14.468	14.50	0.6163
0.2510	0.26875	1.6886	0.9340	2.6135	2.7983	0.933	0.3574	3.3772	14.627	14.66	0.6154
0.2520	0.26962	1.6941	0.9347	2.6289	2.8127	0.933	0.3555	3.3881	14.788	14.82	0.6146
0.2530	0.27049	1.6995	0.9354	2.6443	2.8271	0.933	0.3537	3.3991	14.951	14.99	0.6137
0.2540	0.27136	1.7050	0.9360	2.6598	2.8416	0.934	0.3519	3.4100	15.116	15.15	0.6128
0.2550	0.27223	1.7105	0.9367	2.6754	2.8562	0.934	0.3501	3.4210	15.283	15.32	0.6119
0.2560	0.27311	1.7160	0.9374	2.6911	2.8709	0.934	0.3483	3.4319	15.452	15.48	0.6111
0.2570	0.27398	1.7215	0.9380	2.7069	2.8857	0.935	0.3465	3.4429	15.623	15.66	0.6102
0.2580	0.27485	1.7269	0.9387	2.7228	2.9006	0.935	0.3448	3.4539	15.796	15.83	0.6093
0.2590	0.27573	1.7324	0.9393	2.7388	2.9156	0.935	0.3430	3.4649	15.971	16.00	0.6085
0.2600	0.27660	1.7379	0.9400	2.7549	2.9308	0.936	0.3412	3.4759	16.148	16.18	0.6076
0.2610	0.27748	1.7434	0.9406	2.7710	2.9460	0.936	0.3394	3.4869	16.327	16.36	0.6068
0.2620	0.27835	1.7489	0.9413	2.7873	2.9612	0.936	0.3377	3.4979	16.508	16.54	0.6059
0.2630	0.27923	1.7545	0.9419	2.8036	2.9766	0.937	0.3359	3.5089	16.691	16.72	0.6051
0.2640	0.28011	1.7600	0.9425	2.8201	2.9921	0.937	0.3342	3.5199	16.876	16.91	0.6043
0.2650	0.28099	1.7655	0.9431	2.8366	3.0078	0.937	0.3325	3.5310	17.064	17.09	0.6035
0.2660	0.28186	1.7710	0.9437	2.8533	3.0235	0.938	0.3307	3.5420	17.254	17.28	0.6026
0.2670	0.28274	1.7765	0.9443	2.8701	3.0393	0.938	0.3290	3.5531	17.446	17.47	0.6018
0.2680	0.28362	1.7821	0.9449	2.8869	3.0552	0.938	0.3273	3.5641	17.640	17.67	0.6010
0.2690	0.28450	1.7876	0.9455	2.9039	3.0712	0.939	0.3256	3.5752	17.837	17.87	0.6002



## LAMPIRAN 1

385

Tabel L-1. Lanjutan

$\frac{d}{L_0}$	$\frac{d}{L}$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cosh \frac{2\pi d}{L}$	$K_s$	$K$	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	$n$
0.2700	0.28539	1.7931	0.9461	2.9209	3.0873	0.939	0.3239	3.5863	18.036	18.06	0.5994
0.2710	0.28627	1.7987	0.9467	2.9381	3.1036	0.939	0.3222	3.5973	18.237	18.26	0.5986
0.2720	0.28715	1.8042	0.9472	2.9553	3.1199	0.940	0.3205	3.6084	18.441	18.47	0.5978
0.2730	0.28803	1.8098	0.9478	2.9727	3.1364	0.940	0.3188	3.6195	18.647	18.67	0.5971
0.2740	0.28892	1.8153	0.9484	2.9901	3.1529	0.940	0.3172	3.6306	18.855	18.88	0.5963
0.2750	0.28980	1.8209	0.9489	3.0077	3.1696	0.941	0.3155	3.6418	19.066	19.09	0.5955
0.2760	0.29069	1.8264	0.9495	3.0254	3.1864	0.941	0.3138	3.6529	19.280	19.31	0.5947
0.2770	0.29157	1.8320	0.9500	3.0432	3.2033	0.941	0.3122	3.6640	19.496	19.52	0.5940
0.2780	0.29246	1.8376	0.9506	3.0610	3.2202	0.942	0.3105	3.6752	19.715	19.74	0.5932
0.2790	0.29335	1.8431	0.9511	3.0790	3.2374	0.942	0.3089	3.6863	19.936	19.96	0.5925
0.2800	0.29423	1.8487	0.9516	3.0971	3.2546	0.942	0.3073	3.6975	20.160	20.19	0.5917
0.2810	0.29512	1.8543	0.9522	3.1154	3.2719	0.943	0.3056	3.7086	20.386	20.41	0.5910
0.2820	0.29601	1.8599	0.9527	3.1337	3.2894	0.943	0.3040	3.7198	20.616	20.64	0.5902
0.2830	0.29690	1.8655	0.9532	3.1521	3.3069	0.943	0.3024	3.7310	20.848	20.87	0.5895
0.2840	0.29779	1.8711	0.9537	3.1707	3.3246	0.944	0.3008	3.7422	21.083	21.11	0.5888
0.2850	0.29868	1.8767	0.9542	3.1893	3.3424	0.944	0.2992	3.7533	21.320	21.34	0.5880
0.2860	0.29957	1.8823	0.9547	3.2081	3.3603	0.944	0.2976	3.7645	21.561	21.58	0.5873
0.2870	0.30047	1.8879	0.9552	3.2270	3.3784	0.945	0.2960	3.7758	21.804	21.83	0.5866
0.2880	0.30136	1.8935	0.9557	3.2460	3.3965	0.945	0.2944	3.7870	22.050	22.07	0.5859
0.2890	0.30225	1.8991	0.9562	3.2651	3.4148	0.945	0.2928	3.7982	22.299	22.32	0.5852
0.2900	0.30315	1.9047	0.9566	3.2843	3.4332	0.946	0.2913	3.8094	22.551	22.57	0.5845
0.2910	0.30404	1.9103	0.9571	3.3037	3.4517	0.946	0.2897	3.8207	22.807	22.83	0.5838
0.2920	0.30493	1.9160	0.9576	3.3231	3.4703	0.946	0.2882	3.8319	23.065	23.09	0.5831
0.2930	0.30583	1.9216	0.9580	3.3427	3.4891	0.947	0.2866	3.8432	23.326	23.35	0.5824
0.2940	0.30673	1.9272	0.9585	3.3624	3.5080	0.947	0.2851	3.8544	23.591	23.61	0.5817
0.2950	0.30762	1.9329	0.9590	3.3823	3.5270	0.947	0.2835	3.8657	23.858	23.88	0.5810
0.2960	0.30852	1.9385	0.9594	3.4022	3.5461	0.948	0.2820	3.8770	24.129	24.15	0.5803
0.2970	0.30942	1.9441	0.9599	3.4223	3.5654	0.948	0.2805	3.8883	24.403	24.42	0.5797
0.2980	0.31032	1.9498	0.9603	3.4425	3.5848	0.948	0.2790	3.8996	24.681	24.70	0.5790
0.2990	0.31122	1.9554	0.9607	3.4628	3.6043	0.949	0.2774	3.9109	24.962	24.98	0.5783

Tabel L-1. Lanjutan

$\frac{d}{L_0}$	$\frac{d}{L}$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cosh \frac{2\pi d}{L}$	$K_s$	$K$	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	$n$
0.3000	0.31212	1.9611	0.9612	3.4832	3.6239	0.949	0.2759	3.9222	25.246	25.27	0.5777
0.3010	0.31302	1.9668	0.9616	3.5038	3.6437	0.949	0.2744	3.9535	25.534	25.55	0.5770
0.3020	0.31392	1.9724	0.9620	3.5245	3.6636	0.950	0.2730	3.9448	25.825	25.84	0.5764
0.3030	0.31482	1.9781	0.9624	3.5453	3.6836	0.950	0.2715	3.9562	26.119	26.14	0.5757
0.3040	0.31573	1.9838	0.9629	3.5663	3.7038	0.950	0.2700	3.9675	26.417	26.44	0.5751
0.3050	0.31663	1.9894	0.9633	3.5873	3.7241	0.951	0.2685	3.9789	26.719	26.74	0.5745
0.3060	0.31753	1.9951	0.9637	3.6085	3.7445	0.951	0.2671	3.9902	27.025	27.04	0.5738
0.3070	0.31844	2.0008	0.9641	3.6299	3.7651	0.951	0.2656	4.0016	27.334	27.35	0.5732
0.3080	0.31934	2.0065	0.9645	3.6513	3.7858	0.952	0.2641	4.0130	27.647	27.67	0.5726
0.3090	0.32025	2.0122	0.9649	3.6729	3.8066	0.952	0.2627	4.0244	27.963	27.98	0.5720
0.3100	0.32115	2.0179	0.9653	3.6947	3.8276	0.952	0.2613	4.0357	28.284	28.30	0.5713
0.3110	0.32206	2.0236	0.9657	3.7166	3.8487	0.952	0.2598	4.0471	28.608	28.63	0.5707
0.3120	0.32297	2.0293	0.9660	3.7386	3.8700	0.953	0.2584	4.0585	28.936	28.95	0.5701
0.3130	0.32388	2.0350	0.9664	3.7607	3.8914	0.953	0.2570	4.0700	29.269	29.29	0.5695
0.3140	0.32479	2.0407	0.9668	3.7830	3.9129	0.953	0.2556	4.0814	29.605	29.62	0.5689
0.3150	0.32570	2.0464	0.9672	3.8054	3.9346	0.954	0.2542	4.0928	29.946	29.96	0.5683
0.3160	0.32660	2.0521	0.9675	3.8280	3.9564	0.954	0.2528	4.1042	30.290	30.31	0.5677
0.3170	0.32752	2.0578	0.9679	3.8507	3.9784	0.954	0.2514	4.1157	30.639	30.66	0.5672
0.3180	0.32843	2.0636	0.9683	3.8735	4.0005	0.955	0.2500	4.1271	30.992	31.01	0.5666
0.3190	0.32934	2.0693	0.9686	3.8965	4.0228	0.955	0.2486	4.1386	31.349	31.37	0.5660
0.3200	0.33025	2.0750	0.9690	3.9196	4.0452	0.955	0.2472	4.1501	31.711	31.73	0.5654
0.3210	0.33116	2.0808	0.9693	3.9429	4.0677	0.956	0.2458	4.1615	32.077	32.09	0.5649
0.3220	0.33208	2.0865	0.9697	3.9663	4.0904	0.956	0.2445	4.1730	32.447	32.46	0.5643
0.3230	0.33299	2.0922	0.9700	3.9898	4.1132	0.956	0.2431	4.1845	32.822	32.84	0.5637
0.3240	0.33391	2.0980	0.9703	4.0135	4.1362	0.957	0.2418	4.1960	33.202	33.22	0.5632
0.3250	0.33482	2.1037	0.9707	4.0374	4.1594	0.957	0.2404	4.2075	33.586	33.60	0.5626
0.3260	0.33574	2.1095	0.9710	4.0614	4.1827	0.957	0.2391	4.2190	33.975	33.99	0.5621
0.3270	0.33665	2.1153	0.9713	4.0855	4.2061	0.957	0.2377	4.2305	34.369	34.38	0.5615
0.3280	0.33757	2.1210	0.9717	4.1098	4.2298	0.958	0.2364	4.2420	34.767	34.78	0.5610
0.3290	0.33849	2.1268	0.9720	4.1343	4.2535	0.958	0.2351	4.2536	35.171	35.19	0.5605

## LAMPIRAN 1

387

Tabel L-1. Lanjutan

$\frac{d}{L_0}$	$\frac{d}{L}$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cosh \frac{2\pi d}{L}$	$K_s$	$K$	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	$n$
0.3300	0.33941	2.1325	0.9723	4.1589	4.2774	0.958	0.2338	4.2651	35.579	35.59	0.5599
0.3310	0.34032	2.1383	0.9726	4.1837	4.3015	0.959	0.2325	4.2766	35.992	36.01	0.5594
0.3320	0.34124	2.1441	0.9729	4.2086	4.3258	0.959	0.2312	4.2882	36.411	36.42	0.5589
0.3330	0.34216	2.1499	0.9732	4.2336	4.3501	0.959	0.2299	4.2998	36.834	36.85	0.5584
0.3340	0.34308	2.1557	0.9735	4.2589	4.3747	0.960	0.2286	4.3113	37.263	37.28	0.5579
0.3350	0.34400	2.1614	0.9738	4.2843	4.3994	0.960	0.2273	4.3229	37.697	37.71	0.5573
0.3360	0.34493	2.1672	0.9741	4.3098	4.4243	0.960	0.2260	4.3345	38.136	38.15	0.5568
0.3370	0.34585	2.1730	0.9744	4.3355	4.4493	0.960	0.2248	4.3461	38.580	38.59	0.5563
0.3380	0.34677	2.1788	0.9747	4.3614	4.4745	0.961	0.2235	4.3577	39.030	39.04	0.5558
0.3390	0.34769	2.1846	0.9750	4.3874	4.4999	0.961	0.2222	4.3693	39.486	39.50	0.5553
0.3400	0.34862	2.1904	0.9753	4.4136	4.5255	0.961	0.2210	4.3809	39.947	39.96	0.5548
0.3410	0.34954	2.1962	0.9756	4.4399	4.5512	0.962	0.2197	4.3925	40.414	40.43	0.5543
0.3420	0.35047	2.2020	0.9758	4.4665	4.5770	0.962	0.2185	4.4041	40.887	40.90	0.5539
0.3430	0.35139	2.2079	0.9761	4.4932	4.6031	0.962	0.2172	4.4157	41.365	41.38	0.5534
0.3440	0.35232	2.2137	0.9764	4.5200	4.6293	0.962	0.2160	4.4274	41.849	41.86	0.5529
0.3450	0.35324	2.2195	0.9767	4.5470	4.6557	0.963	0.2148	4.4390	42.339	42.35	0.5524
0.3460	0.35417	2.2253	0.9769	4.5742	4.6823	0.963	0.2136	4.4507	42.836	42.85	0.5520
0.3470	0.35510	2.2312	0.9772	4.6016	4.7090	0.963	0.2124	4.4623	43.338	43.35	0.5515
0.3480	0.35603	2.2370	0.9775	4.6291	4.7359	0.964	0.2112	4.4740	43.846	43.86	0.5510
0.3490	0.35696	2.2428	0.9777	4.6568	4.7630	0.964	0.2100	4.4856	44.361	44.37	0.5506
0.3500	0.35788	2.2487	0.9780	4.6847	4.7903	0.964	0.2088	4.4973	44.882	44.89	0.5501
0.3510	0.35881	2.2545	0.9782	4.7128	4.8177	0.964	0.2076	4.5090	45.410	45.42	0.5496
0.3520	0.35974	2.2603	0.9785	4.7410	4.8453	0.965	0.2064	4.5207	45.944	45.96	0.5492
0.3530	0.36068	2.2662	0.9787	4.7694	4.8732	0.965	0.2052	4.5324	46.484	46.50	0.5488
0.3540	0.36161	2.2720	0.9790	4.7980	4.9011	0.965	0.2040	4.5441	47.032	47.04	0.5483
0.3550	0.36254	2.2779	0.9792	4.8268	4.9293	0.965	0.2029	4.5558	47.586	47.60	0.5479
0.3560	0.36347	2.2838	0.9794	4.8558	4.9577	0.966	0.2017	4.5675	48.147	48.16	0.5474
0.3570	0.36440	2.2896	0.9797	4.8849	4.9862	0.966	0.2006	4.5792	48.714	48.73	0.5470
0.3580	0.36534	2.2955	0.9799	4.9142	5.0149	0.966	0.1994	4.5910	49.289	49.30	0.5466
0.3590	0.36627	2.3013	0.9801	4.9437	5.0439	0.966	0.1983	4.6027	49.871	49.88	0.5461

Tabel L-1. Lanjutan

$\frac{d}{L_0}$	$\frac{d}{L}$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cosh \frac{2\pi d}{L}$	$K_s$	$K$	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	$n$
0.3600	0.36720	2.3072	0.9804	4.9734	5.0730	0.967	0.1971	4.6144	50.460	50.47	0.5457
0.3610	0.36814	2.3131	0.9806	5.0033	5.1023	0.967	0.1960	4.6262	51.057	51.07	0.5453
0.3620	0.36907	2.3190	0.9808	5.0334	5.1318	0.967	0.1949	4.6379	51.660	51.67	0.5449
0.3630	0.37001	2.3248	0.9811	5.0636	5.1614	0.967	0.1937	4.6497	52.272	52.28	0.5445
0.3640	0.37095	2.3307	0.9813	5.0941	5.1913	0.968	0.1926	4.6615	52.890	52.90	0.5441
0.3650	0.37188	2.3366	0.9815	5.1247	5.2214	0.968	0.1915	4.6732	53.517	53.53	0.5437
0.3660	0.37282	2.3425	0.9817	5.1556	5.2517	0.968	0.1904	4.6850	54.151	54.16	0.5433
0.3670	0.37376	2.3484	0.9819	5.1866	5.2821	0.969	0.1893	4.6968	54.793	54.80	0.5429
0.3680	0.37470	2.3543	0.9821	5.2178	5.3128	0.969	0.1882	4.7086	55.443	55.45	0.5425
0.3690	0.37564	2.3602	0.9823	5.2493	5.3437	0.969	0.1871	4.7204	56.101	56.11	0.5421
0.3700	0.37657	2.3661	0.9825	5.2809	5.3747	0.969	0.1861	4.7322	56.767	56.78	0.5417
0.3710	0.37751	2.3720	0.9827	5.3127	5.4060	0.970	0.1850	4.7440	57.441	57.45	0.5413
0.3720	0.37845	2.3779	0.9829	5.3447	5.4375	0.970	0.1839	4.7558	58.124	58.13	0.5409
0.3730	0.37940	2.3838	0.9831	5.3770	5.4692	0.970	0.1828	4.7676	58.815	58.82	0.5405
0.3740	0.38034	2.3897	0.9833	5.4094	5.5011	0.970	0.1818	4.7794	59.515	59.52	0.5402
0.3750	0.38128	2.3956	0.9835	5.4421	5.5332	0.970	0.1807	4.7913	60.224	60.23	0.5398
0.3760	0.38222	2.4016	0.9837	5.4749	5.5655	0.971	0.1797	4.8031	60.941	60.95	0.5394
0.3770	0.38316	2.4075	0.9839	5.5080	5.5980	0.971	0.1786	4.8150	61.667	61.68	0.5390
0.3780	0.38411	2.4134	0.9841	5.5412	5.6307	0.971	0.1776	4.8268	62.402	62.41	0.5387
0.3790	0.38505	2.4193	0.9843	5.5747	5.6637	0.971	0.1766	4.8387	63.146	63.15	0.5383
0.3800	0.38599	2.4253	0.9845	5.6084	5.6968	0.972	0.1755	4.8505	63.900	63.91	0.5380
0.3810	0.38694	2.4312	0.9847	5.6423	5.7302	0.972	0.1745	4.8624	64.663	64.67	0.5376
0.3820	0.38788	2.4371	0.9848	5.6764	5.7638	0.972	0.1735	4.8743	65.435	65.44	0.5372
0.3830	0.38883	2.4431	0.9850	5.7107	5.7976	0.972	0.1725	4.8861	66.217	66.23	0.5369
0.3840	0.38977	2.4490	0.9852	5.7453	5.8316	0.973	0.1715	4.8980	67.009	67.02	0.5365
0.3850	0.39072	2.4550	0.9854	5.7800	5.8659	0.973	0.1705	4.9099	67.810	67.82	0.5362
0.3860	0.39166	2.4609	0.9855	5.8150	5.9004	0.973	0.1695	4.9218	68.622	68.63	0.5359
0.3870	0.39261	2.4669	0.9857	5.8502	5.9351	0.973	0.1685	4.9337	69.443	69.45	0.5355
0.3880	0.39356	2.4728	0.9859	5.8857	5.9700	0.973	0.1675	4.9456	70.275	70.28	0.5352
0.3890	0.39451	2.4788	0.9860	5.9213	6.0052	0.974	0.1665	4.9575	71.117	71.12	0.5349

## LAMPIRAN 1

389

Tabel L-1. Lanjutan

$\frac{d}{L_0}$	$\frac{d}{L}$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cosh \frac{2\pi d}{L}$	$K_s$	$K$	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	$n$
0.3900	0.39546	2.4847	0.9862	5.9572	6.0406	0.974	0.1655	4.9694	71.970	71.98	0.5345
0.3910	0.39640	2.4907	0.9864	5.9933	6.0762	0.974	0.1646	4.9814	72.833	72.84	0.5342
0.3920	0.39735	2.4966	0.9865	6.0297	6.1120	0.974	0.1636	4.9933	73.707	73.71	0.5339
0.3930	0.39830	2.5026	0.9867	6.0662	6.1481	0.975	0.1627	5.0052	74.592	74.60	0.5336
0.3940	0.39925	2.5086	0.9868	6.1030	6.1844	0.975	0.1617	5.0172	75.488	75.49	0.5332
0.3950	0.40020	2.5146	0.9870	6.1401	6.2210	0.975	0.1607	5.0291	76.395	76.40	0.5329
0.3960	0.40115	2.5205	0.9871	6.1773	6.2578	0.975	0.1598	5.0410	77.313	77.32	0.5326
0.3970	0.40211	2.5265	0.9873	6.2149	6.2948	0.975	0.1589	5.0530	78.243	78.25	0.5323
0.3980	0.40306	2.5325	0.9875	6.2526	6.3321	0.976	0.1579	5.0650	79.184	79.19	0.5320
0.3990	0.40401	2.5385	0.9876	6.2906	6.3696	0.976	0.1570	5.0769	80.137	80.14	0.5317
0.4000	0.40496	2.5444	0.9877	6.3288	6.4073	0.976	0.1561	5.0889	81.102	81.11	0.5314
0.4010	0.40591	2.5504	0.9879	6.3673	6.4453	0.976	0.1552	5.1009	82.079	82.09	0.5311
0.4020	0.40687	2.5564	0.9880	6.4060	6.4836	0.976	0.1542	5.1128	83.068	83.07	0.5308
0.4030	0.40782	2.5624	0.9882	6.4450	6.5221	0.977	0.1533	5.1248	84.070	84.08	0.5305
0.4040	0.40877	2.5684	0.9883	6.4842	6.5608	0.977	0.1524	5.1368	85.084	85.09	0.5302
0.4050	0.40973	2.5744	0.9885	6.5236	6.5998	0.977	0.1515	5.1488	86.110	86.12	0.5299
0.4060	0.41068	2.5804	0.9886	6.5634	6.6391	0.977	0.1506	5.1608	87.150	87.16	0.5296
0.4070	0.41164	2.5864	0.9887	6.6033	6.6786	0.977	0.1497	5.1728	88.202	88.21	0.5293
0.4080	0.41259	2.5924	0.9889	6.6435	6.7184	0.978	0.1488	5.1848	89.268	89.27	0.5290
0.4090	0.41355	2.5984	0.9890	6.6840	6.7584	0.978	0.1480	5.1968	90.347	90.35	0.5288
0.4100	0.41451	2.6044	0.9891	6.7247	6.7987	0.978	0.1471	5.2088	91.439	91.44	0.5285
0.4110	0.41546	2.6104	0.9893	6.7657	6.8392	0.978	0.1462	5.2209	92.545	92.55	0.5282
0.4120	0.41642	2.6164	0.9894	6.8070	6.8800	0.978	0.1453	5.2329	93.665	93.67	0.5279
0.4130	0.41738	2.6225	0.9895	6.8485	6.9211	0.979	0.1445	5.2449	94.798	94.80	0.5277
0.4140	0.41834	2.6285	0.9896	6.8903	6.9625	0.979	0.1436	5.2570	95.946	95.95	0.5274
0.4150	0.41929	2.6345	0.9898	6.9323	7.0041	0.979	0.1428	5.2690	97.109	97.11	0.5271
0.4160	0.42025	2.6405	0.9899	6.9746	7.0459	0.979	0.1419	5.2810	98.286	98.29	0.5269
0.4170	0.42121	2.6465	0.9900	7.0172	7.0881	0.979	0.1411	5.2931	99.477	99.48	0.5266
0.4180	0.42217	2.6526	0.9901	7.0600	7.1305	0.980	0.1402	5.3052	100.68	100.7	0.5263
0.4190	0.42313	2.6586	0.9902	7.1032	7.1732	0.980	0.1394	5.3172	101.91	101.9	0.5261

Tabel L-1. Lanjutan

$\frac{d}{L_0}$	$\frac{d}{L}$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cosh \frac{2\pi d}{L}$	$K_s$	$K$	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	$n$
0.4200	0.42409	2.6646	0.9904	7.1466	7.2162	0.980	0.1386	5.3293	103.14	103.1	0.5258
0.4210	0.42505	2.6707	0.9905	7.1902	7.2594	0.980	0.1378	5.3413	104.39	104.4	0.5256
0.4220	0.42601	2.6767	0.9906	7.2342	7.3030	0.980	0.1369	5.3534	105.66	105.7	0.5253
0.4230	0.42697	2.6827	0.9907	7.2784	7.3468	0.980	0.1361	5.3655	106.95	107.0	0.5251
0.4240	0.42793	2.6888	0.9908	7.3229	7.3909	0.981	0.1353	5.3776	108.25	108.3	0.5248
0.4250	0.42890	2.6948	0.9909	7.3677	7.4353	0.981	0.1345	5.3897	109.56	109.6	0.5246
0.4260	0.42986	2.7009	0.9910	7.4128	7.4799	0.981	0.1337	5.4017	110.89	110.9	0.5244
0.4270	0.43082	2.7069	0.9911	7.4581	7.5249	0.981	0.1329	5.4138	112.24	112.2	0.5241
0.4280	0.43178	2.7130	0.9912	7.5038	7.5701	0.981	0.1321	5.4259	113.61	113.6	0.5239
0.4290	0.43275	2.7190	0.9913	7.5497	7.6157	0.981	0.1313	5.4380	114.99	115.0	0.5236
0.4300	0.43371	2.7251	0.9914	7.5960	7.6615	0.982	0.1305	5.4501	116.39	116.4	0.5234
0.4310	0.43467	2.7311	0.9915	7.6425	7.7077	0.982	0.1297	5.4623	117.81	117.8	0.5232
0.4320	0.43564	2.7372	0.9916	7.6893	7.7541	0.982	0.1290	5.4744	119.25	119.3	0.5230
0.4330	0.43660	2.7432	0.9917	7.7365	7.8008	0.982	0.1282	5.4865	120.70	120.7	0.5227
0.4340	0.43757	2.7493	0.9918	7.7839	7.8478	0.982	0.1274	5.4986	122.17	122.2	0.5225
0.4350	0.43853	2.7554	0.9919	7.8316	7.8952	0.982	0.1267	5.5107	123.66	123.7	0.5223
0.4360	0.43950	2.7614	0.9920	7.8796	7.9428	0.983	0.1259	5.5229	125.17	125.2	0.5221
0.4370	0.44046	2.7675	0.9921	7.9280	7.9908	0.983	0.1251	5.5350	126.70	126.7	0.5218
0.4380	0.44143	2.7736	0.9922	7.9766	8.0390	0.983	0.1244	5.5471	128.25	128.3	0.5216
0.4390	0.44239	2.7796	0.9923	8.0255	8.0876	0.983	0.1236	5.5593	129.82	129.8	0.5214
0.4400	0.44336	2.7857	0.9924	8.0748	8.1365	0.983	0.1229	5.5714	131.40	131.4	0.5212
0.4410	0.44433	2.7918	0.9925	8.1244	8.1857	0.983	0.1222	5.5836	133.01	133.0	0.5210
0.4420	0.44529	2.7979	0.9926	8.1743	8.2352	0.983	0.1214	5.5957	134.63	134.6	0.5208
0.4430	0.44626	2.8039	0.9927	8.2245	8.2851	0.984	0.1207	5.6079	136.28	136.5	0.5206
0.4440	0.44723	2.8100	0.9928	8.2750	8.3352	0.984	0.1200	5.6200	137.95	138.0	0.5204
0.4450	0.44820	2.8161	0.9929	8.3259	8.3857	0.984	0.1193	5.6322	139.64	139.6	0.5202
0.4460	0.44916	2.8222	0.9930	8.3770	8.4365	0.984	0.1185	5.6444	141.35	141.3	0.5200
0.4470	0.45013	2.8283	0.9930	8.4285	8.4876	0.984	0.1178	5.6565	143.08	143.1	0.5198
0.4480	0.45110	2.8344	0.9931	8.4803	8.5391	0.984	0.1171	5.6687	144.83	144.8	0.5196
0.4490	0.45207	2.8404	0.9932	8.5325	8.5909	0.985	0.1164	5.6809	146.60	146.6	0.5194

## LAMPIRAN 1

391

Tabel L-1. Lanjutan

$\frac{d}{L_0}$	$\frac{d}{L}$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cosh \frac{2\pi d}{L}$	$K_s$	$K$	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	$n$
0.4500	0.45304	2.8465	0.9933	8.5850	8.6430	0.985	0.1157	5.6931	148.40	148.4	0.5192
0.4510	0.45401	2.8526	0.9934	8.6378	8.6955	0.985	0.1150	5.7053	150.22	150.2	0.5190
0.4520	0.45498	2.8587	0.9934	8.6910	8.7483	0.985	0.1143	5.7174	152.06	152.1	0.5188
0.4530	0.45595	2.8648	0.9935	8.7445	8.8015	0.985	0.1136	5.7296	153.93	153.9	0.5186
0.4540	0.45692	2.8709	0.9936	8.7983	8.8549	0.985	0.1129	5.7418	155.82	155.8	0.5184
0.4550	0.45789	2.8770	0.9937	8.8525	8.9088	0.985	0.1122	5.7540	157.73	157.7	0.5182
0.4560	0.45886	2.8831	0.9938	8.9070	8.9629	0.985	0.1116	5.7662	159.67	159.7	0.5181
0.4570	0.45983	2.8892	0.9938	8.9619	9.0175	0.986	0.1109	5.7784	161.63	161.6	0.5179
0.4580	0.46081	2.8953	0.9939	9.0171	9.0724	0.986	0.1102	5.7907	163.61	163.6	0.5177
0.4590	0.46178	2.9014	0.9940	9.0726	9.1276	0.986	0.1096	5.8029	165.62	165.6	0.5175
0.4600	0.46275	2.9075	0.9941	9.1286	9.1832	0.986	0.1089	5.8151	167.66	167.7	0.5173
0.4610	0.46372	2.9137	0.9941	9.1848	9.2391	0.986	0.1082	5.8273	169.72	169.7	0.5172
0.4620	0.46469	2.9198	0.9942	9.2415	9.2954	0.986	0.1076	5.8395	171.81	171.8	0.5170
0.4630	0.46567	2.9259	0.9943	9.2985	9.3521	0.986	0.1069	5.8518	173.92	173.9	0.5168
0.4640	0.46664	2.9320	0.9943	9.3558	9.4091	0.987	0.1063	5.8640	176.06	176.1	0.5167
0.4650	0.46761	2.9381	0.9944	9.4135	9.4665	0.987	0.1056	5.8762	178.23	178.2	0.5165
0.4660	0.46859	2.9442	0.9945	9.4716	9.5243	0.987	0.1050	5.8884	180.42	180.4	0.5163
0.4670	0.46956	2.9503	0.9945	9.5301	9.5824	0.987	0.1044	5.9007	182.64	182.6	0.5162
0.4680	0.47054	2.9565	0.9946	9.5889	9.6409	0.987	0.1037	5.9129	184.89	184.9	0.5160
0.4690	0.47151	2.9626	0.9947	9.6481	9.6998	0.987	0.1031	5.9252	187.17	187.2	0.5158
0.4700	0.47248	2.9687	0.9947	9.7077	9.7591	0.987	0.1025	5.9374	189.48	189.5	0.5157
0.4710	0.47346	2.9748	0.9948	9.7677	9.8187	0.987	0.1018	5.9497	191.81	191.8	0.5155
0.4720	0.47443	2.9810	0.9949	9.8280	9.8787	0.988	0.1012	5.9619	194.18	194.2	0.5154
0.4730	0.47541	2.9871	0.9949	9.8887	9.9392	0.988	0.1006	5.9742	196.57	196.6	0.5152
0.4740	0.47639	2.9932	0.9950	9.9498	10.000	0.988	0.1000	5.9864	199.00	199.0	0.5150
0.4750	0.47736	2.9993	0.9950	10.011	10.061	0.988	0.0994	5.9987	201.45	201.5	0.5149
0.4760	0.47834	3.0055	0.9951	10.073	10.123	0.988	0.0988	6.0110	203.94	203.9	0.5147
0.4770	0.47931	3.0116	0.9952	10.136	10.185	0.988	0.0982	6.0232	206.45	206.5	0.5146
0.4780	0.48029	3.0178	0.9952	10.198	10.247	0.988	0.0976	6.0355	209.00	209.0	0.5144
0.4790	0.48127	3.0239	0.9953	10.261	10.310	0.988	0.0970	6.0478	211.58	211.6	0.5143

Tabel L-1. Lanjutan

$\frac{d}{L_0}$	$\frac{d}{L}$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cosh \frac{2\pi d}{L}$	$K_s$	$K$	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	$n$
0.4800	0.48224	3.0300	0.9953	10.325	10.373	0.988	0.0964	6.0601	214.20	214.2	0.5141
0.4810	0.48322	3.0362	0.9954	10.389	10.437	0.989	0.0958	6.0723	216.84	216.8	0.5140
0.4820	0.48420	3.0423	0.9955	10.453	10.501	0.989	0.0952	6.0846	219.52	219.5	0.5139
0.4830	0.48518	3.0484	0.9955	10.518	10.565	0.989	0.0947	6.0969	222.24	222.2	0.5137
0.4840	0.48615	3.0546	0.9956	10.583	10.630	0.989	0.0941	6.1092	224.98	225.0	0.5136
0.4850	0.48713	3.0607	0.9956	10.648	10.695	0.989	0.0935	6.1215	227.77	227.8	0.5134
0.4860	0.48811	3.0669	0.9957	10.714	10.761	0.989	0.0929	6.1338	230.58	230.6	0.5133
0.4870	0.48909	3.0730	0.9957	10.781	10.827	0.989	0.0924	6.1461	233.44	233.4	0.5132
0.4880	0.49007	3.0792	0.9958	10.847	10.893	0.989	0.0918	6.1584	236.33	236.3	0.5130
0.4890	0.49105	3.0853	0.9958	10.915	10.960	0.989	0.0912	6.1707	239.25	239.3	0.5129
0.4900	0.49202	3.0915	0.9959	10.982	11.028	0.990	0.0907	6.1830	242.21	242.2	0.5128
0.4910	0.49300	3.0976	0.9959	11.050	11.095	0.990	0.0901	6.1953	245.21	245.2	0.5126
0.4920	0.49398	3.1038	0.9960	11.119	11.164	0.990	0.0896	6.2076	248.25	248.2	0.5125
0.4930	0.49496	3.1099	0.9960	11.188	11.232	0.990	0.0890	6.2199	251.32	251.3	0.5124
0.4940	0.49594	3.1161	0.9961	11.257	11.301	0.990	0.0885	6.2322	254.44	254.4	0.5122
0.4950	0.49692	3.1223	0.9961	11.327	11.371	0.990	0.0879	6.2445	257.59	257.6	0.5121
0.4960	0.49790	3.1284	0.9962	11.397	11.441	0.990	0.0874	6.2568	260.78	260.8	0.5120
0.4970	0.49888	3.1346	0.9962	11.468	11.511	0.990	0.0869	6.2692	264.01	264.0	0.5119
0.4980	0.49986	3.1407	0.9963	11.539	11.582	0.990	0.0863	6.2815	267.29	267.3	0.5118
0.4990	0.50084	3.1469	0.9963	11.610	11.653	0.990	0.0858	6.2938	270.60	270.6	0.5116
0.5000	0.50183	3.1531	0.9964	11.683	11.725	0.990	0.0853	6.3061	273.96	274.0	0.5115
0.5010	0.50281	3.1592	0.9964	11.755	11.797	0.991	0.0848	6.3185	277.36	277.4	0.5114
0.5020	0.50379	3.1654	0.9964	11.828	11.870	0.991	0.0842	6.3308	280.80	280.8	0.5113
0.5030	0.50477	3.1716	0.9965	11.901	11.943	0.991	0.0837	6.3431	284.28	284.3	0.5112
0.5040	0.50575	3.1777	0.9965	11.975	12.017	0.991	0.0832	6.3555	287.81	287.8	0.5110
0.5050	0.50673	3.1839	0.9966	12.050	12.091	0.991	0.0827	6.3678	291.39	291.4	0.5109
0.5060	0.50772	3.1901	0.9966	12.125	12.166	0.991	0.0822	6.3801	295.00	295.0	0.5108
0.5070	0.50870	3.1962	0.9967	12.200	12.241	0.991	0.0817	6.3925	298.67	298.7	0.5107
0.5080	0.50968	3.2024	0.9967	12.276	12.316	0.991	0.0812	6.4048	302.38	302.4	0.5106
0.5090	0.51066	3.2086	0.9967	12.352	12.392	0.991	0.0807	6.4172	306.13	306.1	0.5105



## LAMPIRAN 1

393

Tabel L-1. Lanjutan

$\frac{d}{L_0}$	$\frac{d}{L}$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cosh \frac{2\pi d}{L}$	$K_s$	$K$	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	$n$
0.5100	0.51165	3.2148	0.9968	12.429	12.469	0.991	0.0802	6.4295	309.94	309.9	0.5104
0.5110	0.51263	3.2209	0.9968	12.506	12.546	0.991	0.0797	6.4419	313.79	313.8	0.5103
0.5120	0.51361	3.2271	0.9969	12.584	12.623	0.992	0.0792	6.4542	317.69	317.7	0.5102
0.5130	0.51459	3.2333	0.9969	12.662	12.701	0.992	0.0787	6.4666	321.64	321.6	0.5101
0.5140	0.51558	3.2395	0.9969	12.741	12.780	0.992	0.0782	6.4789	325.64	325.6	0.5099
0.5150	0.51656	3.2457	0.9970	12.820	12.859	0.992	0.0778	6.4913	329.69	329.7	0.5098
0.5160	0.51755	3.2518	0.9970	12.900	12.938	0.992	0.0773	6.5037	333.79	333.8	0.5097
0.5170	0.51853	3.2580	0.9970	12.980	13.018	0.992	0.0768	6.5160	337.94	337.9	0.5096
0.5180	0.51951	3.2642	0.9971	13.060	13.099	0.992	0.0763	6.5284	342.15	342.2	0.5095
0.5190	0.52050	3.2704	0.9971	13.142	13.180	0.992	0.0759	6.5408	346.41	346.4	0.5094
0.5200	0.52148	3.2766	0.9972	13.224	13.261	0.992	0.0754	6.5531	350.72	350.7	0.5093
0.5210	0.52247	3.2828	0.9972	13.306	13.343	0.992	0.0749	6.5655	355.08	355.1	0.5092
0.5220	0.52345	3.2889	0.9972	13.389	13.426	0.992	0.0745	6.5779	359.51	359.5	0.5091
0.5230	0.52444	3.2951	0.9973	13.472	13.509	0.992	0.0740	6.5903	363.98	364.0	0.5091
0.5240	0.52542	3.3013	0.9973	13.556	13.593	0.993	0.0736	6.6026	368.52	368.5	0.5090
0.5250	0.52641	3.3075	0.9973	13.640	13.677	0.993	0.0731	6.6150	373.11	373.1	0.5089
0.5260	0.52739	3.3137	0.9974	13.725	13.762	0.993	0.0727	6.6274	377.75	377.8	0.5088
0.5270	0.52838	3.3199	0.9974	13.811	13.847	0.993	0.0722	6.6398	382.46	382.5	0.5087
0.5280	0.52936	3.3261	0.9974	13.897	13.933	0.993	0.0718	6.6522	387.23	387.2	0.5086
0.5290	0.53035	3.3323	0.9975	13.983	14.019	0.993	0.0713	6.6645	392.05	392.1	0.5085
0.5300	0.53133	3.3385	0.9975	14.070	14.106	0.993	0.0709	6.6769	396.94	396.9	0.5084
0.5310	0.53232	3.3447	0.9975	14.158	14.193	0.993	0.0705	6.6893	401.89	401.9	0.5083
0.5320	0.53331	3.3509	0.9975	14.246	14.281	0.993	0.0700	6.7017	406.90	406.9	0.5082
0.5330	0.53429	3.3571	0.9976	14.335	14.370	0.993	0.0696	6.7141	411.98	412.0	0.5081
0.5340	0.53528	3.3633	0.9976	14.424	14.459	0.993	0.0692	6.7265	417.11	417.1	0.5081
0.5350	0.53627	3.3695	0.9976	14.514	14.549	0.993	0.0687	6.7389	422.32	422.3	0.5080
0.5360	0.53725	3.3757	0.9977	14.605	14.639	0.993	0.0683	6.7513	427.59	427.6	0.5079
0.5370	0.53824	3.3819	0.9977	14.696	14.730	0.993	0.0679	6.7637	432.92	432.9	0.5078
0.5380	0.53923	3.3881	0.9977	14.787	14.821	0.993	0.0675	6.7761	438.32	438.3	0.5077
0.5390	0.54021	3.3943	0.9977	14.880	14.913	0.994	0.0671	6.7885	443.80	443.8	0.5076

Tabel L-1. Lanjutan

$\frac{d}{L_0}$	$\frac{d}{L}$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cosh \frac{2\pi d}{L}$	$K_s$	$K$	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	$n$
0.5400	0.54120	3.4005	0.9978	14.972	15.006	0.994	0.0666	6.8009	449.34	449.3	0.5076
0.5410	0.54219	3.4067	0.9978	15.066	15.099	0.994	0.0662	6.8133	454.94	454.9	0.5075
0.5420	0.54317	3.4129	0.9978	15.160	15.193	0.994	0.0658	6.8257	460.63	460.6	0.5074
0.5430	0.54416	3.4191	0.9979	15.254	15.287	0.994	0.0654	6.8381	466.38	466.4	0.5073
0.5440	0.54515	3.4253	0.9979	15.349	15.382	0.994	0.0650	6.8506	472.20	472.2	0.5073
0.5450	0.54614	3.4315	0.9979	15.445	15.477	0.994	0.0646	6.8630	478.10	478.1	0.5072
0.5460	0.54713	3.4377	0.9979	15.542	15.574	0.994	0.0642	6.8754	484.07	484.1	0.5071
0.5470	0.54811	3.4439	0.9980	15.638	15.670	0.994	0.0638	6.8878	490.12	490.1	0.5070
0.5480	0.54910	3.4501	0.9980	15.736	15.768	0.994	0.0634	6.9002	496.25	496.2	0.5070
0.5490	0.55009	3.4563	0.9980	15.834	15.866	0.994	0.0630	6.9126	502.45	502.4	0.5069
0.5500	0.55108	3.4625	0.9980	15.933	15.965	0.994	0.0626	6.9251	508.73	508.7	0.5068
0.5510	0.55207	3.4687	0.9981	16.033	16.064	0.994	0.0623	6.9375	515.09	515.1	0.5067
0.5520	0.55306	3.4750	0.9981	16.133	16.164	0.994	0.0619	6.9499	521.53	521.5	0.5067
0.5530	0.55404	3.4812	0.9981	16.233	16.264	0.994	0.0615	6.9623	528.05	528.0	0.5066
0.5540	0.55503	3.4874	0.9981	16.335	16.365	0.994	0.0611	6.9748	534.65	534.7	0.5065
0.5550	0.55602	3.4936	0.9982	16.437	16.467	0.995	0.0607	6.9872	541.34	541.3	0.5065
0.5560	0.55701	3.4998	0.9982	16.540	16.570	0.995	0.0604	6.9996	548.11	548.1	0.5064
0.5570	0.55800	3.5060	0.9982	16.643	16.673	0.995	0.0600	7.0120	554.96	555.0	0.5063
0.5580	0.55899	3.5122	0.9982	16.747	16.777	0.995	0.0596	7.0245	561.90	561.9	0.5063
0.5590	0.55998	3.5185	0.9982	16.851	16.881	0.995	0.0592	7.0369	568.93	568.9	0.5062
0.5600	0.56097	3.5247	0.9983	16.957	16.986	0.995	0.0589	7.0493	576.05	576.1	0.5061
0.5610	0.56196	3.5309	0.9983	17.063	17.092	0.995	0.0585	7.0618	583.26	583.3	0.5061
0.5620	0.56295	3.5371	0.9983	17.169	17.198	0.995	0.0581	7.0742	590.56	590.6	0.5060
0.5630	0.56394	3.5433	0.9983	17.277	17.305	0.995	0.0578	7.0867	597.95	598.0	0.5059
0.5640	0.56493	3.5496	0.9983	17.385	17.413	0.995	0.0574	7.0991	605.44	605.4	0.5059
0.5650	0.56592	3.5558	0.9984	17.493	17.522	0.995	0.0571	7.1115	613.02	613.0	0.5058
0.5660	0.56691	3.5620	0.9984	17.603	17.631	0.995	0.0567	7.1240	620.70	620.7	0.5057
0.5670	0.56790	3.5682	0.9984	17.713	17.741	0.995	0.0564	7.1364	628.47	628.5	0.5057
0.5680	0.56889	3.5744	0.9984	17.823	17.851	0.995	0.0560	7.1489	636.34	636.3	0.5056
0.5690	0.56988	3.5807	0.9984	17.935	17.963	0.995	0.0557	7.1613	644.31	644.3	0.5056

## LAMPIRAN 1

395

Tabel L-1. Lanjutan

$\frac{d}{L_0}$	$\frac{d}{L}$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cosh \frac{2\pi d}{L}$	$K_s$	$K$	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	$n$
0.5700	0.57087	3.5869	0.9985	18.047	18.075	0.995	0.0553	7.1738	652.38	652.4	0.5055
0.5710	0.57186	3.5931	0.9985	18.160	18.187	0.995	0.0550	7.1862	660.55	660.6	0.5054
0.5720	0.57285	3.5993	0.9985	18.273	18.301	0.995	0.0546	7.1987	668.83	668.8	0.5054
0.5730	0.57384	3.6056	0.9985	18.388	18.415	0.995	0.0543	7.2111	677.21	677.2	0.5053
0.5740	0.57483	3.6118	0.9985	18.503	18.530	0.995	0.0540	7.2236	685.69	685.7	0.5053
0.5750	0.57582	3.6180	0.9986	18.618	18.645	0.996	0.0536	7.2360	694.28	694.3	0.5052
0.5760	0.57682	3.6242	0.9986	18.735	18.762	0.996	0.0533	7.2485	702.99	703.0	0.5052
0.5770	0.57781	3.6305	0.9986	18.852	18.879	0.996	0.0530	7.2609	711.80	711.8	0.5051
0.5780	0.57880	3.6367	0.9986	18.970	18.996	0.996	0.0526	7.2734	720.72	720.7	0.5050
0.5790	0.57979	3.6429	0.9986	19.089	19.115	0.996	0.0523	7.2859	729.76	729.8	0.5050
0.5800	0.58078	3.6492	0.9986	19.208	19.234	0.996	0.0520	7.2983	738.91	738.9	0.5049
0.5810	0.58177	3.6554	0.9987	19.328	19.354	0.996	0.0517	7.3108	748.17	748.2	0.5049
0.5820	0.58276	3.6616	0.9987	19.449	19.475	0.996	0.0513	7.3232	757.55	757.6	0.5048
0.5830	0.58376	3.6679	0.9987	19.571	19.597	0.996	0.0510	7.3357	767.05	767.1	0.5048
0.5840	0.58475	3.6741	0.9987	19.694	19.719	0.996	0.0507	7.3482	776.67	776.7	0.5047
0.5850	0.58574	3.6803	0.9987	19.817	19.842	0.996	0.0504	7.3606	786.41	786.4	0.5047
0.5860	0.58673	3.6865	0.9987	19.941	19.966	0.996	0.0501	7.3731	796.28	796.3	0.5046
0.5870	0.58772	3.6928	0.9988	20.066	20.091	0.996	0.0498	7.3856	806.27	806.3	0.5046
0.5880	0.58872	3.6990	0.9988	20.192	20.216	0.996	0.0495	7.3980	816.38	816.4	0.5045
0.5890	0.58971	3.7053	0.9988	20.318	20.342	0.996	0.0492	7.4105	826.63	826.6	0.5045
0.5900	0.59070	3.7115	0.9988	20.445	20.470	0.996	0.0489	7.4230	837.00	837.0	0.5044
0.5910	0.59169	3.7177	0.9988	20.573	20.597	0.996	0.0485	7.4354	847.50	847.5	0.5044
0.5920	0.59269	3.7240	0.9988	20.702	20.726	0.996	0.0482	7.4479	858.14	858.1	0.5043
0.5930	0.59368	3.7302	0.9988	20.832	20.856	0.996	0.0479	7.4604	868.91	868.9	0.5043
0.5940	0.59467	3.7364	0.9989	20.962	20.986	0.996	0.0477	7.4729	879.82	879.8	0.5042
0.5950	0.59566	3.7427	0.9989	21.093	21.117	0.996	0.0474	7.4853	890.86	890.9	0.5042
0.5960	0.59666	3.7489	0.9989	21.226	21.249	0.996	0.0471	7.4978	902.05	902.0	0.5042
0.5970	0.59765	3.7551	0.9989	21.359	21.382	0.996	0.0468	7.5103	913.37	913.4	0.5041
0.5980	0.59864	3.7614	0.9989	21.492	21.516	0.996	0.0465	7.5228	924.84	924.8	0.5041
0.5990	0.59964	3.7676	0.9989	21.627	21.650	0.997	0.0462	7.5352	936.45	936.5	0.5040

Tabel L-1. Lanjutan

$\frac{d}{L_0}$	$\frac{d}{L}$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cosh \frac{2\pi d}{L}$	$K_3$	K	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	n
0.6000	0.60063	3.7739	0.9989	21.763	21.786	0.997	0.0459	7.5477	948.21	948.2	0.5040
0.6100	0.61056	3.8363	0.9991	23.166	23.187	0.997	0.0431	7.6726	1074.3	1074.	0.5036
0.6200	0.62051	3.8988	0.9992	24.660	24.681	0.997	0.0405	7.7975	1217.3	1217.	0.5032
0.6300	0.63045	3.9613	0.9993	26.252	26.271	0.998	0.0381	7.9225	1379.3	1379.	0.5029
0.6400	0.64041	4.0238	0.9994	27.947	27.965	0.998	0.0358	8.0476	1563.1	1563.	0.5026
0.6500	0.65036	4.0863	0.9994	29.753	29.770	0.998	0.0336	8.1727	1771.5	1771.	0.5023
0.6600	0.66032	4.1489	0.9995	31.676	31.691	0.998	0.0316	8.2979	2007.7	2008.	0.5021
0.6700	0.67029	4.2116	0.9996	33.723	33.738	0.998	0.0296	8.4231	2275.5	2275.	0.5019
0.6800	0.68026	4.2742	0.9996	35.904	35.918	0.999	0.0278	8.5484	2579.2	2579.	0.5017
0.6900	0.69023	4.3369	0.9997	38.227	38.240	0.999	0.0262	8.6737	2923.6	2924.	0.5015
0.7000	0.70021	4.3995	0.9997	40.700	40.712	0.999	0.0246	8.7991	3314.0	3314.	0.5013
0.7100	0.71018	4.4622	0.9997	43.334	43.346	0.999	0.0231	8.9244	3756.7	3757.	0.5012
0.7200	0.72016	4.5249	0.9998	46.139	46.150	0.999	0.0217	9.0499	4258.7	4259.	0.5011
0.7300	0.73015	4.5876	0.9998	49.127	49.137	0.999	0.0204	9.1753	4827.8	4828.	0.5010
0.7400	0.74013	4.6504	0.9998	52.308	52.317	0.999	0.0191	9.3008	5473.2	5473.	0.5008
0.7500	0.75012	4.7131	0.9998	55.695	55.704	0.999	0.0180	9.4262	6204.9	6205.	0.5008
0.7600	0.76010	4.7759	0.9999	59.303	59.311	0.999	0.0169	9.5517	7034.6	7035.	0.5007
0.7700	0.77009	4.8386	0.9999	63.144	63.152	0.999	0.0158	9.6773	7975.4	7975.	0.5006
0.7800	0.78008	4.9014	0.9999	67.235	67.243	1.000	0.0149	9.8028	9042.2	9042.	0.5005
0.7900	0.79007	4.9642	0.9999	71.592	71.599	1.000	0.0140	9.9283	10252.	10252	0.5005
0.8000	0.80006	5.0270	0.9999	76.231	76.237	1.000	0.0131	10.054	11623.	11623	0.5004
0.8100	0.81006	5.0897	0.9999	81.171	81.177	1.000	0.0123	10.180	13178.	13178	0.5004
0.8200	0.82005	5.1525	0.9999	86.431	86.437	1.000	0.0116	10.305	14942.	14942	0.5003
0.8300	0.83004	5.2153	0.9999	92.033	92.038	1.000	0.0109	10.431	16941.	16941	0.5003
0.8400	0.84004	5.2781	0.9999	97.998	98.003	1.000	0.0102	10.556	19208.	19208	0.5003
0.8500	0.85003	5.3409	1.0000	104.35	104.36	1.000	0.0096	10.682	21779.	21779	0.5002
0.8600	0.86003	5.4037	1.0000	111.11	111.12	1.000	0.0090	10.808	24694.	24694	0.5002
0.8700	0.87003	5.4665	1.0000	118.31	118.32	1.000	0.0085	10.933	27999.	27999	0.5002
0.8800	0.88002	5.5293	1.0000	125.99	125.99	1.000	0.0079	11.059	31747.	31747	0.5002
0.8900	0.89002	5.5922	1.0000	134.16	134.16	1.000	0.0075	11.184	35997.	35997	0.5002

## LAMPIRAN 1

397

Tabel L-1. Lanjutan

$\frac{d}{L_0}$	$\frac{d}{L}$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cosh \frac{2\pi d}{L}$	$K_3$	$K$	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	$n$
0.9000	0.90002	5.6550	1.0000	142.85	142.86	1.000	0.0070	11.310	40815.	40815	0.5001
0.9100	0.91002	5.7178	1.0000	152.12	152.12	1.000	0.0066	11.436	46279.	46279	0.5001
0.9200	0.92001	5.7806	1.0000	161.98	161.98	1.000	0.0062	11.561	52474.	52474	0.5001
0.9300	0.93001	5.8434	1.0000	172.48	172.48	1.000	0.0058	11.687	59499.	59499	0.5001
0.9400	0.94001	5.9063	1.0000	183.66	183.67	1.000	0.0054	11.813	67465.	67465	0.5001
0.9500	0.95001	5.9691	1.0000	195.57	195.57	1.000	0.0051	11.938	76497.	76497	0.5001
0.9600	0.96001	6.0319	1.0000	208.25	208.25	1.000	0.0048	12.064	86738.	86738	0.5001
0.9700	0.97001	6.0947	1.0000	221.76	221.76	1.000	0.0045	12.189	98351.	98351	0.5001
0.9800	0.98000	6.1575	1.0000	236.13	236.14	1.000	0.0042	12.315	111518	11151	0.5001
0.9900	0.99000	6.2204	1.0000	251.45	251.45	1.000	0.0040	12.441	126449	12644	0.5000
1.0000	1.00000	6.2832	1.0000	267.75	267.75	1.000	0.0037	12.566	143380	14338	0.5000



**DOKUMENTASI PENGAMBILAN DATA  
LAPANGAN**



Pengukuran jarak antar patok pada 220 meter



Pengukuran jarak antar patok pada 260 meter



Mencatat titik koordinat pada titik 22

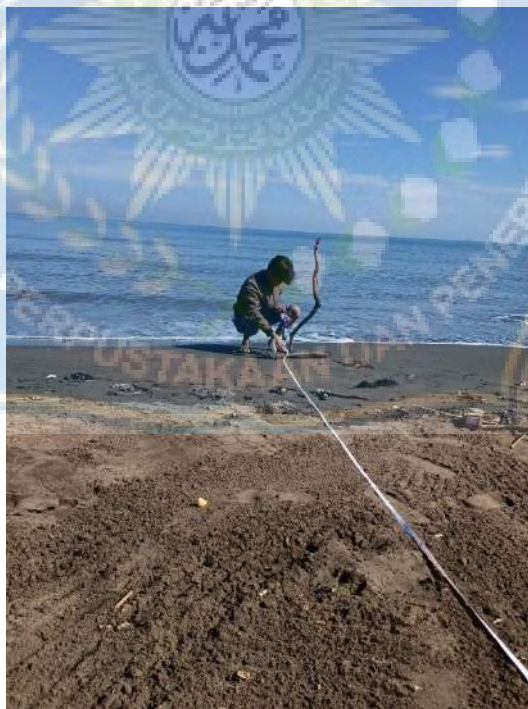


Mencatat titik koordinat pada titik 26





Pengukuran sempadan pantai terhadap batas prasarana dan sarana sekitar pantai



Pengukuran sempadan pantai terhadap batas lahan warga



**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR  
UPT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN**

Alamat kantor: Jl.Sultan Alauddin NO.259 Makassar 90221 Tlp.(0411) 866972,881593, Fax.(0411) 865588

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT**

**UPT Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar,  
Menerangkan bahwa mahasiswa yang tersebut namanya di bawah ini:**

Nama : Fardiyansyah Yahya / Muh.Wijdan Maulana

Nim : 105811117819 / 105811121019

Program Studi : Teknik Sipil Pengairan

Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Ambang Batas
1	Bab 1	9 %	10 %
2	Bab 2	23 %	25 %
3	Bab 3	10 %	10 %
4	Bab 4	5 %	10 %
5	Bab 5	4 %	5 %

Dinyatakan telah lulus cek plagiat yang diadakan oleh UPT- Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar Menggunakan Aplikasi Turnitin.

Demikian surat keterangan ini diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan seperlunya.

Makassar, 24 Juli 2024

Mengetahui,

Kepala UPT- Perpustakaan dan Penerbitan,



# BAB I Fardiyansyah yahya Muh.Wijdan Maulana /105811117819/105811121019

*by TahapTutup*



**Submission date:** 24-Jul-2024 11:03AM (UTC+0700)

**Submission ID:** 2421642442

**File name:** BAB\_I\_PENDAHULUAN\_11.docx (371.06K)

**Word count:** 1011

**Character count:** 6354

BAB I Fardiyansyah yahya Muh.Wijdan Maulana  
/105811117819/105811121019

ORIGINALITY REPORT

9%

SIMILARITY INDEX

8%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

6%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

123dok.com

Internet Source

4%

2

Submitted to Universitas Brawijaya

Student Paper

2%

3

fr.slideshare.net

Internet Source

2%

4

travel.kompas.com

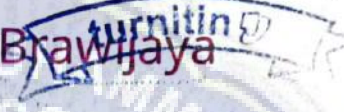
Internet Source

2%

Exclude quotes Off

Exclude bibliography Off

Exclude matches < 2%



BAB II Fardiyansyah yahya  
Muh.Wijdan Maulana  
/105811117819/105811121019

by TahapTutup



**Submission date:** 24-Jul-2024 11:04AM (UTC+0700)

**Submission ID:** 2421642962

**File name:** BAB\_II\_TINJAUAN\_PUSTAKA\_10.docx (690.5K)

**Word count:** 4975

**Character count:** 30388

# BAB II Fardiyansyah yahya Muh.Wijdan Maulana /105811117819/105811121019

## ORIGINALITY REPORT

**23%**

SIMILARITY INDEX

**24%**

INTERNET SOURCES

**4%**

PUBLICATIONS

**6%**

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1

[digilibadmin.unismuh.ac.id](http://digilibadmin.unismuh.ac.id)

Internet Source

12%

2

[docplayer.info](http://docplayer.info)

Internet Source

6%

3

[eprints.undip.ac.id](http://eprints.undip.ac.id)

Internet Source

2%

4

[jurnal.utu.ac.id](http://jurnal.utu.ac.id)

Internet Source

2%

Exclude quotes Off

Exclude bibliography Off

Exclude matches < 2%



turnitin

BAB III Fardiyansyah yahya  
Muh.Wijdan Maulana  
/105811117819/105811121019

by TahapTutup

**Submission date:** 24-Jul-2024 11:05AM (UTC+0700)

**Submission ID:** 2421643493

**File name:** BAB\_III\_METODE\_PENELITIAN\_10.docx (791.03K)

**Word count:** 645

**Character count:** 4019

BAB III Fardiyansyah yahya Muh.Wijdan Maulana  
/105811117819/105811121019

ORIGINALITY REPORT

10%

SIMILARITY INDEX

9%

INTERNET SOURCES

6%

PUBLICATIONS

2%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

[www.jurnal-umbuton.ac.id](http://www.jurnal-umbuton.ac.id)

Internet Source

3%

2

[media.neliti.com](http://media.neliti.com)

Internet Source

2%

3

[repository.its.ac.id](http://repository.its.ac.id)

Internet Source

2%

4

[syifaiachmad.blogspot.com](http://syifaiachmad.blogspot.com)

Internet Source

2%

5

Muhammad Tesen, Roma Yuli F Hutapea.  
"STUDI PENGOPERASIAN PANCING ULUR  
DAN KOMPOSISI HASIL TANGKAPAN PADA  
KM JALA JANA 05 DI WPP 572", Aurelia  
Journal, 2020

Publication

2%

Exclude quotes Off

Exclude matches < 2%

Exclude bibliography Off





BAB IV Fardiyansyah yahya  
Muh.Wijdan Maulana  
/105811117819/105811121019

by TahapTutup



---

**Submission date:** 24-Jul-2024 11:13AM (UTC+0700)

**Submission ID:** 2421646574

**File name:** BAB\_IV\_HASIL\_DAN\_PEMBAHASAN\_2.docx (62.77M)

**Word count:** 7431

**Character count:** 33624

BAB IV Fardiyansyah yahya Muh.Wijdan Maulana  
/105811117819/105811121019

ORIGINALITY REPORT

5%

SIMILARITY INDEX

5%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

2%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

[media.neliti.com](http://media.neliti.com)

Internet Source

3%

2

[dokumen.tips](http://dokumen.tips)

Internet Source

2%



Exclude quotes

Off

Exclude matches

< 2%

Exclude bibliography

Off

BAB V Fardiyansyah yahya  
Muh.Wijdan Maulana  
/105811117819/105811121019

by TahapTutup



**Submission date:** 24-Jul-2024 11:10AM (UTC+0700)

**Submission ID:** 2421645290

**File name:** BAB\_V\_PENUTUP\_5.docx (18.98K)

**Word count:** 215

**Character count:** 1292

# BAB V Fardiyansyah yahya Muh.Wijdan Maulana /105811117819/105811121019

## ORIGINALITY REPORT

**4%**

SIMILARITY INDEX

**4%**

INTERNET SOURCES

**0%**

PUBLICATIONS

**0%**

STUDENT PAPERS

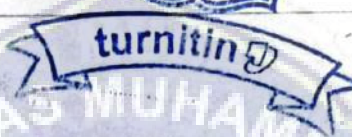
## PRIMARY SOURCES

**1**

[repository.unmuhpnk.ac.id](http://repository.unmuhpnk.ac.id)

Internet Source

**4%**



Exclude quotes

Off

Exclude matches

< 2%

Exclude bibliography

Off

