

**SKRIPSI**

**ANALISIS KARAKTERISTIK GELOMBANG DAN PROSES  
ABRASI DI PANTAI POPO GALESONG SELATAN**



Oleh:

**Haidir**

**105 81 11181 18**

**Lisdawati**

**105 81 11041 18**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

**2023**

***ANALYSIS OF WAVE CHARACTERISTICS AND ABRATION PROCESS ON THE  
COASTAL POPO GALESONG SELATAN***

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



**Disusun dan Diajukan Oleh:**

**Haidir**

**105 81 11181 18**

**Lisdawati**

**105 81 11046 18**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR  
2023**



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PERSETUJUAN

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

Judul Skripsi : **ANALISIS KARAKTERISTIK GELOMBANG DAN PROSES ABRASI DI PESISIR PANTAI POPO GALESONG SELATAN**

Nama : 1. HAIDIR  
2. LISDAWATI

Stambuk : 1. 105 81 11181 18  
2. 105 81 11041 18

Makassar, 14 Desember 2023

Telah Diperiksa dan Disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Israil, ST., MT., IPM

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

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Pengairan



Ir. M. Agus alim, ST., MT

NBM : 947 993



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Haidir** dengan nomor induk mahasiswa 105 81 11181 18 dan **Lisdawati** dengan nomor induk mahasiswa 105 81 11041 18, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0012/SK-Y/22201/091004/2023, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 14 Oktober 2023.

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

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

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

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

2. Penguji :

a. Ketua : Dr. Ir. H. Riswal K. ST., MT

b. Sekretaris : Farida Gaffar, ST., MT

3. Anggota : 1. Dr. Ir. Andi Makbul Syamsuri, ST., MT., IPM

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

3. Kasmawati, ST., MT.

Makassar,

1 Jumadil Akhir 1445 H

14 Desember 2023 M

Mengetahui:

Pembimbing I

Dr. Ir. Israil, ST., MT., IPM

Pembimbing II

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



Dekan Fakultas Teknik

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

NBM : 759 108

# ANALISIS KARAKTERISTIK GELOMBANG DAN PROSES ABRASI DI PESISIR PANTAI POPO GALESONG SELATAN

## ANALYSIS OF WAVE CHARACTERISTIC AND ABRATION PROCESSION THE COASTAL POPO GALESONG SELATAN

ISRAIL<sup>1</sup>, HAMZAH AL IMRAN<sup>2</sup>, HAIDIR<sup>3</sup>, LISDAWATI<sup>4</sup>

<sup>1234</sup>Program Studi Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar  
Jl. Sultan Alauddin No. 259 Makassar, Sulawesi Selatan  
Email : @haidiranding08@gmail.com

### Abstrak

Pantai popo yang terletak di kecamatan galesong selatan adalah salah satu kawasan yang digunakan oleh sebagian masyarakat sebagai tempat pemukiman dan pengelolaan wilayah pantai sangat penting untuk mempertahankan bentuk garis pantai namun di pantai popo galesong selatan sudah terjadi abrasi. Dalam metode penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik gelombang dan proses abrasi yang terjadi di pantai popo galesong selatan. Peramalan gelombang dihitung berdasarkan data kecepatan arah angin, data gelombang laut, peta topografi dan batimetri 5 tahun terakhir dari badan meteorologi, klimatologi dan geofisika (BMKG). Dari data tersebut bisa didapatkan tinggi dan periode gelombang yang signifikan dari hasil perhitungan diperoleh arah pembentukan gelombang yakni arah barat laut (hb : 2,505 . Db : 3,787 ) dan arah utara ( Hb : 0,941 . Db : 1,415 ). selain karakteristik gelombang abrasi di pantai popo juga dapat di analisis dengan menggunakan citra satelit pada google art dalam jangka waktu 2017 – 2020 didapatkan luas abrasi 794,4 (m<sup>2</sup>) dan akresi 0,14 ( m<sup>2</sup> ), serta jumlah keseluruhan abrasi yaitu 2313,4 ( m<sup>2</sup> ) dan akresi 119,04 ( m<sup>2</sup> ). dari hasil akumulasi luas abrasi masih lebih besar di bandingkan dengan luas akresi.

**Kata Kunci:** pantai popo, karakteristik gelombang, abrasi, akresi, pemukiman,

### Abstract

Popo Beach, which is located in South Galesong sub-district, is one of the areas used by some people as a place of residence and management of coastal areas is very important to maintain the shape of the coastline, however, abrasion has occurred on Popo Beach in South Galesong. In this research, the aim is to determine the characteristics of waves and abrasion process that occurs on the southern Popo Galesong beach, wave forecasting is calculated based on wind speed data, ocean wave data, topographic and bathymetric maps for the last 5 years from the Meteorology, Climatology and Geophysics Agency (BMKG). From this data, height and period can be obtained. Significant waves from the calculation results show that the direction of wave formation is the northwest direction (Hb: 2.505. satellites on Google Art in the 2016 – 2019 period showed an area of abrasion of 794.4 (m<sup>2</sup>) and accretion of 0.14 (m<sup>2</sup>), and the total amount of abrasion was 2313.4 (m<sup>2</sup>) and accretion of 119.04 (m<sup>2</sup>). As a result of the accumulated abrasion area, it is still greater than the accretion area.

**Keywords:** popo beach, wave characteristics, abrasion, accretion, settlement

## KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nyalah sehingga dapat menyusun tugas akhir yang berjudul “ANALISIS KARAKTERISTIK GELOMBANG DAN PROSES ABRASI DI PESISIR PANTAI POPO GALESONG SELATAN ”

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa di dalam penulisan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan-kekurangan, hal ini di sebabkan karna penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan. Oleh karna itu, penulis menerima dengan sangat ikhlas dengan senang hati segala koreksi serta serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Pada kesempatan ini, penulis hendak menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan sehingga tugas akhir ini dapat selesai. Ucapan terima kasih ini penulis tujukan 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 M. Agusalm, S.T., M.T. sebagai Ketua Prodi Teknik Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

4. Ibu Kasmawati S.T., M.T. sebagai Sekretaris Prodi Teknik Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Bapak Dr. Ir. Israil, S.Pd., ST., MT., IPM. sebagai pembimbing I dan Bapak Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT IPM. sebagai pembimbing II yang banyak meluangkan waktunya dalam membimbing kami.
6. Bapak dan Ibu dosen serta staf pegawai di Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
7. Saudara/Saudari kami di FAKULTAS TEKNIK Jurusan Pengairan, MEKANIKA 2018 khususnya kelas A dan E yang telah berjuang bersama dan selalu memberikan doa serta dukungan kepada kami dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Kedua Orang Tua kami yang selalu memberi dukungan moral maupun material dan do'a kepada kami.

Semoga semua pihak tersebut di atas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan proposal penelitian yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan-rekan, masyarakat serta Bangsa dan Negara Aamiin. ***"Billahi Fii Sabill Haq Fastabikul Khaerat"***.

Makassar,.....2023

Tim Penulis

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>ix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	2
C. Tujuan Penelitian .....	2
D. Manfaat Penelitian .....	3
E. Batasan Masalah .....	4
F. Sistematika Penulisan.....	5
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
A. Analisis Gelombang.....	5
1. Teori Gelombang .....	5
2. Klasifikasi Gelombang.....	10
3. Jenis – Jenis Gelombang.....	18
B. Karakteristik Gelombang .....	20
1. Koefisien Pemantulan (Refleksi) .....	21
2. Koefisien Pembiasan (Refraksi).....	20
3. Koefisien Pelenturan (Difraksi) .....	20
4. Koefisien Penguraian (Dispersi) .....	21
5. Koefisien Interferensi.....	22



6. Polarisasi .....	22
7. Efek Doppler .....	22
C. Abrasi .....	22
1. Pengertian Abrasi .....	22
2. Faktor Penyebab Abrasi .....	24
3. Dampak Abrasi .....	26
4. Upaya Pencegahan Abrasi .....	27
D. Pesisir .....	28
E. Angin .....	30
1. Distribusi Kecepatan Angin .....	30
2. Pembangkitan Gelombang oleh Angin .....	32
3. Kecepatan Angin .....	32
4. Peramalan Gelombang (Hindcasting) .....	34
F. Pasang Surut .....	37
1. Tipe Pasang Surut .....	38
2. Elevasi Muka air pasang surut .....	39
G. Arus .....	41
H. Batimetri dan topografi .....	42
I. Pantai .....	43
J. Wrplot View .....	47
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>52</b>
A. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	52
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data .....	52
C. Alat dan Bahan .....	53
D. Teknik Pengambilan Data .....	54

E. Weplot view dan Google Earth Pro .....	55
F. Bagan Alir Penelitian .....	61
<b>BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL.....</b>	<b>62</b>
A. Data Angin dan Wrplot View .....	62
B. Fetch.....	67
C. Analisa Data Gelombang .....	74
D. Peramalan tinggi dan periode gelombang .....	77
E. Pasang Surut.....	89
F. Penentuan Tinggi Kedalam Gelombang Pecah.....	104
G. Abrasi dan Akresi Pantai.....	110
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>116</b>
A. Kesimpulan .....	116
B. Saran .....	117
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>118</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>120</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Sketsa Definisi Gelombang .....	7
Gambar 2. Sketsa Partikel Zat Cair .....	8
Gambar 3. Sketsa Definisi Parameter Gelombang .....	9
Gambar 4. Gerak Orbit Partikel Zat Cair di Laut Dangkal ,laut transisi dan laut dalam .....	12
Gambar 5. Grafik Penentuan Tinggi Gelombang Pecah .....	16
Gambar 6. Grafik Penentuan Kedalaman Gelombang Pecah.....	17
Gambar 7. Grafik <i>Runup</i> Gelombang.....	18
Gambar 8. Pergerakan Gelombang dan Arus Laut.....	24
Gambar 9. Distribusi vertical kecepatan angin.....	31
Gambar 10. Grafik hubungan antara kecepatan angin di laut dan di darat .....	33
Gambar 11. Gambar faktor koreksi angin terhadap stabilitas .....	36
Gambar 12. Kurva Pasang Surut .....	38
Gambar 13. Batasan Pantai .....	44
Gambar 14. Tampilan WRPLOT View.....	47
Gambar 15. Lokasi Penelitian .....	52
Gambar 16. Flowchart (Bagan Penelitian) .....	61
Gambar 17. Mawar angin.....	64
Gambar 18. Kelas angin .....	64
Gambar 19. Angin yang berpotensi menimbulkan gelombang.....	67
Gambar 20. Panjang Fetch .....	68
Gambar 21. Grafik tinggi gelombang pantai popo.....	74

Gambar 22. Mawar Gelombang .....	76
Gambar 23. Grafik hubungan koreksi angin .....	78
Gambar 24. Grafik pasang surut.....	91
Gambar 25. Grafik Hubungan antara tinggi gelombang dan periode gelombang .....	105
Gambar 26. Penentuan sudut datangnya gelombang .....	107
Gambar 27. Hasil sebelum overlay garis pantai popo tahun 2016-2019 .....	110
Gambar 28. Hasil sesudah overlay garis pantai popo tahun 2016-2019 .....	111
Gambar 29. Hasil sebelum overlay garis pantai popo tahun 2019-2022 .....	111
Gambar 30. Hasil sesudah overlay garis pantai popo tahun 2021-2022 .....	112
Gambar 31. Grafik Perubahan Garis Pantai Akibat Abrasi dan Akresi .....	115



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Klasifikasi Gelombang .....	11
Tabel 2. Persentasi kejadian angin berdasarkan arah datangnya di lokasi studi .....	62
Tabel 3. Persentasi kejadian angin rata rata berdasarkan interval kecepatan.....	63
Tabel 4. Data Angin .....	65
Tabel 5. Persentase Kejadian angin .....	65
Tabel 6. Perhitungan Fetch efektif dari arah utara .....	69
Tabel 7. Perhitungan Fetch efektif dari arah selatan .....	70
Tabel 8. Perhitungan Fetch efektif dari arah barat daya.....	71
Tabel 9. Perhitungan Fetch efektif dari arah barat .....	72
Tabel 10. Perhitungan Fetch efektif dari arah barat laut .....	73
Tabel 11. Data fetch di lokasi studi.....	74
Tabel 12. Data tinggi gelombang dan data angin.....	75
Tabel 13. Hasil hitungan parameter gelombang tahun 2018.....	82
Tabel 14. Hasil hitungan parameter gelombang tahun 2019.....	83
Tabel 15. Hasil hitungan parameter gelombang tahun 2020.....	84
Tabel 16. Hasil hitungan parameter gelombang tahun 2021.....	85
Tabel 17. Hasil hitungan parameter gelombang tahun 2022.....	86
Tabel 18. Perhitungan presentasi kejadian periode dan tinggi gelombang .....	87
Tabel 19. Pasang surut.....	89
Tabel 20. Penentuan X1 dan Y1 pada tanggal 7 Desember dan 8 Desember .....	92
Tabel 21. Penyusunan hasil perhitungan harga X1, Y1, X2, Y2, X4, dan Y4 dari skema 2 .....	96
Tabel 22. Penyusunan Hasil Perhitungan harga X dan Y indeks ke satu dari skema 3.	

..... 97

Tabel 23. Bilangan pengali untuk 15 piantan..... 98

Tabel 24. Penyusunan Hasil Perhitungan Besaran X dan Y skema 5 dan 6 ..... 99

Tabel 25. Hasil analisis konstanta harmonic pasang surut..... 100

Tabel 26. Koefisien Refraksi dan Shoaling arah Barat Laut..... 109

Tabel 27. Koefisien Refraksi dan Shoaling arah Utara ..... 109

Tabel 28. Tinggi dan kedalaman gelombang pecah di lokasi penelitian..... 109

Tabel 29. Tabel Luasan Perubahan Garis pantai Akibat Abrasi dan Akresi ..... 114



## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN



$H_t$	=	Tinggi Gelombang Transmisi
$H_r$	=	Tinggi Gelombang Refleksi
$H_i$	=	Tinggi Gelombang Datang
$H$	=	Tinggi Gelombang
$K_t$	=	Koefisien Transmisi
$K_r$	=	Koefisien Refleksi
$K_d$	=	Koefisien Disipasi
$L$	=	Panjang Gelombang
$L_0$	=	Panjang Gelombang di Laut Dalam
$T$	=	Periode Gelombang
$a$	=	amplitudo
$C$	=	Kecepatan Rambat Gelombang
$C_0$	=	Kecepatan Rambat Gelombang Laut Dalam
$H_{max}$	=	Tinggi Gelombang Maximum
$H_{min}$	=	Tinggi Gelombang Minimum
$P$	=	Rapat Massa Zat Air
$g$	=	Percepatan Gravitasi

$\pi$  = Phi (3,14)

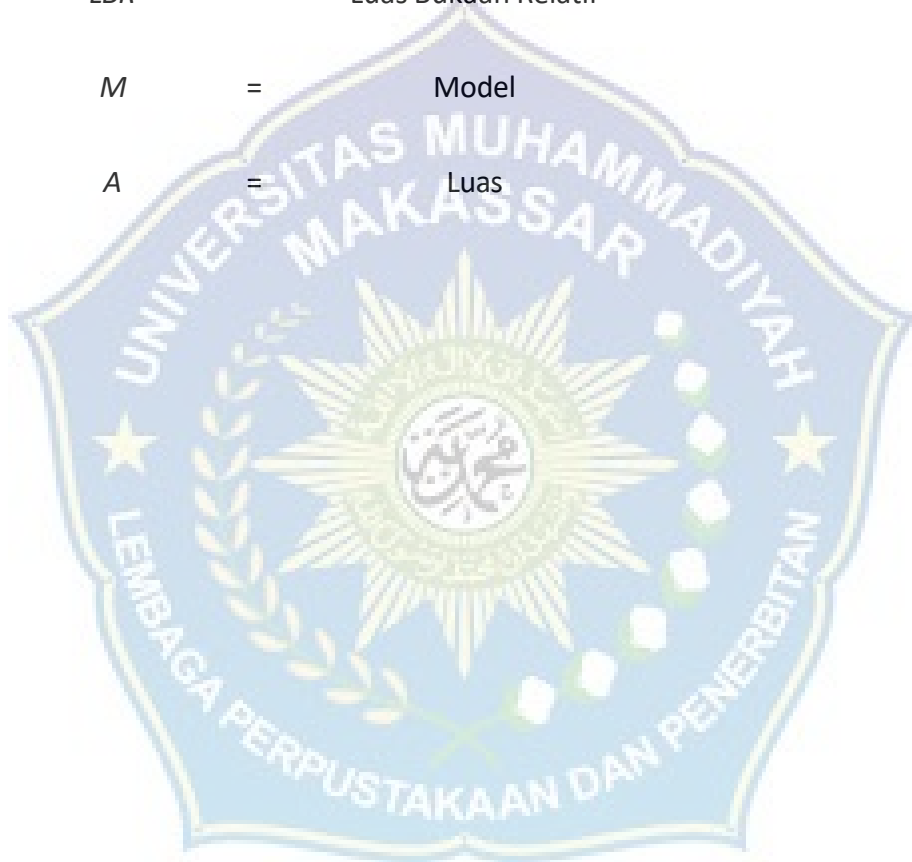
$S$  = Stroke

$d$  = Kedalaman air

$LBR$  = Luas Bukaam Relatif

$M$  = Model

$A$  = Luas





## **BAB I. PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Pantai merupakan suatu kawasan dimana terjadi interaksi timbal balik antara udara, laut, dan bahan-bahan yang diproduksi di dalamnya. Hal ini membuat pantai sewaan rentan terhadap perubahan, dan perubahan itu sendiri dapat menimbulkan masalah di wilayah yang dikuasai pantai tersebut.

Gerakan angin mempunyai kemampuan untuk menangkal pantai kerusakan dengan menimbulkan bangkitan gelombang, yang dapat mengakibatkan munculnya pantai kerusakan. Inisiatif buatan manusia lainnya, Aktivitas manusia lainnya, seperti pembangunan pelabuhan, pertambangan, pengerukan, perusakan vegetasi pantai, budidaya perikanan, perlindungan pantai, restorasi pantai, dan aktivitas pariwisata pantai, diyakini berkontribusi terhadap perubahan pantai. (Azhar, 2012).

Menurut Bambang Triatmodjo, 1999, Faktor alam seperti arus pantai, pergerakan sedimen pantai, perubahan kenaikan permukaan air laut dan gelombang laut seringkali menjadi penyebab kerusakan yang terjadi di wilayah pantai. Secara umum, beberapa hal, antara lain angin, pasang surut, arus, dan lain-lain, dapat merusak gelombang laut. Gelombang laut yang dapat menghasilkan pantai hanya terbuat dari satu rentetan gelombang.

Ketika rangkaian gelombang tertentu bergerak menuju pantai, deformasi gelombang mengubah bentuk gelombang. Perubahan bentuk gelombang laut dapat menyebabkan erosi dan keausan. Fenomena di atas dapat menurunkan infrastruktur pesisir dan berdampak pada wilayah pesisir.

Abrasi adalah satu-satunya masalah terpenting yang mempengaruhi keadaan; hal tersebut dapat mempengaruhi garis pantai hingga menimbulkan getaran kebelakang, letak persawahan yang berada di pinggir pantai, serta konstruksi bangunan yang terus menerus terkena udara terbuka, baik yang digunakan sebagai tempat tujuan wisata atau rumah bagi penduduk. Menurut Bambang Triatmodjo (1999), celana kesat diartikan sebagai mundurnya garis celana dari posisi awal. Pergerakan sedimen di sepanjang pantai menghambat pergerakan sedimen dari satu tempat ke tempat lain sehingga menyebabkan abrasi atau erosi pantai. Transportasi sedimen terjadi apabila arah datangnya gelombang membentuk sudut dengan garis pantai normal.

Wilayah sekitar Pantai Popo Galesong Selatan merupakan wilayah yang dimanfaatkan sebagai kawasan nelayan dan pemukiman. Gelombang laut merupakan salah satu faktor penghambat terjadinya abrasi, sehingga makin mundurnya garis pantai, jika dibiarkan terus menerus maka akan menimbulkan kerusakan. Menurut informasi masyarakat disekitaran pantai Popo bahwasanya terjadi kerusakan yang terjadi diakibatkan oleh pasang surut yang disertai dengan gelombang laut dan juga mengakibatkan abrasi di kawasan pesisir pantai Popo.

Berdasarkan tulisan di dinding terlihat bahwa pantai-pesisir daerah telah mengalami perubahan fisik (kerusakan) sehingga sangat potensial untuk ditinggali. Permasalahan ini diatasi dengan proses dinamis pantai seperti abrasi buruk, yang juga menimbulkan kekawatiran bagi masyarakat yang memelihara pantai tersebut. Oleh karena itu, penting untuk memahami karakteristik gelombang dan proses

abrasi di kawasan Pantai Popo Galesong Selatan sekaligus melakukan pengembangan dan pengamanan daerah pesisir serta penenangan masyarakat.

Dengan landasan di atas maka penulis mengangkat sebuah penelitian dengan judul “**Analisis Karakteristik Gelombang dan Proses Abrasi Di Pantai Popo Kec. Galesong Selatan**”

### **B. Rumusan Masalah**

Masalah yang dibahas dalam esai ini dapat dibahas lebih detail dalam esai terkait sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik gelombang laut yang terjadi di pantai Popo Kec. Galesong Selatan .
2. Seberapa luas abrasi dan akresi yang terjadi di pantai Popo Kec. Galesong Selatan dengan menggunakan Citra satelit pada Google earth.

### **C. Tujuan Penelitian**

Sehubungan dengan permasalahan diatas maka tujuan yang dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui karakteristik gelombang laut yang terjadi di pantai Popo Kec. Galesong Selatan.
2. Untuk mengetahui luas abrasi dan akresi dipesisir pantai popo Kec. Galesong Selatan dengan menggunakan citra satelit pada Google Earth.

### **D. Manfaat Penelitian**

Sehubungan dengan permasalahan diatas maka tujuan yang dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Memberikan pemahaman tentang keadaan karakteristik gelombang di daerah Pantai Popo Kec. Galesong Selatan.
2. Mengembangkan pemahaman tentang teknik pantai dengan memberikan perhatian khusus pada karakteristik gelombang dan proses abrasi yang terjadi di pesisir pantai.

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

Apabila menguraikan permasalahan yang perlu diselesaikan dan dianalisis, terdapat beberapa permasalahan yang muncul dalam kajian karakter gelombang dan proses serapan di pantai, antara lain:

1. Lokasi penelitian berada di pantai dikawasan pesisir pantai Popo Kec. Galesong Selatan.
2. Sifat gelombang yang diselidiki adalah tinggi gelombang, periode gelombang, dan panjang gelombang.
3. Data kecepatan angin menggunakan data kecepatan angin selama 5 tahun terakhir.
4. Gelombang yang di hitung adalah gelombang yang di akibatkan oleh angin.
5. Penelitian ini menggunakan aplikasi Google Earth Pro untuk mengetahui perbandingan Laju abrasi dan Akresi.

#### **F. Sistematika Penulisan**

Beberapa konstruksi analisis sistem dalam proposal ini dapat dirangkum sebagai berikut.

**Bab I PENDAHULUAN :** Bab ini menguraikan tentang latar belakang pertanyaan penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, kegunaan dan keterbatasan pertanyaan penelitian, serta sistem penulisannya.

**Bab II KAJIAN PUSTAKA :** Paragraf ini memberikan teori dan diagram tentang masalah atau tesis, atau referensi. Selain itu, teori-teori terkait penelitian juga dibahas untuk memberikan contoh dan menganalisis permasalahan.

**Bab III METODE PENELITIAN :** Bab ini menjelaskan ruang lingkup penelitian. Metode penelitian dibedakan atas waktu, tempat, bahan, jenis penelitian (langkah atau prosedur), dan isi penelitian (flowchart).

**Bab IV HASIL DAN PEMBAHASAN :** Bagian ini memaparkan hasil dan kesimpulan kajian sifat gelombang dan proses abrasi di Galesong, desa Popo dan desa sekitar Takalar.

**Bab V PENUTUP :** Bab ini menguraikan kesimpulan penelitian yang dilakukan dan implikasi temuan penelitian.



## BAB II. KAJIAN PUSTAKA

### A. Analisis Gelombang

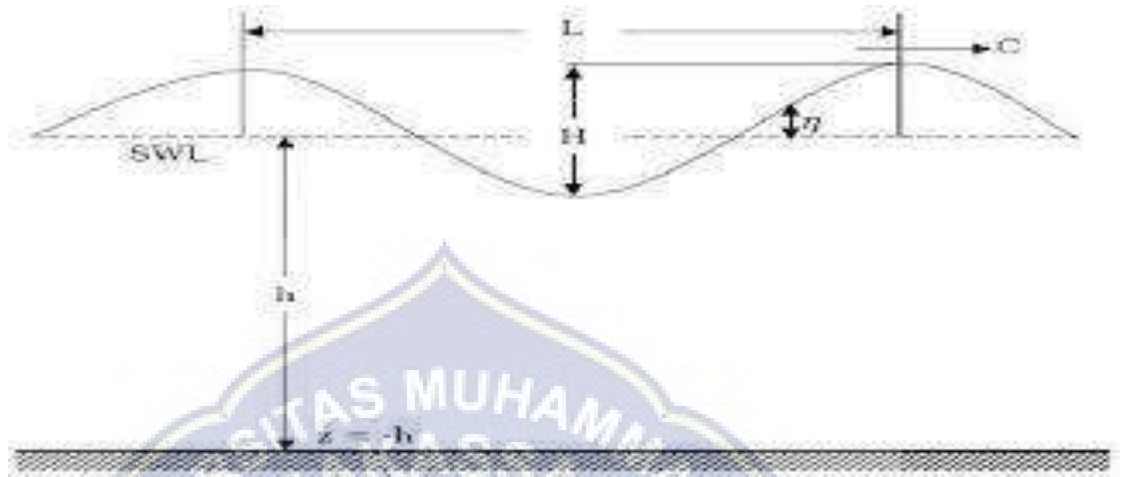
#### 1. Teori Gelombang

Jenis gelombang dalam air dapat berbeda-beda tergantung pada tahap pembangkitan. Gelombang yang dimaksud adalah gelombang yang berhubungan dengan angin yang diakibatkan oleh tiupan angin di daerah sekitar tepi laut, pasang surut gelombang yang diakibatkan oleh benda-benda gaya tarik, terutama pada jam pagi dan sore hari, gelombang tsunami yang disebabkan oleh letusan gunung berapi atau gunung lain di daerah sekitar lautan, gelombang yang ditimbulkan oleh kapal yaitu Gelombang dapat menimbulkan energi yang dapat melemahkan profil pantai. Selain itu, gelombang juga menyebabkan arus dan pengangkutan sedimen baik di depan maupun di belakang pantai serta terjadinya aktivitas gaya-gaya di industri bangunan pantai.

Pada umumnya bentuk gelombang sangat kompleks dan sulit digambarkan secara matematis karena ketidaklinieran, tiga dimensi dan bentuknya acak (*random*). Ada beberapa teori yang menggambarkan bentuk gelombang yang sederhana dan merupakan pendekatan dari alam. Teori yang sederhana adalah teori gelombang linier. Menurut teori gelombang linear, gelombang berdasarkan kedalaman relatifnya dibagi menjadi tiga yaitu *deep water* (gelombang di laut dangkal), *transitional water* (gelombang laut transisi), *shallow water* (gelombang di laut dalam).

Gelombang adalah jenis gelombang yang umum dan ganas di lautan. Pada sumber bunyi, angin mentransfer energi ke air sehingga menimbulkan

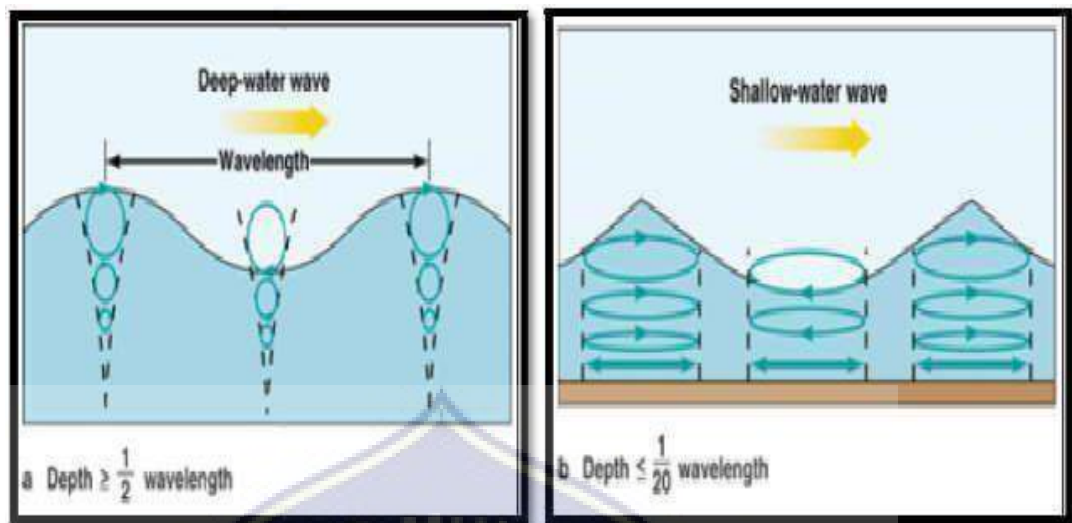
gelombang yang akhirnya berubah menjadi gelombang. Gambar 2.1 menunjukkan definisi gelombang.



Gambar 2.1 Sketsa definisi Gelombang (Zakaria 2009)

Gambar 2.1 menunjukkan gelombang pada sistem koordinat X-Y. Gelombang merambat sepanjang sumbu x. Beberapa notasi yang digunakan adalah:

Bentuk lintasan partikel melanjutkan gerakan dengan perputaran akustik internal. Gambar 2.1 menyoroti perubahan dan perubahan gelombang. Filter partikel yang berisi lingkaran pada rongga di bawah permukaan. Partikel bergerak cepat dan berhenti bergerak sama sekali. Pada Gambar 2.2 terlihat goresan yang lebih padat, elips yang lebih mobile, dan partikel horizontal.



Gambar 2.2 Pergerakan Partikel Zat Cair Pada (Faiqun, 2008)

Ada beberapa cara untuk mendeskripsikan gelombang di malam hari, dengan tingkat kerumitan dan ketajaman yang berbeda-beda, termasuk teori Airy, Stokes, dan Knoidal. Menurut paragraf di bawah ini, masing-masing teori ini mempunyai prinsip dasar yang berbeda-beda.

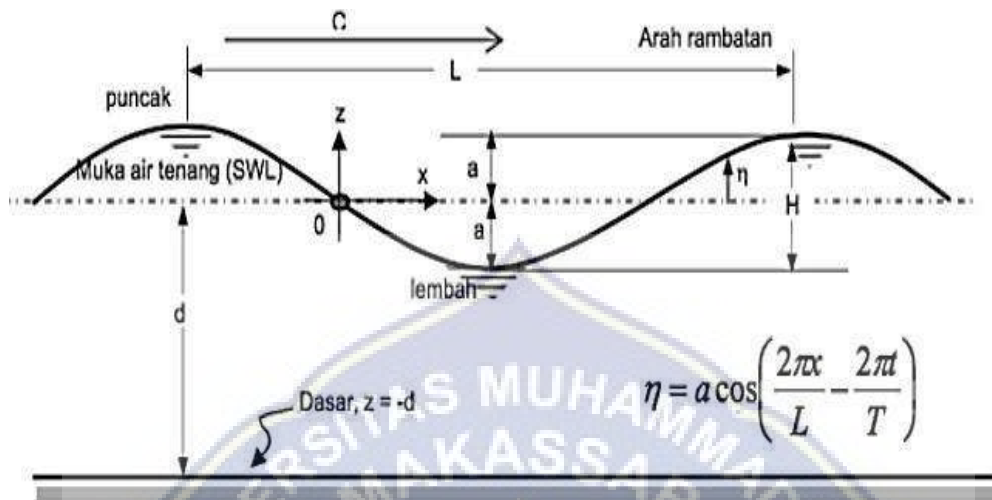
#### 1. Teori gelombang airyy

Teori gelombang udara (teori amplitudo kecil) diturunkan dari persamaan Laplace untuk arus sumbang dengan kondisi batas di dasar laut dan di atas air. Beberapa asumsi yang digunakan untuk menurunkan persamaan gelombang adalah



sebagai berikut:

Gambar 2. 3. Sketsa definisi parameter gelombang, (Yuwono,1982)



## 2. Teory gelombang stokes

Teori Stokes menggabungkan teori kedua tentang gelombang dengan teori Panjang yang lebih kecil namun tetap menakutkan.

Udara hanya tersedia untuk orde pertama, menurut teori gelombang linier. Hal ini diperlukan untuk menggunakan besaran-besaran global yang lebih kuat untuk amplitudo gelombang. Stokes merekomendasikan penurunan urutan kedua untuk gelombang kecil namun kokoh.

## 3. Teory Gelombang Cnoidal

Teori amplitudo gelombang dikatakan kuat jika terdapat perbedaan antara panjang dan  $d/L$  gelombang lebih dari 1/8 hingga 10 persen. Bila menggunakan teori gelombang knoidal, gelombang panjang dengan amplitudo terbatas di lautan menjadi lebih sesuai dengan harapan. Gelombang knoidal merupakan gelombang periodik yang sering mempunyai puncak tajam yang disebabkan oleh panjang lembah tertentu.

## 2. Klasifikasi Gelombang

Gelombang di lautan dapat berkisar dari beberapa jenis tergantung pada gaya pembangkitan. Pembangkit gelombang laut dapat disebabkan oleh beberapa hal, antara lain angin (gelombang angin), gaya tarik menarik bumi-bulan-matahari

Gempa (vulkanik atau tektonik), atau gerakan, di dasar laut (gelombang tsunami). Dua jenis gelombang yang paling penting di antara jenis lainnya adalah angin dan pasang-surut (pasut). Karena potensinya untuk mencegah homoseksual dan lesbian Kegiatan di kawasan dimana pantai dibangun, pelabuhan pantai gelombang merupakan faktor penting yang harus diperhatikan (Triatmodjo, 1999). Satu-satunya sinyal gelombang yang menyebabkan gangguan pada saat mencoba menghubungi penghancur gelombang adalah seperti yang dijelaskan pada paragraf di bawah ini. .

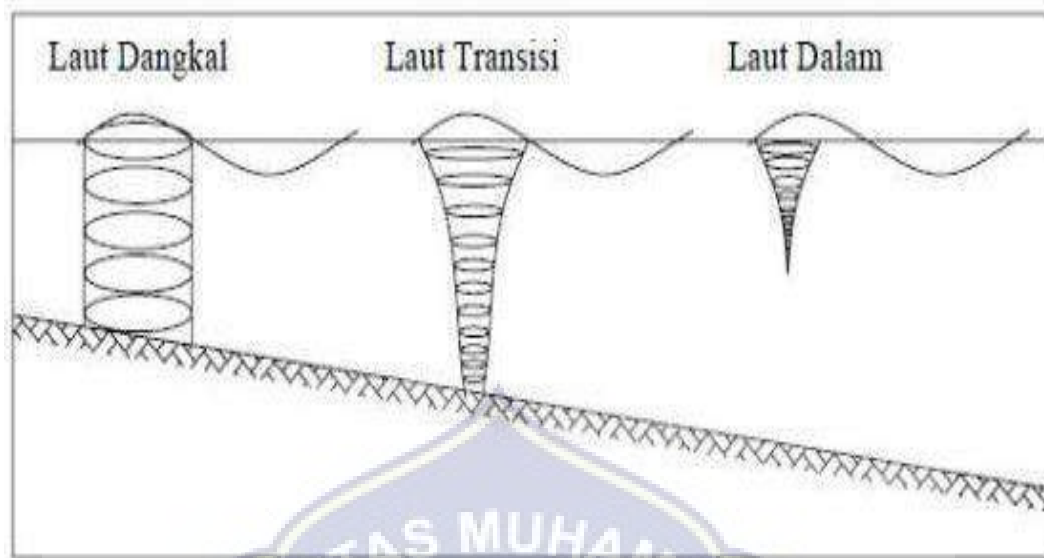
menghubungi gelombang pemecah adalah seperti yang tercantum di bawah ini.

### 1. Klasifikasi Gelombang Menurut Kedalaman Relatif

gelombang dapat diklasifikasikan ke dalam tiga kategori berbeda menurut kedalaman relatif, atau hubungan antara kedalaman air  $d$  dan panjang gelombang  $L$  sehingga menjadi  $(d/L)$ .

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

1. Gelombang di laut dangkal jika  $d/L \leq 1/20$
2. Gelombang di laut transisi jika  $1/20 < d/L < 1/2$
3. Gelombang di laut dalam jika  $d/L \geq 1/2$



Gambar 2.4 Gerak Orbit Partikel Zat Cair di Laut Dangkal ,laut transisi dan laut dalam. ( B. Triadmojo,1999).

## 2. Deformasi Gelombang

Ketika gelombang Deretan yang bersangkutan mencapai busur dataran tinggi, ia akan berbentuk hasil proses refraksi dan pendangkalan gelombang, refleksi, dan gelombang pecah. Berikut beberapa faktor yang dapat menyebabkan perubahan bentuk gelombang:

### a. Gelombang Laut Dalam ekivalen

Tinggi gelombang laut dalam ekivalen untuk keadaan dimana gelombang tidak mengalami difraksi dinyatakan dalam bentuk :

$$H'_0 = K_r H_1 \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

$H'_0$  = Tinggi gelombang laut dalam ekivalen

$K_r$  = Koefisien refraksi

$H_1$  = Tinggi gelombang dilokasi bangunan

Gelombang tinggi laut dari ekivalen digunakan saat menganalisis gelombang pecah, gelombang pembersih, dan proses lainnya.

b. Pendangkalan gelombang

Karena adanya perubahan pada kedalaman dasar lautan, terjadi gelombang pendangkalan, yang juga dikenal sebagai gelombang shoaling. Dengan menggunakan fungsi perhitungan pendataran gelombang, seseorang dapat menunjukkan keberadaan gelombang di lokasi tertentu berdasarkan karakteristik data gelombang (Triatmodjo, 1999). Misalnya, pertimbangkan perhitungan K berikut yang digunakan dalam paragraf berikut:

$$K_s = \sqrt{\frac{n_0 L_o}{nL}} \quad (2.2)$$

Dimana :

$K_s$  = Koefisien Pendangkalan (*Shoaling*)

$L$  = Panjang gelombang (m)

$L_o$  = Panjang gelombang dilaut dalam (m)

c. Refraksi Gelombang

Suatu pengaruh perubahan kedalaman laut menyebabkan terjadinya refraksi. Jika suatu gelombang yang bergerak dari satu perairan ke perairan lainnya secara konsisten memenuhi standar kedalaman perairan yang dipersyaratkan, maka perubahan kecepatan gelombang akan mencegah hal tersebut terjadi (Triatmodjo, 1999). Efek ini dikenal

sebagai gelombang refraksi.

Menurut Yuwono dalam buku Teknik Pantai 2005, perubahan besarnya sudut akibat adanya pengaruh refraksi dihitung dengan rumus Snellius, yaitu:

$$\frac{H_x}{H_0} = K_s \cdot K_r = K_s \cdot \frac{\sqrt{\cos a_0}}{\sqrt{\cos a_x}} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

$a_x$  = sudut datang gelombang pada kedalaman yang ditinjau

$a_0$  = sudut datang gelombang di perairan dalam

$H_x$  = tinggi gelombang pada kedalaman x yang ditinjau (m)

$H_0$  = tinggi gelombang pada perairan dalam (m)

$K_r$  = koefisien refraksi gelombang

$K_s$  = koefisien pendangkalan

d. Difraksi gelombang

Menurut Triatmodjo (1999), jika suatu gelombang dipengaruhi oleh rintangan tertentu, seperti pemecah gelombang atau pulau, maka gelombang tersebut akan membelok di sekitar ujung rintangan dan masuk di daerah terlindung di belakangnya. Fenomena ini dikenal dengan sebutan difraksi gelombang. Tinggi gelombang pada titik A dapat dihitung dengan rumus:

$$H(A) = K_{D(A)} \cdot H(P) \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana:

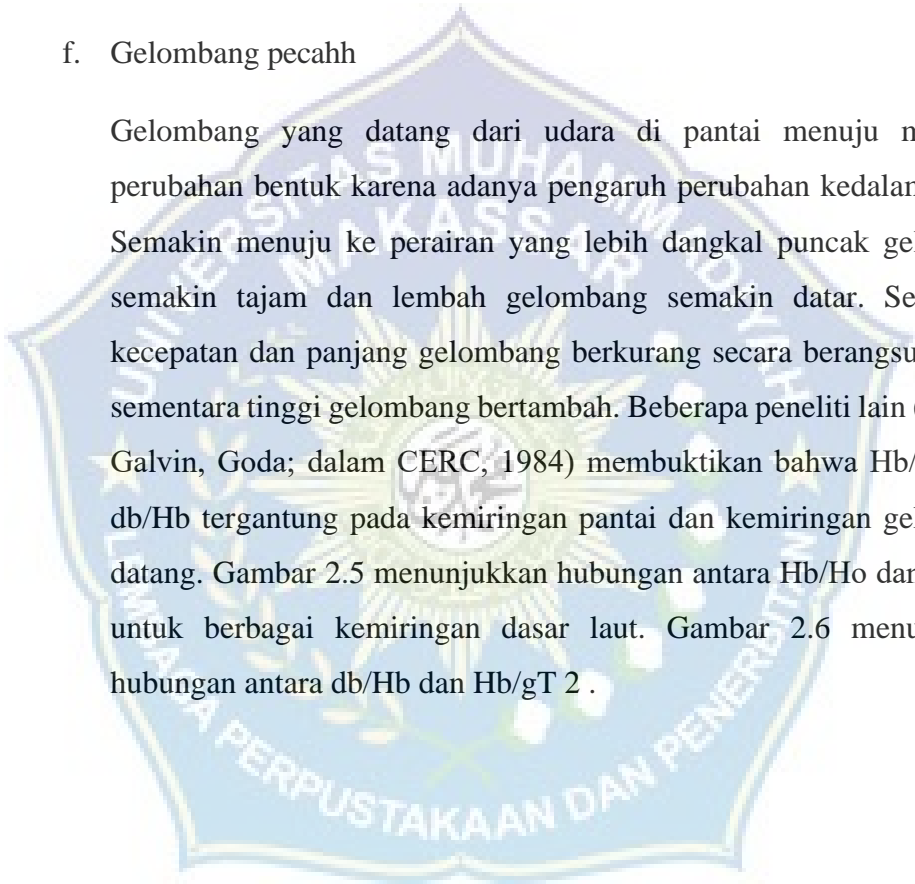
e. Tinggi Gelombang Laut Dangkal

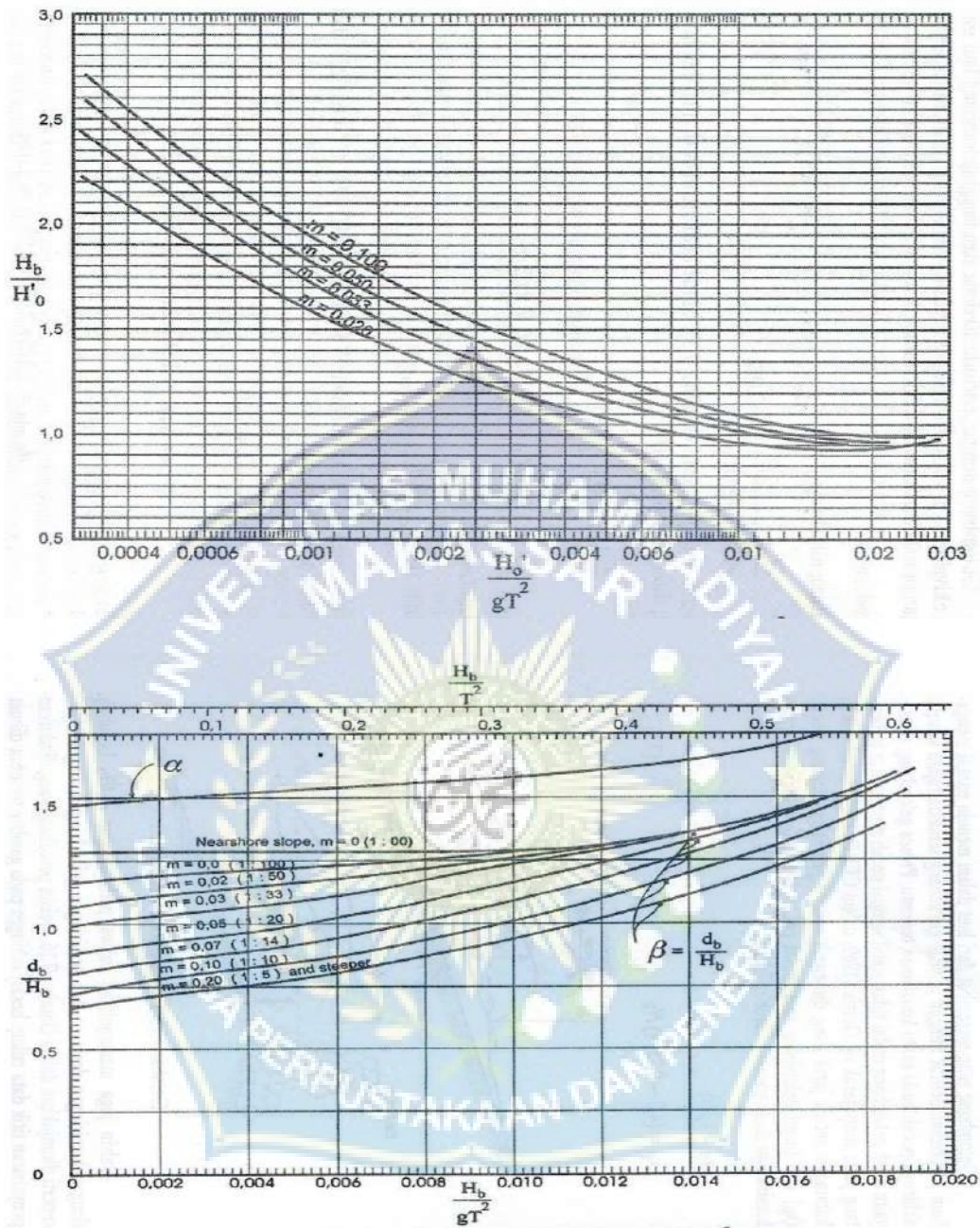
Tinggi gelombang di laut dangkal terjadi akibat pengaruh refraksi gelombang dan wave shoaling (pendangkalan gelombang), diberikan oleh rumus berikut, (Triatmodjo,1999).

$$H_1 = K_s K_r H_0 \dots\dots\dots (2.5)$$

f. Gelombang pecahh

Gelombang yang datang dari udara di pantai menuju mendapat perubahan bentuk karena adanya pengaruh perubahan kedalaman laut. Semakin menuju ke perairan yang lebih dangkal puncak gelombang semakin tajam dan lembah gelombang semakin datar. Selain itu, kecepatan dan panjang gelombang berkurang secara berangsur-angsur sementara tinggi gelombang bertambah. Beberapa peneliti lain (Iversen, Galvin, Goda; dalam CERC, 1984) membuktikan bahwa  $H_b/H_o'$  dan  $db/H_b$  tergantung pada kemiringan pantai dan kemiringan gelombang datang. Gambar 2.5 menunjukkan hubungan antara  $H_b/H_o$  dan  $H_o/L_o'$  untuk berbagai kemiringan dasar laut. Gambar 2.6 menunjukkan hubungan antara  $db/H_b$  dan  $H_b/gT^2$ .





g. *Runupp dan rundponn*

Akan Diubah Menjadi Gerakan Air Yang Meluncur Ke Arah Lereng Bangunan, Jika Runup Gelombang Datang Bergerak Menuju Ke Pantai Dan Membentur Kemiringan Garis Pantai Atau Bangunan Pelindung Pantai. Setelah mencapai maksimum akan terjadi fenomena yang disebut kumuh akibat tarikan gravitasi. Rundown akan berlanjut hingga

runup Gelombang yang terimbangi atau hingga Lembah Gelombang yang terimbangi. Berikut Fungsi Bilangan Iribaren Memiliki Bentuk Nya Unkul Ragam Lapis Lindung.

Kurva pada Gambar 2.7 memiliki bentuk tak berdimensi untuk runup relative  $R_u/H_1$  atau  $R_d/H_1$  sebagai fungsi dari bilangan Iribaren, dimana  $R_u$  adalah *runup* dan  $R_d$  adalah *rundown* yang dihitung dari muka air laut rerata.



### 3. Jenis – jenis gelombang

#### a. Berdasarkan karakternya

##### 1. Gelombang Laut Pembentuk Pantai (*Constructive Wave*)

Pembentukan Pantai adalah gelombang dengan kecepatan rendah dan ketinggiannya tinggi, dan ketika jatuh ke pantai akan menyebabkan jatuhnya sedimen (material pantai).

##### 2. Gelombang Laut Perusak Pantai (*Destructive wave*)



Perusak Pantai merupakan gelombang yang ada di lautan dengan ketinggian dan kecepatan rambat yang tinggi, dan pada saat mendekati pantai akan terjadi volume udara yang besar sehingga menyebabkan puing-puing terbawa hingga ke bagian terluar lautan.

b. Berdasarkan ukurannya dan penyebabnya

1. Gelombang Kapiler (*capillary wave*)

Gelombang Kapiler adalah jenis gelombang yang biasanya diasosiasikan dengan kasar; ia memiliki panjang gelombang sekitar 1,7 meter, tetapi periodenya biasanya lebih dari 0,2 jam karena tegangan permukaan dan angin yang tidak terlalu hangat.

2. Gelombang Angin (*seas/wind wave*)

Gelombang Angin adalah gelombang dengan panjang 130 meter, terjadi antara 0 dan 9 hari, dan disebabkan oleh angin kencang.

3. Gelombang Alun (*Swell wave*)

Gelombang Alun adalah jenis gelombang yang dapat mencapai ketinggian hingga ratusan meter dalam waktu sekitar 0,9 hingga 15 hari, serta disebabkan oleh angin yang naik rentan waktu.

4. Gelombang Pasang Surut (*Tidal Wave*)

Gelombang Pasang Surut adalah gelombang yang panjang gelombangnya bisa mencapai beberapa kilometer, periodenya antara 5 – 25 jam, serta disebabkan oleh fluktuasi gaya gravitasi matahari dan bulan.

## **B. Karakteristik Gelombang**

Karakteristik Gelombang digambarkan sebagai getaran yang mengancam, baik

di lingkungan istana maupun di negara berkembang. Menurut teori, ada beberapa pengertian dan definisi gelombang, antara lain efek doppler, gelombang

Jenis gelombang pengetahuan yang paling jelas adalah getaran yang dihasilkan tanpa menggunakan bahan turunan perantar. Setiap gelombang dapat diberangus dengan media berukuran cukup atau, sebagai alternatif, ruangan tanpa media. Saat upacara sembahyang berlangsung, kelompok gelombang mentransfer energi tanpa mengganggu media yang sudah ada dari satu lokasi ke lokasi lain.

Beberapa macam gelombang hadir. Jika ada masalah, gelombang terdiri dari gelombang melintang dan memanjang. Menurut mediumnya, gelombang dapat digolongkan mekanistik dan elektromagnetisme. Selain itu, menurut amplitudonya, ada dua jenis gelombang: stasioner (diam) dan berjalan.

Ada beberapa karakter khas dalam Gelombang. Jika syarat atau percobaan yang relevan telah terpenuhi, bagian gelombang yang relevan dapat diakses. Atau, definisi gelombang yang baru dicetak dapat terungkap ketika gelombang tersebut berada pada batas dua tingkat menengah, yang mengakibatkan gelombang berikutnya mengalami mantel. Selain itu, masih ada ciri dan ciri lain dari gelombang.

Ciri-ciri Gelombang ini akan diubah menjadi ciri-ciri karakter tunggal dan definisi tunggal gelombang dengan menggunakan bahasa yang tepat.

#### 1. Koefisien Pemantulan (*Refleksi*)

Refleksivitas atau pemantulan gelombang merupakan ciri utama spesies ini. Proses pemantulan Gelombang merupakan perubahan arah rambatnya ketika berbicara dalam perdagangan baterai jarak menengah. Setiap jenis gelombang,

termasuk gelombang bunyi, tunduk pada hipotesis gelombang pemantulan.

## 2. Koefisien Pembiasan (*Refraksi*)

Bagian akhir artikel ini membahas tentang gelombang kaktetistik yang sering disebut dengan refraksi. Karena kerapata kedua medium tersebut berbeda, maka pembiasaan gelombang yang dimaksud mewakili suatu peristiwa pembelokan arah lintasan gelombang. Jika media yang digunakan berbeda, maka bias media tersebut juga akan berbeda.

## 3. Koefisien Pelenturann

Ada beberapa gelombang atau difraksi lingkaran di bawah sini. Gelombang pelentura diartikan sebagai peristiwa penyebaran gelombang pada waktu melikuran celah sempit. Meskipun demikian, sebagian besar penyebaran juga mempengaruhi bentuk gelombang dan panjang gelombang yang dilalui.

## 4. Koefisien Penguraiaann

Dispersi gelombang adalah proses pembentukan bentuk gelombang ketika mengenai medium tertentu. Dispersi dapat terjadi jika setiap panjang gelombang mempunyai deviasi yang berbeda satu sama lain karena setiap gelombang mempunyai kelajuan yang berbeda ketika media pembias diterapkan.

## 5. Koefisien Interferensii

Dibandingkan dengan dua gelombang identik dengan sifat koheren, yang mempunyai amplitudo besaran dan frekuensi yang sama dengan fase tetap, interferensi pada gelombang adalah perpaduan. Menurut kebijaksanaan konvensional, interferensi gelombang dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis: interferensi destruktif dan interferensi konstruktif (melemahkan).

## 6. Polarisasi

Dibandingkan dengan dua gelombang identik dengan sifat koheren, yang mempunyai amplitudo besaran dan frekuensi yang sama dengan fasa tetapnya, interferensi pada suatu gelombang merupakan perpaduan. Menurut kearifan konvensional, interferensi dengan gelombang dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis: interferensi destruktif dan interferensi konstruktif (melemahkan).

## 7. Efek Doppler

Ciri gelombang yang terakhir adalah efek Doppler. Pembangkitan efek Doppler adalah efek berdasarkan frekuensi yang dihasilkan dari penundaan waktu relatif antara subjek dan pengamat. Kejadian ini terjadi akibat penerima bergerak saling mendekat dan frekuensi gelombang lebih tinggi dibandingkan frekuensi sumber.

## C. Abrasi

### 1. Pengertian Abrasi

Erosi atau abrasi adalah contoh khusus. Abrasi adalah proses pantai yang disebabkan oleh energi gelombang laut dan ancaman yang terlihat jelas di medan suara. Menurut Muh. Aris, abrasi juga ikut berdampak pada erosi-celena. Simbol kekalahan yang paling terkenal dalam masyarakat Pesisiran adalah erosi pantai. Penyebabnya dikenal dengan lautus, gelombang, keberadaan vegetasi pantai, kondisi morfologi, dan adanya aktivitas manusia yang bersifat merusak pantai. Menurut Bambang Triatmodjo, seluruh wilayah Kota Permukiman dan sekitarnya merupakan pantai erosi yang merupakan pantai garis. Erosi pantai dapat berkembang secara perlahan sebagai akibat dari gelombang atau akibat kegiatan manusia seperti penanaman bakau, pemeliharaan pantai karang, pembangunan

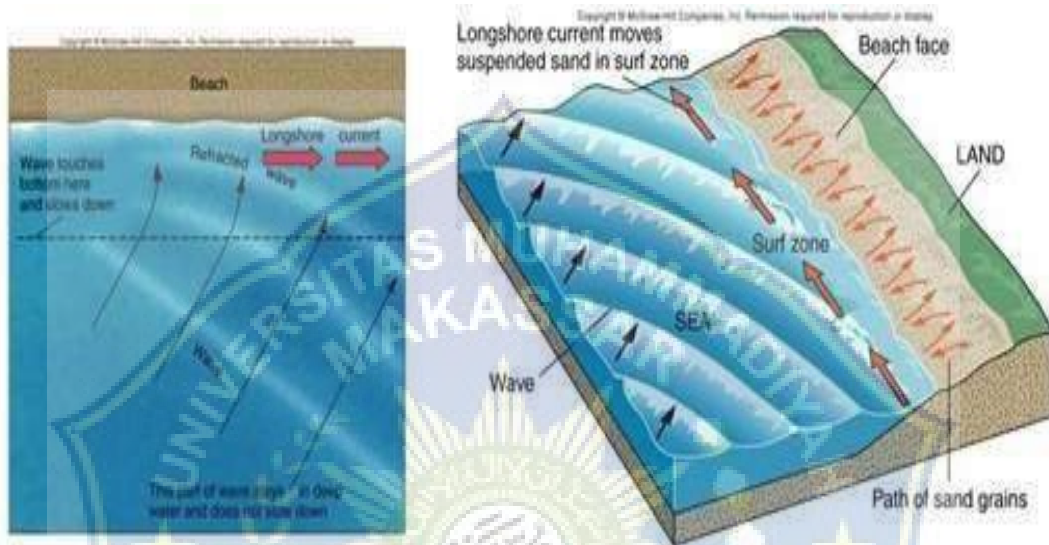
pelabuhan, atau penanaman pantai lainnya.

Menurut Ongkosongo dalam Tarigan (2007), aneka ragam pengaruh manusia, baik yang terjadi tiba-tiba maupun bertahap, merupakan penyebab utama dari 70% pantai, terutama yang berpasir. Sebagai hasil dari perubahan ketinggian, cadangan simpanan di medan lebih banyak daripada di deposito. Di luar ruangan yang berdekatan mungkin memiliki efek fisik dan fungsional terhadap abrasi. Perubahan-perubahan yang kini sedang berlangsung antara beberapa pihak dapat dilihat di sini.

- a. Pengumuman pengadaan lahan untuk pertanian, permukiman, dan dermaga akan dilakukan di Luasan Daratan atau pulau berkurang. pelabuhan atau jenis konstruksi pantai lainnya.
- b. Sampai-sampai merusak usia dermaga, tiang dermaga terkadang menjadi kikis atau mengalami korosi; pada titik ini, itu tidak lagi cocok untuk digunakan.
- c. Air tanah dan air laut bergerak berlawanan arah, yang mengakibatkan penurunan kualitas udara. Lahan tambak, batuan penyusun alluvium, dan peningkatan pengambilan air tanah dengan karakteristik pantai yang datar dan berpasir merupakan beberapa faktor yang berkontribusi terhadap terjadinya pencemaran udara yang mengganggu. Kombinasi kedua faktor ini cukup efektif menimbulkan fenomena udara yang memburuk. Peningkatan tekanan udara akibat faktor ini menyebabkan peningkatan volume udara yang menyebabkan peningkatan aliran udara.

Ketika gelombang peccatic memberi tekanan ke pantai garis, arus mungkin mulai bergerak ke pantai. Penyebab utama perubahan morfologi lautan tersebut

adalah arus sepanjang pantai yang disebut juga arus atau arus litoral (Dahuri, 2008). Fakta bahwa arus sejajar pantai merupakan jenis media yang terus menurun sejak pertama kali disebutkan oleh gelombang mungkin menjadi penyebabnya. Jauh lebih seperti gambar di bagian bawah halaman.



Gambar 2.8 Pergerakan Gelombang dan Arus Laut (Anugrahadi, 2015).

## 2. Faktor dan penyebab abrasi

Faktor manusia atau lingkungan dapat menyebabkan erosi. Suatu proses yang melambat karena faktor atmosfer disebabkan oleh angin yang ada pada gelombang dan menyebabkan gelombang yang lebih besar serta sistem aurora yang dapat menutupi seluruh negara dalam cahaya. Gelombang yang ada di pantai mungkin dapat mendeteksi anak panah atau batuan tahan lama yang akan terkena anak panah tersebut (Kodoatie, 2010). Setiap kejadian abrasi, baik besar maupun kecil, sangat dipengaruhi oleh penyebab abrasi tersebut. Karena merupakan faktor manusia dan lingkungan (antropogenetik), maka berdampak pada terjadinya kekerasan (Ramadhan, 2013).

- a. Faktor ketinggian adalah proses yang terjadi saat terjadi abrasi akibat faktor ketinggian saat angin yang berhembus di laut menimbulkan gelombang dan arus yang naik ke permukaan. Akibat dan angin tersebut memiliki kelamaan pinggir pantai kekuatan yang tahan lama. Gelombang di sekitar pantai menandakan bahwa batuan berumur panjang akan berangkat dari daratan. Kekuatan gelombang terbesar terjadi pada waktu tidur untuk mengontrol proses abrasi yang sedang berlangsung. Sebaliknya, aktivitas manusia memiliki hubungan yang renggang dengan laju abrasi.
- b. Mangrove Pengusakan Terumbu Karang, pasir pantai penebaran, dan faktor antropogenik lainnya termasuk dalam istilah "penebaran". Laju gelombang serangan pantai semakin lambat akibat kerusakan terumbu karang. Selama mangrove terus dirusak, gelombang akan terus tumbuh dan mengancam wilayah pantai. Mangrove berfungsi sebagai pemecah gelombang yang mengkhawatirkan. Karena pasir laut akan sangat terpengaruh oleh kecepatan dan arah arus yang menyebabkan pantai, baik daerah tempat peledakan pasir maupun daerah sekitar, penambangan pasir memiliki dampak yang sangat besar. di abrasi pantai.

Untuk mengubah keadaan agar suatu faktor lingkungan dapat bertindak lambat dan mantap terhadap terjadinya serangan, faktor antropogenik menyebabkan lingkungan tertentu menjadi rusak di desa pantai. Hal ini penting untuk diingat untuk membantu menggambarkan rencana tersebut sebagai cara memulihkan ekosistem yang sehat dan seimbang sambil meminimalkan penyebab kerusakan.

### **3. Upaya pencegahan Abrasi**

Daerah paling rentan terhadap perubahan iklim adalah daerah pesisir. Untuk menghentikan kerusakan lingkungan yang semakin parah jauh dari kawasan yang dipenuhi sangkut, tindakan segera harus dilakukan. Ada dua metode penataan yang berbeda dan penataan cagar lingkungan non-struktural. Menurut struktur (fisik), solusi untuk masalah degradasi lingkungan di wilayah pesisir adalah dengan menyediakan konektor padat atau permeabel yang terbuat dari cincin. Mangrove, bukit pasir pantai, dan buatan terumbu karang umumnya dipahami (gumuk pasir) secara khusus disebutkan. Sebagai alternatif, seseorang dapat membuat berbagai struktur pelindung, seperti botol air, tanggul, tembok laut, atau jenis lainnya (Sanjoto, 2010).

#### **D. Pesisir**

Menurut Nontji (2002), hubungan antara kenयरिंग dan daratan dapat disimpulkan sebagai berikut: kenयरिंग dapat dikaitkan dengan proses seperti sedimentasi, air tawar, dan kebisingan buatan manusia, sedangkan kenयरिंग dapat dikaitkan dengan proses seperti sifat—suara hening, seperti kebisingan dari kendaraan yang lewat dan kebisingan dari kebisingan yang mengganggu.

Menurut Carlos (2011), wilayah pesisir adalah suatu bentuk kehilangan antara suara dan panas. Dalam hal bunyi, wilayah pesisir mengidentifikasi bunyi yang dipengaruhi oleh proses-proses seperti sedimentasi dan aliran air tawar, serta yang dipengaruhi oleh manusia dalam hal panas dan dingin (seperti penggundulan dan pencemaran) (Carlos, 2011)

Hal ini menandakan bahwa tidak ada kelelawar lain selain kelelawar khayal yang telah rusak akibat lingkungan sekitar dan keterpurukan. Poin penting dalam



definisi "wilayah" adalah bahwa ia mengacu pada ekosistem yang beragam dan memiliki kisaran habitat yang luas, dari yang tenang hingga yang bising. Sistem Wilayah Pesisir berbeda dengan kebijaksanaan konvensional. Kegiatan Pembangunan dapat dimanfaatkan sebagai akibat lemahnya sistem ekonomi Masyarakat.

Meskipun istilah pesisir pantai digunakan di Indonesia, istilah pesisir pantai mengacu pada wilayah daratan yang terbagi menjadi dua bagian: laut dan daratan. Laut dibagi menjadi dua bagian: laut dan darat. Laut dibagi menjadi dua bagian: laut dan darat. Laut dibagi menjadi dua bagian: laut dan darat. Laut dibagi menjadi dua bagian: laut dan darat.

Berbicara secara individual, selalu ada satu sistem pendidikan (ekosistem) dan satu orang. Ekosistem Pesisir memiliki dua pilihan: baik atau baik. Ekosistem yang dapat ditemukan di zona pesisir antara lain mangrove, rumput laut, pasir pantai, pes-caprea, baringtonia, muara, danau, dan delta. Ada banyak sistem ekonomi yang berbeda di antaranya, termasuk tambak, sawah pasang surut, pertanian industri, dan pemukiman.

#### **E. Angin**

Berbicara secara individual, selalu ada satu sistem pendidikan (ekosistem) dan satu orang. Ekosistem Pesisir memiliki dua pilihan: baik atau baik. Ekosistem yang dapat ditemukan di zona pesisir antara lain mangrove, rumput laut, pasir pantai, pes-caprea, baringtonia, muara, danau, dan delta. Ada banyak sistem ekonomi yang berbeda di antaranya, termasuk tambak, sawah pasang surut, pertanian industri, dan pemukiman.

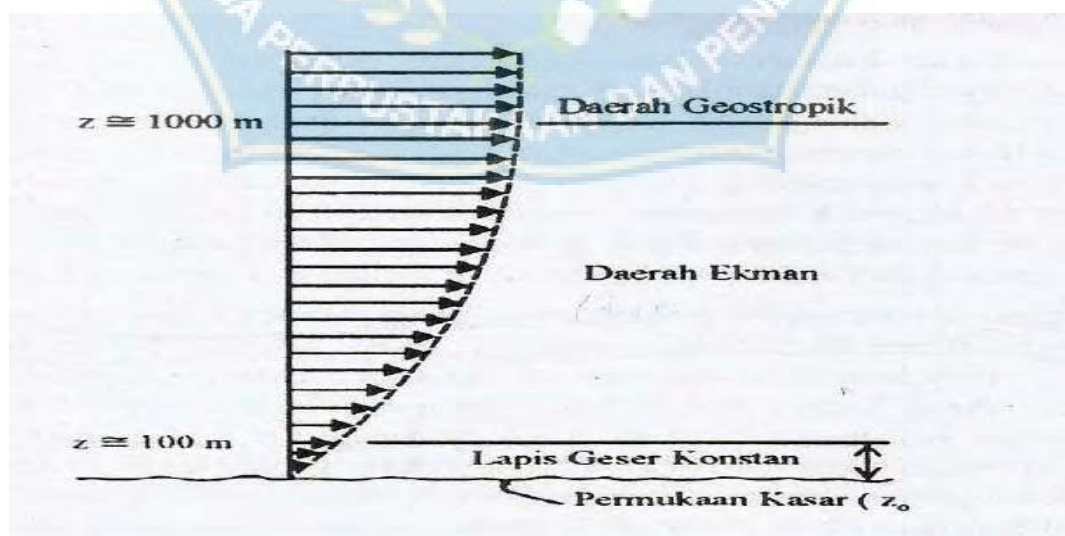
Angin yang terkekang mencegah pemaian udara di sekitarnya sehingga menyebabkan udara riak atau gelombang kecil. Riak yang dimaksud akan menjadi lebih besar dan akhirnya mulai menekuk gelombang jika kecepatan dan durasi hembusan dipertahankan.

### 1. Distrinusi kecepatan anginn

Menurut permukaan tanah, tiga wilayah yang membentuk puncak angin di atas lautan berbeda. Pada daerah geotropis yang luasnya di atas 1000 meter, sudut angin tambah adalah konstan. Ada dua wilayah di luar ketinggian: Ekman, yang hadir dalam ketinggian 100 hingga 1000 meter, dan Konstan, yang hadir dalam ketinggian 10 hingga 100 meter. Kecepatan dan arah angin berubah di kedua wilayah tersebut karena perbedaan suhu di udara dan tanah.

Di daerah tegangan konstan, profil vertikal dari kecepatan angin mempunyai bentuk berikut:

$$U(y) = \frac{U_*}{K} \left\{ \ln \left( \frac{y}{y_0} \right) - \Psi \left( \frac{y}{L} \right) \right\} \dots \dots \dots (2.21)$$



## 2. Angin Membentuk Gelombang

Tinggi dan periode gelombang ditentukan oleh kecepatan sudut benda, waktu, busur, dan momentum sudut. Hilangnya energi akan terjadi ketika angin membelok ke langit di atas permukaan. Situasi yang semakin mencekam akan mengakibatkan tegangan di permukaan laut, yang akan menyebabkan munculnya riak gelombang kecil di seluruh permukaan laut. Jika detak jantung meningkat, riak akan semakin besar, dan jika detak jantung meningkat, gelombang akan meningkat. Waktu berlalu dengan cepat, dan jantungku terus berdebar, begitu pula dengan bentuk gelombang.

## 3. Kecepatan angin

Data angin dapat diperoleh dari permukaan air dengan menggunakan kapal pengukuran yang dilakukan di kapal atau darat, yang sering dilakukan di bandara. Data angin permukaan laut sangat berguna untuk data gelombang. Data angin dan pengukuran kapal diperiksa sesuai dengan aturan di bawah ini:

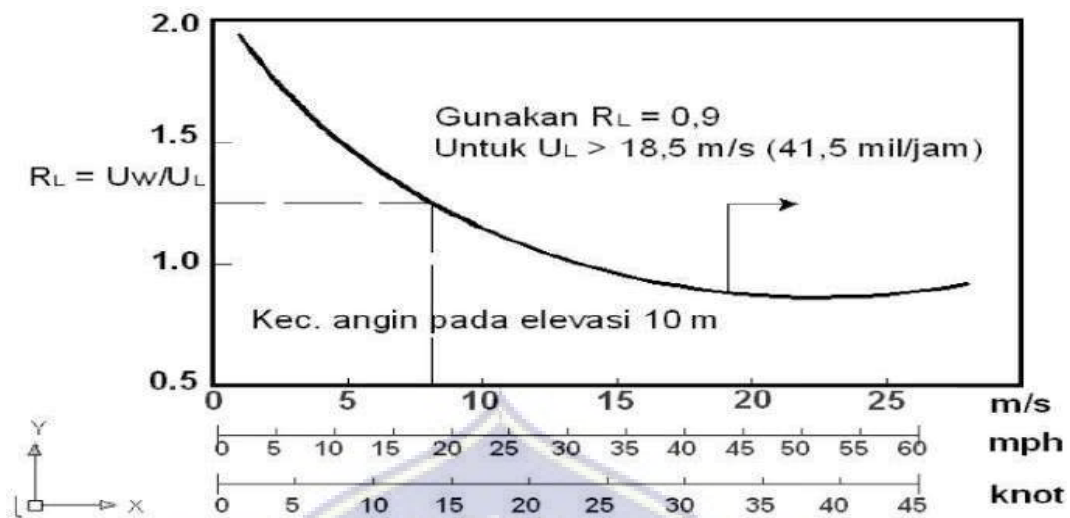
$$U = 2,16 U_s^{7/9} \dots\dots\dots (2.22)$$

Dimana :

$U_s$  = Kecepatan angin yang diukur kapal (Knot)

$U$  = Kecepatan angin terkoreksi (Knot)

Pengukuran angin di daratan, karena di rumus-rumus pembangkitan gelombang data angin yang digunakan adalah di atas permukaan laut. Oleh karena itu, diperlukan transformasi dari data angin di sekitar lokasi penelitian menjadi data angin di sekitar lautan. Berdasarkan hasil eksperimen di Danau Grat, Amerika telah dibuat grafik yang menghubungkan laju angin di lautan dengan laju angin di laut.



Rumus-rumus dan grafik-grafik pembangkitan gelombang mengandung variabel  $UA$  yaitu faktor tegangan angin (*wind stress factor*) yang dapat dihitung dari kecepatan angin. Setelah dilakukan berbagai konversi kecepatan angin seperti yang dijelaskan diatas ,kecepatan angin dikonversikan pada faktor tegangan angin dengan menggunakan rumus berikut :

$$UA = 0,71U^{1,23} \dots\dots\dots (2.24)$$

Dimana  $U$  adalah kecepatan angin dalam  $m/d$

#### 4. Peramalan Gelombang (*Hindcasting*)

Oleh karena itu, data dari angin dapat digunakan untuk menentukan intensitas dan tingkat gelombang di lokasi tertentu. Data diperlukan untuk hindcasting atau gelombang peramalan sehingga rencana gelombang dengan ambang batas yang tinggi dapat terwujud. Arah angin digambarkan pada busur tengah peta (utara, timur daya, timur, tenggara, selatan, barat, dan barat laut). Kecepatan suatu benda dinyatakan dalam knot, dimana 1 knot sama dengan 1 mph atau 6.080 kaki (1.853,18 meter), atau 1 knot sama dengan 0.515 meter per hari. Ada beberapa variabel yang harus dipertimbangkan selama proses hindcasting atau gelombang,

termasuk efisiensi pengambilan dan tekanan angin.

a. Wind Stress Factor

Tinggi dan periode gelombang yang diakibatkan oleh kecepatan, durasi, busur, dan pengambilan momentum sudut benda sudut. Kehilangan energi akan diakibatkan oleh angin yang membelok di wilayah udara permukaan. Situasi yang semakin mencekam akan mengakibatkan tegangan di permukaan laut, yang akan menyebabkan munculnya riak gelombang kecil di seluruh permukaan laut. Jika detak jantung meningkat, riak akan semakin besar, dan jika detak jantung meningkat, gelombang akan meningkat. Waktu berlalu dengan cepat, dan jantungku terus berdebar, begitu pula dengan bentuk gelombang.

1) Koreksi Terhadap Elevasi

Faktor tekanan angin ditentukan oleh kecepatan angin yang ditetapkan pada ketinggian 10 meter di atas permukaan tanah. Jika data tidak dipulihkan dalam beberapa hari ke depan, langkah-langkah berikut harus diambil.

$$UU(z) \left(\frac{z}{10}\right)^{1/7} \dots\dots\dots (2.25)$$

Dimana :

U (10) = Kecepatan angin pada elevasi 10 m (m/s)

U (z) = kecepatan angin pada ketinggian pengukuran (m/s)

z = Ketinggian pengukuran (m)

2) Koreksi Stabilitas

Perbedaan stabilitas tersebut disebabkan oleh perbedaan suhu udara tempat tumbuh angin dan suhu udara tempat gelombang tumbuh. Berikut hasil korelasi stabilitas:

$$U_L = R_T U(10)_L \dots\dots\dots (2.26)$$

Dimana :

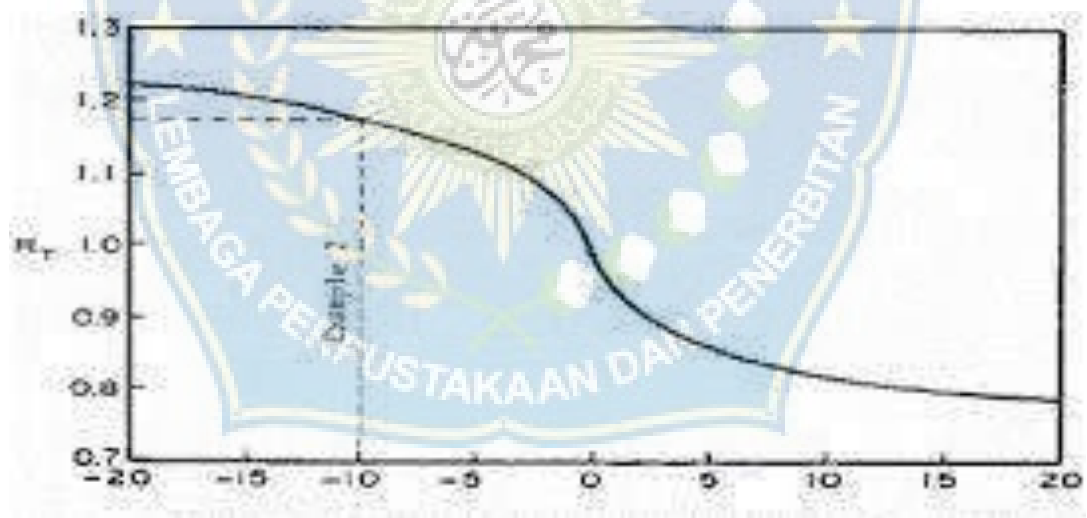
$U_L$  = kecepatan angin setelah dikoreksi (m/s)

(10) = Kecepatan angin sebelum dikoreksi (m/s)

$R_T$  = Koefisien stabilitas, nilainya didapat dari grafik.

### 3) Koreksi Efekk Lokasi studi

Ketika data angin yang telah diolah berasal dari darat, namun perlahan-lahan dibuang ke tepi laut atau bahkan ke dalam lubang lumpur, maka koreksi yang dimaksud mulai terjadi. Gunakan diagram berikut untuk mengubah perilaku bergerak kecepatan benda berbasis ruang menjadi perilaku bergerak kecepatan benda berbasis ruang:



### b. Fetch

Fetch merupakan daerah pengembangan gelombang yang diduga memiliki kecepatan angin yang tinggi dan konsisten. Selama jembatan pembangkitan gelombang di laut, fetch ditentukan oleh jenis daratan yang digunakan. Di daerah perkembangan gelombang, gelombang tidak hanya ditemukan di lokasi yang sama

dengan angin, tetapi juga di berbagai lokasi lainnya. Panjang fetch ditentukan dengan pengamatan titik dengan interval 5°.

Untuk mendapatkan fetch efektif dapat diberikan oleh persamaan berikut (Bambang Triatmodjo, 1999) :

$$F_{eff} = \frac{\sum x_i \cdot \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} \dots \dots \dots (2.27)$$

Dimana :

$F_{eff}$  = Fetch efektif yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung akhir fetch.

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

$\alpha$  = Deviasi pada kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan penambahan 5° sampai sudut sebesar 45° pada kedua sisi dari arah angin.

## F. Pasang Surutt

Istilah "pasang surut" mengacu pada tingkat tekanan udara yang sangat tinggi yang disebabkan oleh efek gravitasi dari pasang surut air laut dalam jangka panjang, terutama harian dan bulanan, di permukaan bumi. Meski populasi Bulan lebih kecil dibandingkan Matahari, namun jarak keduanya lebih dekat sehingga tarikan gravitasi Bulan terhadap Bumi lebih besar dibandingkan tarikan gravitasi Matahari. Dibandingkan percepatan gravitasi Matahari, percepatan gravitasi Bulan 2,2 kali lebih besar.

Jenis pasang surut lainnya adalah pasang tunggal dan pasang ganda, juga dikenal sebagai tanjakan dua hari dan tanjakan satu hari. Setiap daerah mempunyai

bentang alam yang unik.

Tinggi pasang surut adalah jarak vertikal yang berurutan dari air tertinggi (puncak air pasang) dan air terendah (lembah air pasang surut). Periode pasang surut adalah waktu yang diperlukan dari posisi muka air pada posisi yang lain ke posisi yang lain. Jangka waktu pasang surut bisa 12 jam 25 menit atau 24 jam 50 menit, tergantung jenis pasang surutnya.

Tinggi dan periode gelombang yang diakibatkan oleh kecepatan, durasi, busur, dan pengambilan momentum sudut benda sudut. Kehilangan energi akan diakibatkan oleh angin yang membelok di wilayah udara permukaan. Situasi yang semakin mencekam akan mengakibatkan tegangan di permukaan laut, yang akan menyebabkan munculnya riak gelombang kecil di seluruh permukaan laut. Jika detak jantung meningkat, riak akan semakin besar, dan jika detak jantung meningkat, gelombang akan meningkat. Waktu berlalu dengan cepat, dan jantungku terus berdebar, begitu pula dengan bentuk gelombang.

Gambar 12. Kurva pasang surut, (B.Triatmodjo,1999)

### **1. Tipe pasang Surutt**

Jenis pasang surut lainnya adalah pasang tunggal dan pasang ganda, juga dikenal sebagai tanjakan dua hari dan tanjakan satu hari. Setiap daerah mempunyai bentang alam yang unik :

1. Single tide of the day, yaitu pasang surut yang terjadi dalam sehari hanya satu kali pada saat air pasang dan satu kali pada saat air surut. Waktu persetujuan adalah 24 jam 50 menit.
2. Pasang surut ganda harian (semi diurnal tide), yaitu pasang surut



yang karakteristiknya hampir sama pada siang hari dan pasang surut yang terjadi secara berurutan dan berkala. Durasi diploma adalah 12 jam 24 menit.

3. Untuk pasang pasang campuran, atau pasang pasang campuran condong harian tunggal, dua hari pasang surut udara dan dua hari pasang surut udara terjadi pada hari yang sama; namun pada hari yang sama juga terjadi dua hari pasang surut air laut dan dua hari pasang surut udara dengan waktu yang tinggi dan lebih lama.
4. Meskipun waktu dan durasinya berbeda, pasang surut muatan condong harian ganda (pasang surut campuran, berlaku setengah hari) terkadang disebut sebagai pasang surut yang berlangsung selama dua hari dua malam.

## **2. Elevasi Muka air pasang surut**

Ada satu elevasi yang ditentukan dari data permukaan, yang bisa dijadikan petunjuk. Salah satu contohnya adalah sebagai berikut::

1. Air tinggi, permukaan air tertinggi yang dicapai pada saat air pasang selama siklus pasang surut.
2. Air tinggi, permukaan air tertinggi yang dicapai pada saat air pasang selama siklus pasang surut.
3. Mean High Water Level (MHWL) adalah rata-rata tinggi muka air dalam kurun waktu 19 tahun.
4. Rata-rata Ketinggian Air Rendah (MLWL) adalah rata-rata tinggi

muka air rendah selama periode 19 tahun.

5. Ketinggian air laut rata-rata (MSL) adalah tinggi muka air rata-rata antara rata-rata air tinggi dan rata-rata air rendah. Ketinggian ini dijadikan acuan untuk menentukan ketinggian tanah.
6. Ketinggian air tertinggi (HHWL) adalah tinggi muka air tertinggi pada saat air pasang purnama atau bulan baru.
7. terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.

Untuk mencapai kurun waktu sekurang-kurangnya 18,5 tahun, sedang dilakukan proses pasang surut. Selama kurun waktu tersebut, ragam harmonik yang ada digenjut secara maksimal. Faktor ini dimungkinkan untuk dianalisis dalam jangka waktu yang lebih lama untuk mempertimbangkan sejumlah peningkatan penting yang berbeda selama proses penelitian secara keseluruhan.:

#### **G. Arus**

Arus laut merupakan pergerakan permukaan atas baik dalam arah vertikal maupun horizontal yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain kepadatan, salinitas, dan faktor lainnya.

Ada dua jenis arus yang dapat dilihat di dalam atau di sekitar pantai: arus sepanjang pantai dan arus lintas pantai. Arus Searah Pantai (Longshore Current) merupakan salah satu jenis arus yang erat hubungannya dengan arus laut. Pengaruh Rusia inilah yang menyebabkan pantai berubah menjadi kelok-kelok. Ada dua daerah yang mengalami arus sejajar pantai: Pecah Gelombang dan Pantai. Arus sejajar pantai terjadi pada saat gelombang pecah menyentuh pantai sebagai akibat adanya perubahan momentum pada zona jauh.

Arus sejajar pantai mempunyai koefisien gesek sebesar 0,33 m/det, namun individu yang bersangkutan mempunyai koefisien gesek yang lebih besar. Namun orang tersebut mempunyai koefisien rasio 0,03 dan tergolong rendah. Namun orang ini mempunyai koefisien relatif 0,33 m/det dan koefisien relatif rendah.

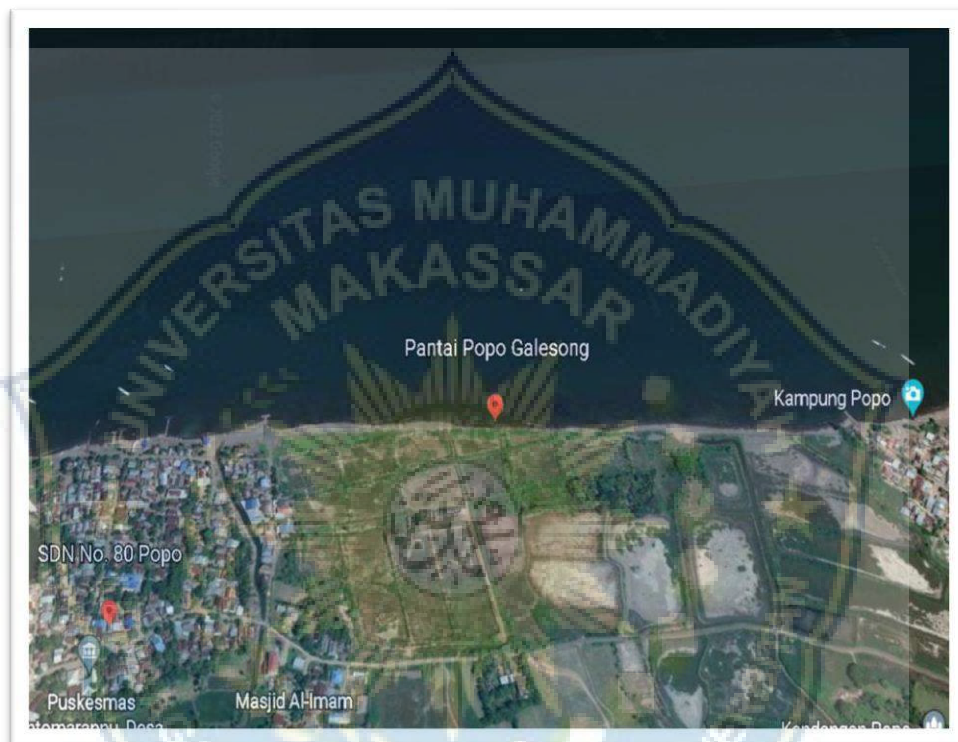
Rip Current adalah sungai yang kemungkinan besar akan tercoreng dan dicelupkan ke dalam stoking. Arus ini berasal dari gelombang yang arahnya menuju pantai. Sebuah jalan akan diblokir ke arah laut ketika arus dihilangkan dari panta. Rus tersebut tentunya tersedia di berbagai tempat, seperti pantai yang berfungsi sebagai dermaga gosong pasir tau. Rip Current adalah band yang bagus karena bisa memainkan mesin slot dengan gerakan yang halus. Pantai Parangtritis adalah sebutan untuk pantai arus deras yang ada di Indonesia.



### BAB III. METODE PENELITIAN

#### A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Tempat meneliti kami yang kerjakan berada di Pesisir pantai Galesong lebih tepatnya di Pesisir Pantai Desa Popo Kecamatan Galesong Selatan, Kab. Takalar, Sulawesi Selatan pada titik koordinat ( $5^{\circ}32'68.23''S$   $119^{\circ}35'39.15''E$ ).



#### B. Jenis Dan Sumber Data

Jenis data yang diperlukan berasal dari sumber yang berkaitan dengan penelitian, yaitu:

- a. Data detik dikumpulkan secara terus menerus dari batimeter nasional dan internasional di Stasiun Badan Klimatologi Meterologi dan Geofisika (BMKG) Paoter Makassar.
- b. Data Primer diperoleh secara terus menerus dari tempat-tempat pengumpulan data, seperti sumber data untuk data surut dan identifikasi masalah.

### C. Alat yang di Gunakan

Pada penelitian ini dibutuhkan beberapan alat dan bahan untuk mempermudah melaksanakan penelitian. Adapun alat-alat yang digunakan adalah berikut ini :

1. Rambu ukur : Alat untuk mengukur tingkat pasang surut
2. Alat tulis : Alat untuk pencatatan data mentah dilapangan
3. Laptop : Sebagai alat untuk mengelola data penelitian

### D. Analisa Data

1. Panalisa panjang fetch efektif

Dengan menggunakan metode Google Maps Peta Plot di dalam program AutoCaD, data gelombang pembangkit listrik yang dirusak oleh daratan yang mempelopori pembuatannya dapat dianalisis: Secara efektif gunakan hubungan simbiosis berikut untuk pengambilan panjang:

$$F_{eff} = \frac{\sum xi \cdot \cos\alpha}{\sum \cos\alpha}$$

Dimana :

$F_{eff}$  = Pengambilan efektif ditentukan oleh titik pengamatan gelombang pada akhir pengambilan sebelumnya.

$Xi$  = pengambilan segmen yang diukur dari titik pengamatan gelombang ke ujung akhir pengambilan.

$\alpha$  = Penyimpangan pada sumbu sudut kedua sisi menggunakan pertambahan 6 O menjadi sekitar 42 O pada sisi kedua.

Data curah hujan yang dikumpulkan selama 10 tahun terakhir oleh Maritin dan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Paotere Makassar

dimasukkan ke dalam tabel berdasarkan jumlah curah hujan setiap bulannya.

## 2. Analisis Peramalan gelombang

Saat melakukan analisis untung-untungan terhadap data periode waktu tense dan gelombang, dilakukan perbandingan sebagai berikut dengan menggunakan metodologi untung-untungan SPM 1984:

- a. Tinggi gelombang signifikan ( $H_s$ )

$$\frac{gH_s}{UA^2} = 0,0016 \left( \frac{g^F}{UA^2} \right)^{1/2}$$

- b. Periode gelombang signifikan ( $T_s$ )

$$\frac{gT_s}{UA} = 0,2857 \left( \frac{g^F}{UA^2} \right)^{1/3}$$

- c. Durasi pertumbuhan gelombang ( $T_c$ )

Untuk panjang gelombang ( $L$ ) di perairan dalam dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (CERC, 1984 dan Horikawa, 1988):

$$L = \frac{gT_c^2}{2\pi} = 1.56T_c^2$$

- d. Periode kala ulang gelombang

Hasil perhitungan periode kala ulang gelombang digunakan untuk menemukan tinggi gelombang rencana ( $H_r$ ) di laut dalam untuk kala 11 tahun.

- e. Analisis pasang surut

Saat menganalisis data pasang surut, digunakan Metode Admiralty. Satu-satunya metode, yang dikenal sebagai "metode laksamana", memungkinkan aliran udara sinusoidal dan rata-rata dengan meminimalkan harmonik utama, yaitu amplitudo dan nada, dari pengukuran aliran udara secara berkala selama 15 menit (15 hari) atau 29 hari. Perhitungan metode admiralty menggunakan bantuan tabel, dalam pembagian antara amplitudo konstanta pasang surut

harian utama dengan amplitudo konstanta pasang surut ganda utama dengan perhitungan bilangan formzhal, ditabelkan untuk waktu pengamatan untuk diinterpolasikan.

$$F = \frac{A(K_1)+A(Q_1)}{A(M_2)+A(S_2)}$$

Dimana :

Analisa peta topografi dan bathymetri dilakukan unruk menentukan dan mengetahui kemiringan lereng ( $\varphi$ ) dan besar pantai ( $\beta$ ). Analisis ini dengan menggunakan Metode Wentworth, (sastroprawiro, S. dan Yudo W., 1996 )

$$\varphi \text{ atau } \beta = \frac{(N-1)IK}{jh \times sk} \times 100\%$$

Dengan :

N : Jumlah kontur yang memotong horizontal

IK : interval kontur (m)

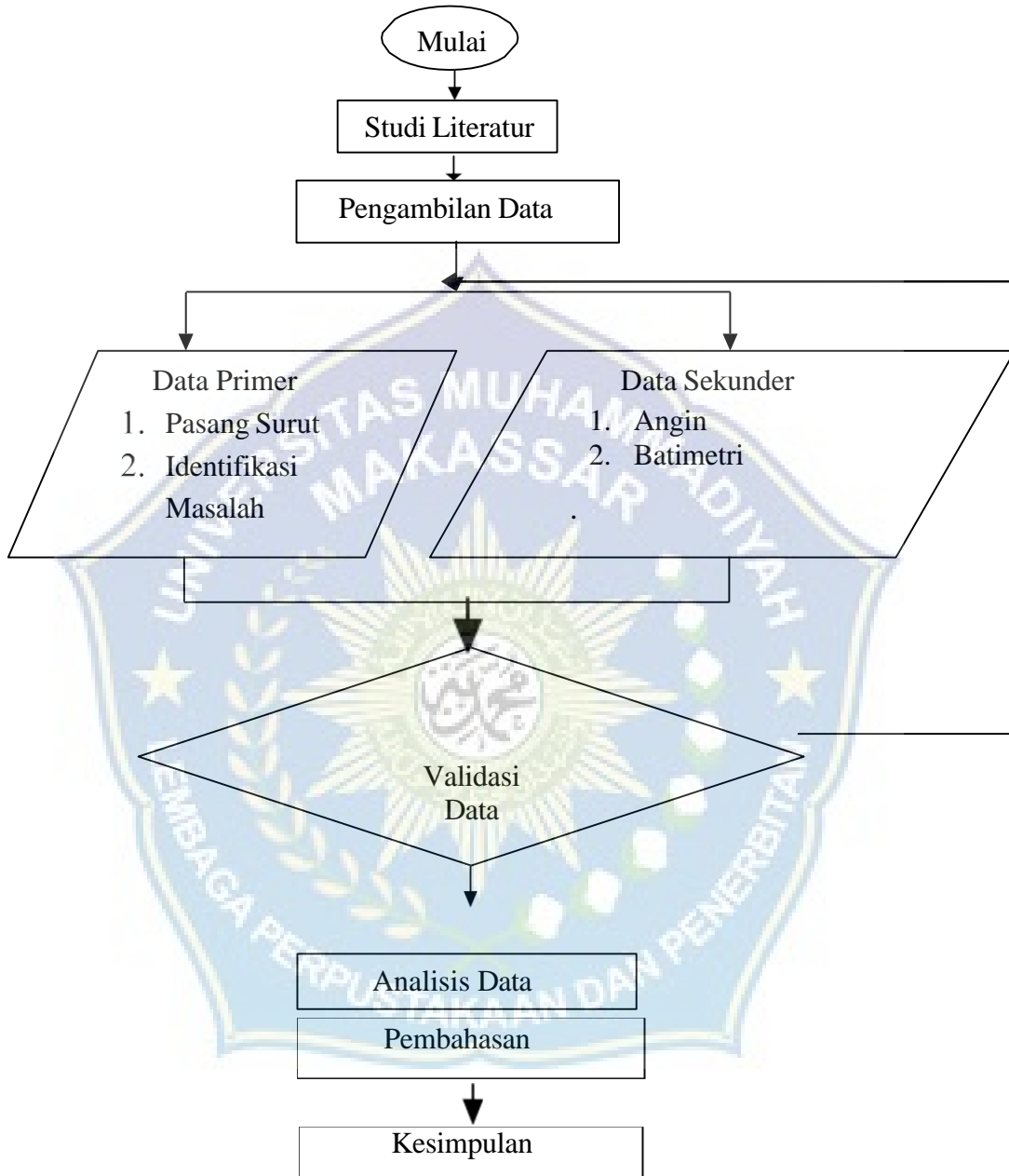
jh : Jarak hrizontal

Sk : jarak peta

f. Gelombang pecah

Dengan menganalisis beberapa parameter, seperti panjang gelombang dilaut dalam, penentuan tinggi dan kedalaman gelombang pecah dapat dicapai. Koefisien refraksi, shoaling, dan pantai semuanya hadir dengan mudah. Ketinggian dan kedalaman gelombang pecah dapat diketahui dari ciri-ciri yang kedalaman

### E. Bagan Alir Penelitian





## BAB IV. PEMBAHASAN DAN HASIL

### A. Data Angin

Data Angin yang di gunakan dalam penelitian ini di peroleh dari Stasiun Meterologi Paotere Makassar, dengan titik koordinat  $119^{\circ}21'34.97''\text{BT}$  dan  $5^{\circ}22'17.43''\text{S}$  yang Berada pada titik Pantai Popo dengan lokasi berada Kecamatan Galesong Selatan Kabupaten Takalar Sulawesi Selatan, Selain itu, ketinggian awal stasiun dari permukaan tanah adalah 5 m. Informasi yang digunakan adalah data lima tahun terakhir, atau tahun 2018 hingga 2022. Setelah dilakukan analisis terhadap data pengukuran, setiap nomor mata angin yang berasal dari tempat penelitian dihitung, dan dilakukan presentasenya.

**Tabel 2.** Persepsi Angin berdasarkan arah perjalanan di lokasi penelitian

Arah		Persentasi Kejadian	
Notasii	Derajat		%
Utaraa	0	1	1.8
Timur Lautt	45	0	0
Timuur	90	22	36.8
Tengggra	135	16	26.7
Selatann	180	1	1.8
Barat dayya	225	0	0
Baratt	270	0	0
Barat Lautt	312	20	33.3
Totall		600	1000

Stasiun Meteori Maritim Paotere Makassar

Berdasarkan tabel di atas terlihat persentase penyakit angina yang diderita di wilayah Timor (36,7%), wilayah Barat Laut (33,3%), wilayah Tenggara (26,7%), wilayah Utara (1,7%), dan wilayah Selatan kira-kira (1,7%), merupakan persentase



<b>Missing/incomplete</b>							<b>1</b>
<b>Total</b>							<b>60</b>

**Tabel 5.** Presentase Kejadian Angin

<b>Arah</b>	<b>0.50 - 2.10</b>	<b>2.10 - 3.60</b>	<b>3.60 - 5.70</b>	<b>5.70 - 8.80</b>	<b>8.80 - 11.10</b>	<b>&gt;= 11.10</b>	<b>Total (%)</b>
337,5 - 22,5	0.00	1.66	3.33	8.33	0.00	0.00	13.33
22,5 - 67,5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
67,5 - 112,5	0.00	1.66	1.66	0.00	0.00	0.00	3.33
112,5 - 157,5	3.33	5.00	10.00	16.66	26.66	0.00	61.66
157,5 - 202,5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
202,5 - 247,5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
247,5 - 292,5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
292,5 - 337,5	5.00	1.66	5.00	8.33	0.00	0.00	61.66
<b>Sub-Total</b>	<b>8.33</b>	<b>10.00</b>	<b>20.00</b>	<b>33.33</b>	<b>26.66</b>	<b>0.00</b>	<b>98.33</b>
<b>Calms</b>							<b>0.00</b>
<b>Missing/incomplete</b>							<b>1,66</b>
<b>Total</b>							<b>100.00</b>

Data angin digunakan untuk menentukan arah dan tinggi gelombang. Data yang di butuhkan adalah data arah dan kecepatan angin dimana data tersebut didapatkan dari Stasiun Meterologi Paoetere Makassar. Dari data tersebut dibuat dalam bentuk tabel dan gambar windrose seperti pada gambar di atas.

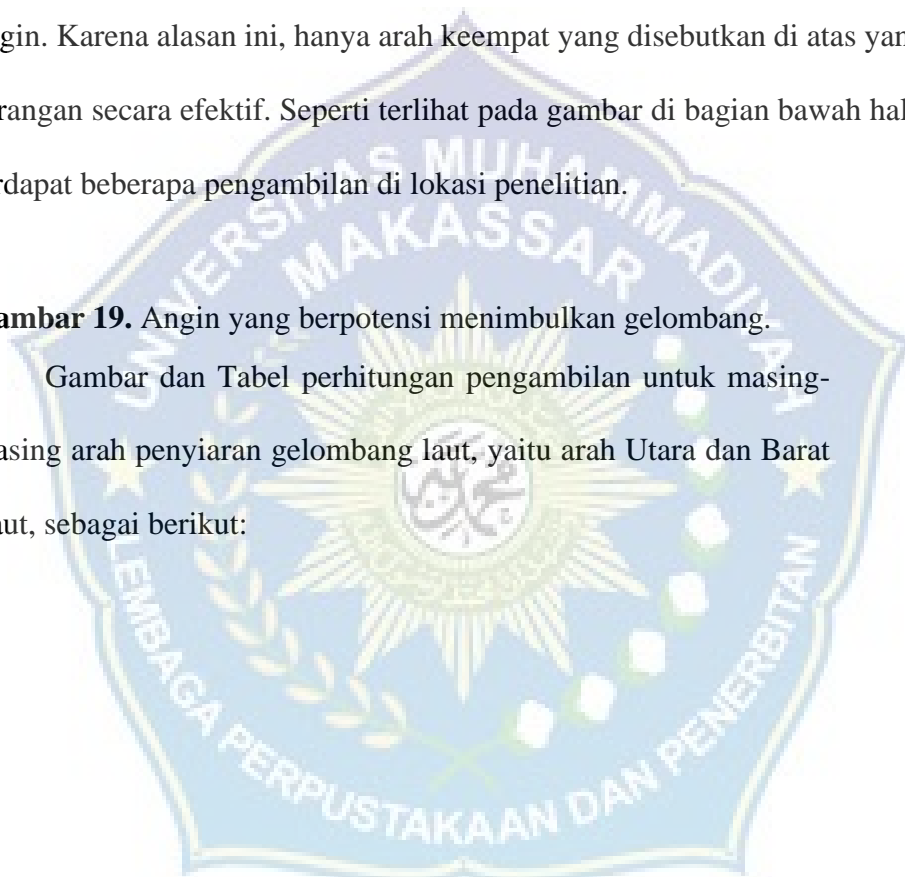
Berdasarkan data diatas di dapatkan kecepatan angin maksimum di lokasi penelitian adalah pada arah barat laut dengan persentase 61,66% dengan kecepatan maksimum 21,58 Knot = 11,101 m/s (1 Knot = 0,5144 m/s) Terjadi pada bulan Februari 2022.

## B. Fetch

Menurut letak penelitian yang relevan secara geografis, wilayah angin yang berpotensi memperbesar gelombang di wilayah penelitian adalah wilayah angin yang terletak di arah Barat Laut, dan Tenggara, sedangkan wilayah angin yang berlokasi di Tenggara dan Timur Tengah tidak secara efektif mendukung serangan angin. Karena alasan ini, hanya arah keempat yang disebutkan di atas yang terkena serangan secara efektif. Seperti terlihat pada gambar di bagian bawah halaman ini, terdapat beberapa pengambilan di lokasi penelitian.

**Gambar 19.** Angin yang berpotensi menimbulkan gelombang.

Gambar dan Tabel perhitungan pengambilan untuk masing-masing arah penyiaran gelombang laut, yaitu arah Utara dan Barat Laut, sebagai berikut:





**Gambar 20.** Panjang diambil dari wilayah , Selatan, Barat daya, dan Barat laut.

Tabel pengambilan perhitungan untuk masing-masing arah penyiaran gelombang laut dalam adalah sebagai berikut:

**Taabel 6.** Utara

	$\alpha$	Cosa	Xii	Xii cosa $\alpha$	
UTARA	-30	0,9396	200	187,938	
	-15	0,9659	200	193,185	
	-10	0,9848	190,69	187,792	
	-5	0,9961	191,02	190,293	
	0	1	0,91	910	
	Total		4,8866		760,119

Dimana :

Xi = Panjang ruas pengambilan yang dipindahkan dari titik gelombang ke dasar pengambilan

$\alpha$  = deviasi kedua sisi dari arah angin, menggunakan sudut pertambahan  $6^\circ$  hingga  $42^\circ$  pada kedua sisi sumbu sudut.

**Mengambil secara efektif dari wilayah Utara**

$$\begin{aligned}
 \mathbf{F_{eff}} &= \frac{\sum Xicos\alpha}{\sum cosa} = \frac{4,8866}{760,119} = 155,551 \text{ km} \\
 &= 155551 \text{ m}
 \end{aligned}$$

**Tabel 7.** Arah Selatan

	$\alpha$	Cosa	Xii	Xii cosa $\alpha$	
SELATAN	-30	0,9396	0,25	234,923	
	-15	0,9659	0,32	309,096	
	-10	0,9848	0,94	925,719	
	-5	0,9961	200	199,238	
	0	1	200	200,000	
	5	0,9961	200	199,238	
	20	0,9396	109,7	103,084	
	Total		6,8225		703,031

Dimana :

Xi = Panjang ruas pengambilan yang dipindahkan dari titik gelombang ke dasar pengambilan

$\alpha$  = deviasi kedua sisi dari arah angin, menggunakan sudut pertambahan  $6^\circ$  hingga  $42^\circ$  pada kedua sisi sumbu sudut.

**Mengambil secara efektif dari wilayah Selatan :**

$$\begin{aligned}
 \mathbf{Feff} &= \frac{\sum Xicos\alpha}{\sum cosa} = \frac{6,8225}{703,031} = 103,046 \text{ km} \\
 &= 103046 \text{ m}
 \end{aligned}$$

**Tabel 8.** Arah Barat Daya

	$\alpha$	Cosa	Xii	Xii cosa $\alpha$	
BARAT DAYA	-30	0,9396	10,89	102,253	
	-15	0,9659	0,11	106,251	
	-10	0,9848	9,88	973,900	
	-5	0,9961	9,29	925,648	
	0	1	9,73	973,000	
	10	0,9848	200	196,961	
	15	0,9659	14,72	142,430	
	Total		6,8373		250,234

Dimana :

Xi = Panjang ruas pengambilan yang dipindahkan dari titik gelombang ke dasar pengambilan

$\alpha$  = deviasi kedua sisi dari arah angin, menggunakan sudut pertambahan  $6^\circ$  hingga  $42^\circ$  pada kedua sisi sumbu sudut.

**Mengambil secara efektif dari wilayah Barat Daya :**

$$\begin{aligned}
 F_{eff} &= \frac{\sum Xicos\alpha}{\sum cosa} = \frac{6,8373}{250,234} = 36,598 \text{ km} \\
 &= 36598 \text{ m}
 \end{aligned}$$



**Tabel 9.** Arah Barat

	$\alpha$	Cosa	Xii	Xii cosa $\alpha$	
BARAT	-30	0,9369	135,3	127,040	
	-15	0,9659	200	193,185	
	-10	0,9848	200	196,961	
	-5	0,9961	200	199,238	
	0	1	92,01	92,010	
	5	0,9961	146,39	145,832	
	10	0,9848	200	196,961	
	15	0,9659	200	193,185	
	20	0,9396	200	187,938	
	Total		8,7732		161,631

Dimana :

$X_i$  = Panjang ruas pengambilan yang dipindahkan dari titik gelombang ke dasar pengambilan

$\alpha$  = deviasi kedua sisi dari arah angin, menggunakan sudut pertambahan  $6^\circ$  hingga  $42^\circ$  pada kedua sisi sumbu sudut.

**Mengambil secara efektif dari wilayah Barat:**

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} = \frac{8,7732}{141,802} = 161,631 \text{ km}$$

$$= 161631 \text{ m}$$

**Tabel 10.** Arah Barat Laut

	$\alpha$	Cosa	Xii	Xii cosa $\alpha$	
BARAT LAUT	-30	0,9369	135,3	127,040	
	-10	0,9848	200	196,961	
	-5	0,9961	200	199,238	
	0	1	200	200,000	
	5	0,9961	200	199,238	
	10	0,9848	200	196,961	
	15	0,9659	80,14	77,409	
	20	0,9396	200	187,938	
	Total		7,8335		1450934

Dimana :

Xi = Panjang ruas pengambilan yang dipindahkan dari titik gelombang ke dasar pengambilan

$\alpha$  = deviasi kedua sisi dari arah angin, menggunakan sudut pertambahan  $6^\circ$  hingga  $42^\circ$  pada kedua sisi sumbu sudut.

**Mengambil secara efektif dari wilayah Barat Laut:**

$$\begin{aligned}
 \mathbf{Feff} &= \frac{\sum Xicos\alpha}{\sum cosa} = \frac{7,8335}{1450934} = 185221 \text{ km} \\
 &= 185,221 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Terdapat satu rekapitulasi efektif untuk masing-masing kasus anjine, yaitu sebagai berikut:

**Tabell 10 Data arah fetch lokasi penelitian**

Arah		Fef (km)	Fef (m)
U	0	155551	155,551
S	180	103046	103,046
BD	225	36598	36,598
B	270	161631	161,631
BL	315	185221	185,221

### C. Analisa Data Gelombang

Berdasarkan data gelombang maksimum di perairan Pantai Popo Galesong selatan selama Januari 2018 – Januari 2022 yang telah dirata-ratakan setiap bulannya seperti pada gambar Grafik dan tabel di bawah ini:



**Gambar 21.** Grafik Tinggi Gelombang Pantai Popo**Tabel 11.** Data Tinggi gelombang dan data angin

Tanggal	Kecepatan Angin (m/s)	Derajat	Notasi
2018-01	6.6	344	Barat Laut
2018-02	5.3	340	Barat Laut
2018-03	5.0	349	Barat Laut
2018-04	4.9	130	Tenggara
2018-05	8.7	135	Tenggara
2018-06	8.8	134	Tenggara
2018-07	9.7	134	Tenggara
2018-08	9.4	138	Tenggara
2018-09	9.6	139	Tenggara
2018-10	8.8	152	Tenggara
2018-11	1.4	155	Tenggara
2018-12	4.4	333	Barat Laut
2019-01	7.1	336	Barat Laut
2019-02	2.8	346	Barat Laut
2019-03	5.3	347	Barat Laut
2019-04	2.1	93	Timur
2019-05	9.0	130	Timur
2019-06	9.0	140	Tenggara
2019-07	9.6	124	Timur
2019-08	10.5	129	Timur
2019-09	10.4	131	Timur
2019-10	10.1	137	Tenggara
2019-11	7.6	149	Selatan
2019-12	1.5	332	Barat Laut

Sumber: BMKG Paotere

Dari gambar di atas dapat diketahui bahwa selama Januari 2018 – Januari 2022 tinggi gelombang di Pantai Popo cenderung normal dimana maksimal tinggi gelombang yaitu berkisar 0,84 meter, terjadi pada bulan Oktober 2019. Sedangkan

gelombang minimum berkisar antara 0,03 meter yang terjadi pada bulan April 2022.

**a. Panjang Gelombang**

Untuk menentukan panjang gelombang menggunakan rumus

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

Dimana :

$L_o$  = Panjang gelombang

$T_o$  = Periode gelombang

Diketahui Tertinggi Gelombang pada bulan Oktober tahun 2019 = 0,84 m dan menentukan periode gelombang digunakan metode hindcasting dengan rumus :

$$T_o = 1,0258 * H_o + 6,1070 * H_o$$

$$T_o = 1,0258 * 0,84 + 6,1070 * 0,84$$

$$T_o = 5,98 \text{ det}$$

Untuk Periode gelombang pada bulan Oktober 2019 yaitu 5,98 detik, maka panjang gelombang adalah :

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

$$L_o = 1,56 * (5,98)^2$$

$$L_o = 55,78 \text{ m}$$

Adapun tabel periode gelombang dan panjang gelombang dibawah ini

**Tabel 12.** Data periode gelombang dan panjang gelombang

Tanggal	Tinggi Gelombang (m)	Periode Gelombang (det)	Panjang Gelombang (m)
2018-01	0.30	2.16	7.27
2018-02	0.28	1.99	6.17
2018-03	0.29	2.04	6.52
2018-04	0.05	0.36	0.20
2018-05	0.06	0.39	0.24
2018-06	0.08	0.59	0.54
2018-07	0.06	0.45	0.32
2018-08	0.08	0.59	0.53
2018-09	0.64	4.55	32.23
2018-10	0.15	1.07	1.79
2018-11	0.22	1.60	4.00
2018-12	0.26	1.86	5.39
2019-01	0.44	3.15	15.44
2019-02	0.30	2.13	7.10
2019-03	0.31	2.20	7.53
2019-04	0.14	1.02	1.63
2019-05	0.05	0.36	0.20
2019-06	0.08	0.57	0.51
2019-07	0.68	4.83	36.36
2019-08	0.51	3.62	20.50
2019-09	0.64	4.56	32.46
2019-10	0.84	5.98	55.78
2019-11	0.75	5.38	45.18
2019-12	0.11	0.81	1.02

**b. Mawar Gelombang (*Waverose*)**

Mawar Gelombang (*Waverose*) adalah sebuah metode penggambaran informasi mengenai frekuensi kejadian pada tiap arah mata angin dan kelas ketinggian gelombang pada lokasi dan waktu yang telah di tentukan. *Waverose* menghasilkan nilai tinggi gelombang air laut dalam satu centimeter (cm) atau meter (m). Hasil analisis *Waverose* didapatkan bahwa arah gelombang yang berasal dari arah Barat Laut lebih mendominasi dengan ketinggian gelombang 0,84 m dan bulan Oktober merupakan bulan dimana tinggi gelombang mencapai titik tertingginya.

Adapun gambar mawar gelombang (*Waverose*) sebagai berikut.

**Gambar 22.** Mawar Gelombang (*Waverose*)

Dari gambar mawar gelombang Wavedi atas dapat dilihat gelombang dari arah Barat laut dengan kecepatan berkisar antara 5,70-8,80 (m/s) dan gelombang tertinggi 0,84 m dengan periode 5,98 m/dtk. Gelombang yang berbentuk relatif besar pada saat musim barat jika di bandingkan musim timur dan musim peralihan. Sehingga kecepatan angin agak kuat hal yang sama terjadi juga pada musim peralihan dan musim timur.

Sehingga angin bertiup dominan dari arah barat ke timur. Menurut (Tjasyono, dan Mustofa, 2000) perbedaan arah angin dalam dua musim yaitu musim barat dan timur, dimana musim barat terjadi pada saat musim dingin di bumi bagian utara yang umumnya terjadi pada bulan oktober hingga april dan puncaknya terjadi pada bulan desember, januari dan februari, senaliknya pada musim dingin bumi bagian selatan yang terjadi antara bulan april hingga oktober

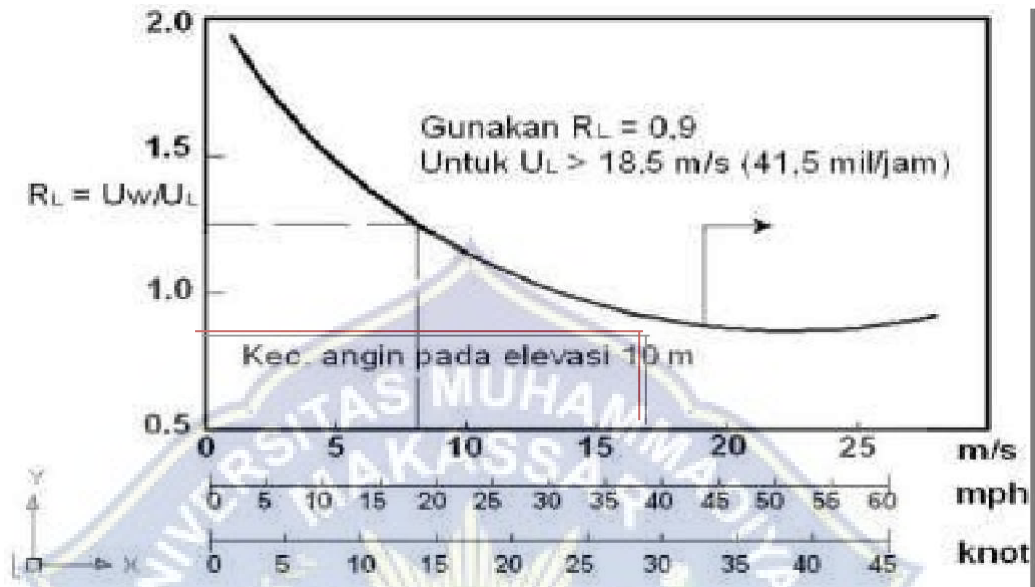
**D. Peramalan tinggi dan periode gelombang**

Untuk keperluan peramalan gelombang biasanya digunakan untuk kecepatan angin pada ketinggian 10 m. Apabila kecepatan di ukur pada ketinggian tersebut maka kecepatan angin perlu dikoreksi terhadap 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 laju aliran angin maksimum yang diamati setiap bulannya di

perlintasan RL dengan menggunakan grafik yang menghubungkan laju aliran angin di laut dan di perlintasan UW dengan rumus:



**Gambar 23.** Grafik hubungan antara koreksi angin

$$t_1 = \frac{1609}{U_{10}}$$

$$t_1 = \frac{1609}{10,9}$$

$$= 147,614 \text{ meter/detik}$$

$$U_{3600} = \frac{U_{10}}{R_L}$$

$$= \frac{10,9}{0,90}$$

$$= 12,1 \text{ meter/detik}$$

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

$$= 12,1 \cdot 1,371$$

$$= 16,58 \text{ m/detik}$$

Hitung  $U_w$  dengan rumus :



$$\begin{aligned}
 U_w &= U_s \times R_L \\
 &= 16,58 \cdot 0,997 \\
 &= 16,53 \text{ meter/detik}
 \end{aligned}$$

Hitung  $U_A$  dengan rumus :

$$\begin{aligned}
 U_A &= 0,71 \times U_w^{1/23} \\
 &= 0,71 \times 16,53^{1/23} \\
 &= 11,73 \text{ m/detik}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil analisis parameter sebelumnya, kecepatan angin maksimum yang dibatasi selama bulan Oktober 2019 berasal dari Barat Laut yang memiliki gelombang tinggi sekitar 0,84 meter dan periode gelombang sekitar 5,98 detik.

Dimana

UL = Kecepatan angin didarat

RL = Faktor Edukasi

RT = Koefisien Stabilitas

UW = Kooreksi Lokasi

Berdasarkan indeks UA dan pengambilan, tinggi dan periode gelombang dapat ditentukan dengan menggunakan grafik pemancaran gelombang.

Berdasarkan tabel dibawah ini hasil parameter hitching gelombang tahun 2018 sampai dengan tahun 2022.

**Tabel 13.** Hasil perhitungan parameter gelombang 2018

bulan	Tahun	derajat	Arah	WindSpd	U10	t1	RL	U3600	RT	US	Uw	UA	Fetch	t	Cek	t min	Limited	Fetch Min	H	T	H	T
				(m/s)	(m/dtk)	(dtk)		(m/dtk)		(m/dtk)	(m/dtk)	(cm/dtk)	(m/dtk)	(dtk)				(m)	(m)	(dtk)		
1	2018	344.07399	N	6.63	6.63	242.81	0.9	7.36	1.37	10.10	9.09	10.72	155551	3600	Nonfully	42158	Durasi Ltd	3882	0.341	2.2	0.503	5.425
2	2018	340.04144	N	5.34	5.34	301.55	0.9	5.93	1.37	8.13	7.32	8.21	155551	7200	Nonfully	46075	Durasi Ltd	9609	0.411	2.7		
3	2018	349.30563	N	4.99	4.99	322.24	0.9	5.55	1.37	7.61	6.85	7.57	155551	10800	Nonfully	47345	Durasi Ltd	16947	0.503	3.1		
4	2018	130.10467	SE	4.91	4.91	327.61	0.9	5.46	1.37	7.48	6.74	7.42	0	3600	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
5	2018	135.32172	SE	8.74	8.74	184.11	0.9	9.71	1.37	13.32	11.99	15.07	0	7200	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
6	2018	133.70702	SE	8.80	8.80	182.74	0.9	9.78	1.37	13.42	12.08	15.21	0	10800	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
7	2018	134.33589	SE	9.72	9.72	165.53	0.9	10.80	1.37	14.81	13.33	17.17	0	14400	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
8	2018	137.9679	SE	9.44	9.44	170.47	0.9	10.49	1.37	14.38	12.95	16.56	0	18000	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
9	2018	138.82228	SE	9.60	9.60	167.67	0.9	10.66	1.37	14.62	13.16	16.90	0	21600	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
10	2018	151.59217	SE	8.81	8.81	182.57	0.9	9.79	1.37	13.43	12.09	15.22	0	25200	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
11	2018	155.23282	SE	1.42	1.42	1130.74	0.9	1.58	1.37	2.17	1.95	1.62	0	28800	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
12	2018	332.69609	NW	4.44	4.44	362.73	0.9	4.93	1.37	6.76	6.08	6.54	185221	3600	fully	55834	-	185221	0.162	5.4		

**Tabel 14.** Hasil perhitungan parameter gelombang 2019

bulan	Tahun	derajat	Arah	WindSpd	U10	t1	RL	U3600	RT	US	Uw	UA	Fetch	t	Cek	t min	Limited	Fetch Min	H	T	H	T
				(m/s)	(m/dtk)	(dtk)		(m/dtk)		(m/dtk)	(m/dtk)	(cm/dtk)	(m/dtk)	(dtk)				(m)	(m)	(dtk)		
1	2019	336.27698	NW	7.12	7.12	226.14	0.9	7.91	1.37	10.84	9.76	11.70	185221	7200	Nonfully	46000	Durasi Ltd	11470	0.640	3.2	0.640	3.192
2	2019	346.15533	N	2.77	2.77	581.68	0.9	3.07	1.37	4.22	3.79	3.66	155551	3600	fully	60318	-	155551	0.091	3.0		
3	2019	346.79501	N	5.26	5.26	305.91	0.9	5.84	1.37	8.02	7.21	8.07	155551	7200	Nonfully	46347	Durasi Ltd	9525	0.402	2.7		
4	2019	93.197113	E	2.10	2.10	767.64	0.9	2.33	1.37	3.19	2.87	2.60	0	3600	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
5	2019	130	SE	9.00	9.00	178.78	0.9	10.00	1.37	13.72	12.34	15.62	0	3600	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
6	2019	140	SE	9.00	9.00	178.78	0.9	10.00	1.37	13.72	12.34	15.62	0	7200	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
7	2019	124.31732	SE	9.62	9.62	167.17	0.9	10.69	1.37	14.67	13.20	16.97	0	10800	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
8	2019	128.55302	SE	10.47	10.47	153.65	0.9	11.64	1.37	15.96	14.36	18.82	0	14400	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
9	2019	131.13605	SE	10.39	10.39	154.82	0.9	11.55	1.37	15.84	14.25	18.65	0	18000	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
10	2019	136.67643	SE	10.10	10.10	159.38	0.9	11.22	1.37	15.38	13.85	17.99	0	21600	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
11	2019	149.05921	SE	7.59	7.59	212.11	0.9	8.43	1.37	11.56	10.40	12.66	0	25200	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
12	2019	331.61757	NW	1.50	1.50	1074.63	0.9	1.66	1.37	2.28	2.05	1.72	185221	3600	fully	87153	-	185221	0.043	1.4		

**Tabel 15.** Hasil perhitungan parameter gelombang 2020

bulan	Tahun	derajat	Arah	WindSpd	U10	t1	RL	U3600	RT	US	Uw	UA	Fetch	t	Cek	t min	Limited	Fetch Min	H	T	H	T
				(m/s)	(m/dtk)	(dtk)		(m/dtk)	(m/dtk)	(m/dtk)	(m/dtk)	(cm/dtk)	(m/dtk)	(dtk)				(m)	(m)	(dtk)		
1	2020	324.09309	NW	5.59	5.59	288.06	0.9	6.21	1.37	8.51	7.66	8.69	185221	7200	Nonfully	50799	Durasi Ltd	9883	0.441	2.8	0.565	3.292
2	2020	336.96161	NW	5.38	5.38	299.03	0.9	5.98	1.37	8.20	7.38	8.30	185221	10800	Nonfully	51584	Durasi Ltd	17744	0.565	3.3		
3	2020	351.80173	N	2.70	2.70	595.40	0.9	3.00	1.37	4.12	3.71	3.56	155551	3600	fully	60897	-	155551	0.088	2.9		
4	2020	98.966972	E	2.43	2.43	662.56	0.9	2.70	1.37	3.70	3.33	3.12	0	3600	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
5	2020	118.37506	SE	6.00	6.00	268.14	0.9	6.67	1.37	9.14	8.23	9.49	0	3600	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
6	2020	124.39378	SE	9.43	9.43	170.61	0.9	10.48	1.37	14.37	12.93	16.55	0	7200	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
7	2020	125.25563	SE	10.86	10.86	148.10	0.9	12.07	1.37	16.56	14.90	19.69	0	10800	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
8	2020	127.02757	SE	9.49	9.49	169.51	0.9	10.55	1.37	14.46	13.02	16.68	0	14400	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
9	2020	132.38597	SE	10.16	10.16	158.35	0.9	11.29	1.37	15.48	13.94	18.14	0	18000	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
10	2020	136.53352	SE	7.39	7.39	217.58	0.9	8.22	1.37	11.27	10.14	12.27	0	21600	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
11	2020	127.44713	SE	2.82	2.82	571.09	0.9	3.13	1.37	4.29	3.86	3.74	0	25200	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
12	2020	330.65077	NW	5.78	5.78	278.38	0.9	6.42	1.37	8.81	7.93	9.06	185221	3600	Nonfully	50092	Durasi Ltd	3569	0.277	2.0		

**Tabel 16.** Hasil perhitungan parameter gelombang 2021

bulan	Tahun	derajat	Arah	WindSpd	U10	t1	RL	U3600	RT	US	Uw	UA	Fetch	t	Cek	t min	Limited	Fetch Min	H	T	H	T
				(m/s)	(m/dtk)	(dtk)		(m/dtk)		(m/dtk)	(m/dtk)	(cm/dtk)	(m/dtk)	(dtk)				(m)	(m)	(dtk)		
1	2021	325.65575	NW	6.38	6.38	252.23	0.9	7.09	1.37	9.72	8.75	10.23	185221	7200	Nonfully	48107	Durasi Ltd	10725	0.541	3.0	0.692	4.743
2	2021	325.29518	NW	6.14	6.14	261.91	0.9	6.83	1.37	9.36	8.43	9.77	185221	10800	Nonfully	48855	Durasi Ltd	19251	0.692	3.6		
3	2021	343.8309	N	3.98	3.98	404.61	0.9	4.42	1.37	6.06	5.45	5.72	155551	3600	fully	51977	-	155551	0.142	4.7		
4	2021	136.54344	SE	1.88	1.88	858.11	0.9	2.08	1.37	2.86	2.57	2.27	0	3600	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
5	2021	124.09877	SE	6.47	6.47	248.56	0.9	7.19	1.37	9.86	8.88	10.42	0	7200	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
6	2021	120.60181	SE	5.41	5.41	297.14	0.9	6.02	1.37	8.25	7.43	8.36	0	10800	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
7	2021	124.9628	SE	7.37	7.37	218.30	0.9	8.19	1.37	11.23	10.11	12.22	0	14400	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
8	2021	126.36654	SE	8.56	8.56	188.01	0.9	9.51	1.37	13.04	11.74	14.68	0	18000	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
9	2021	126.85249	SE	7.32	7.32	219.66	0.9	8.14	1.37	11.16	10.05	12.13	0	21600	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
10	2021	148.71972	SE	7.00	7.00	229.77	0.9	7.78	1.37	10.67	9.60	11.47	0	25200	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
11	2021	352	N	1.79	1.79	900.09	0.9	1.99	1.37	2.72	2.45	2.14	155551	3600	fully	72141	-	155551	0.053	1.8		
12	2021	327.37555	NW	5.80	5.80	277.64	0.9	6.44	1.37	8.83	7.95	9.09	185221	3600	Nonfully	50037	Durasi Ltd	3574	0.278	2.0		

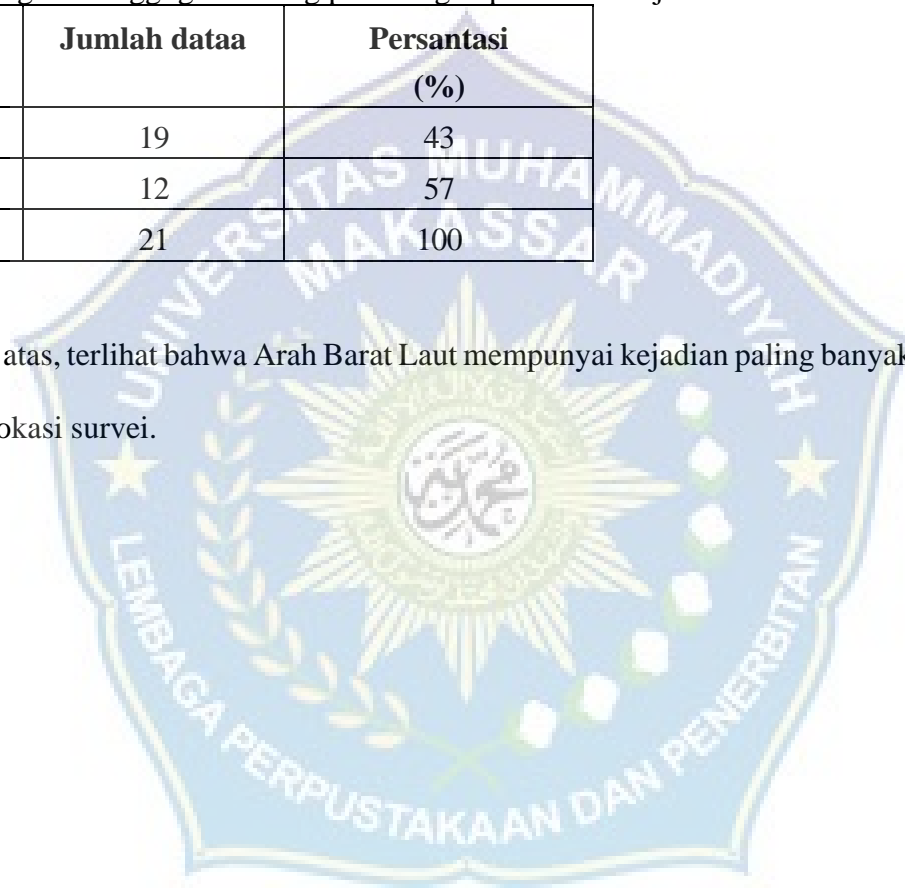
**Tabel 17.** Hasil perhitungan parameter gelombang 2022

bulan	Tahun	derajat	Arah	WindSpd	U10	t1	RL	U3600	RT	US	Uw	UA	Fetch	t	Cek	t min	Limited	Fetch Min	H	T	H	T
				(m/s)	(m/dtk)	(dtk)		(m/dtk)	(m/dtk)	(m/dtk)	(m/dtk)	(cm/dtk)	(m/dtk)	(dtk)				(m)	(m)	(dtk)		
1	2022	325.37608	NW	7.37	7.37	218.42	0.9	8.18	1.37	11.23	10.10	12.21	185221	7200	Nonfully	45350	Durasi Ltd	11717	0.675	3.3	0.675	4.098
2	2022	329.49158	NW	5.96	5.96	269.97	0.9	6.62	1.37	9.08	8.17	9.41	185221	10800	Nonfully	49466	Durasi Ltd	18896	0.661	3.5		
3	2022	351.52675	N	3.53	3.53	455.64	0.9	3.92	1.37	5.38	4.84	4.94	155551	3600	fully	54571	-	155551	0.123	4.1		
4	2022	122.79676	SE	2.03	2.03	794.55	0.9	2.25	1.37	3.09	2.78	2.49	0	3600	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
5	2022	113.38673	SE	3.63	3.63	443.38	0.9	4.03	1.37	5.53	4.98	5.11	0	7200	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
6	2022	118.30837	SE	5.50	5.50	292.48	0.9	6.11	1.37	8.38	7.54	8.53	0	10800	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
7	2022	123.4688	SE	8.18	8.18	196.66	0.9	9.09	1.37	12.47	11.22	13.89	0	14400	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
8	2022	126.77562	SE	7.75	7.75	207.68	0.9	8.61	1.37	11.81	10.63	12.99	0	18000	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
9	2022	136.04588	SE	8.60	8.60	187.19	0.9	9.55	1.37	13.10	11.79	14.76	0	21600	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
10	2022	140	SE	9.00	9.00	178.78	0.9	10.00	1.37	13.72	12.34	15.62	0	25200	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
11	2022	150	SE	4.00	4.00	402.25	0.9	4.44	1.37	6.10	5.49	5.76	0	28800	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
12	2022	330	NW	7.00	7.00	229.86	0.9	7.78	1.37	10.67	9.60	11.47	185221	3600	Nonfully	46309	Durasi Ltd	4015	0.371	2.2		

**Tabel 18.** Periode gelombang dan tinggi gelombang perhitungan persentasi kejadian.

<b>Arahh</b>	<b>Jumlah dataa</b>	<b>Persantasi (%)</b>
Utara (U)	19	43
Barat Laut (BL)	12	57
Total	21	100

Berdasarkan tabel di atas, terlihat bahwa Arah Barat Laut mempunyai kejadian paling banyak (ditunjukkan sebesar 57%), diikuti oleh Arah Utara (43%), di lokasi survei.



### E. Pasang Surut

**Tabel 19. Tabell data pasang surutt 30 hari intervall 1 jam**

Tgl/Bln/Thn	Bacaan Skala per 1 Jam																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
01-Dec-22	80	60	50	40	40	30	40	40	50	60	80	90	100	120	130	140	140	140	140	140	130	120	110	60	
02-Dec-22	80	70	60	50	40	30	30	30	40	50	60	80	100	120	130	140	150	150	150	150	140	130	120	70	
03-Dec-22	90	80	70	50	40	40	30	30	30	40	50	60	80	100	120	140	150	150	150	150	140	130	110	80	
04-Dec-22	100	90	80	70	50	40	40	30	30	30	40	50	70	90	110	100	150	150	160	150	140	130	120	90	
05-Dec-22	100	90	80	80	70	60	50	40	30	30	30	40	50	80	110	90	140	120	150	150	140	130	120	90	
06-Dec-22	100	90	50	80	80	70	60	50	40	30	30	30	50	60	90	80	130	140	150	150	140	130	120	90	
07-Dec-22	100	90	50	90	90	80	80	70	50	40	40	30	40	60	80	70	120	130	140	140	140	130	120	90	
08-Dec-22	90	90	50	90	90	90	90	80	70	60	50	40	50	50	70	70	110	120	140	130	130	120	110	90	
09-Dec-22	80	80	80	80	90	90	90	50	80	70	60	60	60	60	70	80	110	123	120	130	130	110	100	80	
10-Dec-22	80	70	70	70	80	90	90	100	90	90	80	70	70	70	80	90	100	110	130	120	120	110	100	70	
11-Dec-22	70	60	60	60	70	80	90	100	100	100	90	90	80	80	90	100	110	110	120	120	120	110	100	60	
12-Dec-22	70	60	50	50	60	70	80	50	100	100	100	100	100	100	100	110	110	120	120	120	120	110	90	60	
13-Dec-22	60	50	50	40	50	60	70	80	90	100	100	100	110	110	110	120	120	130	130	130	120	110	100	50	
14-Dec-22	60	50	40	40	40	40	50	60	70	90	100	100	110	120	120	130	130	140	140	130	120	120	100	50	
15-Dec-22	70	50	40	40	30	40	40	50	60	70	80	100	110	120	130	140	140	140	140	140	140	130	130	100	50

Sumber : BMKG Paotere



Tgl/Bln/Thn	Bacaan Skala per 1 Jam																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
16-Dec-22	70	60	50	50	40	30	40	40	50	60	70	80	100	110	130	140	150	150	150	150	140	120	110	60
17-Dec-22	80	70	60	50	30	40	30	40	40	50	60	70	90	100	120	140	150	150	160	150	140	130	120	70
18-Dec-22	90	70	60	60	40	40	40	40	40	40	50	60	70	90	110	130	140	150	160	150	140	130	120	70
19-Dec-22	90	80	70	70	50	50	50	40	40	40	40	50	60	80	100	120	140	150	150	150	140	130	120	80
20-Dec-22	100	90	80	80	60	60	60	50	40	40	40	40	50	90	70	110	130	140	150	150	140	130	120	90
21-Dec-22	100	90	90	80	70	80	70	60	50	50	40	40	50	60	80	100	120	130	140	140	130	120	110	90
22-Dec-22	90	90	90	90	80	90	80	80	70	60	50	50	50	60	80	90	110	120	130	130	130	120	100	90
23-Dec-22	80	90	80	80	90	90	90	90	80	70	60	60	60	70	80	90	110	120	130	130	120	110	90	80
24-Dec-22	70	80	70	80	90	90	100	100	90	90	80	70	70	70	80	90	110	120	120	120	120	110	90	70
25-Dec-22	60	70	60	70	90	90	100	100	100	100	90	80	80	80	90	100	110	120	120	120	110	110	90	60
26-Dec-22	60	60	50	50	80	80	90	100	110	100	100	100	90	90	100	100	110	120	130	120	120	100	90	50
27-Dec-22	50	50	40	40	70	70	80	90	100	100	110	110	100	100	110	120	130	130	130	120	110	90	100	40
28-Dec-22	50	40	30	30	50	50	70	80	90	100	110	110	110	110	120	120	130	130	140	130	130	110	100	40
29-Dec-22	100	40	40	30	40	40	50	60	80	90	100	110	110	120	120	130	130	140	140	140	130	120	110	40
30-Dec-22	60	40	30	50	30	30	50	70	80	90	110	110	100	90	70	80	70	70	60	120	110	120	110	50

Sumber : BMKG Paotere

Data ini diperoleh dari BMKG Paotere Makassar dan dikumpulkan selama 30 hari dalam sebulan. Desember pada tahun 2022.

**Gambar 24.** Grafik Pasang Surut di Pantai Popo



**Tabel 20.** Penentuan X1 dan Y1 pada tanggal 7 Desember dan 8 Desember 2022.  
**Penentuan X1 7 Desember 2022**

Jam	Data Pengamatan 7 Desember 2022	Konstanta penagali 2			Hasil analisis		
		0	+	-	+	0	-
00	83,00			-1,00			-83,00
01	105,00			-1,00			-105,00
02	115,00			-1,00			-115,00
03	138,00			-1,00			-138,00
04	157,00			-1,00			-157,00
05	179,00			-1,00			-179,00
06	169,00		1,00		169,00		
07	162,00		1,00		162,00		
08	159,00		1,00		159,00		
09	150,00		1,00		150,00		
10	149,00		1,00		149,00		
11	140,00		1,00		140,00		
12	132,00		1,00		132,00		
13	124,00		1,00		124,00		
14	120,00		1,00		120,00		
15	115,00		1,00		115,00		
16	110,00		1,00		110,00		
17	109,00		1,00		109,00		
18	101,00			-1,00			-101,00
19	92,00			-1,00			-92,00
20	89,00			-1,00			-89,00
21	85,00			-1,00			-85,00
22	80,00			-1,00			-80,00
23	78,00			-1,00			-78,00
<b>Total</b>	<b>29411,000</b>				<b>1612,00</b>		<b>1230,00</b>

**Penentuann XI 8 Desember 2022**

Jam	Data Pengamatan 8 Desember 2022	Konstanta pengali			Hasil analisis		
		0	+	-	+	0	-
00	30,00			-1,00			-30,00
01	102,00			-1,00			-102,00
02	117,00			-1,00			-117,00
03	137,00			-1,00			-137,00
04	154,00			-1,00			-154,00
05	175,00			-1,00			-175,00
06	160,00		1,00		160,00		
07	158,00		1,00		158,00		
08	160,00		1,00		160,00		
09	153,00		1,00		153,00		
10	146,00		1,00		146,00		
11	138,00		1,00		138,00		
12	130,00		1,00		130,00		
13	128,00		1,00		128,00		
14	124,00		1,00		124,00		
15	117,00		1,00		117,00		
16	113,00		1,00		113,00		
17	110,00		1,00		110,00		
18	107,00			-1,00			-107,00
19	94,00			-1,00			-94,00
20	90,00			-1,00			-90,00
21	85,00			-1,00			-85,00
22	77,00			-1,00			-77,00
23	80,00			-1,00			-80,00
<b>Total</b>	<b>2778.09</b>				<b>1980,00</b>		<b>1239,00</b>

**Penentuann Y1 7 Desember 2022**

Jam	Dataa Pengamatann 7 Desember 2022	Konstanta Pengali 2			Hasil Analisis		
		0	=	+	-	0	+
0	83,00			-1,00			-83,00
01	105,00			-1,00			-105,00
02	115,00			-1,00			-115,00
03	138,00			-1,00			-138,00
04	157,00			-1,00			-157,00
05	179,00			-1,00			-179,00
06	169,00			-1,00			-169,00
07	162,00			-1,00			-162,00
08	159,00			-1,00			-159,00
09	150,00			-1,00			-150,00
10	149,00			-1,00			-149,00
11	140,00			-1,00			-140,00
12	132,00		1,00		132,00		
13	124,00		1,00		124,00		
14	120,00		1,00		120,00		
15	115,00		1,00		115,00		
16	110,00		1,00		110,00		
17	109,00		1,00		109,00		
18	101,00		1,00		101,00		
19	92,00		1,00		92,00		
20	89,00		1,00		89,00		
21	85,00		1,00		85,00		
22	80,00		1,00		80,00		
23	78,00		1,00		78,00		
<b>Total</b>	<b>2459,00</b>				<b>1232,00</b>		<b>1288,00</b>

**Penetuan y1 8 Desember 2022**

Jamm	Data Pengamatann 8 Desember 2022	Konstanta Pengali tabel 2			Hasil analisis		
		0	+	-	+	-	0
000	30,00			-1,00			-30,00
01	102,00			-1,00			-102,00
02	117,00			-1,00			-117,00
03	137,00			-1,00			-137,00
04	154,00			-1,00			-154,00
05	175,00			-1,00			-175,00
06	160,00			-1,00			-160,00
07	158,00			-1,00			-158,00
08	160,00			-1,00			-160,00
09	153,00			-1,00			-153,00
10	146,00			-1,00			-146,00
11	138,00			-1,00			-138,00
12	130,00		1,00		130,00		
13	128,00		1,00		128,00		
14	124,00		1,00		124,00		
15	117,00		1,00		117,00		
16	113,00		1,00		113,00		
17	110,00		1,00		110,00		
18	107,00		1,00		107,00		
19	94,00		1,00		94,00		
20	90,00		1,00		90,00		
21	85,00		1,00		85,00		
22	77,00		1,00		77,00		
23	80,00		1,00		80,00		
<b>Total</b>	<b>2885,00</b>				<b>1255,00</b>		<b>1630,00</b>

**Keterangan:** Pengamatan data akan di Kalikan dengan Pengali Konstan dari skema 2 untuk menghasilkan hasil Perkalian, sehingga hasilnya akan dimasukkan ke dalam tabel Hasil perhitungan Harga X1, Y 1, X 2, X 4, dan Y 4 dari skema 2.

**Tabel 23.** Bilangan pengali untuk 15 piantan

		S <sub>0</sub>	M <sub>2</sub>	S <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	K <sub>1</sub>	O <sub>1</sub>	M <sub>4</sub>	MS <sub>4</sub>
Untuk Skema 5 harga P.R.Cos r	X <sub>00</sub>	1							
	X <sub>10</sub>	0,01	-0,01	0,01	0,03	1	-0,07	0,01	
	X <sub>12</sub> - Y <sub>1b</sub>	-0,02	0,09	-0,01	-0,09	-0,09	1	-0,02	0,02
	X <sub>13</sub> - Y <sub>1c</sub>	0,04	-0,07	0,01	0,13	0,2	-0,59	0,03	
	X <sub>20</sub>	-0,01	-0,15	1	0,29	0,01		0,02	
	X <sub>22</sub> - Y <sub>2b</sub>	0,01	1	-0,14	-0,61	-0,02	-0,03	0,03	-0,01
	X <sub>23</sub> - Y <sub>2c</sub>	-0,02	-0,65	0,25	1	0,03		-0,05	-0,01
	X <sub>42</sub> - Y <sub>4b</sub>		0,01		0,01			0,1	1
X <sub>44</sub> - Y <sub>4d</sub>		-0,01	0,01	0,02			1,01	-0,05	
Untuk Skema 6 harga P.R.Sin r	Y <sub>10</sub>			-0,01	0,02	1,01	-0,08	0,01	0,01
	Y <sub>12</sub> + X <sub>1b</sub>		0,05	0,01	-0,05	-0,12	1,05	-0,03	0,01
	Y <sub>13</sub> + X <sub>1c</sub>		-0,02	-0,02	0,09	0,24	-0,65	0,04	0,02
	Y <sub>20</sub>		-0,16	1	0,3	-0,01	0,02	-0,03	-0,01
	Y <sub>22</sub> + X <sub>2b</sub>		1,04	-0,15	-0,64	0,02	-0,1	0,04	-0,02
	Y <sub>23</sub> + X <sub>2c</sub>		-0,7	0,26	1,03	-0,03	0,09	-0,07	-0,03
	Y <sub>42</sub> + X <sub>4b</sub>		0,02					0,11	1
Y <sub>44</sub> + X <sub>4d</sub>		-0,03	0,01	0,05			1	-0,06	
Skema 7	-P	360	175	214	166	217	177	273	280
Skema 7	Konstanta P		333	345	327	173	160	307	318

**Keterangan:** Untuk memperoleh hasil per kolom, nilai X1 dikalikan 5 baris 2 atau 800, nilai Y1 dikalikan 5 baris 2 atau 700, dan seterusnya untuk nilai X2, Y2, X4, dan Y4 pada meja. Jika ada nilai yang bernomor negatif maka diganti dengan nilai B = 1000.

**Tabel 24.** Penyusunan Hasil Perhitungan Besaran X dan Y skema 5 dan 6

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$X_{00} = 38164$		38164	0	0	0	0	0	0	0
$X_{10} = 4500$		45	-45	45	135	4500	-315	45	0
$X_{12} - Y_{1b} = -2755$		55,1	-247,95	27,55	247,95	247,95	-2755	55,1	-55,1
$X_{13} - Y_{1c} = -3444$		-137,76	241,08	-34,44	-447,72	-688,8	2031,96	-103,32	0
$X_{20} = -1186$		11,86	177,9	-1186	-343,94	-11,86	0	-23,72	0
$X_{22} - Y_{2b} = 1583$		15,83	1583	-221,62	-965,63	-31,66	-47,49	47,49	-15,83
$X_{23} - Y_{2c} = 1806$		-36,12	-1173,9	451,5	1806	54,18	0	-90,3	-18,06
$X_{42} - Y_{4b} = 133$		0	1,33	0	1,33	0	0	13,3	133
$X_{44} - Y_{4d} = -205$		0	2,05	-2,05	-4,1	0	0	-207,05	10,25
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Y_{10} = -6530$		0	0,00	65,3	-130,6	-6595,3	522,4	-65,3	-65,3
$Y_{12} + X_{1b} = 223$		0	11,15	2,23	-11,15	-26,76	234,15	-6,69	2,23
$Y_{13} + X_{1c} = 2188$		0	-43,76	-43,76	196,92	525,12	-1422,2	87,52	43,76
$Y_{20} = -1148$		0	183,68	-1148	-344,4	11,48	-22,96	34,44	11,48
$Y_{22} + X_{2b} = -747$		0	-776,88	112,05	478,08	-14,94	74,7	-29,88	14,94
$Y_{23} + X_{2c} = 438$		0	-306,60	113,88	451,14	-13,14	39,42	-30,66	-13,14
$Y_{42} + X_{4b} = -12$		0	-0,24	0	0	0	0	-1,32	-12
$Y_{44} + X_{4d} = 200$		0	-6,00	2	10	0	0	200	-12
Skema 5		38117,91	538,51	-920,06	428,89	4069,81	-1085,53	-263,5	54,26
Skema 6		0	-938,65	-896,3	649,99	-6113,54	-574,49	188,11	-30,03
		$S_0$	$M_2$	$S_2$	$N_2$	$K_1$	$O_1$	$M_4$	$MS_4$

### 1. Perhitungan Harmonikk Pasang surutt

Prosedur yang digunakan adalah perhitungan pasang surut dengan analisis harmonik menggunakan metode Admiralty. Kosntanta pasang surut di lokasi penelitian yang merupakan hasil analisa dengan metode admiralty, yang akan menentukan tipe kosntanta pasang surut di lokasi penelitian selain 10 konstanta ini juga akan menentukan beberapa variabel pasang surut seperti MSL,LWS,MHHWN, dan MLWS kosntanta ini dijadikan pada tabel 25 .



a. Perhitungan bilangan fromzahl

Bila menggunakan data pass-through konstan, jenis pass-through berikut yang terdapat dalam sampel dapat diprediksi dengan menggunakan rumus Bilangan Formzahl (Fs):

Keterangan :

F = Bilangan fromzahl

$K_1$  = Konstanta harmonik tunggal oleh deklinasi bulan dan matahari

$O_1$  = Konstanta harmonik tunggal oleh deklinasi bulan

$K_2$  = Konstanta harmonik ganda bulan

$S_2$  = Konstanta harmonik ganda matahari

Dengan menggunakan konstanta harmonik pasang surut seperti pada tabel 22, maka elevasi muka air sebagai fungsi waktu dapat diprediksi dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\eta(t) = S_o + \sum_{i=1}^n A_i \cos(\omega_i t - P_i)$$

Dimana :

$$\omega_i = \frac{2\pi}{T_i} \rightarrow T_i = \text{periode komponen ke-}i$$

t = Waktu

$P_i$  = Fase komponen ke- $i$

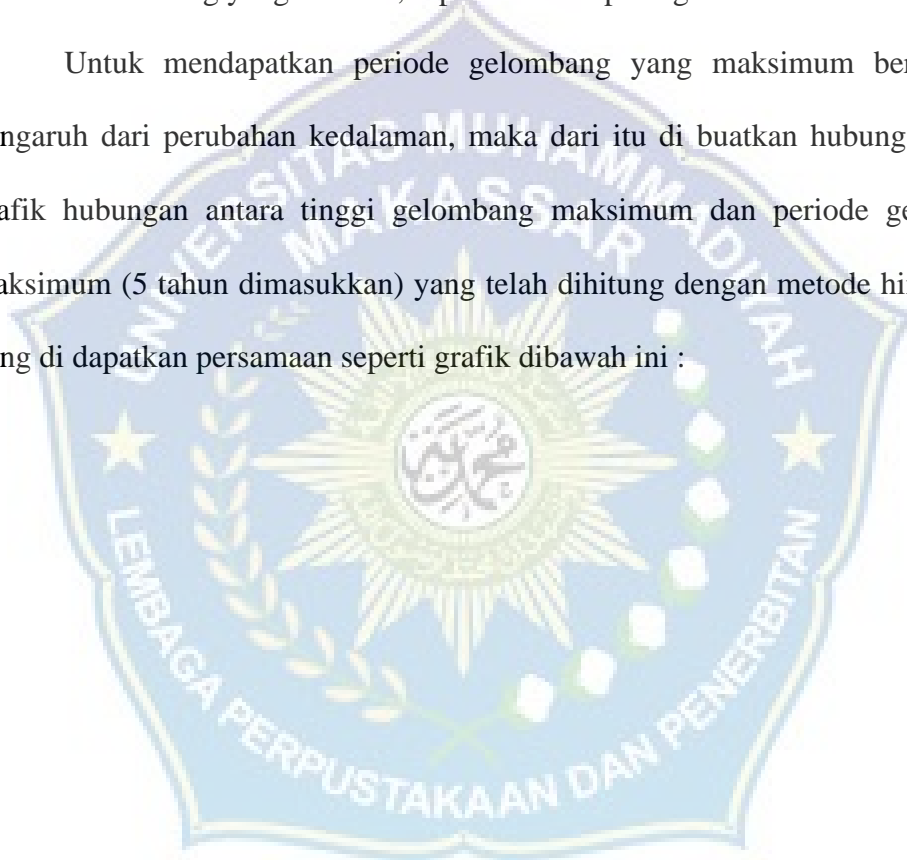
b. Elevasi muka air lautt

Dari beberapa komponen pasang surut yang digunakan, dapat diambil beberapa angka untuk evaluasi kualitas udara, seperti berikut:

## F. Penentuan Tinggi dan Kedalaman Gelombang Pecah

Untuk mencapai periode gelombang maksimum berdasarkan bukti perubahan kedalaman, maka perlu dibuat hubungan antara periode gelombang maksimum (5 tahun) dan tinggi gelombang maksimum dengan menggunakan metode hindcasting yang tersedia, seperti terlihat pada grafik. di bawah:

Untuk mendapatkan periode gelombang yang maksimum berdasarkan pengaruh dari perubahan kedalaman, maka dari itu di buat hubungan antara grafik hubungan antara tinggi gelombang maksimum dan periode gelombang maksimum (5 tahun dimasukkan) yang telah dihitung dengan metode hindcasting yang di dapatkan persamaan seperti grafik dibawah ini :



**Gambar 25.** Grafikk hubungan antaraa tinggi gelombang dan periode gelombang

Berdasarkan grafik di hubungan H dan T didapatkan persamaan :

$$Y = -0,0286 x^2 + 3.9988$$

Untuk arah Barat Laut :

$$H_o = 0,692 \text{ m}$$

$$T = -0,0286 H_o^2 + 3.9988 H_o$$

$$= -0,0286 \times 0,692^2 + 3.9988 \times 0,692$$

$$= 2.753 \text{ detik}$$

a. Menghitung panjang gelombang dalam laut dalam

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

$$= 1,56 \times (2.753)^2$$

$$= 11.823 \text{ M}$$

Keterangan

$L_0$  = Panjang gelombang laut dalam

$T$  = Periode gelombang laut dalam

b. Hitung nilai  $\alpha$

Untuk memahami perubahan gelombang yang disebabkan oleh pendangkalan, gunakan nilai  $d = 10$  m.

$$\frac{d}{L_0} = \frac{10}{11.823}$$

$$= 0,845 \text{ m}$$

Untuk :

$$d/L_0 = 0.845$$

$$d/L = 0.845$$

$$n = 0.50025$$

$$\text{Maka } L = \frac{d}{\frac{d}{L}} = \frac{10}{0.845}$$

$$= 11.834 \text{ meter}$$

c. Cepat rambat gelombang

Dilihat dari cepatnya gelombang rambat dan koefisien refraksi, terlihat jelas bahwa gelombang ( $\alpha_0$ ) = 760, seperti terlihat pada ilustrasi di bawah ini.

**Gambarr 26 .** Penentuann sudur datangnyaa gelombang

$$C_0 = \frac{L_0}{T} = \frac{11.823}{2.753}$$

$$= 4.294 \text{ m/detik}$$

$$C = \frac{L}{T} = \frac{11.834}{2,753}$$

$$= 4.298 \text{ m/detik}$$

$$\sin \alpha = \frac{c}{c_0} \times \sin \alpha_0 = \frac{4.298}{4.294} \times \sin 76^\circ$$

$$= 0.566$$

$$= 34.4691^\circ$$

d. Perhitungann Koefisien refraksii

$$K_r = \frac{\sqrt{\cos 30}}{\sqrt{\cos a}} = \frac{\sqrt{\cos 76^\circ}}{\sqrt{\cos 34.4691^\circ}}$$

$$= \frac{\sqrt{0.2419}}{\sqrt{0,785}}$$

$$K_r = 0,847 \text{ m}$$

e. Perhitungan koefisien shoaling

Dimana :  $n_0$  (dilaut dalam )

$$K_s = \sqrt{\frac{n_0 L_0}{n L}} = \sqrt{\frac{0.5 \times 11.823}{0.50025 \times 11.834}}$$

$$= 0,999 \text{ M}$$

Setelah koefisien refraksi dan shoaling selesai maka akan diperoleh gelombang baru yang berkualitas tinggi ( $H_0'$ ).

$$H_0 = H_0 + K_r + K_s$$

$$= 0,692 \times 0,847 \times 0,999$$

$$= 0.585 \text{ m}$$

f. Perhitungan gelombang pecahh

$$\frac{H_b}{H_0'} = \frac{1}{3,3 \times \frac{H_0'}{L_0}^3} = \frac{1}{3,3 \times \frac{2,538}{11.823}^3}$$

$$\frac{Hb}{0.585} = 4.283 \text{ m}$$

$$Hb = 0.585 \times 4.283$$

$$= 2.505 \text{ M}$$

g. Perhitungan Kedalaman gelombang pecah

$$\alpha = 43,75 (1 - e^{-19m}) = 43,75 (1 - e^{-19 \times 0,006}) = 4,71$$

$$b = \frac{1,56}{(1 + e^{-19m})} = \frac{1,56}{(1 + e^{-19 \times 0,006})}$$

$$= 0,82$$

$$\frac{db}{Hb} = \frac{1}{b - (a \cdot \frac{Hb}{gT^2})} = \frac{1}{0,82 - (4,71 \times 2,505 / 9,81 \times 2,753^2)}$$

$$\frac{db}{2,505} = 1,512$$

$$db = 1,512 \times 2,505 = 3,787 \text{ m}$$

Keterangan

Hb = tinggi gelombang pecah (m)

Ho = Tinggi gelombang laut dalam (m)

Ks = Koefisien pendangkalan

Kr = Koefisien refraksi

Tabel Koefisien Refraksi dan Shoaling arah Barat Laut

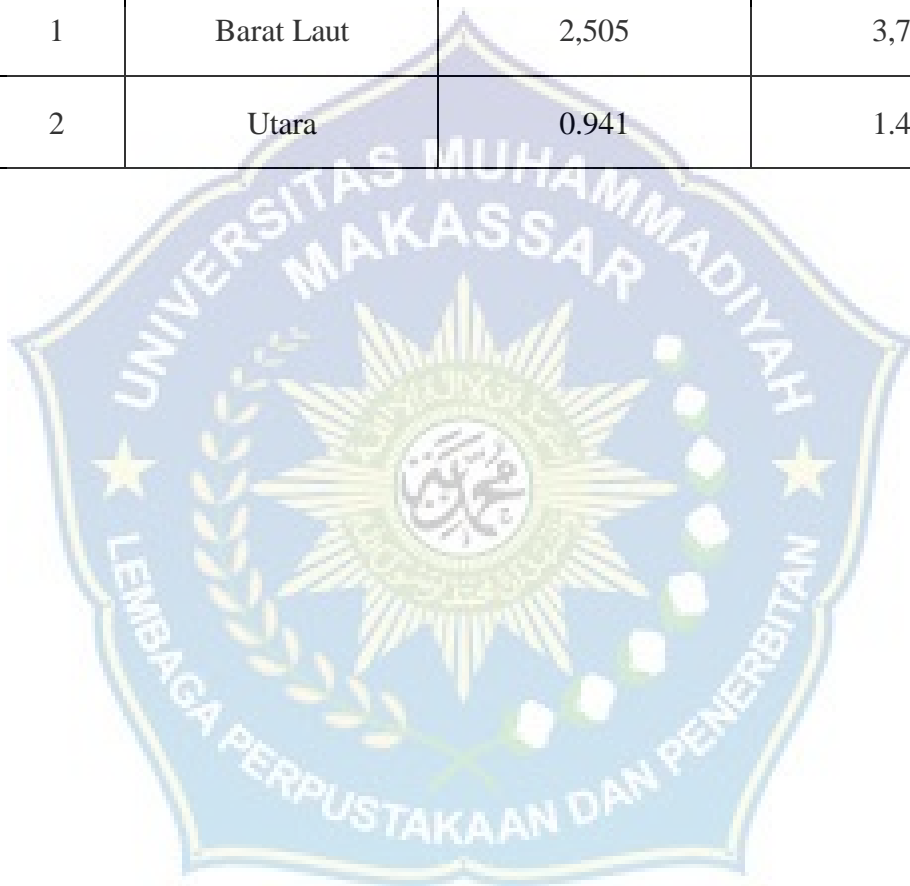
H0	d	d/l0	d/l	n	Kr	Ks	sin a	a	L	H0'
0.692	10	0.845	0.845	0.50025	0.847	0.999	0.566	34.4691	11.834	0.585
0.692	5	0.422	0.42601	0.5253	0.9989	0.980	0.556	44.6119	38.3524	0.677
0.692	1	0.084	0.03689	0.9825	0.9362	1.495	0.474	13.21	15.1179	0.968
0.692	0.5	0.042	0.02597	0.9912	0.9365	1.766	0.369	14.1882	15.9365	1.144

Tabel Koefisien Refraksi dan Shoaling arah Utara

H0	d	d/l0	d/l	n	Kr	Ks	sin a	a	L	H0'
0.503	10	0.964	0.96401	0.5001	0.908	0.774	0.924	40.79	10.373	0.353
0.503	5	0.803	0.80306	0.5004	1.037	0.999	0.556	33.8596	6.226	0.521
0.503	1	0.16	0.7184	0.7184	0.908	0.91	0.474	28.3086	5.218	0.415
0.503	0.5	0.08	0.12321	0.8448	0.938	0.952	0.369	21.63	4.058	0.449

**Tabel 26.** Tinggi dan kedalaman gelombang pecah di lokasi studi

No	Arahh	Hb	Db
1	Barat Laut	2,505	3,787
2	Utara	0.941	1.415



### G. Abrasi dan Akresi Pantai

Berdasarkan hasil analisis perubahan garis pantai dengan menggunakan Citra Satelit pada Google Earth, menggunakan teknik tumpang tindih (*overlay*) antara polygon daratan pantai pada data yang diperoleh dari tahun 2016 - 2019 dan 2019 - 2022. Dari data Citra Satelit pada Google Earth yang sudah di tumpang susunkan tersebut didapat laju abrasi dan akresi pada pesisir pantai Popo dalam bentuk luas.

Setelah melakukan digitasi garis pantai pada tiap-tiap dan masing- masing citra satelit pada Google Earth kemudian dilakukan *Overlay* pada garis pantai. *Overlay* ini, dilakukan secara manual menggunakan Google. Adapun gambar peta sebelum *Overlay* dan sesudah *Overlay* sebagai berikut :

**Gambar 27.** Hasil sebelum *Overlay* garis Pantai Popo tahun 2016 – 2019.

**Gambar 28.** Hasil sesudah *Overlay* garis Pantai Popo tahun 2016 – 2019.

**Gambar 29.** Hasil sebelum *Overlay* garis Pantai Popo tahun 2019 - tahun 2022

**Gambar 30.** Hasil sesudah *Overlay* garis Pantai Popo tahun 2019 - 2022

Data yang digunakan dalam penelitian ini untuk mendapatkan luas laju abrasi dan akresi dengan melakukan *changeover* garis pantai hanya diambil dari satelit Citra di Google Earth dan memiliki ketersediaan data yang dapat diandalkan, resolusi yang baik, dan kemudahan akses data. Proses digitalisasi berlangsung pada tahun 2016 hingga 2019 dan 2019 hingga 2022. Pemilihan tahun pengamatan telah



sesuai dengan informasi yang tersedia di Google Earth.

Dengan menggunakan overlay Google Earth Pro, proses interpretasi dilakukan secara manual menggunakan metode digitalisasi di layar. Saat ini, Google Earth Pro menawarkan kemampuan digital berkelanjutan melalui fitur "tambahkan poligon". Hal ini menyederhanakan proses interpretasi dan digitalisasi tanpa perlu menyebarkan satelit lebih lanjut.

Hasil dari operasi ini selanjutnya didefinisikan sebagai garis jarak antara tahun pengamatan dengan interval 3 tahun. Langkah terakhir operasi ini adalah meng-*overlay*-kan garis pantai antar waktu tiap-tiap rumus dan hitung berapa luas perubahan yang terjadi dalam selang waktu pengamatan.

1. Buka program Google Earth Pro untuk mengakses data citra satelit.
2. Dengan mengetik nama lokasi yang diinterpretasikan, cari lokasi penelitian di kotak pencarian.
3. Digitasi berdasarkan pengamatan visual dilakukan setelah lokasi penelitian ditemukan.
4. Gunakan fitur "pencarian historis" Google Earth Pro untuk memilih tahun untuk digitasi.
5. Proses digitasi dapat dimulai dengan memilih opsi "tambahkan polygon". Fitur zoom out memudahkan proses ini dan membuat interpretasi

dan digitasi lebih mudah, karena fitur ini dapat menampilkan kenampakan objek di gambar satelit dengan lebih jelas.

6. Setelah proses digitasi pada setiap garis pantai yang akan diteliti selesai.

7. Selanjutnya, data yang dihasilkan disimpan dalam database dalam bentuk Microsoft Excel, dikumpulkan, dan

**Tabel 27.** Tabel Luasan Perubahan Garis pantai Akibat Abrasi dan Akresi

<b>Tahun</b>	<b>Abrasi (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Akresi (m<sup>2</sup>)</b>
2016-2019	794.4	118.9
2019-2022	1519	0.14
<b>Jumlah</b>	<b>2313.4</b>	<b>119.04</b>

Dari hasil tabel perubahan garis pantai di atas maka didapat nilai luas m<sup>2</sup>. Adapun yang didapatkan nilai luas Abrasi dan Akresi yaitu pada tahun 2016-2019 Abrasi 794.4 m<sup>2</sup> dan akresi 118.9 m<sup>2</sup>, sedangkan pada tahun 2019 – 2022 Abrasi 1519 m<sup>2</sup> dan Akresi 0.14 m<sup>2</sup>. sedangkan didapat luas keseluruhan pada tahun 2016-2022 yaitu abrasi 2313.4 m<sup>2</sup> dan akresi 119.04 m<sup>2</sup>, hasil akumulasi luas abrasi masih lebih tinggi di bandingkan dengan luas akresi.



**Gambar 31.** Grafik Perubahan Garis Pantai Popo Galesong Selatan Tahun 2019-2022.

Keterangan :

Garis pantai awal tahun 2019 ————

Garis pantai akhir tahun 2022 ————

## BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

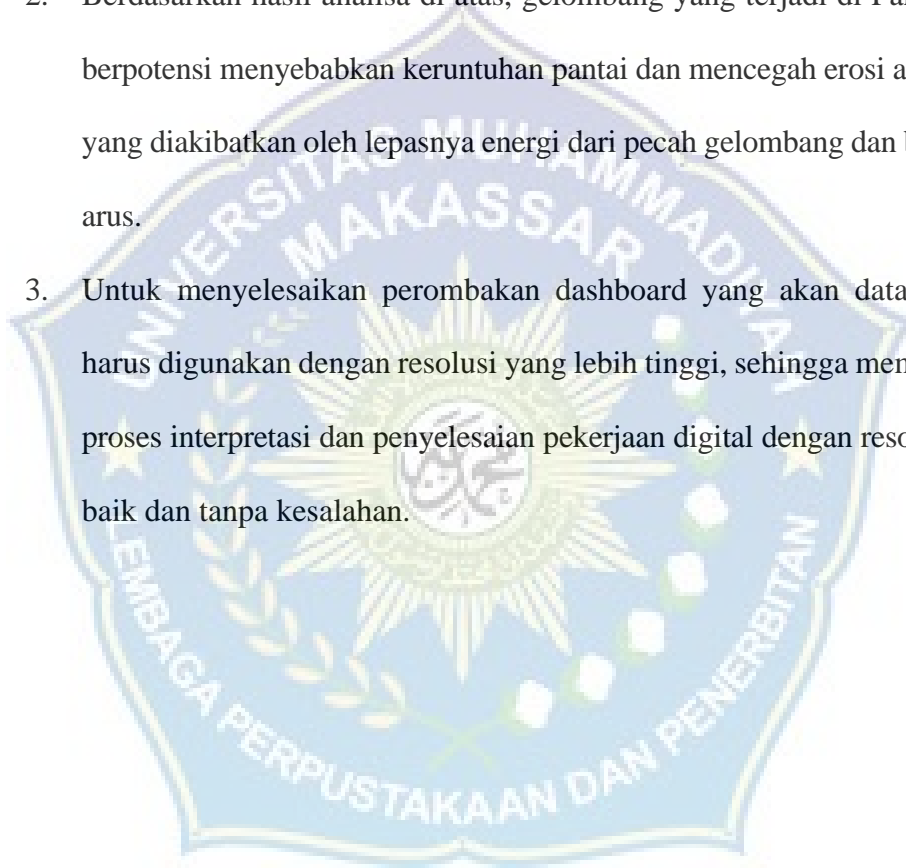
### A. Kesimpulan

Berdasarkan analisis karakteristik gelombang dan proses abrasi di pantai Popo maka, dapat diambil suatu kesimpulan bahwa :

1. Gelombang tertinggi yang terjadi di daerah pantai Popo pada bulan Oktober tahun 2019 dari arah barat laut ketinggian gelombang (H) : 0,84 m, periode gelombang (T) : 5,98 detik, dengan kecepatan angin 5,19 m/s untuk peramalan 5 tahun. Untuk tinggi gelombang pecah dan kedalaman gelombang pecah di lokasi penelitian di peroleh arah Barat Laut ( Hb : 2,505 . Db : 3,787 ) dan arah Utara ( Hb : 0,941 . Db : 1,415 ).
2. Hasil analisis perubahan garis pantai menggunakan citra satelit pada Google Earth dalam jangka waktu 2016 – 2019 didapatkan luas abrasi 794.4 (m<sup>2</sup>) dan Akresi 118.9 (m<sup>2</sup>) dan pada tahun 2019-2022 didapatkan luas abrasi 1519 (m<sup>2</sup>) dan akresi 0.14 (m<sup>2</sup>), serta jumlah keseluruhan abrasi yaitu 2313.4 (m<sup>2</sup>) dan Akresi yaitu 119.04 (m<sup>2</sup>). Dari hasil akumulasi luas abrasi masih lebih besar di bandingkan luas akresi.

## B. Saran

1. Kajian yang dimaksud menggunakan data kecepatan angin dari tahun 2018 hingga 2022, yaitu kecepatan angin dalam kurun waktu lima tahun. anda melanjutkan penelitian, pastikan anda menggunakan data kecepatan angin dengan jumlah tahun yang lebih besar agar hasilnya lebih akurat.
2. Berdasarkan hasil analisa di atas, gelombang yang terjadi di Pantai Popo berpotensi menyebabkan keruntuhan pantai dan mencegah erosi atau abrasi yang diakibatkan oleh lepasnya energi dari pecah gelombang dan bangkitan arus.
3. Untuk menyelesaikan perombakan dashboard yang akan datang, Citra harus digunakan dengan resolusi yang lebih tinggi, sehingga memudahkan proses interpretasi dan penyelesaian pekerjaan digital dengan resolusi yang baik dan tanpa kesalahan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Andi Makbul Syamsuri, Dadang Suriamihardja, Arsyad Thaha, Taufiqur Rachman. 2019. Pengaruh Periode Dan Kedalaman Air Terhadap Kecuraman Gelombang Pada Flume Dan Kedalaman Air Terhadap Gelombang. Prosiding Seminar Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas MuhammadiyahSurakarta.
- Anugrahadi, D. 2015. Identifikasi Variasi Perubahan Garis Pantai Akibat Abrasi Dan Akresi. Jurnal Segara Vol 10(1), hal 17–29. <https://doi.org/10.15578/segara.v10i1.12>
- Bambang Triadmojo, 1996. Pelabuhan, Beta Offset. Yogyakarta.
- Bambang Triatmodjo, 1999, Teknik Pantai, Beta Offset ,Yogyakarta
- Bambang Triadmojo, 2012. Perencanaan Bangunan Pantai. Beta Offset. Yogyakarta.
- CERC, 1984, Shore Protection Manual Volume I, fourth edition, U.S. Army Coastal Engineering Research Center, Washington.
- <http://heavy-stuff.com/2011/05/Arah-angin-yang-dapat-membangkitkan-gelombang.html>,21 Mei 2015.
- <http://robcrossinggeoblog.blogspot.com/2012/07Tipe-Gelombang-Pecah.html>,21 Mei 2015.
- <https://www.google.com/maps>.
- Horikawa, 1988, Costal Engineering, An introduction to Ocean Engineering, University of Tokyo Press.
- Kuswartomo, "Prediksi Tinggi Gelombang Berdasarkan CERC (SPM 1984) Di Pantai Baru, Bantul, Daerah istimewa Yogyakarta," Jurnal UMS, 2021.
- Mustofa, M.A., 2000. Identifikasi daerah Monsun dan Curah Hujan Berdasarkan Sifat Angin Permukaan di indonesia Bagian Barat, Tesis magister, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Mulyabakti Chandrika dan Jasin Ihsan, 2016. Analisis Karakteristik Gelombang

dan Pasang Surut Pada Daerah Pantai Paal Kecamatan Likupang Timur Kabupaten Minahasa Utara. Dalam Jurnal Teknik Sipil Statik Vol. 4, No. 9, Hal 585-594, ISSN : 2337-6732.

Parauba, Ratna, Muh I. Jasin, and Jeffrey D. Mamoto. "Analisis karakteristik gelombang pecah di pantai niampak utara." Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado. Jurnal Sipil Statik Vol.4 No.10 Oktober 2016 (595-603) ISSN: 2337-6732.

Samulano, I. 2012. Refraksi Dan Difraksi Gelombang Laut Di Daerah Dekat Pantai Pariaman. Program Pascasarjana Universitas Andalas. Padang.

Setiyono, H. 1996. Kamus Oseanografi. Yogyakarta : UGM Press.

Thambas, Arthur Harris, Nur Yuwono., 2003. Model Distribusi Kecepatan Angin dan Pemanfaatannya Dalam Peramalan Gelombang di Wilayah Tengah Indonesia: Pulau Jawa, Sulawesi dan Kalimantan. Tesis. Teknik Sipil, Universitas Gajah Mada Yogyakarta.

Yuwono, 1992, Teknik Pantai Dasar-dasar Perencanaan Bangunan Pantai Volume II, Biro Penerbit KMTS Fak. Teknik UGM, Yogyakarta.





# LAMPIRAN



## DATA ARAH DAN KECEPATAN ANGIN

2018-2022.

Tanggal	Kecepatan Angin (m/s)	Derajat	Notasi
2018-01	6.6	344	Barat Laut
2018-02	5.3	340	Barat Laut
2018-03	5.0	349	Barat Laut
2018-04	4.9	130	Tenggara
2018-05	8.7	135	Tenggara
2018-06	8.8	134	Tenggara
2018-07	9.7	134	Tenggara
2018-08	9.4	138	Tenggara
2018-09	9.6	139	Tenggara
2018-10	8.8	152	Tenggara
2018-11	1.4	155	Tenggara
2018-12	4.4	333	Barat Laut
2019-01	7.1	336	Barat Laut
2019-02	2.8	346	Barat Laut
2019-03	5.3	347	Barat Laut
2019-04	2.1	93	Timur
2019-05	9.0	130	Timur
2019-06	9.0	140	Tenggara
2019-07	9.6	124	Timur
2019-08	10.5	129	Timur
2019-09	10.4	131	Timur
2019-10	10.1	137	Tenggara
2019-11	7.6	149	Selatan
2019-12	1.5	332	Barat Laut
2020-01	5.6	324	Barat Laut
2020-02	5.4	337	Barat Laut
2020-03	2.7	352	Barat Laut
2020-04	2.4	99	Timur
2020-05	6.0	118	Timur

2020-06	9.4	124	Timur
2020-07	10.9	125	Timur
2020-08	9.5	127	Timur
2020-09	10.2	132	Timur
2020-10	7.4	137	Tenggara
2020-11	2.8	127	Timur
2020-12	5.8	331	Barat Laut
2021-01	6.4	326	Barat Laut
2021-02	6.1	325	Barat Laut
2021-03	4.0	344	Barat Laut
2021-04	1.9	137	Tenggara
2021-05	6.5	124	Timur
2021-06	5.4	121	Timur
2021-07	7.4	125	Timur
2021-08	8.6	126	Timur
2021-09	7.3	127	Timur
2021-10	7.0	149	Tenggara
2021-11	1.8	352	Utara
2021-12	5.8	327	Barat Laut
2022-01	7.4	325	Barat Laut
2022-02	6.0	329	Barat Laut
2022-03	3.5	352	Barat Laut
2022-04	2.0	123	Timur
2022-05	3.6	113	Timur
2022-06	5.5	118	Timur
2022-07	8.2	123	Timur
2022-08	7.7	127	Timur
2022-09	8.6	136	Tenggara
2022-10	9	140	Tenggara
2022-11	4	150	Tenggara
2022-12	7	330	Barat Laut

**DATA PENGELOMPOKAN ANGIN PERBULAN PADA  
TAHUN 2018-2022**

Tahun	Bulan	Angin			
		Kecepatan rata-rata (knot)	Arah Terbayak	Kecepatan Maksimum (knot)	Arah saat kecepatan maksimum
2018	Januari	2,5	135,0	18,0	360,0
	Februari	2,4	315,0	15,0	285,0
	Maret	2,1	135,0	8,0	150,0
	April	2,0	135,0	6,0	330,0
	Mei	2,0	135,0	7,0	283,3
	Juni	2,0	135,0	7,0	320,0
	Juli	2,0	135,0	8,0	60,0
	Agustus	2,1	135,0	9,0	10,0
	September	2,2	135,0	10,0	320,0
	Oktober	2,1	135,0	17,0	260,0
	November	2,3	135,0	9,0	290,0
	Desember	3,7	315,0	15,0	300,0
		Jumlah	27,5		129,0
	Rata-rata	2,3	165,0	10,8	247,4
2019	Januari	2,7	90,0	11,0	243,3
	Februari	3,1	315,0	11,0	280,0

	Maret	2,2	90,0	8,0	295,0
	April	1,8	315,0	7,0	320,0
	Mei	1,8	135,0	7,0	3,0
	Juni	1,7	135,0	5,0	227,5
	Juli	1,8	135,0	23,0	300,0
	Agustus	1,9	135,0	6,0	220,0
	September	2,0	270,0	7,0	50,0
	Oktober	2,0	135,0	13,0	105,0
	November	2,1	135,0	8,0	175,0
	Desember	2,2	315,0	13,0	300,0
	Jumlah	25,1		119,0	
	Rata-rata	2,1	183,8	9,9	209,9
2020	Januari	2,3	315,0	13,0	280,0
	Februari	1,7	90,0	12,0	300,0
	Maret	2,0	90,0	9,0	280,0
	April	2,0	315,0	6,0	320,0
	Mei	1,8	90,0	9,0	90,0
	Juni	1,6	90,0	4,0	207,5
	Juli	1,8	135,0	5,0	80,0
	Agustus	2,0	135,0	5,0	202,2
	September	2,0	270,0	6,0	145,0

	er				
	Oktober	2,0	135,0	6,0	150,0
	Novemb er	2,0	90,0	11,0	30,0
	Desembe r	2,3	90,0	11,0	300,0
	Jumlah	23,5		97,0	
	Rata-rata	2,0	153,8	8,1	198,7
2021	Januari	2,6	315,0	14,0	270,0
	Februari	2,1	90,0	9,0	300,0
	Maret	1,9	315,0	18,0	290,0
	April	1,4	315,0	7,0	320,0
	Mei	1,9	135,0	6,0	40,0
	Juni	1,7	90,0	5,0	212,0
	Juli	2,0	90,0	6,0	193,3
	Agustus	2,0	90,0	9,0	5,0
	Septemb er	2,0	270,0	5,0	224,3
	Oktober	2,1	225,0	12,0	220,0
	Novemb er	2,0	90,0	7,0	235,0
	Desembe r	1,9	90,0	9,0	290,0
	Jumlah	23,6		107,0	
	Rata-rata	2,0	176,3	8,9	216,6

2022	Januari	2,2	90,0	9,0	295,0
	Februari	1,9	90,0	11,0	130,0
	Maret	1,9	90,0	10,0	290,0
	April	2,0	90,0	17,0	160,0
	Mei	1,8	135,0	7,0	300,0
	Juni	1,7	270,0	8,0	50,0
	Juli	1,9	135,0	5,0	260,0
	Agustus	2,1	270,0	8,0	50,0
	Septemb er	2,1	270,0	10,0	120,0
	Oktober	2,1	90,0	8,0	300,0
	Novemb er	2,0	90,0	6,0	280,0
	Desembe r	2,1	90,0	10,0	280,0
	Jumlah	23,7		109,0	
Rata-rata	2,0	142,5	9,1	209,6	

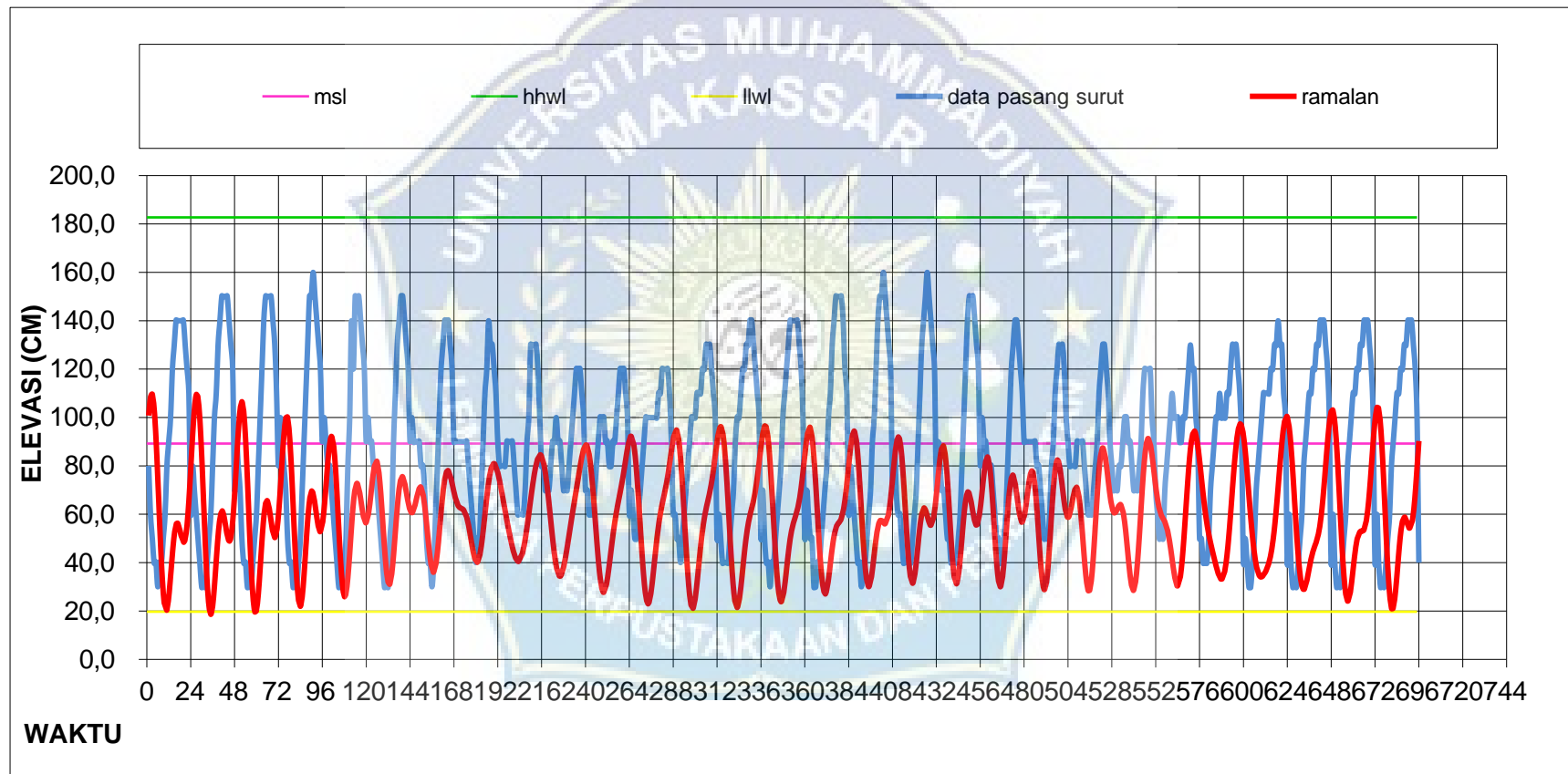
## Data Pasang Surut

Tgl/Bln/Thn	Bacaan skala per 1 jam																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
01-Jan-22	80	60	50	40	40	30	40	40	50	60	80	90	100	120	130	140	140	140	140	140	130	120	110	60
02-Jan-22	80	70	60	50	40	30	30	30	40	50	60	80	100	110	130	140	150	150	150	150	140	130	120	70
03-Jan-22	90	80	70	50	40	40	30	30	30	40	50	60	80	100	120	140	150	150	150	150	140	130	110	80
04-Jan-22	100	90	80	70	50	40	40	30	30	30	40	50	70	90	110	130	150	150	160	150	140	130	120	90
05-Jan-22	100	90	80	80	70	60	50	40	30	30	30	40	50	80	100	140	120	150	150	150	140	130	120	90
06-Jan-22	100	90	90	80	80	70	60	50	40	30	30	30	50	60	90	110	130	140	150	150	140	130	120	90
07-Jan-22	100	90	90	90	90	80	80	70	50	40	40	30	40	60	80	100	120	130	140	140	140	130	120	90
08-Jan-22	90	90	90	90	90	90	90	80	70	60	50	40	50	50	70	90	110	120	140	130	130	120	110	90
09-Jan-22	80	80	80	80	90	90	90	90	80	70	60	60	60	60	70	90	100	130	130	130	130	120	100	80
10-Jan-22	80	70	70	70	80	90	90	100	90	90	80	70	70	70	80	90	100	110	120	120	120	110	100	70
11-Jan-22	70	60	60	60	70	80	90	100	100	100	90	90	80	80	90	90	100	110	120	120	120	110	100	60
12-Jan-22	70	60	50	50	60	70	80	90	100	100	100	100	100	100	100	110	110	120	120	120	120	110	90	60
13-Jan-22	60	50	50	40	50	60	70	80	90	100	100	100	110	110	110	120	120	130	130	130	120	110	100	50
14-Jan-22	60	50	40	40	40	40	50	60	70	90	100	100	110	120	120	130	130	140	140	130	120	110	100	50
15-Jan-22	70	50	40	40	30	40	40	50	60	70	80	100	110	120	130	140	140	140	140	140	130	120	100	50

16-Jan-22	70	60	50	50	30	30	40	40	50	60	70	80	100	110	130	140	150	150	150	150	140	120	110	60
17-Jan-22	80	70	60	50	40	40	30	40	40	50	60	70	90	100	120	140	150	150	160	150	140	130	120	70
18-Jan-22	90	70	60	60	50	40	40	40	40	40	50	60	70	90	110	130	140	150	160	150	140	130	120	70
19-Jan-22	90	80	70	70	60	50	50	40	40	40	40	50	60	80	100	120	140	150	150	150	140	130	120	80
20-Jan-22	100	90	80	80	70	60	60	50	40	40	40	40	50	70	90	110	130	140	150	150	140	130	120	90
21-Jan-22	100	90	90	80	80	80	70	60	50	50	40	40	50	60	80	100	120	130	140	140	130	120	110	90
22-Jan-22	90	90	90	90	90	90	80	80	70	60	50	50	50	60	80	90	110	120	130	130	130	120	100	90
23-Jan-22	80	80	80	80	90	90	90	90	80	70	60	60	60	70	80	90	110	120	130	130	120	110	90	80
24-Jan-22	70	70	70	80	80	90	100	100	90	90	80	70	70	70	80	90	110	120	120	120	120	100	90	70
25-Jan-22	60	60	60	70	80	90	100	100	100	100	90	80	80	80	90	100	110	120	120	120	110	100	90	60
26-Jan-22	60	50	50	50	70	80	90	100	110	100	100	100	90	90	100	100	110	120	130	120	120	100	90	50
27-Jan-22	50	40	40	40	50	70	80	90	100	100	110	100	100	100	110	110	120	130	130	130	120	110	90	40
28-Jan-22	50	40	30	30	40	50	70	80	90	100	110	110	110	110	120	120	130	130	140	130	130	110	100	40
29-Jan-22	60	40	30	30	30	40	50	60	80	90	100	110	110	120	120	130	130	140	140	140	130	120	100	40



Pengambilan data pasang surut ini diambil dari BMKG Paotere Makassar, data yang diambil selama 29 hari pada bulan Januari tahun 2022.



## Data hasil perhitungan grafik pasang surut pada Pantai Popo

DATA (CM)	MSL	HHWL	LLWL	RESIDU	Elevasi ramalan (m)	Elevasi oribarA1 (m)	Residu
80	89,2	162,6	16,0	-20,78182206	0,040753086	-0,3011	-0,341853086
60	89,2	162,6	16,0	-48,32168642	0,048292951	-0,4367	-0,484992951
50	89,2	162,6	16,0	-59,65801809	0,049629282	-0,4668	-0,516429282
40	89,2	162,6	16,0	-63,88445698	0,043855721	-0,3901	-0,433955721
40	89,2	162,6	16,0	-51,61804767	0,031589312	-0,2319	-0,263489312
30	89,2	162,6	16,0	-44,88450508	0,014855769	-0,0375	-0,052355769
40	89,2	162,6	16,0	-16,60939129	-0,003419344	0,14	0,143419344
40	89,2	162,6	16,0	0,085424041	-0,02011416	0,2535	0,27361416
50	89,2	162,6	16,0	22,55476896	-0,032583505	0,2741	0,306683505
60	89,2	162,6	16,0	39,12951483	-0,03915825	0,1986	0,23775825
80	89,2	162,6	16,0	59,39633301	-0,039425069	0,0506	0,090025069
90	89,2	162,6	16,0	64,2475682	-0,034276304	-0,1263	-0,092023696
100	89,2	162,6	16,0	65,67417186	-0,025702907	-0,2794	-0,253697093
120	89,2	162,6	16,0	76,28090459	-0,01630964	-0,3616	-0,34529036
130	89,2	162,6	16,0	78,58680184	-0,008615537	-0,3434	-0,334784463
140	89,2	162,6	16,0	84,30114852	-0,004329884	-0,2216	-0,217270116
140	89,2	162,6	16,0	83,83396396	-0,0038627	-0,0205	-0,0166373
140	89,2	162,6	16,0	86,23264877	-0,006261384	0,2139	0,220161384
140	89,2	162,6	16,0	89,55676419	-0,0095855	0,4251	0,4346855
140	89,2	162,6	16,0	91,52354362	-0,011552279	0,5604	0,571952279
130	89,2	162,6	16,0	80,18656802	-0,010215304	0,5845	0,594715304
120	89,2	162,6	16,0	64,46625555	-0,004494991	0,4883	0,492794991
110	89,2	162,6	16,0	44,45555417	0,00551571	0,2918	0,28628429
60	89,2	162,6	16,0	-18,5144453	0,01848571	0,039	0,02051429
80	89,2	162,6	16,0	-12,06626129	0,032037526	-0,2129	-0,244937526
70	89,2	162,6	16,0	-33,24642717	0,043217692	-0,4076	-0,450817692
60	89,2	162,6	16,0	-49,23312573	0,04920439	-0,504	-0,55320439
50	89,2	162,6	16,0	-58,11648243	0,048087747	-0,4856	-0,533687747
40	89,2	162,6	16,0	-59,49249084	0,039463755	-0,3648	-0,404263755
30	89,2	162,6	16,0	-54,64005659	0,024611321	-0,179	-0,203611321
30	89,2	162,6	16,0	-36,21075733	0,006182022	0,0197	0,013517978
30	89,2	162,6	16,0	-17,55859425	-0,012470141	0,1776	0,190070141
40	89,2	162,6	16,0	8,049319913	-0,028078056	0,254	0,282078056
50	89,2	162,6	16,0	28,12062242	-0,038149358	0,2314	0,269549358
60	89,2	162,6	16,0	41,4040506	-0,041432786	0,1199	0,161332786
80	89,2	162,6	16,0	58,09729855	-0,038126034	-0,0456	-0,007473966
100	89,2	162,6	16,0	69,77802574	-0,029806761	-0,2147	-0,184893239

150	89,2	162,6	16,0	79,18584015	0,010785424	-0,1909	-0,201685424
150	89,2	162,6	16,0	77,20735726	0,012763907	-0,0219	-0,034663907
150	89,2	162,6	16,0	79,15800025	0,010813264	0,1821	0,171286736
140	89,2	162,6	16,0	73,64937971	0,006321885	0,3756	0,369278115
130	89,2	162,6	16,0	68,72589369	0,001245371	0,5135	0,512254629
120	89,2	162,6	16,0	62,44490907	-0,002473645	0,5622	0,564673645
90	89,2	162,6	16,0	33,38974694	-0,003418483	0,5083	0,511718483
100	89,2	162,6	16,0	41,00980943	-0,001038545	0,3617	0,362738545
90	89,2	162,6	16,0	25,74753365	0,004223731	0,1528	0,148576269
90	89,2	162,6	16,0	18,94272923	0,011028535	-0,0743	-0,085328535
80	89,2	162,6	16,0	2,518730029	0,017452534	-0,273	-0,290452534
80	89,2	162,6	16,0	-1,509452201	0,021480717	-0,4049	-0,426380717
70	89,2	162,6	16,0	-11,59763867	0,021568903	-0,449	-0,470568903
60	89,2	162,6	16,0	-17,13911954	0,017110384	-0,4056	-0,422710384
50	89,2	162,6	16,0	-18,67334557	0,00864461	-0,2954	-0,30404461
40	89,2	162,6	16,0	-17,76121112	-0,002267525	-0,1537	-0,151432475
30	89,2	162,6	16,0	-16,57816913	-0,013450566	-0,0207	-0,007249434
30	89,2	162,6	16,0	-7,371059283	-0,022657676	0,069	0,091657676
30	89,2	162,6	16,0	-1,941454793	-0,028087281	0,0947	0,122787281
50	89,2	162,6	16,0	18,72990757	-0,028758643	0,055	0,083758643
60	89,2	162,6	16,0	24,6656416	-0,024694377	-0,0327	-0,008005623
90	89,2	162,6	16,0	46,86671958	-0,016895455	-0,1374	-0,120504545
110	89,2	162,6	16,0	57,08137279	-0,007110108	-0,2225	-0,215389892
130	89,2	162,6	16,0	67,39508639	0,002576178	-0,2562	-0,258776178
140	89,2	162,6	16,0	69,72179377	0,010249471	-0,2197	-0,229949471
150	89,2	162,6	16,0	75,332664	0,0146386	-0,1128	-0,1274386
150	89,2	162,6	16,0	74,57119284	0,015400072	0,0464	0,030999928
140	89,2	162,6	16,0	66,84534372	0,013125921	0,2248	0,211674079
130	89,2	162,6	16,0	60,88296732	0,009088297	0,3828	0,373711703
120	89,2	162,6	16,0	55,14429245	0,004826972	0,4841	0,479273028
90	89,2	162,6	16,0	28,25260357	0,001718661	0,5041	0,502381339
100	89,2	162,6	16,0	39,33315695	0,000638107	0,436	0,435361893
90	89,2	162,6	16,0	28,20333755	0,001767927	0,2926	0,290832073
90	89,2	162,6	16,0	25,39553793	0,004575726	0,103	0,098424274
90	89,2	162,6	16,0	22,0116162	0,007959648	-0,0945	-0,102459648
90	89,2	162,6	16,0	19,42639812	0,010544866	-0,2611	-0,271644866
80	89,2	162,6	16,0	8,896506042	0,011074758	-0,3666	-0,377674758
80	89,2	162,6	16,0	11,17815452	0,00879311	-0,3961	-0,40489311
70	89,2	162,6	16,0	6,277040652	0,003694224	-0,3527	-0,356394224
50	89,2	162,6	16,0	-6,582276265	-0,003446459	-0,2557	-0,252253541

40	89,2	162,6	16,0	-8,760618072	-0,011268118	-0,1352	-0,123931882
40	89,2	162,6	16,0	-1,856625636	-0,01817211	-0,0242	-0,00602789
30	89,2	162,6	16,0	-7,321165657	-0,02270757	0,0497	0,07240757
40	89,2	162,6	16,0	3,865813645	-0,023894549	0,0712	0,095094549
60	89,2	162,6	16,0	21,39640274	-0,021425138	0,0405	0,061925138
80	89,2	162,6	16,0	35,69006666	-0,015718802	-0,0273	-0,011581198
100	89,2	162,6	16,0	47,79870865	-0,007827444	-0,1065	-0,098672556
120	89,2	162,6	16,0	59,1732435	0,000798021	-0,1681	-0,168898021
130	89,2	162,6	16,0	61,33296317	0,008638301	-0,1874	-0,196038301
140	89,2	162,6	16,0	65,51696899	0,014454295	-0,1504	-0,164854295
140	89,2	162,6	16,0	62,4174694	0,017553795	-0,0581	-0,075653795
140	89,2	162,6	16,0	62,07433018	0,017896934	0,0739	0,056003066
130	89,2	162,6	16,0	53,95215191	0,016019112	0,2185	0,202480888
120	89,2	162,6	16,0	47,15607966	0,012815185	0,3441	0,331284815
90	89,2	162,6	16,0	20,70505432	0,00926621	0,4217	0,41243379
90	89,2	162,6	16,0	23,78347475	0,00618779	0,432	0,42581221
90	89,2	162,6	16,0	25,9189858	0,004052279	0,37	0,365947721
90	89,2	162,6	16,0	27,06107075	0,002910194	0,2462	0,243289806
90	89,2	162,6	16,0	27,55156362	0,002419701	0,0844	0,081980299
90	89,2	162,6	16,0	27,99195602	0,001979308	-0,0842	-0,086179308
90	89,2	162,6	16,0	29,03485695	0,000936407	-0,2278	-0,228736407
90	89,2	162,6	16,0	31,15538819	-0,001184124	-0,321	-0,319815876
80	89,2	162,6	16,0	24,47439909	-0,004503135	-0,3505	-0,345996865
70	89,2	162,6	16,0	18,69211745	-0,008720853	-0,3172	-0,308479147
60	89,2	162,6	16,0	13,15017318	-0,013178909	-0,2356	-0,222421091
50	89,2	162,6	16,0	6,993641289	-0,017022377	-0,1295	-0,112477623
40	89,2	162,6	16,0	-0,622661514	-0,019406074	-0,0262	-0,006793926
50	89,2	162,6	16,0	9,660469245	-0,019689205	0,0502	0,069889205
50	89,2	162,6	16,0	7,550048997	-0,017578785	0,0848	0,102378785
70	89,2	162,6	16,0	23,17015038	-0,013198886	0,0745	0,087698886
90	89,2	162,6	16,0	37,04507642	-0,007073812	0,0286	0,035673812
110	89,2	162,6	16,0	49,99661386	-2,53495E-05	-0,034	-0,033974651
120	89,2	162,6	16,0	52,97541797	0,006995846	-0,0901	-0,097095846
140	89,2	162,6	16,0	66,86944303	0,013101821	-0,1182	-0,131301821
130	89,2	162,6	16,0	52,3431598	0,017628105	-0,1041	-0,121728105
130	89,2	162,6	16,0	49,74911814	0,020222146	-0,0447	-0,064922146
120	89,2	162,6	16,0	39,12331103	0,020847953	0,0509	0,030052047
110	89,2	162,6	16,0	30,24607134	0,019725193	0,1636	0,143874807
90	89,2	162,6	16,0	12,73696156	0,017234303	0,2682	0,250965697

80	89,2	162,6	16,0	6,15626271	0,013814998	0,34	0,326185002
80	89,2	162,6	16,0	10,09522027	0,009876044	0,36	0,350123956
80	89,2	162,6	16,0	14,24109821	0,005730166	0,32	0,314269834
80	89,2	162,6	16,0	18,40312282	0,001568142	0,2246	0,223031858
90	89,2	162,6	16,0	32,49106079	-0,002519796	0,0904	0,092919796
90	89,2	162,6	16,0	36,4555854	-0,006484321	-0,0576	-0,051115679
90	89,2	162,6	16,0	40,21920143	-0,010247937	-0,1912	-0,180952063
90	89,2	162,6	16,0	43,63244385	-0,013661179	-0,2855	-0,271838821
80	89,2	162,6	16,0	36,47456311	-0,016503299	-0,3241	-0,307596701
70	89,2	162,6	16,0	28,49135595	-0,018520092	-0,3025	-0,283979908
60	89,2	162,6	16,0	19,44540382	-0,019474139	-0,2293	-0,209825861
60	89,2	162,6	16,0	19,15739196	-0,019186128	-0,1233	-0,104113872
60	89,2	162,6	16,0	17,53387448	-0,01756261	-0,0096	0,00796261
60	89,2	162,6	16,0	14,58823786	-0,014616973	0,0865	0,101116973
70	89,2	162,6	16,0	20,4570598	-0,010485795	0,1453	0,155785795
90	89,2	162,6	16,0	35,40156845	-0,005430304	0,1572	0,162630304
100	89,2	162,6	16,0	39,78128754	0,000189977	0,1246	0,124410023
130	89,2	162,6	16,0	64,00210962	0,005969155	0,0611	0,055130845
130	89,2	162,6	16,0	58,46179627	0,011509468	-0,0123	-0,023809468
130	89,2	162,6	16,0	53,5208208	0,016450444	-0,0722	-0,088650444
130	89,2	162,6	16,0	49,50681836	0,020464446	-0,099	-0,119464446
120	89,2	162,6	16,0	36,73165168	0,023239613	-0,0817	-0,104939613
100	89,2	162,6	16,0	15,48753112	0,024483733	-0,0212	-0,045683733
80	89,2	162,6	16,0	-3,994520047	0,023965784	0,0702	0,046234216
80	89,2	162,6	16,0	-1,608319375	0,021579584	0,1707	0,149120416
70	89,2	162,6	16,0	-7,423574704	0,017394839	0,255	0,237605161
70	89,2	162,6	16,0	-1,699523651	0,011670788	0,2998	0,288129212
70	89,2	162,6	16,0	5,136256509	0,004835008	0,2901	0,285264992
80	89,2	162,6	16,0	22,52401006	-0,002552746	0,2228	0,225352746
90	89,2	162,6	16,0	39,81165285	-0,009840388	0,1083	0,118140388
90	89,2	162,6	16,0	46,30910016	-0,016337836	-0,0313	-0,014962164
100	89,2	162,6	16,0	61,37514498	-0,021403881	-0,1676	-0,146196119
90	89,2	162,6	16,0	54,5327358	-0,024561471	-0,2715	-0,246938529
90	89,2	162,6	16,0	55,57313622	-0,025601872	-0,3205	-0,294898128
80	89,2	162,6	16,0	44,59517269	-0,024623908	-0,3038	-0,279176092
70	89,2	162,6	16,0	31,95199869	-0,021980734	-0,225	-0,203019266
70	89,2	162,6	16,0	28,12836543	-0,018157101	-0,1019	-0,083742899
70	89,2	162,6	16,0	23,60709008	-0,013635826	0,0383	0,051935826
80	89,2	162,6	16,0	28,7725345	-0,008805989	0,1643	0,173105989
90	89,2	162,6	16,0	33,89849642	-0,003927232	0,2489	0,252827232
100	89,2	162,6	16,0	39,10227033	0,000868994	0,2746	0,273731006
110	89,2	162,6	16,0	44,40986829	0,005561396	0,2385	0,232938604

120	89,2	162,6	16,0	49,7708475	0,010200417	0,1525	0,142299583
120	89,2	162,6	16,0	45,13961056	0,014831654	0,0404	0,025568346
120	89,2	162,6	16,0	40,58749929	0,019383765	-0,0678	-0,087183765
110	89,2	162,6	16,0	26,40540794	0,023565856	-0,1434	-0,166965856
100	89,2	162,6	16,0	13,12888796	0,026842376	-0,1661	-0,192942376
70	89,2	162,6	16,0	-18,55538434	0,028526649	-0,1296	-0,158126649
70	89,2	162,6	16,0	-17,99817051	0,027969435	-0,0429	-0,070869435
60	89,2	162,6	16,0	-24,79271663	0,024763981	0,0713	0,046536019
60	89,2	162,6	16,0	-18,91418751	0,018885452	0,1823	0,163414548
60	89,2	162,6	16,0	-10,757446	0,01072871	0,2593	0,24857129
70	89,2	162,6	16,0	8,909719241	0,001061545	0,2788	0,277738455
80	89,2	162,6	16,0	29,04321449	-0,00907195	0,2313	0,24037195
90	89,2	162,6	16,0	48,45533311	-0,018484069	0,124	0,142484069
100	89,2	162,6	16,0	65,99214952	-0,026020885	-0,02	0,006020885
100	89,2	162,6	16,0	70,75072072	-0,030779456	-0,1675	-0,136720544
100	89,2	162,6	16,0	72,2848095	-0,032313545	-0,2825	-0,250186455
90	89,2	162,6	16,0	60,71305901	-0,030741795	-0,3354	-0,304658205
90	89,2	162,6	16,0	56,6643915	-0,026693127	-0,3105	-0,283806873
80	89,2	162,6	16,0	41,07026488	-0,021099001	-0,2103	-0,189200999
80	89,2	162,6	16,0	34,89109533	-0,014919831	-0,0552	-0,040280169
90	89,2	162,6	16,0	38,88715915	-0,008915895	0,1206	0,129515895
90	89,2	162,6	16,0	33,49986664	-0,003528602	0,2773	0,280828602
100	89,2	162,6	16,0	38,83989813	0,001131366	0,3789	0,377768634
110	89,2	162,6	16,0	44,74153105	0,005229733	0,4022	0,396970267
120	89,2	162,6	16,0	50,85656321	0,009114701	0,3424	0,333285299
120	89,2	162,6	16,0	46,7924868	0,013178778	0,2144	0,201221222
120	89,2	162,6	16,0	42,29843435	0,01767283	0,0495	0,03182717
110	89,2	162,6	16,0	27,45700888	0,022514255	-0,1123	-0,134814255
100	89,2	162,6	16,0	12,79216557	0,027179099	-0,2322	-0,259379099
60	89,2	162,6	16,0	-30,79043072	0,030761695	-0,2822	-0,312961695
70	89,2	162,6	16,0	-22,23914942	0,032210414	-0,252	-0,284210414
60	89,2	162,6	16,0	-30,68077198	0,030652036	-0,1521	-0,182752036
50	89,2	162,6	16,0	-35,70019752	0,025671462	-0,0104	-0,036071462
50	89,2	162,6	16,0	-27,47857755	0,017449842	0,1338	0,116350158
60	89,2	162,6	16,0	-6,776438385	0,006747703	0,2407	0,233952297
70	89,2	162,6	16,0	15,19002358	-0,005218759	0,2799	0,285118759
80	89,2	162,6	16,0	36,93049329	-0,016959229	0,2385	0,255459229
90	89,2	162,6	16,0	56,90699929	-0,026935735	0,125	0,151935735
100	89,2	162,6	16,0	73,8069496	-0,033835685	-0,0326	0,001235685
100	89,2	162,6	16,0	76,8271581	-0,036855894	-0,1933	-0,156444106
100	89,2	162,6	16,0	75,87601264	-0,035904748	-0,3136	-0,277695252
100	89,2	162,6	16,0	71,58920219	-0,031617938	-0,3584	-0,326782062
100	89,2	162,6	16,0	65,12219934	-0,025150935	-0,3105	-0,285349065
100	89,2	162,6	16,0	57,79344293	-0,017822179	-0,1754	-0,157577821
100	89,2	162,6	16,0	50,72578018	-0,010754516	0,0193	0,030054516

110	89,2	162,6	16,0	54,61637566	-0,004645111	0,2301	0,234745111
110	89,2	162,6	16,0	49,6771244	0,00029414	0,408	0,40770586
120	89,2	162,6	16,0	55,7031048	0,00426816	0,5104	0,50613184
120	89,2	162,6	16,0	52,2058965	0,007765368	0,5118	0,504034632
120	89,2	162,6	16,0	48,58468693	0,011386577	0,4105	0,399113423
120	89,2	162,6	16,0	44,33995494	0,015631309	0,229	0,213368691
110	89,2	162,6	16,0	29,31237956	0,020658885	0,009	-0,011658885
90	89,2	162,6	16,0	3,868384443	0,02610288	-0,1989	-0,22500288
60	89,2	162,6	16,0	-31,07873215	0,031049997	-0,3477	-0,378749997
60	89,2	162,6	16,0	-34,27298879	0,034244253	-0,4051	-0,439344253
50	89,2	162,6	16,0	-44,49149697	0,034462761	-0,362	-0,396462761
50	89,2	162,6	16,0	-40,94023136	0,030911496	-0,2345	-0,265411496
40	89,2	162,6	16,0	-43,51170392	0,023482968	-0,0596	-0,083082968
50	89,2	162,6	16,0	-22,83263223	0,012803897	0,1145	0,101696103
60	89,2	162,6	16,0	-0,136271575	0,000107536	0,2404	0,240292464
70	89,2	162,6	16,0	22,95836172	-0,012987097	0,284	0,296987097
80	89,2	162,6	16,0	44,70552969	-0,024734265	0,2338	0,258534265
90	89,2	162,6	16,0	63,52173804	-0,033550474	0,1035	0,137050474
100	89,2	162,6	16,0	78,29524065	-0,038323976	-0,0707	-0,032376024
100	89,2	162,6	16,0	78,65056524	-0,038679301	-0,2398	-0,201120699
100	89,2	162,6	16,0	75,0532075	-0,035081943	-0,3542	-0,319118057
110	89,2	162,6	16,0	78,66756943	-0,028696305	-0,3769	-0,348203695
110	89,2	162,6	16,0	70,99183632	-0,021020572	-0,2936	-0,272579428
110	89,2	162,6	16,0	63,41303903	-0,013441775	-0,1169	-0,103458225
120	89,2	162,6	16,0	66,86289393	-0,00689163	0,1157	0,12259163
120	89,2	162,6	16,0	61,68290643	-0,001711642	0,3511	0,352811642
130	89,2	162,6	16,0	67,6867023	0,002284562	0,5332	0,530915438
130	89,2	162,6	16,0	64,33200251	0,005639262	0,6169	0,611260738
130	89,2	162,6	16,0	60,92610699	0,009045157	0,5795	0,570454843
120	89,2	162,6	16,0	46,84512782	0,013126137	0,4268	0,413673863
110	89,2	162,6	16,0	31,77046595	0,018200798	0,1917	0,173499202
100	89,2	162,6	16,0	15,90337808	0,024067886	-0,0733	-0,097367886
50	89,2	162,6	16,0	-39,94282824	0,029914093	-0,3091	-0,339014093
60	89,2	162,6	16,0	-34,47251796	0,034443782	-0,4642	-0,498643782
50	89,2	162,6	16,0	-46,26452338	0,036235788	-0,5076	-0,543835788
40	89,2	162,6	16,0	-54,23054802	0,034201812	-0,4361	-0,470301812
40	89,2	162,6	16,0	-47,98314337	0,027954408	-0,2748	-0,302754408
40	89,2	162,6	16,0	-37,97272774	0,017943992	-0,0702	-0,088143992
40	89,2	162,6	16,0	-25,38115521	0,00535242	0,1216	0,11624758

50	89,2	162,6	16,0	-1,864273504	-0,008164462	0,2496	0,257764462
60	89,2	162,6	16,0	20,75057355	-0,020779309	0,281	0,301779309
70	89,2	162,6	16,0	40,76365296	-0,030792389	0,2098	0,240592389
90	89,2	162,6	16,0	66,89742573	-0,036926161	0,0583	0,095226161
100	89,2	162,6	16,0	78,56512908	-0,038593865	-0,1287	-0,090106135
100	89,2	162,6	16,0	76,02879924	-0,036057535	-0,2956	-0,259542465
110	89,2	162,6	16,0	80,33888847	-0,030367624	-0,3904	-0,360032376
120	89,2	162,6	16,0	83,019664	-0,0230484	-0,3789	-0,3558516
120	89,2	162,6	16,0	75,5983394	-0,015627075	-0,2539	-0,238272925
130	89,2	162,6	16,0	79,17114304	-0,009199879	-0,038	-0,028800121
130	89,2	162,6	16,0	74,17786751	-0,004206603	0,2215	0,225706603
140	89,2	162,6	16,0	80,43321803	-0,000461954	0,464	0,464461954
140	89,2	162,6	16,0	77,33472462	0,00263654	0,6304	0,62776346
130	89,2	162,6	16,0	64,12407382	0,005847191	0,6783	0,672452809
120	89,2	162,6	16,0	50,12845974	0,009842805	0,5923	0,582457195
110	89,2	162,6	16,0	34,97605279	0,014995212	0,3887	0,373704788
100	89,2	162,6	16,0	18,78696221	0,021184302	0,1115	0,090315698
50	89,2	162,6	16,0	-37,71451589	0,02768578	-0,1784	-0,20608578
70	89,2	162,6	16,0	-23,26457318	0,033235838	-0,4174	-0,450635838
50	89,2	162,6	16,0	-46,35726556	0,03632853	-0,5555	-0,59182853
40	89,2	162,6	16,0	-55,70674445	0,035678009	-0,5677	-0,603378009
40	89,2	162,6	16,0	-50,69176157	0,030663026	-0,4604	-0,491063026
30	89,2	162,6	16,0	-51,59058398	0,021561848	-0,2686	-0,290161848
40	89,2	162,6	16,0	-29,52487433	0,009496139	-0,0469	-0,056396139
40	89,2	162,6	16,0	-16,17800929	-0,003850726	0,1447	0,148550726
50	89,2	162,6	16,0	6,570294633	-0,01659903	0,1447	0,16129903
60	89,2	162,6	16,0	26,98249235	-0,027011228	0,1447	0,171711228
70	89,2	162,6	16,0	43,74437034	-0,033773106	0,1447	0,178473106
80	89,2	162,6	16,0	56,19605188	-0,036224788	0,1447	0,180924788
100	89,2	162,6	16,0	74,48318668	-0,034511922	0,1447	0,179211922
110	89,2	162,6	16,0	79,54411028	-0,029572846	0,1447	0,174272846
120	89,2	162,6	16,0	82,86248653	-0,022891222	0,1447	0,167591222
130	89,2	162,6	16,0	86,02089723	-0,016049633	0,1447	0,160749633
140	89,2	162,6	16,0	90,21806263	-0,010246798	0,1447	0,154946798
140	89,2	162,6	16,0	85,9547018	-0,005983437	0,1447	0,150683437
140	89,2	162,6	16,0	83,00656238	-0,003035298	0,1447	0,147735298
140	89,2	162,6	16,0	80,64927104	-0,000678007	0,1447	0,145378007
140	89,2	162,6	16,0	77,99218865	0,001979076	0,1447	0,142720924
130	89,2	162,6	16,0	64,28368724	0,005687577	0,1447	0,139012423
120	89,2	162,6	16,0	49,13325781	0,010838007	0,1447	0,133861993
100	89,2	162,6	16,0	22,66183157	0,017309433	0,1447	0,127390567



**DATA TINGGI GELOMBANG, PERIODE GELOMBANG DAN PANJANG  
GELOMBANG 2018-2022**

Tanggal	Tinggi Gelombang (m)	Periode Gelombang (det)	Panjang Gelombang (m)
2018-01	0.30	2.16	7.27
2018-02	0.28	1.99	6.17
2018-03	0.29	2.04	6.52
2018-04	0.05	0.36	0.20
2018-05	0.06	0.39	0.24
2018-06	0.08	0.59	0.54
2018-07	0.06	0.45	0.32
2018-08	0.08	0.59	0.53
2018-09	0.64	4.55	32.23
2018-10	0.15	1.07	1.79
2018-11	0.22	1.60	4.00
2018-12	0.26	1.86	5.39
2019-01	0.44	3.15	15.44
2019-02	0.30	2.13	7.10
2019-03	0.31	2.20	7.53
2019-04	0.14	1.02	1.63
2019-05	0.05	0.36	0.20
2019-06	0.08	0.57	0.51
2019-07	0.68	4.83	36.36
2019-08	0.51	3.62	20.50
2019-09	0.64	4.56	32.46
2019-10	0.84	5.98	55.78
2019-11	0.75	5.38	45.18
2019-12	0.11	0.81	1.02

2020-01	0.33	2.39	8.87
2020-02	0.27	1.96	5.97
2020-03	0.17	1.18	2.16
2020-04	0.23	1.62	4.09
2020-05	0.05	0.32	0.16
2020-06	0.09	0.61	0.58
2020-07	0.12	0.89	1.23
2020-08	0.64	4.55	32.35
2020-09	0.78	5.53	47.73
2020-10	0.34	2.40	9.01
2020-11	0.17	1.21	2.27
2020-12	0.30	2.16	7.25
2021-01	0.35	2.47	9.52
2021-02	0.32	2.28	8.12
2021-03	0.22	1.55	3.73
2021-04	0.39	2.76	11.91
2021-05	0.07	0.47	0.35
2021-06	0.04	0.30	0.14
2021-07	0.11	0.81	1.02
2021-08	0.20	1.45	3.30
2021-09	0.22	1.54	3.69
2021-10	0.28	1.99	6.15
2021-11	0.15	1.07	1.80
2021-12	0.38	2.70	11.40
2022-01	0.32	2.31	8.30
2022-02	0.34	2.46	9.44
2022-03	0.28	1.96	6.02
2022-04	0.03	0.19	0.06
2022-05	0.08	0.57	0.51
2022-06	0.10	0.69	0.73
2022-07	0.07	0.53	0.44
2022-08	0.13	0.94	1.38
2022-09	0.63	4.50	31.54
2022-10	0.30	2.14	7.14
2022-11	0.20	1.43	3.17
2022-12	0.40	2.85	12.70

Tabel WIEGEL (SPM Vol.II,1984)

Table C-1. Functions of d/L for even increments of d/L<sub>0</sub> (from 0.0001 to 1.000).

d/L <sub>0</sub>	d/L	2π d/L	TANH 2π d/L	SINH 2π d/L	COSH 2π d/L	H/H <sub>0</sub> ∞	K 1	4π d/L	SINH 4π d/L	COSH 4π d/L	n 1	C <sub>0</sub> /C <sub>∞</sub> 0	M ∞
0	0	0	0	0	1	∞	1	0	0	1	1	0	∞
.000100	.003990	.02507	.02506	.02507	1.0003	4.467	.9997	.05014	.05016	1.001	.9998	.02506	7.855
.000200	.005643	.03546	.03544	.03547	1.0006	3.757	.9994	.07091	.07097	1.003	.9996	.03543	3.928
.000300	.006912	.04343	.04340	.04344	1.0009	3.395	.9991	.08686	.08697	1.004	.9994	.04336	2.620
.000400	.007982	.05015	.05011	.05018	1.0013	3.160	.9987	.1003	.1005	1.005	.9992	.05007	1.965
.000500	.008925	.05608	.05602	.05611	1.0016	2.989	.9984	.1122	.1124	1.006	.9990	.05596	1.572
.000600	.009778	.06144	.06136	.06148	1.0019	2.856	.9981	.1229	.1232	1.008	.9988	.06128	1.311
.000700	.01056	.06637	.06627	.06642	1.0022	2.749	.9978	.1327	.1331	1.009	.9985	.06617	1.124
.000800	.01129	.07096	.07084	.07102	1.0025	2.659	.9975	.1419	.1424	1.010	.9983	.07072	983.5
.000900	.01198	.07527	.07513	.07534	1.0028	2.582	.9972	.1505	.1511	1.011	.9981	.07499	874.3
.001000	.01263	.07935	.07918	.07943	1.0032	2.515	.9969	.1587	.1594	1.013	.9979	.07902	787.0
.001100	.01325	.08323	.08304	.08333	1.0035	2.456	.9965	.1665	.1672	1.014	.9977	.08285	715.6
.001200	.01384	.08694	.08672	.08705	1.0038	2.404	.9962	.1739	.1748	1.015	.9975	.08651	656.1
.001300	.01440	.09050	.09026	.09063	1.0041	2.357	.9959	.1810	.1820	1.016	.9973	.09001	605.8
.001400	.01495	.09393	.09365	.09407	1.0044	2.314	.9956	.1879	.1890	1.018	.9971	.09338	562.6
.001500	.01548	.09723	.09693	.09739	1.0047	2.275	.9953	.1945	.1957	1.019	.9969	.09663	525
.001600	.01598	.1004	.1001	.1006	1.0051	2.239	.9949	.2009	.2022	1.020	.9967	.09977	493
.001700	.01648	.1035	.1032	.1037	1.0054	2.205	.9946	.2071	.2086	1.022	.9965	.1028	463
.001800	.01696	.1066	.1062	.1068	1.0057	2.174	.9943	.2131	.2147	1.023	.9962	.1058	438
.001900	.01743	.1095	.1091	.1097	1.0060	2.145	.9940	.2190	.2207	1.024	.9960	.1087	415
.002000	.01788	.1123	.1119	.1125	1.0063	2.119	.9937	.2247	.2266	1.025	.9958	.1114	394
.002100	.01832	.1151	.1146	.1154	1.0066	2.094	.9934	.2303	.2323	1.027	.9956	.1141	376
.002200	.01876	.1178	.1173	.1181	1.0069	2.070	.9931	.2357	.2379	1.028	.9954	.1161	359
.002300	.01918	.1205	.1199	.1208	1.0073	2.047	.9928	.2410	.2433	1.029	.9952	.1193	343
.002400	.01959	.1231	.1225	.1234	1.0076	2.025	.9925	.2462	.2487	1.031	.9950	.1219	329
.002500	.02000	.1257	.1250	.1260	1.0079	2.005	.9922	.2513	.2540	1.032	.9948	.1243	316
.002600	.02040	.1282	.1275	.1285	1.0082	1.986	.9919	.2561	.2592	1.033	.9946	.1268	304
.002700	.02079	.1306	.1299	.1310	1.0085	1.967	.9916	.2612	.2642	1.034	.9944	.1292	292
.002800	.02117	.1330	.1323	.1334	1.0089	1.950	.9912	.2661	.2692	1.036	.9942	.1315	282
.002900	.02155	.1354	.1346	.1358	1.0092	1.933	.9909	.2708	.2741	1.037	.9939	.1338	272
.003000	.02192	.1377	.1369	.1382	1.0095	1.917	.9906	.2755	.2790	1.038	.9937	.1360	263
.003100	.02228	.1400	.1391	.1405	1.0098	1.902	.9903	.2800	.2837	1.040	.9935	.1382	255
.003200	.02264	.1423	.1413	.1427	1.0101	1.887	.9900	.2845	.2884	1.041	.9933	.1404	247
.003300	.02300	.1445	.1435	.1449	1.0104	1.873	.9897	.2890	.2930	1.042	.9931	.1425	240
.003400	.02335	.1467	.1456	.1472	1.0108	1.860	.9893	.2934	.2976	1.043	.9929	.1446	233
.003500	.02369	.1488	.1477	.1494	1.0111	1.847	.9890	.2977	.3021	1.045	.9927	.1466	226
.003600	.02403	.1510	.1498	.1515	1.0114	1.834	.9887	.3020	.3065	1.046	.9925	.1487	220
.003700	.02436	.1531	.1519	.1537	1.0117	1.822	.9884	.3061	.3109	1.047	.9923	.1507	214
.003800	.02469	.1551	.1539	.1558	1.0121	1.810	.9881	.3103	.3153	1.049	.9921	.1527	208
.003900	.02502	.1572	.1559	.1579	1.0124	1.799	.9878	.3144	.3196	1.050	.9919	.1546	203
.004000	.02534	.1592	.1579	.1599	1.0127	1.788	.9875	.3184	.3238	1.051	.9917	.1565	198
.004100	.02566	.1612	.1598	.1619	1.0130	1.777	.9872	.3224	.3280	1.052	.9915	.1584	193
.004200	.02597	.1632	.1617	.1639	1.0133	1.767	.9869	.3263	.3322	1.054	.9912	.1602	189
.004300	.02628	.1651	.1636	.1659	1.0137	1.756	.9865	.3302	.3362	1.055	.9910	.1621	184
.004400	.02659	.1671	.1655	.1678	1.0140	1.746	.9862	.3341	.3403	1.056	.9908	.1640	180
.004500	.02689	.1690	.1674	.1698	1.0143	1.737	.9859	.3380	.3444	1.058	.9906	.1658	176
.004600	.02719	.1708	.1692	.1717	1.0146	1.727	.9856	.3417	.3483	1.059	.9904	.1676	172
.004700	.02749	.1727	.1710	.1736	1.0149	1.718	.9853	.3454	.3523	1.060	.9902	.1693	169
.004800	.02778	.1745	.1728	.1754	1.0153	1.709	.9849	.3491	.3562	1.062	.9900	.1711	165
.004900	.02807	.1764	.1746	.1773	1.0156	1.701	.9846	.3527	.3601	1.063	.9898	.1728	162
.005000	.02836	.1782	.1764	.1791	1.0159	1.692	.9843	.3564	.3640	1.064	.9896	.1746	159
.005100	.02864	.1800	.1781	.1809	1.0162	1.684	.9840	.3599	.3678	1.066	.9894	.1762	156
.005200	.02893	.1818	.1798	.1827	1.0166	1.676	.9837	.3635	.3715	1.067	.9892	.1779	153
.005300	.02921	.1835	.1815	.1845	1.0169	1.669	.9834	.3670	.3753	1.068	.9889	.1795	150
.005400	.02948	.1852	.1832	.1863	1.0172	1.662	.9831	.3705	.3790	1.069	.9887	.1811	147
.005500	.02976	.1870	.1848	.1880	1.0175	1.654	.9828	.3739	.3827	1.071	.9885	.1827	145
.005600	.03003	.1887	.1865	.1898	1.0178	1.647	.9825	.3774	.3864	1.072	.9883	.1843	142
.005700	.03030	.1904	.1881	.1915	1.0182	1.640	.9822	.3808	.3900	1.073	.9881	.1859	140
.005800	.03057	.1921	.1897	.1932	1.0185	1.633	.9818	.3841	.3937	1.075	.9879	.1874	137
.005900	.03083	.1937	.1913	.1949	1.0188	1.626	.9815	.3875	.3972	1.076	.9877	.1890	135

\*Also: b<sub>s</sub>/a<sub>s</sub>, C/C<sub>0</sub>, L/L<sub>c</sub>

Table C-1. Continued.

$d/L_0$	$d/L$	$2^\pi d/L$	TANH $2^\pi d/L$	SINH $2^\pi d/L$	COSH $2^\pi d/L$	H/4°	K	$4^\pi d/L$	SINH $4^\pi d/L$	COSH $4^\pi d/L$	n	$C_G/C_0$	M
.006000	.03110	.1954	.1929	.1967	1.0192	1.620	.9812	.3908	.4008	1.077	.9875	.1905	133
.006100	.03136	.1970	.1945	.1983	1.0195	1.614	.9809	.3941	.4044	1.079	.9873	.1920	130
.006200	.03162	.1987	.1961	.2000	1.0198	1.607	.9806	.3973	.4079	1.080	.9871	.1935	128
.006300	.03188	.2003	.1976	.2016	1.0201	1.601	.9803	.4006	.4114	1.081	.9869	.1950	126
.006400	.03213	.2019	.1992	.2033	1.0205	1.595	.9799	.4038	.4148	1.083	.9867	.1965	124
.006500	.03238	.2035	.2007	.2049	1.0208	1.589	.9796	.4070	.4183	1.084	.9865	.1980	123
.006600	.03264	.2051	.2022	.2065	1.0211	1.583	.9793	.4101	.4217	1.085	.9863	.1994	121
.006700	.03289	.2066	.2037	.2081	1.0214	1.578	.9790	.4133	.4251	1.087	.9860	.2009	119
.006800	.03313	.2082	.2052	.2097	1.0217	1.572	.9787	.4164	.4285	1.088	.9858	.2023	117
.006900	.03338	.2097	.2067	.2113	1.0221	1.567	.9784	.4195	.4319	1.089	.9856	.2037	116
.007000	.03362	.2113	.2082	.2128	1.0224	1.561	.9781	.4225	.4352	1.091	.9854	.2051	114
.007100	.03387	.2128	.2096	.2144	1.0227	1.556	.9778	.4256	.4386	1.092	.9852	.2065	112
.007200	.03411	.2143	.2111	.2160	1.0231	1.551	.9774	.4286	.4419	1.093	.9850	.2079	111
.007300	.03435	.2158	.2125	.2175	1.0234	1.546	.9771	.4316	.4452	1.095	.9848	.2093	109
.007400	.03459	.2173	.2139	.2190	1.0237	1.541	.9768	.4346	.4484	1.096	.9846	.2106	108
.007500	.03482	.2188	.2154	.2205	1.0240	1.536	.9765	.4376	.4517	1.097	.9844	.2120	106
.007600	.03506	.2203	.2168	.2221	1.0244	1.531	.9762	.4406	.4549	1.099	.9842	.2134	105
.007700	.03529	.2218	.2182	.2236	1.0247	1.526	.9759	.4435	.4582	1.100	.9840	.2147	104
.007800	.03552	.2232	.2196	.2251	1.0250	1.521	.9756	.4464	.4614	1.101	.9838	.2160	102
.007900	.03576	.2247	.2209	.2265	1.0253	1.517	.9753	.4493	.4646	1.103	.9836	.2173	101
.008000	.03598	.2261	.2223	.2280	1.0257	1.512	.9750	.4522	.4678	1.104	.9834	.2186	100
.008100	.03621	.2275	.2237	.2295	1.0260	1.508	.9747	.4551	.4709	1.105	.9832	.2199	98.6
.008200	.03644	.2290	.2250	.2310	1.0263	1.503	.9744	.4579	.4741	1.107	.9830	.2212	97.5
.008300	.03666	.2304	.2264	.2324	1.0266	1.499	.9741	.4607	.4772	1.108	.9827	.2225	96.3
.008400	.03689	.2318	.2277	.2338	1.0270	1.495	.9737	.4636	.4803	1.109	.9825	.2237	95.2
.008500	.03711	.2332	.2290	.2353	1.0273	1.491	.9734	.4664	.4834	1.111	.9823	.2250	94.1
.008600	.03733	.2346	.2303	.2367	1.0276	1.487	.9731	.4691	.4865	1.112	.9821	.2262	93.0
.008700	.03755	.2360	.2317	.2381	1.0280	1.482	.9728	.4719	.4896	1.113	.9819	.2275	91.9
.008800	.03777	.2373	.2330	.2396	1.0283	1.478	.9725	.4747	.4927	1.115	.9817	.2287	90.9
.008900	.03799	.2387	.2343	.2410	1.0286	1.474	.9722	.4774	.4957	1.116	.9815	.2300	89.9
.009000	.03821	.2401	.2356	.2424	1.0290	1.471	.9718	.4801	.4988	1.118	.9813	.2312	88.9
.009100	.03842	.2414	.2368	.2438	1.0293	1.467	.9715	.4828	.5018	1.119	.9811	.2324	88.0
.009200	.03864	.2428	.2381	.2452	1.0296	1.463	.9712	.4855	.5049	1.120	.9809	.2336	87.1
.009300	.03885	.2441	.2394	.2465	1.0299	1.459	.9709	.4882	.5079	1.122	.9807	.2348	86.1
.009400	.03906	.2455	.2407	.2479	1.0303	1.456	.9706	.4909	.5109	1.123	.9805	.2360	85.2
.009500	.03928	.2468	.2419	.2493	1.0306	1.452	.9703	.4936	.5138	1.124	.9803	.2371	84.3
.009600	.03949	.2481	.2431	.2507	1.0309	1.448	.9700	.4962	.5168	1.126	.9801	.2383	83.5
.009700	.03970	.2494	.2443	.2520	1.0313	1.445	.9697	.4988	.5198	1.127	.9799	.2394	82.7
.009800	.03990	.2507	.2456	.2534	1.0316	1.442	.9694	.5014	.5227	1.128	.9797	.2406	81.8
.009900	.04011	.2520	.2468	.2547	1.0319	1.438	.9691	.5040	.5257	1.130	.9794	.2417	81.0
.01000	.04032	.2533	.2480	.2560	1.0322	1.435	.9688	.5066	.5286	1.131	.9792	.2429	80.2
.01100	.04233	.2660	.2598	.2691	1.0356	1.403	.9656	.5319	.5574	1.145	.9772	.2539	73.1
.01200	.04426	.2781	.2711	.2817	1.0389	1.375	.9625	.5562	.5853	1.159	.9751	.2643	67.1
.01300	.04612	.2898	.2820	.2938	1.0423	1.350	.9594	.5795	.6125	1.173	.9731	.2743	62.1
.01400	.04791	.3010	.2924	.3056	1.0456	1.327	.9564	.6020	.6391	1.187	.9710	.2838	57.8
.01500	.04964	.3119	.3022	.3170	1.0490	1.307	.9533	.6238	.6651	1.201	.9690	.2928	54.0
.01600	.05132	.3225	.3117	.3281	1.0524	1.288	.9502	.6450	.6906	1.215	.9670	.3011	50.8
.01700	.05296	.3328	.3209	.3389	1.0559	1.271	.9471	.6655	.7158	1.230	.9649	.3096	47.9
.01800	.05455	.3428	.3298	.3495	1.0593	1.255	.9440	.6856	.7405	1.244	.9629	.3176	45.3
.01900	.05611	.3525	.3386	.3599	1.0628	1.240	.9409	.7051	.7650	1.259	.9609	.3253	43.0
.02000	.05763	.3621	.3470	.3701	1.0663	1.226	.9378	.7242	.7891	1.274	.9588	.3327	41.0
.02100	.05912	.3714	.3552	.3800	1.0698	1.213	.9348	.7429	.8131	1.289	.9568	.3399	39.1
.02200	.06057	.3806	.3632	.3898	1.0733	1.201	.9317	.7612	.8368	1.304	.9548	.3468	37.4
.02300	.06200	.3896	.3710	.3995	1.0768	1.189	.9287	.7791	.8603	1.319	.9528	.3535	35.9
.02400	.06340	.3984	.3786	.4090	1.0804	1.178	.9256	.7967	.8837	1.335	.9508	.3600	34.4
.02500	.06478	.4070	.3860	.4184	1.0840	1.168	.9225	.8140	.9069	1.350	.9488	.3662	33.1
.02600	.06613	.4155	.3932	.4276	1.0876	1.159	.9195	.8310	.9310	1.366	.9468	.3722	31.9
.02700	.06747	.4239	.4002	.4367	1.0912	1.150	.9164	.8478	.9530	1.381	.9448	.3781	30.8
.02800	.06878	.4322	.4071	.4457	1.0949	1.141	.9133	.8643	.9760	1.397	.9428	.3838	29.8
.02900	.07007	.4403	.4138	.4546	1.0985	1.133	.9103	.8805	.9988	1.413	.9408	.3893	28.8

Table C-1. Continued.

d/L <sub>0</sub>	d/L	2π d/L	TANH 2π d/L	SINH 2π d/L	COSH 2π d/L	H/H' <sub>0</sub>	K	4π d/L	SINH 4π d/L	COSH 4π d/L	n	C <sub>0</sub> /C <sub>0</sub>	M
.03000	.07135	.4483	.4205	.4634	1.1021	1.125	.9073	.8966	1.022	1.430	.9388	.3947	27.9
.03100	.07260	.4562	.4269	.4721	1.1059	1.118	.9042	.9124	1.044	1.446	.9369	.4000	27.1
.03200	.07385	.4640	.4333	.4808	1.1096	1.111	.9012	.9280	1.067	1.462	.9349	.4051	26.3
.03300	.07507	.4717	.4395	.4894	1.1133	1.104	.8982	.9434	1.090	1.479	.9329	.4100	25.6
.03400	.07630	.4794	.4457	.4980	1.1171	1.098	.8952	.9588	1.113	1.496	.9309	.4149	24.8
.03500	.07748	.4868	.4517	.5064	1.1209	1.092	.8921	.9737	1.135	1.513	.9289	.4196	24.19
.03600	.07867	.4943	.4577	.5147	1.1247	1.086	.8891	.9886	1.158	1.530	.9270	.4242	23.56
.03700	.07984	.5017	.4635	.5230	1.1285	1.080	.8861	1.003	1.180	1.547	.9250	.4287	22.97
.03800	.08100	.5090	.4691	.5312	1.1324	1.075	.8831	1.018	1.203	1.564	.9230	.4330	22.42
.03900	.08215	.5162	.4747	.5394	1.1362	1.069	.8801	1.032	1.226	1.582	.9211	.4372	21.90
.04000	.08329	.5233	.4802	.5475	1.1401	1.064	.8771	1.047	1.248	1.600	.9192	.4414	21.40
.04100	.08442	.5304	.4857	.5556	1.1440	1.059	.8741	1.061	1.271	1.617	.9172	.4455	20.92
.04200	.08553	.5374	.4911	.5637	1.1479	1.055	.8711	1.075	1.294	1.636	.9153	.4495	20.46
.04300	.08664	.5444	.4964	.5717	1.1518	1.050	.8688	1.089	1.317	1.654	.9133	.4534	20.03
.04400	.08774	.5513	.5015	.5796	1.1558	1.046	.8652	1.103	1.340	1.672	.9114	.4571	19.62
.04500	.08883	.5581	.5066	.5876	1.1599	1.042	.8621	1.116	1.363	1.691	.9095	.4607	19.23
.04600	.08991	.5649	.5116	.5954	1.1639	1.038	.8592	1.130	1.386	1.709	.9076	.4643	18.85
.04700	.09098	.5717	.5166	.6033	1.1679	1.034	.8562	1.143	1.409	1.728	.9057	.4679	18.49
.04800	.09205	.5784	.5215	.6111	1.1720	1.030	.8532	1.157	1.433	1.747	.9037	.4713	18.15
.04900	.09311	.5850	.5263	.6189	1.1760	1.026	.8503	1.170	1.456	1.766	.9018	.4746	17.82
.05000	.09416	.5916	.5310	.6267	1.1802	1.023	.8473	1.183	1.479	1.786	.8999	.4779	17.50
.05100	.09520	.5981	.5357	.6344	1.1843	1.019	.8444	1.196	1.503	1.805	.8980	.4811	17.19
.05200	.09623	.6046	.5403	.6421	1.1884	1.016	.8415	1.209	1.526	1.825	.8961	.4842	16.90
.05300	.09726	.6111	.5449	.6499	1.1926	1.013	.8385	1.222	1.550	1.845	.8943	.4873	16.62
.05400	.09829	.6176	.5494	.6575	1.1968	1.010	.8356	1.235	1.574	1.865	.8924	.4903	16.35
.05500	.09930	.6239	.5538	.6652	1.2011	1.007	.8326	1.248	1.598	1.885	.8905	.4932	16.09
.05600	.1003	.6303	.5582	.6729	1.2053	1.004	.8297	1.261	1.622	1.906	.8886	.4960	15.84
.05700	.1013	.6366	.5626	.6805	1.2096	1.001	.8267	1.273	1.646	1.926	.8867	.4988	15.60
.05800	.1023	.6428	.5668	.6880	1.2138	.9985	.8239	1.286	1.670	1.947	.8849	.5015	15.36
.05900	.1033	.6491	.5711	.6956	1.2181	.9958	.8209	1.298	1.695	1.968	.8830	.5042	15.13
.06000	.1043	.6553	.5753	.7033	1.2225	.9932	.8180	1.311	1.719	1.989	.8811	.5068	14.91
.06100	.1053	.6616	.5794	.7110	1.2270	.9907	.8150	1.323	1.744	2.011	.8792	.5094	14.70
.06200	.1063	.6678	.5834	.7187	1.2315	.9883	.8121	1.336	1.770	2.033	.8773	.5119	14.50
.06300	.1073	.6739	.5874	.7265	1.2355	.9860	.8093	1.348	1.795	2.055	.8755	.5143	14.30
.06400	.1082	.6799	.5914	.7343	1.2402	.9837	.8063	1.360	1.819	2.076	.8737	.5167	14.11
.06500	.1092	.6860	.5954	.7421	1.2447	.9815	.8035	1.372	1.845	2.098	.8719	.5191	13.92
.06600	.1101	.6920	.5993	.7498	1.2492	.9793	.8005	1.384	1.870	2.121	.8700	.5214	13.74
.06700	.1111	.6981	.6031	.7576	1.2537	.9772	.7977	1.396	1.896	2.144	.8682	.5236	13.57
.06800	.1120	.7037	.6069	.7653	1.2580	.9752	.7948	1.408	1.921	2.166	.8664	.5258	13.40
.06900	.1130	.7099	.6106	.7731	1.2628	.9732	.7919	1.420	1.948	2.189	.8646	.5279	13.24
.07000	.1139	.7157	.6144	.7808	1.2672	.9713	.7890	1.432	1.974	2.213	.8627	.5300	13.08
.07100	.1149	.7219	.6181	.7886	1.2721	.9694	.7861	1.444	2.000	2.236	.8609	.5321	12.92
.07200	.1158	.7277	.6217	.7963	1.2767	.9676	.7833	1.455	2.026	2.260	.8591	.5341	12.77
.07300	.1168	.7336	.6252	.8041	1.2813	.9658	.7804	1.467	2.053	2.284	.8572	.5360	12.62
.07400	.1177	.7395	.6289	.8118	1.2861	.9641	.7775	1.479	2.080	2.308	.8554	.5380	12.48
.07500	.1186	.7453	.6324	.8196	1.2908	.9624	.7747	1.490	2.107	2.332	.8537	.5399	12.34
.07600	.1195	.7511	.6359	.8273	1.2956	.9607	.7719	1.502	2.135	2.357	.8519	.5417	12.21
.07700	.1205	.7569	.6392	.8351	1.3004	.9591	.7690	1.514	2.162	2.382	.8501	.5435	12.08
.07800	.1214	.7625	.6427	.8428	1.3051	.9576	.7662	1.525	2.189	2.407	.8483	.5452	11.95
.07900	.1223	.7683	.6460	.8506	1.3100	.9562	.7634	1.537	2.217	2.432	.8465	.5469	11.83
.08000	.1232	.7741	.6493	.8583	1.3149	.9548	.7605	1.548	2.245	2.458	.8448	.5485	11.71
.08100	.1241	.7799	.6526	.8661	1.3198	.9534	.7577	1.560	2.274	2.484	.8430	.5501	11.59
.08200	.1251	.7854	.6558	.8738	1.3246	.9520	.7549	1.571	2.303	2.511	.8413	.5517	11.47
.08300	.1259	.7911	.6590	.8816	1.3295	.9506	.7522	1.583	2.331	2.537	.8395	.5533	11.36
.08400	.1268	.7967	.6622	.8893	1.3345	.9493	.7494	1.594	2.360	2.563	.8378	.5548	11.25
.08500	.1277	.8026	.6655	.8971	1.3397	.9481	.7464	1.605	2.389	2.590	.8360	.5563	11.14
.08600	.1286	.8080	.6685	.9049	1.3446	.9469	.7437	1.616	2.418	2.617	.8342	.5577	11.04
.08700	.1295	.8137	.6716	.9126	1.3497	.9457	.7409	1.628	2.448	2.644	.8325	.5591	10.94
.08800	.1304	.8193	.6747	.9204	1.3548	.9445	.7381	1.639	2.478	2.672	.8308	.5605	10.84
.08900	.1313	.8250	.6778	.9281	1.3600	.9433	.7353	1.650	2.508	2.700	.8290	.5619	10.74

Table C-1. Continued.

$d/L_0$	$d/L$	$2\pi d/L$	TANH $2\pi d/L$	SINH $2\pi d/L$	COSH $2\pi d/L$	$H/H_0$	K	$4\pi d/L$	SINH $4\pi d/L$	COSH $4\pi d/L$	n	$c_g/c_0$	$\lambda$
.09000	.1322	.8306	.6808	.9295	1.3653	.9422	.7324	1.661	2.538	2.728	.8273	.5632	10.65
.09100	.1331	.8363	.6838	.9372	1.3706	.9411	.7296	1.672	2.568	2.756	.8255	.5645	10.55
.09200	.1340	.8420	.6868	.9450	1.3759	.9401	.7268	1.684	2.599	2.785	.8238	.5658	10.46
.09300	.1349	.8474	.6897	.9525	1.3810	.9391	.7241	1.695	2.630	2.814	.8221	.5670	10.37
.09400	.1357	.8528	.6925	.9600	1.3862	.9381	.7214	1.706	2.662	2.843	.8204	.5682	10.29
.09500	.1366	.8583	.6953	.9677	1.3917	.9371	.7186	1.717	2.693	2.873	.8187	.5693	10.21
.09600	.1375	.8639	.6982	.9755	1.3970	.9362	.7158	1.728	2.726	2.903	.8170	.5704	10.12
.09700	.1384	.8694	.7011	.9832	1.4023	.9353	.7131	1.739	2.757	2.933	.8153	.5716	10.04
.09800	.1392	.8749	.7039	.9908	1.4077	.9344	.7104	1.750	2.790	2.963	.8136	.5727	9.962
.09900	.1401	.8803	.7066	.9985	1.4131	.9335	.7076	1.761	2.822	2.994	.8120	.5737	9.884
.1000	.1410	.8858	.7093	1.006	1.4187	.9327	.7049	1.772	2.855	3.025	.8103	.5747	9.808
.1010	.1419	.8913	.7120	1.014	1.4242	.9319	.7022	1.783	2.888	3.057	.8086	.5757	9.734
.1020	.1427	.8967	.7147	1.022	1.4297	.9311	.6994	1.793	2.922	3.088	.8069	.5766	9.661
.1030	.1436	.9023	.7173	1.030	1.4354	.9304	.6967	1.805	2.956	3.121	.8052	.5776	9.590
.1040	.1445	.9076	.7200	1.037	1.4410	.9297	.6940	1.815	2.990	3.153	.8036	.5785	9.519
.1050	.1453	.9130	.7226	1.045	1.4465	.9290	.6913	1.826	3.024	3.185	.8019	.5794	9.451
.1060	.1462	.9184	.7252	1.053	1.4523	.9282	.6886	1.837	3.059	3.218	.8003	.5803	9.384
.1070	.1470	.9239	.7277	1.061	1.4580	.9276	.6859	1.848	3.094	3.251	.7986	.5812	9.318
.1080	.1479	.9293	.7303	1.069	1.4638	.9269	.6833	1.858	3.128	3.284	.7970	.5820	9.254
.1090	.1488	.9343	.7327	1.076	1.4692	.9263	.6806	1.869	3.164	3.319	.7954	.5828	9.191
.1100	.1496	.9400	.7352	1.085	1.4752	.9257	.6779	1.880	3.201	3.353	.7937	.5836	9.129
.1110	.1505	.9456	.7377	1.093	1.4814	.9251	.6752	1.891	3.237	3.388	.7920	.5843	9.068
.1120	.1513	.9508	.7402	1.101	1.4871	.9245	.6725	1.902	3.274	3.423	.7904	.5850	9.009
.1130	.1522	.9563	.7426	1.109	1.4932	.9239	.6697	1.913	3.312	3.459	.7888	.5857	8.950
.1140	.1530	.9616	.7450	1.117	1.4990	.9234	.6671	1.923	3.348	3.494	.7872	.5864	8.891
.1150	.1539	.9670	.7474	1.125	1.5051	.9228	.6645	1.934	3.385	3.530	.7856	.5871	8.835
.1160	.1547	.9720	.7497	1.133	1.5108	.9223	.6619	1.944	3.423	3.566	.7840	.5878	8.780
.1170	.1556	.9775	.7520	1.141	1.5171	.9218	.6592	1.955	3.462	3.603	.7824	.5884	8.726
.1180	.1564	.9827	.7543	1.149	1.5230	.9214	.6566	1.966	3.501	3.641	.7808	.5890	8.673
.1190	.1573	.9882	.7566	1.157	1.5293	.9209	.6539	1.977	3.540	3.678	.7792	.5896	8.621
.1200	.1581	.9936	.7589	1.165	1.5356	.9204	.6512	1.987	3.579	3.716	.7776	.5902	8.569
.1210	.1590	.9989	.7612	1.174	1.5418	.9200	.6486	1.998	3.620	3.755	.7760	.5907	8.518
.1220	.1598	1.0041	.7634	1.182	1.5479	.9196	.6460	2.008	3.659	3.793	.7745	.5913	8.468
.1230	.1607	1.0101	.7656	1.190	1.5546	.9192	.6433	2.019	3.699	3.832	.7729	.5918	8.419
.1240	.1615	1.015	.7678	1.198	1.5605	.9189	.6407	2.030	3.740	3.871	.7713	.5922	8.371
.1250	.1624	1.020	.7700	1.207	1.5674	.9186	.6381	2.041	3.782	3.912	.7698	.5926	8.324
.1260	.1632	1.025	.7722	1.215	1.5734	.9182	.6356	2.051	3.824	3.952	.7682	.5931	8.278
.1270	.1640	1.030	.7742	1.223	1.5795	.9178	.6331	2.061	3.865	3.992	.7667	.5936	8.233
.1280	.1649	1.036	.7763	1.231	1.5862	.9175	.6305	2.072	3.907	4.033	.7652	.5940	8.189
.1290	.1657	1.041	.7783	1.240	1.5927	.9172	.6279	2.082	3.950	4.074	.7637	.5944	8.146
.1300	.1665	1.046	.7804	1.248	1.5990	.9169	.6254	2.093	3.992	4.115	.7621	.5948	8.103
.1310	.1674	1.052	.7824	1.257	1.6060	.9166	.6228	2.104	4.036	4.158	.7606	.5951	8.061
.1320	.1682	1.057	.7844	1.265	1.6124	.9164	.6202	2.114	4.080	4.201	.7591	.5954	8.020
.1330	.1691	1.062	.7865	1.273	1.6191	.9161	.6176	2.125	4.125	4.245	.7575	.5958	7.978
.1340	.1699	1.068	.7885	1.282	1.6260	.9158	.6150	2.135	4.169	4.288	.7560	.5961	7.937
.1350	.1708	1.073	.7905	1.291	1.633	.9156	.6123	2.146	4.217	4.334	.7545	.5964	7.897
.1360	.1716	1.078	.7925	1.300	1.640	.9154	.6098	2.156	4.262	4.378	.7530	.5967	7.857
.1370	.1724	1.084	.7945	1.308	1.647	.9152	.6073	2.167	4.309	4.423	.7515	.5969	7.819
.1380	.1733	1.089	.7964	1.317	1.654	.9150	.6047	2.177	4.355	4.468	.7500	.5972	7.781
.1390	.1741	1.094	.7983	1.326	1.660	.9148	.6022	2.188	4.402	4.514	.7485	.5975	7.744
.1400	.1749	1.099	.8002	1.334	1.667	.9146	.6000	2.198	4.450	4.561	.7471	.5978	7.707
.1410	.1758	1.105	.8021	1.343	1.675	.9144	.5972	2.209	4.498	4.607	.7456	.5980	7.671
.1420	.1766	1.110	.8039	1.352	1.681	.9142	.5947	2.219	4.546	4.654	.7441	.5982	7.636
.1430	.1774	1.115	.8057	1.360	1.688	.9141	.5923	2.230	4.595	4.663	.7426	.5984	7.602
.1440	.1783	1.120	.8076	1.369	1.696	.9140	.5898	2.240	4.644	4.751	.7412	.5986	7.567
.1450	.1791	1.125	.8094	1.378	1.703	.9139	.5873	2.251	4.695	4.800	.7397	.5987	7.533
.1460	.1800	1.131	.8112	1.388	1.710	.9137	.5847	2.261	4.746	4.850	.7382	.5989	7.499
.1470	.1808	1.136	.8131	1.397	1.718	.9136	.5822	2.272	4.798	4.901	.7368	.5990	7.465
.1480	.1816	1.141	.8149	1.405	1.725	.9135	.5798	2.282	4.847	4.951	.7354	.5992	7.432
.1490	.1825	1.146	.8166	1.415	1.732	.9134	.5773	2.293	4.901	5.001	.7339	.5993	7.400

Table C-1. Continued.

d/L <sub>0</sub>	d/L	2π d/L	TANH 2π d/L	SINH 2π d/L	COSH 2π d/L	H/H' 0	K	4π d/L	SINH 4π d/L	COSH 4π d/L	n	C <sub>0</sub> /C <sub>0</sub>	M
.1500	.1833	1.152	.8183	1.424	1.740	.9133	.5748	2.303	4.954	5.054	.7325	.5994	7.369
.1510	.1841	1.157	.8200	1.433	1.747	.9133	.5723	2.314	5.007	5.106	.7311	.5994	7.339
.1520	.1850	1.162	.8217	1.442	1.755	.9132	.5699	2.324	5.061	5.159	.7296	.5995	7.309
.1530	.1858	1.167	.8234	1.451	1.762	.9132	.5675	2.335	5.115	5.212	.7282	.5996	7.279
.1540	.1866	1.173	.8250	1.460	1.770	.9132	.5651	2.345	5.169	5.265	.7268	.5996	7.250
.1550	.1875	1.178	.8267	1.469	1.777	.9131	.5627	2.356	5.225	5.320	.7254	.5997	7.221
.1560	.1883	1.183	.8284	1.479	1.785	.9130	.5602	2.366	5.283	5.376	.7240	.5998	7.191
.1570	.1891	1.188	.8301	1.488	1.793	.9129	.5577	2.377	5.339	5.432	.7226	.5999	7.162
.1580	.1900	1.194	.8317	1.498	1.801	.9130	.5552	2.387	5.398	5.490	.7212	.5998	7.134
.1590	.1908	1.199	.8333	1.507	1.809	.9130	.5528	2.398	5.454	5.544	.7198	.5998	7.107
.1600	.1917	1.204	.8349	1.517	1.817	.9130	.5504	2.408	5.513	5.603	.7184	.5998	7.079
.1610	.1925	1.209	.8365	1.527	1.825	.9130	.5480	2.419	5.571	5.660	.7171	.5998	7.052
.1620	.1933	1.215	.8381	1.536	1.833	.9130	.5456	2.429	5.630	5.718	.7157	.5998	7.026
.1630	.1941	1.220	.8396	1.546	1.841	.9130	.5432	2.440	5.690	5.777	.7144	.5998	7.000
.1640	.1950	1.225	.8411	1.555	1.849	.9130	.5409	2.450	5.751	5.837	.7130	.5998	6.975
.1650	.1958	1.230	.8427	1.565	1.857	.9131	.5385	2.461	5.813	5.898	.7117	.5997	6.949
.1660	.1966	1.235	.8442	1.574	1.865	.9132	.5362	2.471	5.874	5.959	.7103	.5996	6.924
.1670	.1975	1.240	.8457	1.584	1.873	.9132	.5339	2.482	5.938	6.021	.7090	.5996	6.900
.1680	.1983	1.246	.8472	1.594	1.882	.9133	.5315	2.492	6.003	6.085	.7076	.5995	6.876
.1690	.1992	1.251	.8486	1.604	1.890	.9133	.5291	2.503	6.066	6.148	.7063	.5994	6.853
.1700	.2000	1.257	.8501	1.614	1.899	.9134	.5267	2.513	6.130	6.212	.7050	.5993	6.830
.1710	.2008	1.262	.8515	1.624	1.907	.9135	.5243	2.523	6.197	6.275	.7036	.5992	6.807
.1720	.2017	1.267	.8529	1.634	1.915	.9136	.5220	2.534	6.262	6.342	.7023	.5991	6.784
.1730	.2025	1.272	.8544	1.644	1.924	.9137	.5197	2.544	6.329	6.407	.7010	.5989	6.761
.1740	.2033	1.277	.8558	1.654	1.933	.9138	.5174	2.555	6.395	6.473	.6997	.5988	6.738
.1750	.2042	1.282	.8572	1.664	1.941	.9139	.5151	2.565	6.465	6.541	.6984	.5987	6.716
.1760	.2050	1.288	.8586	1.675	1.951	.9140	.5127	2.576	6.534	6.610	.6971	.5985	6.694
.1770	.2058	1.293	.8600	1.685	1.959	.9141	.5104	2.586	6.603	6.679	.6958	.5984	6.672
.1780	.2066	1.298	.8614	1.695	1.968	.9142	.5081	2.597	6.672	6.747	.6946	.5982	6.651
.1790	.2075	1.304	.8627	1.706	1.977	.9144	.5058	2.607	6.744	6.818	.6933	.5980	6.631
.1800	.2083	1.309	.8640	1.716	1.986	.9145	.5036	2.618	6.818	6.891	.6920	.5979	6.611
.1810	.2092	1.314	.8653	1.727	1.995	.9146	.5013	2.629	6.890	6.963	.6907	.5977	6.591
.1820	.2100	1.320	.8666	1.737	2.004	.9148	.4990	2.639	6.963	7.035	.6895	.5975	6.571
.1830	.2108	1.325	.8680	1.748	2.013	.9149	.4967	2.650	7.038	7.109	.6882	.5974	6.550
.1840	.2117	1.330	.8693	1.758	2.022	.9150	.4945	2.660	7.113	7.183	.6870	.5972	6.530
.1850	.2125	1.335	.8706	1.769	2.032	.9152	.4922	2.671	7.191	7.260	.6857	.5969	6.511
.1860	.2134	1.341	.8718	1.780	2.041	.9154	.4899	2.681	7.267	7.336	.6845	.5967	6.492
.1870	.2142	1.346	.8731	1.791	2.051	.9155	.4876	2.692	7.345	7.412	.6832	.5965	6.474
.1880	.2150	1.351	.8743	1.801	2.060	.9157	.4854	2.702	7.421	7.488	.6820	.5963	6.456
.1890	.2159	1.356	.8755	1.812	2.070	.9159	.4832	2.712	7.500	7.566	.6808	.5961	6.438
.1900	.2167	1.362	.8767	1.823	2.079	.9161	.4809	2.723	7.581	7.647	.6796	.5958	6.421
.1910	.2176	1.367	.8779	1.834	2.089	.9163	.4787	2.734	7.663	7.728	.6784	.5955	6.403
.1920	.2184	1.372	.8791	1.845	2.099	.9165	.4765	2.744	7.746	7.810	.6772	.5952	6.385
.1930	.2192	1.377	.8803	1.856	2.108	.9167	.4743	2.755	7.827	7.891	.6760	.5950	6.368
.1940	.2201	1.383	.8815	1.867	2.118	.9169	.4721	2.765	7.911	7.974	.6748	.5948	6.351
.1950	.2209	1.388	.8827	1.879	2.128	.9170	.4699	2.776	7.996	8.059	.6736	.5946	6.334
.1960	.2218	1.393	.8839	1.890	2.138	.9172	.4677	2.787	8.083	8.145	.6724	.5944	6.317
.1970	.2226	1.399	.8850	1.901	2.148	.9174	.4655	2.797	8.167	8.228	.6712	.5941	6.300
.1980	.2234	1.404	.8862	1.913	2.158	.9176	.4633	2.808	8.256	8.316	.6700	.5938	6.284
.1990	.2243	1.409	.8873	1.924	2.169	.9179	.4611	2.819	8.346	8.406	.6689	.5935	6.268
.2000	.2251	1.414	.8884	1.935	2.178	.9181	.4590	2.829	8.436	8.495	.6677	.5932	6.253
.2010	.2260	1.420	.8895	1.947	2.189	.9183	.4569	2.840	8.524	8.583	.6666	.5929	6.237
.2020	.2268	1.425	.8906	1.959	2.199	.9186	.4547	2.850	8.616	8.674	.6654	.5926	6.222
.2030	.2277	1.430	.8917	1.970	2.210	.9188	.4526	2.861	8.708	8.766	.6642	.5923	6.206
.2040	.2285	1.436	.8928	1.982	2.220	.9190	.4504	2.872	8.803	8.860	.6631	.5920	6.191
.2050	.2293	1.441	.8939	1.994	2.231	.9193	.4483	2.882	8.897	8.953	.6620	.5917	6.176
.2060	.2302	1.446	.8950	2.006	2.242	.9195	.4462	2.893	8.994	9.050	.6608	.5914	6.161
.2070	.2310	1.451	.8960	2.017	2.252	.9197	.4441	2.903	9.090	9.144	.6597	.5911	6.147
.2080	.2319	1.457	.8971	2.030	2.263	.9200	.4419	2.914	9.187	9.240	.6586	.5908	6.133
.2090	.2328	1.462	.8981	2.042	2.274	.9202	.4398	2.925	9.288	9.342	.6574	.5905	6.119

Table C-1. Continued

$d/L_0$	$d/L$	$2\pi d/L$	TANH $2\pi d/L$	SINH $2\pi d/L$	COSH $2\pi d/L$	H/H' <sub>0</sub>	K	$4\pi d/L$	SINH $4\pi d/L$	COSH $4\pi d/L$	n	$c_G/c_0$	M
.2100	.2336	1.468	.8991	2.055	2.285	.9205	.4377	2.936	9.389	9.442	.6563	.5901	6.105
.2110	.2344	1.473	.9001	2.066	2.295	.9207	.4357	2.946	9.490	9.542	.6552	.5898	6.091
.2120	.2353	1.479	.9011	2.079	2.307	.9210	.4336	2.957	9.590	9.642	.6541	.5894	6.077
.2130	.2361	1.484	.9021	2.091	2.318	.9213	.4315	2.967	9.693	9.744	.6531	.5891	6.064
.2140	.2370	1.489	.9031	2.103	2.329	.9215	.4294	2.978	9.796	9.847	.6520	.5888	6.051
.2150	.2378	1.494	.9041	2.115	2.340	.9218	.4274	2.989	9.902	9.952	.6509	.5884	6.037
.2160	.2387	1.500	.9051	2.128	2.351	.9221	.4253	2.999	10.01	10.06	.6498	.5881	6.024
.2170	.2395	1.506	.9061	2.142	2.364	.9223	.4232	3.010	10.12	10.17	.6488	.5878	6.011
.2180	.2404	1.511	.9070	2.154	2.375	.9226	.4211	3.021	10.23	10.28	.6477	.5874	5.999
.2190	.2412	1.516	.9079	2.166	2.386	.9228	.4191	3.031	10.34	10.38	.6467	.5871	5.987
.2200	.2421	1.521	.9088	2.178	2.397	.9231	.4171	3.042	10.45	10.50	.6456	.5868	5.975
.2210	.2429	1.526	.9097	2.192	2.409	.9234	.4151	3.052	10.56	10.61	.6446	.5864	5.963
.2220	.2438	1.532	.9107	2.204	2.421	.9236	.4131	3.063	10.68	10.72	.6436	.5861	5.951
.2230	.2446	1.537	.9116	2.218	2.433	.9239	.4111	3.074	10.79	10.84	.6425	.5857	5.939
.2240	.2455	1.542	.9125	2.230	2.444	.9242	.4091	3.085	10.91	10.95	.6414	.5854	5.927
.2250	.2463	1.548	.9134	2.244	2.457	.9245	.4071	3.095	11.02	11.07	.6404	.5850	5.915
.2260	.2472	1.553	.9143	2.257	2.469	.9248	.4051	3.106	11.15	11.19	.6394	.5846	5.903
.2270	.2481	1.559	.9152	2.271	2.481	.9251	.4031	3.117	11.27	11.31	.6383	.5842	5.891
.2280	.2489	1.564	.9161	2.284	2.493	.9254	.4011	3.128	11.39	11.44	.6373	.5838	5.880
.2290	.2498	1.569	.9170	2.297	2.506	.9258	.3991	3.138	11.51	11.56	.6363	.5834	5.869
.2300	.2506	1.575	.9178	2.311	2.518	.9261	.3971	3.149	11.64	11.68	.6353	.5830	5.858
.2310	.2515	1.580	.9186	2.325	2.531	.9264	.3952	3.160	11.77	11.81	.6343	.5826	5.848
.2320	.2523	1.585	.9194	2.338	2.543	.9267	.3932	3.171	11.90	11.93	.6333	.5823	5.838
.2330	.2532	1.591	.9203	2.352	2.556	.9270	.3912	3.182	12.03	12.07	.6323	.5819	5.827
.2340	.2540	1.596	.9211	2.366	2.569	.9273	.3893	3.192	12.15	12.19	.6313	.5815	5.816
.2350	.2549	1.602	.9219	2.380	2.581	.9276	.3874	3.203	12.29	12.33	.6304	.5811	5.806
.2360	.2558	1.607	.9227	2.393	2.594	.9279	.3855	3.214	12.43	12.47	.6294	.5807	5.796
.2370	.2566	1.612	.9235	2.408	2.607	.9282	.3836	3.225	12.55	12.59	.6284	.5804	5.786
.2380	.2575	1.618	.9243	2.422	2.620	.9285	.3816	3.236	12.69	12.73	.6275	.5800	5.776
.2390	.2584	1.623	.9251	2.436	2.634	.9288	.3797	3.247	12.83	12.87	.6265	.5796	5.766
.2400	.2592	1.629	.9259	2.450	2.647	.9291	.3779	3.257	12.97	13.01	.6256	.5792	5.756
.2410	.2601	1.634	.9267	2.464	2.660	.9294	.3760	3.268	13.11	13.15	.6246	.5788	5.746
.2420	.2610	1.640	.9275	2.478	2.674	.9298	.3741	3.279	13.26	13.30	.6237	.5784	5.736
.2430	.2618	1.645	.9282	2.494	2.687	.9301	.3722	3.290	13.40	13.44	.6228	.5780	5.727
.2440	.2627	1.650	.9289	2.508	2.700	.9304	.3704	3.301	13.55	13.59	.6218	.5776	5.718
.2450	.2635	1.656	.9296	2.523	2.714	.9307	.3685	3.312	13.70	13.73	.6209	.5772	5.710
.2460	.2644	1.661	.9304	2.538	2.728	.9310	.3666	3.323	13.85	13.88	.6200	.5768	5.701
.2470	.2653	1.667	.9311	2.553	2.742	.9314	.3648	3.334	14.00	14.04	.6191	.5764	5.692
.2480	.2661	1.672	.9318	2.568	2.755	.9317	.3629	3.344	14.15	14.19	.6182	.5760	5.684
.2490	.2670	1.678	.9325	2.583	2.770	.9320	.3610	3.355	14.31	14.35	.6173	.5756	5.675
.2500	.2679	1.683	.9332	2.599	2.784	.9323	.3592	3.367	14.47	14.51	.6164	.5752	5.667
.2510	.2687	1.689	.9339	2.614	2.798	.9327	.3574	3.377	14.62	14.66	.6155	.5748	5.658
.2520	.2696	1.694	.9346	2.629	2.813	.9330	.3556	3.388	14.79	14.82	.6146	.5744	5.650
.2530	.2705	1.700	.9353	2.645	2.828	.9333	.3537	3.399	14.95	14.99	.6137	.5740	5.641
.2540	.2714	1.705	.9360	2.660	2.842	.9336	.3519	3.410	15.12	15.15	.6128	.5736	5.633
.2550	.2722	1.711	.9367	2.676	2.856	.9340	.3501	3.421	15.29	15.32	.6120	.5732	5.624
.2560	.2731	1.716	.9374	2.691	2.871	.9343	.3483	3.432	15.45	15.49	.6111	.5728	5.616
.2570	.2740	1.722	.9381	2.707	2.886	.9346	.3465	3.443	15.63	15.66	.6102	.5724	5.608
.2580	.2749	1.727	.9388	2.723	2.901	.9349	.3447	3.454	15.80	15.83	.6093	.5720	5.600
.2590	.2757	1.732	.9394	2.739	2.916	.9353	.3430	3.465	15.97	16.00	.6085	.5716	5.592
.2600	.2766	1.738	.9400	2.755	2.931	.9356	.3412	3.476	16.15	16.18	.6076	.5712	5.585
.2610	.2775	1.744	.9406	2.772	2.946	.9360	.3394	3.487	16.33	16.36	.6068	.5707	5.578
.2620	.2784	1.749	.9412	2.788	2.962	.9363	.3376	3.498	16.51	16.54	.6060	.5703	5.571
.2630	.2792	1.755	.9418	2.804	2.977	.9367	.3359	3.509	16.69	16.73	.6052	.5699	5.563
.2640	.2801	1.760	.9425	2.820	2.992	.9370	.3342	3.520	16.88	16.91	.6043	.5695	5.556
.2650	.2810	1.766	.9431	2.837	3.008	.9373	.3325	3.531	17.07	17.10	.6035	.5691	5.548
.2660	.2819	1.771	.9437	2.853	3.023	.9377	.3308	3.542	17.26	17.28	.6027	.5687	5.541
.2670	.2827	1.776	.9443	2.870	3.039	.9380	.3291	3.553	17.45	17.45	.6018	.5683	5.534
.2680	.2836	1.782	.9449	2.886	3.055	.9383	.3274	3.564	17.64	17.67	.6010	.5679	5.527
.2690	.2845	1.788	.9455	2.904	3.071	.9386	.3256	3.575	17.84	17.87	.6002	.5675	5.520



Table C-1. Continued

$d/L_0$	$d/L$	$2\pi d/L$	TANH $2\pi d/L$	SINH $2\pi d/L$	COSH $2\pi d/L$	$H/H_0$	K	$4\pi d/L$	SINH $4\pi d/L$	COSH $4\pi d/L$	n	$C_0/C_0$	K
.2700	.2854	1.793	.9461	2.921	3.088	.9390	.3239	3.587	18.04	18.07	.5994	.5671	5.513
.2710	.2863	1.799	.9467	2.938	3.104	.9393	.3222	3.598	18.24	18.27	.5986	.5667	5.506
.2720	.2872	1.804	.9473	2.956	3.120	.9396	.3205	3.610	18.46	18.49	.5978	.5663	5.499
.2730	.2880	1.810	.9478	2.973	3.136	.9400	.3189	3.620	18.65	18.67	.5971	.5659	5.493
.2740	.2889	1.815	.9484	2.990	3.153	.9403	.3172	3.631	18.86	18.89	.5963	.5655	5.486
.2750	.2898	1.821	.9490	3.008	3.170	.9406	.3155	3.642	19.07	19.10	.5955	.5651	5.480
.2760	.2907	1.826	.9495	3.025	3.186	.9410	.3139	3.653	19.28	19.30	.5947	.5647	5.474
.2770	.2916	1.832	.9500	3.043	3.203	.9413	.3122	3.664	19.49	19.51	.5940	.5643	5.468
.2780	.2924	1.837	.9505	3.061	3.220	.9416	.3106	3.675	19.71	19.74	.5932	.5639	5.462
.2790	.2933	1.843	.9511	3.079	3.237	.9420	.3089	3.686	19.93	19.96	.5925	.5635	5.456
.2800	.2942	1.849	.9516	3.097	3.254	.9423	.3073	3.697	20.16	20.18	.5917	.5631	5.450
.2810	.2951	1.854	.9521	3.115	3.272	.9426	.3057	3.709	20.39	20.41	.5910	.5627	5.444
.2820	.2960	1.860	.9526	3.133	3.289	.9430	.3040	3.720	20.62	20.64	.5902	.5623	5.438
.2830	.2969	1.866	.9532	3.152	3.307	.9433	.3024	3.731	20.85	20.87	.5895	.5619	5.432
.2840	.2978	1.871	.9537	3.171	3.325	.9436	.3008	3.742	21.09	21.11	.5887	.5615	5.426
.2850	.2987	1.877	.9542	3.190	3.343	.9440	.2992	3.754	21.33	21.35	.5880	.5611	5.420
.2860	.2996	1.882	.9547	3.209	3.361	.9443	.2976	3.765	21.57	21.59	.5873	.5607	5.414
.2870	.3005	1.888	.9552	3.228	3.379	.9446	.2959	3.776	21.82	21.84	.5866	.5603	5.409
.2880	.3014	1.893	.9557	3.246	3.396	.9449	.2944	3.787	22.05	22.07	.5859	.5600	5.403
.2890	.3022	1.899	.9562	3.264	3.414	.9452	.2929	3.798	22.30	22.32	.5852	.5596	5.397
.2900	.3031	1.905	.9567	3.284	3.433	.9456	.2913	3.809	22.54	22.57	.5845	.5592	5.392
.2910	.3040	1.910	.9572	3.303	3.451	.9459	.2898	3.821	22.81	22.83	.5838	.5588	5.386
.2920	.3049	1.916	.9577	3.323	3.471	.9463	.2882	3.832	23.07	23.09	.5831	.5584	5.380
.2930	.3058	1.922	.9581	3.343	3.490	.9466	.2866	3.843	23.33	23.35	.5824	.5580	5.375
.2940	.3067	1.927	.9585	3.362	3.508	.9469	.2851	3.855	23.60	23.62	.5817	.5576	5.371
.2950	.3076	1.933	.9590	3.382	3.527	.9473	.2835	3.866	23.86	23.88	.5810	.5572	5.366
.2960	.3085	1.938	.9594	3.402	3.546	.9476	.2820	3.877	24.12	24.15	.5804	.5568	5.361
.2970	.3094	1.944	.9599	3.422	3.565	.9480	.2805	3.888	24.40	24.42	.5797	.5564	5.356
.2980	.3103	1.950	.9603	3.442	3.585	.9483	.2790	3.900	24.68	24.70	.5790	.5560	5.351
.2990	.3112	1.955	.9607	3.462	3.604	.9486	.2775	3.911	24.96	24.98	.5784	.5556	5.347
.3000	.3121	1.961	.9611	3.483	3.624	.9490	.2760	3.922	25.24	25.26	.5777	.5552	5.342
.3010	.3130	1.967	.9616	3.503	3.643	.9493	.2745	3.933	25.53	25.55	.5771	.5549	5.337
.3020	.3139	1.972	.9620	3.524	3.663	.9496	.2730	3.945	25.82	25.83	.5764	.5545	5.332
.3030	.3148	1.978	.9624	3.545	3.683	.9499	.2715	3.956	26.12	26.14	.5758	.5541	5.328
.3040	.3157	1.984	.9629	3.566	3.703	.9502	.2700	3.968	26.42	26.44	.5751	.5538	5.323
.3050	.3166	1.989	.9633	3.587	3.724	.9505	.2685	3.979	26.72	26.74	.5745	.5534	5.318
.3060	.3175	1.995	.9637	3.609	3.745	.9509	.2670	3.990	27.02	27.04	.5739	.5530	5.314
.3070	.3184	2.001	.9641	3.630	3.765	.9512	.2656	4.002	27.33	27.35	.5732	.5527	5.309
.3080	.3193	2.007	.9645	3.651	3.786	.9515	.2641	4.013	27.65	27.66	.5726	.5523	5.305
.3090	.3202	2.012	.9649	3.673	3.806	.9518	.2627	4.024	27.96	27.98	.5720	.5519	5.300
.3100	.3211	2.018	.9653	3.694	3.827	.9522	.2613	4.036	28.28	28.30	.5714	.5515	5.296
.3110	.3220	2.023	.9656	3.716	3.848	.9525	.2599	4.047	28.60	28.62	.5708	.5511	5.292
.3120	.3230	2.029	.9660	3.738	3.870	.9528	.2584	4.058	28.93	28.95	.5701	.5507	5.288
.3130	.3239	2.035	.9664	3.760	3.891	.9531	.2570	4.070	29.27	29.28	.5695	.5504	5.284
.3140	.3248	2.041	.9668	3.782	3.912	.9535	.2556	4.081	29.60	29.62	.5689	.5500	5.280
.3150	.3257	2.046	.9672	3.805	3.934	.9538	.2542	4.093	29.94	29.96	.5683	.5497	5.276
.3160	.3266	2.052	.9676	3.828	3.956	.9541	.2528	4.104	30.29	30.31	.5678	.5494	5.272
.3170	.3275	2.058	.9679	3.851	3.978	.9544	.2514	4.116	30.64	30.65	.5672	.5490	5.268
.3180	.3284	2.063	.9682	3.873	4.000	.9547	.2500	4.127	30.99	31.00	.5666	.5486	5.264
.3190	.3294	2.069	.9686	3.896	4.022	.9550	.2486	4.139	31.35	31.37	.5660	.5483	5.260
.3200	.3302	2.075	.9690	3.919	4.045	.9553	.2472	4.150	31.71	31.72	.5655	.5479	5.256
.3210	.3311	2.081	.9693	3.943	4.068	.9556	.2459	4.161	32.07	32.08	.5649	.5476	5.252
.3220	.3321	2.086	.9696	3.966	4.090	.9559	.2445	4.173	32.44	32.46	.5643	.5472	5.249
.3230	.3330	2.092	.9700	3.990	4.114	.9562	.2431	4.185	32.83	32.84	.5637	.5468	5.245
.3240	.3339	2.098	.9703	4.014	4.136	.9565	.2418	4.196	33.20	33.22	.5632	.5465	5.241
.3250	.3349	2.104	.9707	4.038	4.160	.9568	.2404	4.208	33.60	33.61	.5627	.5462	5.237
.3260	.3357	2.110	.9710	4.061	4.183	.9571	.2391	4.219	33.97	33.99	.5621	.5458	5.234
.3270	.3367	2.115	.9713	4.085	4.206	.9574	.2378	4.231	34.37	34.38	.5616	.5455	5.231
.3280	.3376	2.121	.9717	4.110	4.230	.9577	.2364	4.242	34.77	34.79	.5610	.5451	5.227
.3290	.3385	2.127	.9720	4.135	4.254	.9580	.2351	4.254	35.18	35.19	.5605	.5448	5.223

Table C-1. Continued.

d/L	d/L	2 $\pi$ d/L	TANH 2 $\pi$ d/L	SINH 2 $\pi$ d/L	COSH 2 $\pi$ d/L	H/H' <sub>0</sub>	K	4 $\pi$ d/L	SINH 4 $\pi$ d/L	COSH 4 $\pi$ d/L	n	C <sub>0</sub> /C <sub>0</sub>	M
.3300	.3394	2.133	.9723	4.159	4.277	.9583	.2338	4.265	35.58	35.59	.5599	.5444	5.220
.3310	.3403	2.138	.9726	4.184	4.301	.9586	.2325	4.277	35.99	36.00	.5594	.5441	5.217
.3320	.3413	2.144	.9729	4.209	4.326	.9589	.2312	4.288	36.42	36.43	.5589	.5438	5.214
.3330	.3422	2.150	.9732	4.234	4.350	.9592	.2299	4.300	36.84	36.85	.5584	.5434	5.210
.3340	.3431	2.156	.9735	4.259	4.375	.9595	.2286	4.311	37.25	37.27	.5578	.5431	5.207
.3350	.3440	2.161	.9738	4.284	4.399	.9598	.2273	4.323	37.70	37.72	.5573	.5427	5.204
.3360	.3449	2.167	.9741	4.310	4.424	.9601	.2260	4.335	38.14	38.15	.5568	.5424	5.201
.3370	.3459	2.173	.9744	4.336	4.450	.9604	.2247	4.346	38.59	38.60	.5563	.5421	5.198
.3380	.3468	2.179	.9747	4.361	4.474	.9607	.2235	4.358	39.02	39.04	.5558	.5417	5.194
.3390	.3477	2.185	.9750	4.388	4.500	.9610	.2222	4.369	39.48	39.49	.5553	.5414	5.191
.3400	.3486	2.190	.9753	4.413	4.525	.9613	.2210	4.381	39.95	39.96	.5548	.5411	5.188
.3410	.3495	2.196	.9756	4.439	4.550	.9615	.2198	4.392	40.40	40.41	.5544	.5408	5.185
.3420	.3504	2.202	.9758	4.466	4.576	.9618	.2185	4.404	40.87	40.89	.5539	.5405	5.182
.3430	.3514	2.208	.9761	4.492	4.602	.9621	.2173	4.416	41.36	41.37	.5534	.5402	5.179
.3440	.3523	2.214	.9764	4.521	4.630	.9623	.2160	4.427	41.85	41.84	.5529	.5399	5.176
.3450	.3532	2.220	.9767	4.547	4.656	.9626	.2148	4.439	42.33	42.34	.5524	.5396	5.173
.3460	.3542	2.225	.9769	4.575	4.682	.9629	.2136	4.451	42.83	42.84	.5519	.5392	5.171
.3470	.3551	2.231	.9772	4.602	4.709	.9632	.2124	4.462	43.34	43.35	.5515	.5389	5.168
.3480	.3560	2.237	.9775	4.629	4.736	.9635	.2111	4.474	43.85	43.86	.5510	.5386	5.165
.3490	.3570	2.243	.9777	4.657	4.763	.9638	.2099	4.486	44.37	44.40	.5505	.5383	5.162
.3500	.3579	2.249	.9780	4.685	4.791	.9640	.2087	4.498	44.89	44.89	.5501	.5380	5.159
.3510	.3588	2.255	.9782	4.713	4.818	.9643	.2076	4.509	45.42	45.43	.5496	.5377	5.157
.3520	.3598	2.260	.9785	4.741	4.845	.9646	.2064	4.521	45.95	45.96	.5492	.5374	5.154
.3530	.3607	2.266	.9787	4.770	4.873	.9648	.2052	4.533	46.50	46.51	.5487	.5371	5.152
.3540	.3616	2.272	.9790	4.798	4.901	.9651	.2040	4.544	47.03	47.04	.5483	.5368	5.149
.3550	.3625	2.278	.9792	4.827	4.929	.9654	.2029	4.556	47.59	47.60	.5479	.5365	5.147
.3560	.3635	2.284	.9795	4.856	4.957	.9657	.2017	4.568	48.15	48.16	.5474	.5362	5.144
.3570	.3644	2.290	.9797	4.885	4.987	.9659	.2005	4.579	48.72	48.73	.5470	.5359	5.141
.3580	.3653	2.296	.9799	4.914	5.015	.9662	.1994	4.591	49.29	49.30	.5466	.5356	5.139
.3590	.3663	2.301	.9801	4.944	5.044	.9665	.1983	4.603	49.88	49.89	.5461	.5353	5.137
.3600	.3672	2.307	.9804	4.974	5.072	.9667	.1972	4.615	50.47	50.48	.5457	.5350	5.134
.3610	.3682	2.313	.9806	5.004	5.103	.9670	.1960	4.627	51.08	51.09	.5453	.5347	5.132
.3620	.3691	2.319	.9808	5.034	5.132	.9673	.1949	4.638	51.67	51.67	.5449	.5344	5.130
.3630	.3700	2.325	.9811	5.063	5.161	.9675	.1938	4.650	52.27	52.28	.5445	.5342	5.127
.3640	.3709	2.331	.9813	5.094	5.191	.9677	.1926	4.661	52.89	52.90	.5441	.5339	5.125
.3650	.3719	2.337	.9815	5.124	5.221	.9680	.1915	4.673	53.52	53.53	.5437	.5336	5.123
.3660	.3728	2.342	.9817	5.155	5.251	.9683	.1904	4.685	54.15	54.16	.5433	.5333	5.121
.3670	.3737	2.348	.9819	5.186	5.281	.9686	.1894	4.697	54.78	54.79	.5429	.5330	5.118
.3680	.3747	2.354	.9821	5.217	5.312	.9688	.1883	4.708	55.42	55.43	.5425	.5327	5.116
.3690	.3756	2.360	.9823	5.248	5.343	.9690	.1872	4.720	56.09	56.10	.5421	.5325	5.114
.3700	.3766	2.366	.9825	5.280	5.374	.9693	.1861	4.732	56.76	56.77	.5417	.5322	5.112
.3710	.3775	2.372	.9827	5.312	5.406	.9696	.1850	4.744	57.43	57.44	.5413	.5319	5.110
.3720	.3785	2.378	.9830	5.345	5.438	.9698	.1839	4.756	58.13	58.14	.5409	.5317	5.107
.3730	.3794	2.384	.9832	5.377	5.469	.9700	.1828	4.768	58.82	58.83	.5405	.5314	5.105
.3740	.3804	2.390	.9834	5.410	5.502	.9702	.1818	4.780	59.52	59.53	.5402	.5312	5.103
.3750	.3813	2.396	.9835	5.443	5.534	.9705	.1807	4.792	60.24	60.25	.5398	.5309	5.101
.3760	.3822	2.402	.9837	5.475	5.566	.9707	.1797	4.803	60.95	60.95	.5394	.5306	5.099
.3770	.3832	2.408	.9839	5.508	5.598	.9709	.1786	4.815	61.68	61.68	.5390	.5304	5.097
.3780	.3841	2.413	.9841	5.541	5.631	.9712	.1776	4.827	62.41	62.42	.5387	.5301	5.095
.3790	.3850	2.419	.9843	5.572	5.662	.9714	.1766	4.838	63.13	63.14	.5383	.5299	5.093
.3800	.3860	2.425	.9845	5.609	5.697	.9717	.1756	4.851	63.91	63.91	.5380	.5296	5.091
.3810	.3869	2.431	.9847	5.643	5.731	.9719	.1745	4.862	64.67	64.67	.5376	.5294	5.090
.3820	.3879	2.437	.9848	5.677	5.765	.9721	.1735	4.875	65.45	65.46	.5372	.5291	5.088
.3830	.3888	2.443	.9850	5.712	5.798	.9724	.1725	4.885	66.16	66.17	.5369	.5288	5.086
.3840	.3898	2.449	.9852	5.746	5.833	.9726	.1715	4.898	67.02	67.03	.5365	.5286	5.084
.3850	.3907	2.455	.9854	5.780	5.866	.9728	.1705	4.910	67.80	67.81	.5362	.5284	5.082
.3860	.3917	2.461	.9855	5.814	5.900	.9730	.1695	4.922	68.61	68.62	.5359	.5281	5.081
.3870	.3926	2.467	.9857	5.850	5.935	.9732	.1685	4.934	69.45	69.46	.5355	.5279	5.079
.3880	.3936	2.473	.9859	5.886	5.970	.9735	.1675	4.946	70.28	70.29	.5352	.5276	5.077
.3890	.3945	2.479	.9860	5.921	6.005	.9737	.1665	4.958	71.12	71.13	.5349	.5274	5.076

Table C-1. Continued.

$d/L_0$	$d/L$	$2\pi d/L$	TANH $2\pi d/L$	SINH $2\pi d/L$	COSH $2\pi d/L$	H/H <sub>0</sub>	K	$4\pi d/L$	SINH $4\pi d/L$	COSH $4\pi d/L$	n	$C_0/C_0$	M
.3900	.3955	2.485	.9862	5.957	6.040	.9739	.1656	4.970	71.97	71.98	.5345	.5271	5.074
.3910	.3964	2.491	.9864	5.993	6.076	.9744	.1666	4.982	72.85	72.86	.5342	.5269	5.072
.3920	.3974	2.497	.9865	6.029	6.112	.9743	.1636	4.993	73.72	73.72	.5339	.5267	5.071
.3930	.3983	2.503	.9867	6.066	6.148	.9745	.1627	5.005	74.58	74.59	.5336	.5265	5.069
.3940	.3993	2.509	.9869	6.103	6.185	.9748	.1617	5.017	75.48	75.49	.5332	.5262	5.067
.3950	.4002	2.515	.9870	6.140	6.221	.9750	.1608	5.029	76.40	76.40	.5329	.5260	5.066
.3960	.4012	2.521	.9872	6.177	6.258	.9752	.1598	5.041	77.31	77.32	.5326	.5258	5.064
.3970	.4021	2.527	.9873	6.215	6.295	.9754	.1589	5.053	78.24	78.24	.5323	.5255	5.063
.3980	.4031	2.532	.9874	6.252	6.332	.9756	.1579	5.065	79.19	79.19	.5320	.5253	5.062
.3990	.4040	2.538	.9876	6.290	6.369	.9758	.1570	5.077	80.13	80.13	.5317	.5251	5.060
.4000	.4050	2.544	.9877	6.329	6.407	.9761	.1561	5.089	81.12	81.12	.5314	.5248	5.058
.4010	.4059	2.550	.9879	6.367	6.445	.9763	.1552	5.101	82.07	82.08	.5311	.5246	5.056
.4020	.4069	2.556	.9880	6.406	6.483	.9765	.1542	5.113	83.06	83.06	.5308	.5244	5.055
.4030	.4078	2.562	.9882	6.444	6.521	.9766	.1533	5.125	84.07	84.07	.5305	.5242	5.053
.4040	.4088	2.568	.9883	6.484	6.561	.9768	.1524	5.137	85.11	85.12	.5302	.5240	5.052
.4050	.4098	2.575	.9885	6.525	6.601	.9770	.1515	5.149	86.14	86.14	.5299	.5238	5.050
.4060	.4107	2.581	.9886	6.564	6.640	.9772	.1506	5.161	87.17	87.17	.5296	.5236	5.049
.4070	.4116	2.586	.9887	6.603	6.679	.9774	.1497	5.173	88.19	88.20	.5293	.5234	5.048
.4080	.4126	2.592	.9889	6.644	6.718	.9776	.1488	5.185	89.23	89.23	.5290	.5232	5.046
.4090	.4136	2.598	.9890	6.684	6.758	.9778	.1480	5.197	90.38	90.39	.5287	.5229	5.045
.4100	.4145	2.604	.9891	6.725	6.799	.9780	.1471	5.209	91.44	91.44	.5285	.5227	5.044
.4110	.4155	2.610	.9892	6.766	6.839	.9782	.1462	5.221	92.54	92.55	.5282	.5225	5.043
.4120	.4164	2.616	.9894	6.806	6.879	.9784	.1454	5.233	93.67	93.67	.5279	.5223	5.041
.4130	.4174	2.623	.9895	6.849	6.921	.9786	.1445	5.245	94.83	94.83	.5277	.5221	5.040
.4140	.4183	2.629	.9896	6.890	6.963	.9788	.1436	5.257	95.95	95.96	.5274	.5219	5.039
.4150	.4193	2.635	.9898	6.932	7.004	.9790	.1428	5.269	97.13	97.13	.5271	.5217	5.037
.4160	.4203	2.641	.9899	6.974	7.046	.9792	.1419	5.281	98.29	98.30	.5269	.5215	5.036
.4170	.4212	2.647	.9900	7.018	7.088	.9794	.1411	5.294	99.52	99.52	.5266	.5213	5.035
.4180	.4222	2.653	.9901	7.060	7.130	.9795	.1403	5.305	100.7	100.7	.5263	.5211	5.034
.4190	.4231	2.659	.9902	7.102	7.173	.9797	.1394	5.317	101.9	101.9	.5261	.5209	5.033
.4200	.4241	2.665	.9904	7.146	7.215	.9798	.1386	5.329	103.1	103.1	.5258	.5208	5.031
.4210	.4251	2.671	.9905	7.190	7.259	.9800	.1378	5.341	104.4	104.4	.5256	.5206	5.030
.4220	.4260	2.677	.9906	7.234	7.303	.9802	.1369	5.353	105.7	105.7	.5253	.5204	5.029
.4230	.4270	2.683	.9907	7.279	7.349	.9804	.1361	5.366	107.0	107.0	.5251	.5202	5.028
.4240	.4280	2.689	.9908	7.325	7.392	.9806	.1353	5.378	108.3	108.3	.5248	.5200	5.027
.4250	.4289	2.695	.9909	7.371	7.438	.9808	.1345	5.390	109.7	109.7	.5246	.5198	5.026
.4260	.4298	2.701	.9910	7.412	7.479	.9810	.1337	5.402	110.9	110.9	.5244	.5196	5.025
.4270	.4308	2.707	.9911	7.457	7.524	.9811	.1329	5.414	112.2	112.2	.5241	.5195	5.024
.4280	.4318	2.713	.9912	7.503	7.570	.9812	.1321	5.426	113.6	113.6	.5239	.5193	5.023
.4290	.4328	2.719	.9913	7.550	7.616	.9814	.1313	5.438	115.0	115.0	.5237	.5191	5.022
.4300	.4337	2.725	.9914	7.595	7.661	.9816	.1305	5.450	116.4	116.4	.5234	.5189	5.021
.4310	.4347	2.731	.9915	7.642	7.707	.9818	.1298	5.462	117.8	117.8	.5232	.5187	5.020
.4320	.4356	2.737	.9916	7.688	7.753	.9819	.1290	5.474	119.2	119.3	.5230	.5186	5.019
.4330	.4366	2.743	.9917	7.735	7.800	.9821	.1282	5.486	120.7	120.7	.5227	.5184	5.018
.4340	.4376	2.749	.9918	7.783	7.847	.9823	.1274	5.499	122.2	122.2	.5225	.5182	5.017
.4350	.4385	2.755	.9919	7.831	7.895	.9824	.1267	5.511	123.7	123.7	.5223	.5181	5.016
.4360	.4395	2.762	.9920	7.880	7.943	.9826	.1259	5.523	125.2	125.2	.5221	.5179	5.015
.4370	.4405	2.768	.9921	7.922	7.991	.9828	.1251	5.535	126.7	126.7	.5218	.5177	5.014
.4380	.4414	2.774	.9922	7.975	8.035	.9829	.1244	5.547	128.3	128.3	.5216	.5176	5.013
.4390	.4424	2.780	.9923	8.026	8.088	.9830	.1236	5.560	129.9	129.9	.5214	.5174	5.012
.4400	.4434	2.786	.9924	8.075	8.136	.9832	.1229	5.572	131.4	131.4	.5212	.5172	5.011
.4410	.4443	2.792	.9925	8.124	8.185	.9833	.1222	5.584	133.0	133.0	.5210	.5171	5.010
.4420	.4453	2.798	.9926	8.175	8.236	.9835	.1214	5.596	134.7	134.7	.5208	.5169	5.009
.4430	.4463	2.804	.9927	8.228	8.285	.9836	.1207	5.608	136.3	136.3	.5206	.5168	5.008
.4440	.4472	2.810	.9928	8.274	8.334	.9838	.1200	5.620	137.9	137.9	.5204	.5166	5.007
.4450	.4482	2.816	.9929	8.326	8.387	.9839	.1192	5.632	139.6	139.7	.5202	.5165	5.006
.4460	.4492	2.822	.9930	8.379	8.438	.9841	.1185	5.644	141.4	141.4	.5200	.5163	5.005
.4470	.4501	2.828	.9930	8.427	8.486	.9843	.1178	5.657	143.1	143.1	.5198	.5161	5.005
.4480	.4511	2.834	.9931	8.481	8.540	.9844	.1171	5.669	144.8	144.8	.5196	.5160	5.004
.4490	.4521	2.840	.9932	8.532	8.590	.9846	.1164	5.681	146.6	146.6	.5194	.5158	5.003

Table C-1. Continued.

d/L	d/L	2 <sup>nd</sup> d/L	TANH 2 <sup>nd</sup> d/L	SINH 2 <sup>nd</sup> d/L	COSH 2 d/L	H/H' <sub>0</sub>	K	ln d/L	SINH ln d/L	COSH ln d/L	n	C <sub>0</sub> /C <sub>0</sub>	M
.4500	.4531	2.847	.9933	8.585	8.643	.9847	.1157	5.693	148.4	148.4	.5192	.5157	5.002
.4510	.4540	2.853	.9934	8.638	8.695	.9848	.1150	5.705	150.2	150.2	.5190	.5156	5.001
.4520	.4550	2.859	.9935	8.693	8.750	.9849	.1143	5.717	152.1	152.1	.5188	.5154	5.000
.4530	.4560	2.865	.9935	8.747	8.804	.9851	.1136	5.730	154.0	154.0	.5186	.5152	5.000
.4540	.4569	2.871	.9936	8.797	8.854	.9852	.1129	5.742	155.9	155.9	.5184	.5151	4.999
.4550	.4579	2.877	.9937	8.853	8.910	.9853	.1122	5.754	157.7	157.7	.5182	.5150	4.998
.4560	.4589	2.883	.9938	8.910	8.965	.9855	.1115	5.766	159.7	159.7	.5181	.5148	4.997
.4570	.4599	2.890	.9938	8.965	9.021	.9857	.1109	5.779	161.7	161.7	.5179	.5146	4.997
.4580	.4608	2.896	.9939	9.016	9.072	.9858	.1102	5.791	163.6	163.6	.5177	.5145	4.996
.4590	.4618	2.902	.9940	9.074	9.129	.9859	.1095	5.803	165.6	165.6	.5175	.5144	4.995
.4600	.4628	2.908	.9941	9.132	9.186	.9860	.1089	5.815	167.7	167.7	.5173	.5143	4.994
.4610	.4637	2.914	.9941	9.183	9.238	.9862	.1083	5.827	169.7	169.7	.5172	.5141	4.994
.4620	.4647	2.920	.9942	9.242	9.296	.9863	.1076	5.840	171.8	171.8	.5170	.5140	4.993
.4630	.4657	2.926	.9943	9.301	9.354	.9864	.1069	5.852	173.9	173.9	.5168	.5139	4.992
.4640	.4666	2.932	.9944	9.353	9.406	.9865	.1063	5.864	176.0	176.0	.5167	.5138	4.991
.4650	.4676	2.938	.9944	9.413	9.466	.9867	.1056	5.876	178.2	178.2	.5165	.5136	4.991
.4660	.4686	2.944	.9945	9.472	9.525	.9868	.1050	5.888	180.4	180.4	.5163	.5135	4.990
.4670	.4695	2.951	.9946	9.533	9.585	.9869	.1043	5.900	182.6	182.6	.5162	.5134	4.989
.4680	.4705	2.957	.9946	9.586	9.638	.9871	.1037	5.912	184.8	184.8	.5160	.5132	4.989
.4690	.4715	2.963	.9947	9.647	9.699	.9872	.1031	5.925	187.2	187.2	.5158	.5131	4.988
.4700	.4725	2.969	.9947	9.709	9.760	.9873	.1025	5.937	189.5	189.5	.5157	.5129	4.988
.4710	.4735	2.975	.9948	9.770	9.821	.9874	.1018	5.949	191.8	191.8	.5155	.5128	4.987
.4720	.4744	2.981	.9949	9.826	9.877	.9875	.1012	5.962	194.2	194.2	.5154	.5127	4.986
.4730	.4754	2.987	.9949	9.888	9.938	.9876	.1006	5.974	196.5	196.5	.5152	.5126	4.986
.4740	.4764	2.993	.9950	9.951	10.00	.9877	.1000	5.986	199.0	199.0	.5150	.5125	4.985
.4750	.4774	2.999	.9951	10.01	10.07	.9878	.09942	5.999	201.4	201.4	.5149	.5124	4.984
.4760	.4783	3.005	.9951	10.07	10.12	.9880	.09882	6.011	203.9	203.9	.5147	.5122	4.984
.4770	.4793	3.012	.9952	10.13	10.18	.9881	.09820	6.023	206.5	206.5	.5146	.5121	4.983
.4780	.4803	3.018	.9952	10.20	10.25	.9882	.09759	6.036	209.0	209.0	.5144	.5120	4.983
.4790	.4813	3.024	.9953	10.26	10.31	.9883	.09698	6.048	211.7	211.7	.5143	.5119	4.982
.4800	.4822	3.030	.9953	10.32	10.37	.9885	.09641	6.060	214.2	214.2	.5142	.5117	4.982
.4810	.4832	3.036	.9954	10.39	10.43	.9886	.09583	6.072	216.8	216.8	.5140	.5116	4.981
.4820	.4842	3.042	.9955	10.45	10.50	.9887	.09523	6.085	219.5	219.5	.5139	.5115	4.980
.4830	.4852	3.049	.9955	10.52	10.57	.9888	.09464	6.097	222.2	222.2	.5137	.5114	4.980
.4840	.4862	3.055	.9956	10.59	10.63	.9889	.09405	6.109	225.0	225.0	.5136	.5113	4.979
.4850	.4871	3.061	.9956	10.65	10.69	.9890	.09352	6.121	228.3	228.3	.5134	.5112	4.979
.4860	.4881	3.067	.9957	10.71	10.76	.9891	.09294	6.134	230.6	230.6	.5133	.5111	4.978
.4870	.4891	3.073	.9957	10.78	10.83	.9892	.09236	6.146	233.5	233.5	.5132	.5110	4.978
.4880	.4901	3.079	.9958	10.85	10.90	.9893	.09178	6.159	236.4	236.4	.5130	.5109	4.977
.4890	.4911	3.086	.9958	10.92	10.96	.9895	.09121	6.171	239.6	239.6	.5129	.5107	4.977
.4900	.4920	3.092	.9959	10.99	11.03	.9896	.09064	6.183	242.3	242.3	.5128	.5106	4.976
.4910	.4930	3.098	.9959	11.05	11.09	.9897	.09010	6.195	245.2	245.2	.5126	.5105	4.976
.4920	.4940	3.104	.9960	11.12	11.16	.9898	.08956	6.208	248.3	248.3	.5125	.5104	4.975
.4930	.4950	3.110	.9960	11.19	11.24	.9899	.08901	6.220	251.3	251.3	.5124	.5103	4.975
.4940	.4960	3.117	.9961	11.26	11.31	.9899	.08845	6.232	254.5	254.5	.5122	.5102	4.974
.4950	.4969	3.122	.9961	11.32	11.37	.9900	.08793	6.245	257.6	257.6	.5121	.5101	4.974
.4960	.4979	3.128	.9962	11.40	11.44	.9901	.08741	6.257	260.8	260.8	.5120	.5100	4.973
.4970	.4989	3.135	.9962	11.47	11.51	.9902	.08691	6.269	264.0	264.0	.5119	.5099	4.973
.4980	.4999	3.141	.9963	11.54	11.59	.9903	.08637	6.282	267.3	267.3	.5118	.5098	4.972
.4990	.5009	3.147	.9963	11.61	11.65	.9904	.08584	6.294	270.6	270.6	.5116	.5097	4.972
.5000	.5018	3.153	.9964	11.68	11.72	.9905	.08530	6.306	274.0	274.0	.5115	.5096	4.971
.5010	.5028	3.159	.9964	11.75	11.80	.9906	.08477	6.319	277.5	277.5	.5114	.5095	4.971
.5020	.5038	3.166	.9964	11.83	11.87	.9907	.08424	6.331	280.8	280.8	.5113	.5094	4.971
.5030	.5048	3.172	.9965	11.91	11.95	.9908	.08371	6.343	284.3	284.3	.5112	.5093	4.970
.5040	.5058	3.178	.9965	11.98	12.02	.9909	.08320	6.356	287.9	287.9	.5110	.5092	4.970
.5050	.5067	3.184	.9966	12.05	12.09	.9909	.08270	6.368	291.4	291.4	.5109	.5092	4.969
.5060	.5077	3.190	.9966	12.12	12.16	.9910	.08220	6.380	295.0	295.0	.5108	.5091	4.969
.5070	.5087	3.196	.9967	12.20	12.24	.9911	.08169	6.393	298.7	298.7	.5107	.5090	4.968
.5080	.5097	3.203	.9967	12.28	12.32	.9912	.08119	6.405	302.4	302.4	.5106	.5089	4.968
.5090	.5107	3.209	.9968	12.35	12.39	.9913	.08068	6.417	306.2	306.2	.5105	.5088	4.967

Table C-1. Continued.

d/L <sub>0</sub>	d/L	2π d/L	TANH 2π d/L	SINH 2π d/L	COSH 2π d/L	H/H' <sub>0</sub>	X	kπ d/L	SINH kπ d/L	COSH kπ d/L	n	C <sub>0</sub> /C <sub>0</sub>	M
.5100	.5117	3.215	.9968	12.43	12.47	.9914	.08022	6.430	310.0	310.0	.5104	.5087	4.967
.5110	.5126	3.221	.9968	12.50	12.54	.9915	.07972	6.442	313.8	313.8	.5103	.5086	4.967
.5120	.5136	3.227	.9969	12.58	12.62	.9915	.07922	6.454	317.7	317.7	.5102	.5086	4.966
.5130	.5146	3.233	.9969	12.66	12.70	.9916	.07873	6.467	321.7	321.7	.5101	.5085	4.966
.5140	.5156	3.240	.9970	12.74	12.78	.9917	.07824	6.479	325.7	325.7	.5100	.5084	4.965
.5150	.5166	3.246	.9970	12.82	12.86	.9918	.07776	6.491	329.7	329.7	.5098	.5083	4.965
.5160	.5176	3.252	.9970	12.90	12.94	.9919	.07729	6.504	333.8	333.8	.5097	.5082	4.965
.5170	.5185	3.258	.9971	12.98	13.02	.9919	.07682	6.516	337.9	337.9	.5096	.5082	4.964
.5180	.5195	3.264	.9971	13.06	13.10	.9920	.07634	6.529	342.2	342.2	.5095	.5081	4.964
.5190	.5205	3.270	.9971	13.14	13.18	.9921	.07587	6.541	346.4	346.4	.5094	.5080	4.964
.5200	.5215	3.277	.9972	13.22	13.26	.9922	.07540	6.553	350.7	350.7	.5093	.5079	4.963
.5210	.5225	3.283	.9972	13.31	13.35	.9923	.07494	6.566	355.1	355.1	.5092	.5078	4.963
.5220	.5235	3.289	.9972	13.39	13.43	.9924	.07449	6.578	359.6	359.6	.5092	.5077	4.963
.5230	.5244	3.295	.9973	13.47	13.51	.9924	.07404	6.590	364.0	364.0	.5091	.5077	4.962
.5240	.5254	3.301	.9973	13.55	13.59	.9925	.07358	6.603	368.5	368.5	.5090	.5076	4.962
.5250	.5264	3.308	.9973	13.64	13.68	.9926	.07312	6.615	373.1	373.1	.5089	.5075	4.962
.5260	.5274	3.314	.9974	13.73	13.76	.9927	.07266	6.628	377.8	377.8	.5088	.5074	4.961
.5270	.5284	3.320	.9974	13.81	13.85	.9927	.07221	6.640	382.5	382.5	.5087	.5074	4.961
.5280	.5294	3.326	.9974	13.90	13.94	.9928	.07177	6.652	387.3	387.3	.5086	.5073	4.961
.5290	.5304	3.333	.9975	13.99	14.02	.9929	.07134	6.665	392.2	392.2	.5085	.5072	4.960
.5300	.5314	3.339	.9975	14.07	14.10	.9930	.07091	6.677	397.0	397.0	.5084	.5071	4.960
.5310	.5323	3.345	.9975	14.16	14.19	.9931	.07047	6.690	402.0	402.0	.5083	.5070	4.960
.5320	.5333	3.351	.9976	14.25	14.28	.9931	.07003	6.702	406.9	406.9	.5082	.5070	4.959
.5330	.5343	3.357	.9976	14.34	14.37	.9932	.06959	6.714	412.0	412.0	.5082	.5069	4.959
.5340	.5353	3.363	.9976	14.43	14.46	.9933	.06915	6.727	417.2	417.2	.5081	.5068	4.959
.5350	.5363	3.370	.9976	14.52	14.55	.9933	.06872	6.739	422.4	422.4	.5080	.5068	4.959
.5360	.5373	3.376	.9977	14.61	14.64	.9934	.06829	6.752	427.7	427.7	.5079	.5067	4.958
.5370	.5383	3.382	.9977	14.70	14.73	.9935	.06787	6.764	433.1	433.1	.5078	.5066	4.958
.5380	.5393	3.388	.9977	14.79	14.82	.9935	.06746	6.776	438.5	438.5	.5077	.5066	4.958
.5390	.5402	3.394	.9977	14.88	14.91	.9936	.06705	6.789	444.0	444.0	.5077	.5065	4.958
.5400	.5412	3.401	.9978	14.97	15.01	.9936	.06664	6.801	449.5	449.5	.5076	.5065	4.957
.5410	.5422	3.407	.9978	15.07	15.10	.9937	.06623	6.814	455.1	455.1	.5075	.5064	4.957
.5420	.5432	3.413	.9978	15.16	15.19	.9938	.06582	6.826	460.7	460.7	.5074	.5063	4.957
.5430	.5442	3.419	.9979	15.25	15.29	.9938	.06542	6.838	466.4	466.4	.5073	.5063	4.956
.5440	.5452	3.426	.9979	15.35	15.38	.9939	.06501	6.851	472.2	472.2	.5073	.5062	4.956
.5450	.5461	3.432	.9979	15.45	15.48	.9940	.06461	6.863	478.1	478.1	.5072	.5061	4.956
.5460	.5471	3.438	.9979	15.54	15.58	.9941	.06420	6.876	484.3	484.3	.5071	.5060	4.956
.5470	.5481	3.444	.9980	15.64	15.67	.9941	.06380	6.888	490.3	490.3	.5070	.5060	4.955
.5480	.5491	3.450	.9980	15.74	15.77	.9942	.06341	6.901	496.4	496.4	.5070	.5059	4.955
.5490	.5501	3.456	.9980	15.84	15.87	.9942	.06302	6.913	502.5	502.5	.5069	.5059	4.955
.5500	.5511	3.463	.9980	15.94	15.97	.9942	.06263	6.925	508.7	508.7	.5068	.5058	4.955
.5510	.5521	3.469	.9981	16.04	16.07	.9942	.06224	6.937	515.0	515.0	.5067	.5058	4.954
.5520	.5531	3.475	.9981	16.14	16.17	.9943	.06186	6.950	521.6	521.6	.5067	.5057	4.954
.5530	.5541	3.481	.9981	16.24	16.27	.9944	.06148	6.962	528.1	528.1	.5066	.5056	4.954
.5540	.5551	3.488	.9981	16.34	16.37	.9944	.06110	6.975	534.8	534.8	.5065	.5056	4.954
.5550	.5560	3.494	.9982	16.44	16.47	.9945	.06073	6.987	541.4	541.4	.5065	.5056	4.953
.5560	.5570	3.500	.9982	16.54	16.57	.9945	.06035	7.000	548.1	548.1	.5064	.5055	4.953
.5570	.5580	3.506	.9982	16.65	16.68	.9946	.05997	7.012	554.9	554.9	.5063	.5054	4.953
.5580	.5590	3.512	.9982	16.75	16.78	.9947	.05960	7.025	562.0	562.0	.5063	.5053	4.953
.5590	.5600	3.519	.9982	16.85	16.88	.9947	.05923	7.037	569.1	569.1	.5062	.5053	4.953
.5600	.5610	3.525	.9983	16.96	16.99	.9947	.05887	7.050	576.1	576.1	.5061	.5053	4.952
.5610	.5620	3.531	.9983	17.06	17.09	.9948	.05850	7.062	583.3	583.3	.5061	.5052	4.952
.5620	.5630	3.537	.9983	17.17	17.20	.9949	.05814	7.074	590.7	590.7	.5060	.5051	4.952
.5630	.5640	3.543	.9983	17.28	17.31	.9949	.05778	7.087	598.0	598.0	.5059	.5051	4.952
.5640	.5649	3.550	.9984	17.38	17.41	.9950	.05743	7.099	605.0	605.0	.5059	.5050	4.951
.5650	.5659	3.556	.9984	17.49	17.52	.9950	.05707	7.112	613.2	613.2	.5058	.5050	4.951
.5660	.5669	3.562	.9984	17.60	17.63	.9951	.05672	7.124	620.8	620.8	.5057	.5049	4.951
.5670	.5679	3.568	.9984	17.71	17.74	.9951	.05637	7.136	628.5	628.5	.5057	.5049	4.951
.5680	.5689	3.575	.9984	17.82	17.85	.9952	.05602	7.149	636.4	636.4	.5056	.5048	4.951
.5690	.5699	3.581	.9985	17.94	17.97	.9952	.05567	7.161	644.3	644.3	.5056	.5048	4.950

Table C-1. Continued.

d/L	a/L	2π a/L	TANH 2π a/L	SINH 2π a/L	COSH 2π a/L	H/R' °	K	hπ a/L	SINH 4π a/L	COSH 4π a/L	n	c <sub>c</sub> /c <sub>o</sub>	M
.5700	.5709	3.587	.9985	18.05	18.08	.9953	.05532	7.174	652.4	652.4	.5055	.5047	4.950
.5710	.5719	3.593	.9985	18.16	18.19	.9953	.05497	7.186	660.5	660.5	.5054	.5047	4.950
.5720	.5729	3.600	.9985	18.28	18.31	.9954	.05463	7.199	668.8	668.8	.5054	.5046	4.950
.5730	.5736	3.606	.9985	18.39	18.42	.9954	.05430	7.211	677.2	677.2	.5053	.5046	4.950
.5740	.5748	3.612	.9985	18.50	18.53	.9955	.05396	7.224	685.6	685.6	.5053	.5045	4.950
.5750	.5756	3.618	.9986	18.62	18.64	.9955	.05363	7.236	694.3	694.3	.5052	.5045	4.949
.5760	.5768	3.624	.9986	18.73	18.76	.9956	.05330	7.249	703.2	703.2	.5052	.5044	4.949
.5770	.5778	3.630	.9986	18.85	18.88	.9956	.05297	7.261	711.5	711.5	.5051	.5044	4.949
.5780	.5788	3.637	.9986	18.97	19.00	.9957	.05264	7.274	720.8	720.8	.5051	.5043	4.949
.5790	.5798	3.643	.9986	19.09	19.12	.9957	.05231	7.286	729.9	729.9	.5050	.5043	4.949
.5800	.5808	3.649	.9987	19.21	19.24	.9957	.05198	7.298	739.0	739.0	.5049	.5043	4.948
.5810	.5816	3.656	.9987	19.33	19.36	.9958	.05166	7.311	748.1	748.1	.5049	.5042	4.948
.5820	.5828	3.662	.9987	19.45	19.48	.9958	.05134	7.323	757.5	757.5	.5048	.5042	4.948
.5830	.5838	3.668	.9987	19.58	19.60	.9959	.05102	7.336	767.0	767.0	.5048	.5041	4.948
.5840	.5848	3.674	.9987	19.70	19.73	.9959	.05070	7.348	776.7	776.7	.5047	.5041	4.948
.5850	.5858	3.680	.9987	19.81	19.84	.9960	.05040	7.361	786.5	786.5	.5047	.5040	4.948
.5860	.5867	3.686	.9987	19.94	19.96	.9960	.05009	7.373	796.4	796.4	.5046	.5040	4.948
.5870	.5877	3.693	.9988	20.06	20.09	.9960	.04978	7.386	806.5	806.5	.5046	.5040	4.947
.5880	.5887	3.699	.9988	20.19	20.21	.9961	.04947	7.398	816.5	816.5	.5045	.5039	4.947
.5890	.5897	3.705	.9988	20.32	20.34	.9961	.04916	7.411	826.7	826.7	.5045	.5039	4.947
.5900	.5907	3.712	.9988	20.45	20.47	.9962	.04885	7.423	837.1	837.1	.5044	.5038	4.947
.5910	.5917	3.718	.9988	20.57	20.60	.9962	.04855	7.436	847.6	847.6	.5044	.5038	4.947
.5920	.5927	3.724	.9988	20.70	20.73	.9963	.04824	7.448	858.2	858.2	.5043	.5037	4.947
.5930	.5937	3.730	.9989	20.83	20.86	.9963	.04794	7.460	868.9	868.9	.5043	.5037	4.946
.5940	.5947	3.737	.9989	20.97	20.99	.9963	.04764	7.473	879.8	879.8	.5043	.5037	4.946
.5950	.5957	3.743	.9989	21.10	21.12	.9964	.04735	7.485	890.8	890.8	.5042	.5036	4.946
.5960	.5967	3.749	.9989	21.23	21.25	.9964	.04706	7.498	901.9	901.9	.5042	.5036	4.946
.5970	.5977	3.755	.9989	21.35	21.37	.9964	.04677	7.510	913.4	913.4	.5041	.5036	4.946
.5980	.5987	3.761	.9989	21.49	21.51	.9965	.04648	7.523	925.0	925.0	.5041	.5035	4.946
.5990	.5996	3.767	.9989	21.62	21.64	.9965	.04619	7.535	936.5	936.5	.5040	.5035	4.946
.6000	.6006	3.774	.9990	21.76	21.78	.9965	.04591	7.548	948.1	948.1	.5040	.5035	4.945
.6100	.6106	3.836	.9991	23.17	23.19	.9969	.04313	7.673	1,071	1,071	.5036	.5031	4.944
.6200	.6205	3.899	.9992	24.66	24.68	.9972	.04052	7.798	1,217	1,217	.5032	.5028	4.943
.6300	.6305	3.961	.9993	26.25	26.27	.9975	.03806	7.923	1,379	1,379	.5029	.5025	4.942
.6400	.6404	4.024	.9994	27.95	27.97	.9977	.03576	8.048	1,527	1,527	.5026	.5023	4.942
.6500	.6504	4.086	.9994	29.75	29.77	.9980	.03359	8.173	1,771	1,771	.5023	.5020	4.940
.6600	.6603	4.149	.9995	31.68	31.69	.9982	.03155	8.298	2,008	2,008	.5021	.5018	4.940
.6700	.6703	4.212	.9996	33.73	33.74	.9983	.02964	8.423	2,275	2,275	.5019	.5017	4.939
.6800	.6803	4.274	.9996	35.90	35.92	.9985	.02784	8.548	2,579	2,579	.5017	.5015	4.939
.6900	.6902	4.337	.9997	38.23	38.24	.9987	.02615	8.674	2,923	2,923	.5015	.5013	4.938
.7000	.7002	4.400	.9997	40.71	40.72	.9988	.02456	8.799	3,314	3,314	.5013	.5012	4.938
.7100	.7102	4.462	.9997	43.34	43.35	.9989	.02307	8.925	3,757	3,757	.5012	.5011	4.937
.7200	.7202	4.525	.9998	46.14	46.15	.9990	.02167	9.050	4,258	4,258	.5011	.5010	4.937
.7300	.7302	4.588	.9998	49.13	49.14	.9991	.02035	9.175	4,828	4,828	.5010	.5009	4.937
.7400	.7401	4.650	.9998	52.31	52.32	.9992	.01911	9.301	5,473	5,473	.5009	.5008	4.937
.7500	.7501	4.713	.9998	55.70	55.71	.9993	.01795	9.426	6,204	6,204	.5008	.5007	4.936
.7600	.7601	4.776	.9999	59.31	59.31	.9994	.01686	9.552	7,034	7,034	.5007	.5006	4.936
.7700	.7701	4.839	.9999	63.15	63.16	.9995	.01583	9.677	7,976	7,976	.5006	.5005	4.936
.7800	.7801	4.902	.9999	67.24	67.25	.9996	.01487	9.803	9,042	9,042	.5005	.5004	4.936
.7900	.7901	4.964	.9999	71.60	71.60	.9996	.01397	9.929	10,250	10,250	.5005	.5004	4.936
.8000	.8001	5.027	.9999	76.24	76.24	.9996	.01312	10.05	11,620	11,620	.5004	.5004	4.936
.8100	.8101	5.090	.9999	81.18	81.19	.9996	.01232	10.18	13,180	13,180	.5004	.5004	4.936
.8200	.8201	5.153	.9999	86.44	86.44	.9997	.01157	10.31	14,940	14,940	.5003	.5003	4.935
.8300	.8301	5.215	.9999	92.04	92.05	.9997	.01086	10.43	17,340	17,340	.5003	.5003	4.935
.8400	.8400	5.278	1.000	98.00	98.01	.9997	.01020	10.56	19,210	19,210	.5003	.5003	4.935
.8500	.8500	5.341	1.000	104.4	104.4	.9998	.009582	10.68	21,780	21,780	.5002	.5002	4.935
.8600	.8600	5.404	1.000	111.1	111.1	.9998	.009000	10.81	24,690	24,690	.5002	.5002	4.935
.8700	.8700	5.467	1.000	118.3	118.3	.9998	.008451	10.93	28,000	28,000	.5002	.5002	4.935
.8800	.8800	5.529	1.000	126.0	126.0	.9998	.007934	11.06	31,750	31,750	.5002	.5002	4.935
.8900	.8900	5.592	1.000	134.2	134.2	.9998	.007451	11.18	36,000	36,000	.5002	.5002	4.935

Table C-1. Concluded.

d/L <sub>0</sub>	d/L	2π d/L	TANH 2π d/L	SINH 2π d/L	COSH 2π d/L	H/H' <sub>0</sub>	K	4π d/L	SINH 4π d/L	COSH 4π d/L	n	C <sub>G</sub> /C <sub>0</sub>	M
.9000	.9000	5.655	1.000	142.9	142.9	.9999	.007000	11.31	40,810	40,810	.5001	.5001	4.935
.9100	.9100	5.718	1.000	152.1	152.1	.9999	.006574	11.44	46,280	46,280	.5001	.5001	4.935
.9200	.9200	5.781	1.000	162.0	162.0	.9999	.006173	11.56	52,470	52,470	.5001	.5001	4.935
.9300	.9300	5.844	1.000	172.5	172.5	.9999	.005797	11.69	59,500	59,500	.5001	.5001	4.935
.9400	.9400	5.906	1.000	183.7	183.7	.9999	.005445	11.81	67,470	67,470	.5001	.5001	4.935
.9500	.9500	5.969	1.000	195.6	195.6	.9999	.005114	11.94	76,490	76,490	.5001	.5001	4.935
.9600	.9600	6.032	1.000	208.2	208.2	.9999	.004802	12.06	86,740	86,740	.5001	.5001	4.935
.9700	.9700	6.095	1.000	221.7	221.7	.9999	.004510	12.19	98,340	98,340	.5001	.5001	4.935
.9800	.9800	6.158	1.000	236.1	236.1	.9999	.004235	12.32	111,500	111,500	.5001	.5001	4.935
.9900	.9900	6.220	1.000	251.4	251.4	1.000	.003977	12.44	126,500	126,500	.5000	.5000	4.935
1.000	1.000	6.283	1.000	267.7	267.7	1.000	.003735	12.57	143,400	143,400	.5000	.5000	4.935

after Wiegel, R.L., "Oscillatory Waves," U.S. Army, Beach Erosion Board, Bulletin, Special Issue No. 1, July 1948.

Table C-2. Functions of d/L for even increments of d/L (from 0.0001 to 1.000).

d/L	d/L <sub>0</sub>	2π d/L	TANH 2π d/L	SINH 2π d/L	COSH 2π d/L	H/H' <sub>0</sub>	K	4π d/L	SINH 4π d/L	COSH 4π d/L	n	C <sub>G</sub> /C <sub>0</sub>	M
0	0	0	0	0	1.0000	∞	1.000	0	0	1.000	1.000	0	∞
.000100	6.283 x 10 <sup>-8</sup>	.0006283	.0006283	.0006283	1.0000	28.21	1.000	.001257	.001257	1.000	1.000	.0006283	12,500,000
.000200	2.514 x 10 <sup>-7</sup>	.001257	.001257	.001257	1.0000	19.95	1.000	.002513	.002513	1.000	1.000	.001257	3,125,000
.000300	5.655 x 10 <sup>-7</sup>	.001885	.001885	.001885	1.0000	16.29	1.000	.003770	.003770	1.000	1.000	.001885	1,389,000
.000400	1.005 x 10 <sup>-6</sup>	.002513	.002513	.002513	1.0000	14.10	1.000	.005027	.005027	1.000	1.000	.002513	781,300
.000500	1.571 x 10 <sup>-6</sup>	.003142	.003142	.003142	1.0000	12.62	1.000	.006283	.006283	1.000	1.000	.003142	500,000
.000600	2.226 x 10 <sup>-6</sup>	.003770	.003770	.003770	1.0000	11.52	1.000	.007540	.007540	1.000	1.000	.003770	347,200
.000700	3.079 x 10 <sup>-6</sup>	.004398	.004398	.004398	1.0000	10.66	1.000	.008796	.008797	1.000	1.000	.004398	255,100
.000800	4.022 x 10 <sup>-6</sup>	.005027	.005027	.005027	1.0000	9.974	1.000	.01005	.01005	1.000	1.000	.005026	195,300
.000900	5.090 x 10 <sup>-6</sup>	.005655	.005655	.005655	1.0000	9.403	1.000	.01131	.01131	1.000	1.000	.005655	154,300
.001000	6.283 x 10 <sup>-6</sup>	.006283	.006283	.006283	1.0000	8.921	1.000	.01257	.01257	1.000	1.000	.006283	125,000
.001100	7.603 x 10 <sup>-6</sup>	.006912	.006912	.006912	1.0000	8.506	1.000	.01382	.01382	1.000	1.000	.006912	103,300
.001200	9.048 x 10 <sup>-6</sup>	.007540	.007540	.007540	1.0000	8.144	1.000	.01508	.01508	1.000	1.000	.007540	86,810
.001300	.00001062	.008168	.008168	.008168	1.0000	7.824	1.000	.01634	.01634	1.000	1.000	.008168	73,970
.001400	.00001231	.008796	.008796	.008797	1.0000	7.539	1.000	.01759	.01759	1.000	1.000	.008796	63,780
.001500	.00001414	.009425	.009425	.009425	1.0000	7.284	1.000	.01885	.01885	1.000	1.000	.009424	55,560
.001600	.00001608	.01005	.01005	.01005	1.0001	7.052	.9999	.02011	.02011	1.000	1.000	.01005	48,830



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 : Haidir / Lisdawati  
Nim : 105811118118 / 105811104118  
Program Studi : Teknik Pengairan

Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Ambang Batas
1	Bab 1	9 %	10 %
2	Bab 2	4 %	25 %
3	Bab 3	9 %	10 %
4	Bab 4	9 %	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, 13 September 2023  
Mengetahui,

Kepala UPT- Perpustakaan dan Penerbitan,



Jl. Sultan Alauddin no 259 makassar 90222  
Telepon (0411)866972,881 593, fax (0411)865 588  
Website: www.library.unismuh.ac.id  
E-mail : perpustakaan@unismuh.ac.id



HAIDIR / LISDAWATI

105811118118 / 105811104118

BAB I

by Tahap Tutup



Submission date: 11-Sep-2023 09:54AM (UTC+0700)

Submission ID: 2162645608

File name: BAB\_1-2.docx (29.61K)

Word count: 811

Character count: 5348

ORIGINALITY REPORT

9%

SIMILARITY INDEX

9%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

4%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

123dok.com

Internet Source

4%

2

repository.ub.ac.id

Internet Source

3%

3

digilib.uin-suka.ac.id

Internet Source

2%

Exclude quotes  On

Exclude bibliography  On

Exclude matches  < 2%



HAIDIR / LISDAWATI

105811118118 / 105811104118

## BAB II

by Tahap Tutup



Submission date: 11-Sep-2023 09:55AM (UTC+0700)

Submission ID: 2162647454

File name: BAB\_2-2\_1.docx (1.52M)

Word count: 4696

Character count: 29370

ORIGINALITY REPORT

4%

SIMILARITY INDEX

4%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

6%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

dunia.pendidikan.co.id

Internet Source

2%

2

eprints.undip.ac.id

Internet Source

2%

Exclude quotes

Exclude bibliography  On

Exclude matches



HAIDIR / LISDAWATI

105811118118 / 105811104118

BAB III

by Tahap Tutup



Submission date: 11-Sep-2023 09:57AM (UTC+0700)

Submission ID: 2162649401

File name: Bab\_3-2\_1.docx (894.24K)

Word count: 554

Character count: 3445

ORIGINALITY REPORT

9%

SIMILARITY INDEX

10%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1 eprints.undip.ac.id  
Internet Source

3%

2 Setiyawan Setiyawan, N. Abdulrahin  
"PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG LAUT DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI OSCILATING WATER COLUMN (OWC) DI PERAIRAN MARANA", REKONSTRUKSI TADULAKO: Civil Engineering Journal on Research and Development, 2021  
Publication

2%

3 pt.scribd.com  
Internet Source

2%

4 stuffspec.com  
Internet Source

2%

Exclude quotes On

Exclude matches < 2%

Exclude bibliography On

HAIDIR / LISDAWATI

105811118118 / 105811104118

BAB IV

by Tahap Tutup



Submission date: 11-Sep-2023 10:00AM (UTC+0700)

Submission ID: 2162655568

File name: bab\_4-2\_1.docx (444.85K)

Word count: 4293

Character count: 21401

ORIGINALITY REPORT

9%

SIMILARITY INDEX

9%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

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

Internet Source

6%

2

[adoc.pub](http://adoc.pub)

Internet Source

2%

3

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

Internet Source

2%

Exclude quotes

Exclude bibliography





HAIDIR / LISDAWATI

105811118118 / 105811104118

BAB V

by Tahap Tutup



**Submission date:** 11-Sep-2023 10:01AM (UTC+0700)

**Submission ID:** 2162656544

**File name:** bab\_5-2\_1.docx (30.3K)

**Word count:** 268

**Character count:** 1480

ORIGINALITY REPORT

4%

SIMILARITY INDEX

4%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

docplayer.info

Internet Source

4%



Exclude quotes

Exclude bibliography



