

SKRIPSI
PENGARUH PASANG SURUT TERHADAP REFRAKSI
GELOMBANG PADA PULAU GUSUNG



OLEH:

RISAL

105 81 11011 21

PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
2025



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS TEKNIK



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
PENGESAHAN

Skripsi atas nama Risal dengan nomor induk Mahasiswa 105811101121 dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0010/SK-Y/22202/091004/2025, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu 16 Agustus 2025.

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

Makassar,

22 Safar 1447 H

16 Agustus 2025 M

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

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

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

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

2. Penguji

a. Ketua

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

b. Sekertaris

Dr. Fitriyah Arief Wangsa, ST., MT

3. Anggota

1. Indriyanti, ST., MT

2. Dr. Marupah, SP., MP

3. Farida Gaffar, ST., MM., IPM

Mengetahui

Pembimbing I

Pembimbing II

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

Kasmawati, ST., MT

Dekan



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

NBM : 975 288



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
HALAMAN PENGESAHAN

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

Judul Skripsi : PENGARUH PASANG SURUT TERHADAP REFRAKSI
GELOMBANG PADA PULAU GUSUNG

Nama : 1. RISAL

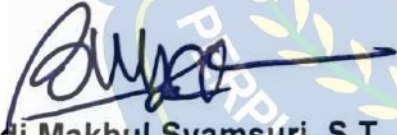
Stambuk : 1. 105 81 11011 21

Makassar, Sabtu 16 Agustus 2025

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II


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


Kasmawati, ST.,

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Pengairan


Ir. M. Agusalm, ST., MT.
NBM : 947 993



KATA PENGANTAR



Assalamu‘Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nyalah sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Skripsi ini dengan baik. Salawat serta salam tak henti-hentinya curahkan kepada Baginda Rasulullah SAW beserta keluarga dan kerabatnya. Tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan akademik yang harus ditempuh dalam rangka menyelesaikan Program Studi pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir kami adalah “ **PENGARUH PASANG SURUT TERHADAP REFRAKSI GELOMBANG DI PULAU GUSUNG**” Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis mendapatkan banyak masukan yang berguna dari berbagai pihak sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu dengan ketulusan serta keikhlasan hati, kami mengucapkan terimakasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak **Dr. Ir. H. Abd. Rakhim Nanda, ST., MT., IPU** sebagai Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak **Ir. Muhammad Syafaat S. Kuba, ST., MT** sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar
3. Bapak **Ir. M. Aguselim, ST., MT.** sebagai Ketua Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar dan Ibu

Kasmawati, ST., MT. sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Pengairan
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

4. Bapak **Dr. Ir. Andi Makbul Syamsuri, ST., MT., IPM** selaku pembimbing I dan Ibu **Kasmawati, ST., MT.** selaku pembimbing II, yang telah meluangkan banyak waktu, memberikan bimbingan dan arahan sehingga terwujudnya tugas akhir ini.
5. Bapak dan Ibu dosen serta staf pegawai pada Fakultas Teknik atas segala waktunya yang telah mendidik dan melayani kami selama mengikuti proses belajar mengajar di Prodi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Kepada Ayah Safar dan Ibu Rahma, terimakasih atas kasih sayang, kerja keras kalian dan pengorbanan terutama dalam bentuk materi. Setiap tetes keringat dan air mata kalian adalah motivasi terbesar penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga pencapaian kecil ini bisa membuat kalian tersenyum bangga.
7. Terimakasih kepada adik penulis, Ramsi sebagai donatur tetap selama penulis berkuliah semoga kelak kamu bisa mencapai cita-citamu dan mengangkat derajat Ayah dan Ibu. Terimakasih.
8. Terimakasih kepada sahabat seperjuangan Penulis, Sariana, Anti dan Nindy, yang telah membantu Penulis dalam segala hal selalu menemani dalam suka dan duka selama proses perkuliahan, tanpa kalian mungkin penulis belum berada di fase penyusunan tugas akhir ini. Tak henti-hentinya penulis

mengucapkan terimakasih kepada kalian, semoga allah membalas kebaikan
kebaikan kalian, sekali lagi terimakasih banyak.

9. Terimakasih kepada sahabat penulis Fadil, Dayat dan semua penghuni Sipil
A21 yang telah membantu Penulis dalam segala hal selama proses
perkuliahan. Maaf jika penulis tidak bisa menyebutkan kalian satu persatu.
10. Terimakasih kepada Pak Suherman sekeluarga, telah mengizinkan penulis
untuk tinggal di rumah beliau selama proses perkuliahan.
11. Saudara/saudari serta rekan-rekan Mahasiswa Fakultas Teknik terkhusus
Manufaktur 2021.

Semoga seluruh pihak tersebut diatas mendapatkan pahala yang berlipat ganda
disisi Allah SWT dan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan-rekan,
masyarakat serta bagi nusa dan bangsa.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Makassar, 15 Agustus 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan Penelitian.....	2
D. Manfaat Penelitian	3
E. Batasan Masalah.....	3
F. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Pengertian Gelombang Laut.....	6
B. Deformasi Gelombang	10
C. Arus	22
D. Angin.....	23

E. <i>Fetch</i>	28
F. Pasang Surut.....	29
G. Metode Admiralty	33
BAB III METODE PENELITIAN	35
A. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	35
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data	36
C. Teknik Pengumpulan dan Pengelolaan Data	37
D. Metode Penelitian.....	37
E. Flowchart Penelitian.....	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	44
A. Data Angin	44
B. Perhitungan <i>Fetch</i> Efektif	45
C. Pasang Surut.....	50
D. Peramalan Tinggi dan Periode Gelombang.....	76
E. Perhitungan Koefisien Refraksi Gelombang.....	94
BAB V PENUTUP	101
A. Kesimpulan	101
B. Saran.....	102

DAFTAR PUSTAKA.....	103
----------------------------	------------

LAMPIRAN.....	105
----------------------	------------



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Gerak Partikel Air di Laut Dangkal, Transisi dan Dalam (Triatmodjo, 1999)	7
Gambar 2. Definisi Gelombang (Triatmodjo, 1999)	8
Gambar 3. Refraksi Gelombang Pada Berbagai Bentuk Tipe Kontur	13
Gambar 4. Refraksi gelombang (Triatmodjo, 1999)	16
Gambar 5. Refraksi gelombang pada kontur lurus dan sejajar	17
Gambar 6. Hukum Snell untuk refraksi gelombang (Triatmodjo, 1999)	18
Gambar 7. Difraksi gelombang di belakang rintangan	20
Gambar 8. Refleksi gelombang (Triatmodjo, 1999)	20
Gambar 9. Penentuan tinggi gelombang pecah	21
Gambar 10. Contoh wind rose (mawar angin)	25
Gambar 11. Hubungan kecepatan antara angin di laut dan di darat	27
Gambar 12. Fetch	29
Gambar 13. Tipe pasang surut (Triatmodjo)	30
Gambar 14. Peta Lokasi penelitian pulau gusung (sumber : google earth)	35
Gambar 15. Bagan alur penelitian	43
Gambar 16. Wind rose tahun 2019-2023	45
Gambar 17. Peta hasil pengukuran fetch efektif di lokasi penelitian	45
Gambar 18. Tunggang pasang surut	68
Gambar 19. Grafik Pasang Surut januari 2023	69

Gambar 20. Grafik pengamatan pasang surut februari 2023	70
Gambar 21. Grafik pengamatan pasang surut maret 2023	70
Gambar 22. Grafik pengamatan pasang surut april 2023.....	71
Gambar 23. Grafik pengamatan pasang surut mei 2023	71
Gambar 24. Grafik pengamatan pasang surut juni 2023	72
Gambar 25. Grafik pengamatan pasang surut juli 2023.....	72
Gambar 26. Grafik pengamatan pasang surut agustus 2023	73
Gambar 27. Grafik pengamatan pasang surut september 2023.....	73
Gambar 28. Grafik pengamatan pasang surut oktober 2023	73
Gambar 29. Grafik pengamatan pasang surut november 2023	74
Gambar 30. Grafik pengamatan pasang surut desember 2023.....	74
Gambar 31. Grafik Hubungan Koreksi angin (sumber CERC, 1984)	76
Gambar 32. Hubungan antara tinggi gelombang dan periode gelombang.....	83
Gambar 33. Grafik tinggi gelombang 2019	85
Gambar 34. Grafik panjang gelombang 2019	85
Gambar 35. Grafik tinggi gelombang 2020	86
Gambar 36. Grafik panjang gelombang 2020	87
Gambar 37. Grafik tinggi gelombang tahun 2021	88
Gambar 38. Grafik panjang gelombang tahun 2021	89
Gambar 39. Grafik tinggi gelombang tahun 2022	90
Gambar 40. Grafik panjang gelombang tahun 2022	90
Gambar 41. Grafik tinggi gelombang tahun 2023	91

Gambar 42. Grafik panjang gelombang tahun 2023	92
Gambar 43. Rekapitulasi grafik tinggi gelombang tahun 2019-2023	93
Gambar 44. Rekapitulasi grafik panjang gelombang tahun 2019-2023.....	93
Gambar 45. Gambar peta lokasi penelitian	94
Gambar 46. Grafik hubungan pasang dengan koefisien refraksi	97
Gambar 47. Grafik hubungan surut dengan koefisien refraksi	99



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Klasifikasi Gelombang Menurut Teori Gelombang Linear.....	8
Tabel 2. Koefisien refleksi	21
Tabel 3. Klasifikasi tipe pasang surut berdasarkan nilai F	31
Tabel 4. Parameter kejadian arah datangnya angin	44
Tabel 5. Perhitungan fetch efektif utara	46
Tabel 6. Perhitungan fetch efektif arah barat daya.....	47
Tabel 7. Perhitungan fetch efektif arah barat	48
Tabel 8. Perhitungan fetch efektif arah barat laut	49
Tabel 9. Hasil Perhitungan Data Fetch di Lokasi Penelitian.....	50
Tabel 10. Data pengamatan pasang surut 29 piantan (Januari 2023) BMKG Wilayah	52
Tabel 11. Penyusun Skema I	54
Tabel 12. Konstanta Pengali (Tabel 1)	55
Tabel 13. Hasil penyusun skema II	56
Tabel 14. Hasil perhitungan skema - III.....	57
Tabel 15. Konstanta pengali skema-IV (Tabel 2).....	58
Tabel 16. Hasil perhitungan skema-IV.....	59
Tabel 17. Konstanta pengali (Tabel 3)	61
Tabel 18. Hasil perhitungan skema V dan skema VI	61
Tabel 19. Hasil perhitungan skema-VII	63

Tabel 20. Hasil perhitungan skema-VIII.....	64
Tabel 21. Hasil perhitungan K2 dan P1	65
Tabel 22. Rekap hasil perhitungan konstanta harmonik pasang surut	66
Tabel 23. Rekap hasil perhitungan jenis pasang surut	68
Tabel 24. Rekap hasil perhitungan jenis pasang surut januari sampai desember 2023	75
Tabel 25. Rekap hasil perhitungan parameter gelombang 2019	78
Lanjutan Tabel 26. Hasil Perhitungan parameter gelombang 2019	78
Tabel 27. Rekap hasil perhitungan parameter gelombang 2020	79
Lanjutan Tabel 28. Hasil perhitungan parameter gelombang 2020	79
Tabel 29. Rekap hasil perhitungan parameter gelombang 2021	80
Lanjutan Tabel 30. Hasil perhitungan parameter gelombang 2021	80
Tabel 31. Rekap hasil perhitungan parameter gelombang 2022	81
Lanjutan Tabel 32. Hasil perhitungan parameter gelombang 2022	81
Tabel 33. Rekap hasil perhitungan parameter gelombang 2023	82
Lanjutan Tabel 34. Hasil perhitungan parameter gelombang 2023	82
Tabel 35. Hasil perhitungan periode dan panjang gelombang tahun 2019	84
Tabel 36. Hasil perhitungan periode dan panjang gelombang 2020	86
Tabel 37. Hasil perhitungan periode dan panjang gelombang tahun 2021	88
Tabel 38. Hasil perhitungan periode dan panjang gelombang tahun 2022	89
Tabel 39. Hasil perhitungan periode dan panjang gelombang tahun 2023	91
Tabel 40. Pembacaan nilai d/L dan n	95

Tabel 41. Hasil Perhitungan Koefisien Refraksi 96

Tabel 42. Rekap hasil perhitungan pasang surut 97



DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

L = Panjang gelombang (m)

T = Periode gelombang (detik)

d = Kedalaman perairan (m)

g = Percepatan gravitasi (m/det²)

η = Pergerakan muka air relative terhadap muka air tenang (SWL)

a = Amplitude

H = Tinggi gelombang

k = Angka gelombang

K_s = Koefisien pendangkalan (shaoling)

K_r = Koefisien refraksi

H_o = Tinggi gelombang dilaut dalam

H_i = Tinggi gelombang pada kedalaman tertentu

U_L = Kecepatan Angin Di Darat (m/s)

U_w = Kecepatan Angin Di Laut (m/s)

R_L = Grafik Faktor Lokasi

F_{eff} = Fetch rerata aktif

F = Bilangan Fromzahl

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia sebagai negara maritim memiliki kekayaan potensi energi laut yang sangat besar, terutama dari gelombang laut (Sri Wahyuni, 2021). Salah satu fenomena yang terjadi di laut adalah refraksi gelombang, yaitu pembelokan arah gelombang akibat interaksi dengan bentuk dasar laut, seperti lereng bawah air. Saat gelombang melewati daerah dengan kedalaman yang berbeda, arahnya akan berubah menuju wilayah yang lebih dalam, mengikuti prinsip hukum Snell untuk gelombang.

Pulau Gusung adalah salah satu pulau pasir di pesisir Kota Makassar yang terbentuk dari akumulasi sedimen dan sangat dipengaruhi oleh aktivitas oseanografi, terutama pasang surut dan gelombang laut. Pulau Gusung terletak di Kelurahan Lae-Lae, Kecamatan Ujung Pandang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Pulau yang dikenal sebagai salah satu objek wisata bahari ini berjarak sekitar 1,6 kilometer dari daratan utama Kota Makassar.

Fenomena pasang surut merupakan bagian integral dari dinamika oseanografi yang secara langsung memengaruhi proses-proses fisik di wilayah pesisir. Pasang surut, sebagai hasil interaksi gravitasi antara bumi, bulan, dan matahari, menyebabkan fluktuasi ketinggian muka air laut dalam siklus harian maupun bulanan. Variasi muka air ini berpengaruh terhadap karakteristik gelombang laut yang datang ke pantai, terutama dalam proses pembiasan (refraksi) gelombang ketika mendekati perairan dangkal. Fenomena ini penting untuk dipahami karena dapat

memengaruhi pola arus, sedimentasi, dan stabilitas pantai, terutama pada wilayah-wilayah kecil seperti pulau-pulau pasir atau gusung.

Perubahan kondisi perairan akibat pasang surut akan memengaruhi intensitas dan pola refraksi gelombang di sekitar penghalang alami seperti Pulau Gusung. Namun, penelitian mengenai hubungan antara pasang surut dan refraksi gelombang di pulau-pulau pasir masih terbatas. Pemahaman yang memadai dapat membantu perencanaan pengelolaan pulau kecil, mitigasi abrasi, serta perlindungan ekosistem pesisir. Oleh karena itu, melihat kondisi tersebut maka kami tertarik untuk menyusun tugas akhir ini dengan judul **“PENGARUH PASANG SURUT TERHADAP REFRAKSI GELOMBANG PADA PULAU GUSUNG”**.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di uraikan diatas dapat diambil rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana tinggi gelombang dan periode gelombang yang terjadi pada Pulau Gusung?
2. Bagaimana pasang surut memengaruhi difraksi gelombang di sekitar Pulau Gusung?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis tinggi gelombang dan periode gelombang yang terjadi di Pulau Gusung.

2. Untuk menganalisis bagaimana pasang surut mempengaruhi refraksi gelombang pada rentang waktu di Pulau Gusung.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang diharapkan dari hasil penelitian ini yaitu, sebagai berikut :

1. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi sumber pengetahuan terkhusus bagi penulis dan bagi pembaca pada umumnya.
2. Dapat menambah pengetahuan dan referensi ilmiah terkait hubungan antara pasang surut dan proses refraksi gelombang di wilayah perairan pulau kecil.
3. Dapat menjadi dasar pertimbangan dalam perencanaan dan pengelolaan infrastruktur pesisir di sekitar Pulau Gusung, seperti *breakwater*, dermaga, dan jalur transportasi laut.
4. Dapat membantu upaya pelestarian ekosistem pesisir dengan memahami pola energi gelombang pada kondisi pasang dan surut.

E. Batasan Masalah

Dalam memberikan penjelasan dari permasalahan guna mencapai sasaran yang diinginkan dan lebih akurat, maka terdapat batasan masalah yang dipaparkan sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilakukan di pulau gusung.
2. Penelitian ini berfokus pada pengaruh pasang surut terhadap refraksi gelombang pada pulau gusung.

3. Data yang digunakan adalah data pasang surut, data angin dan data gelombang laut mulai tahun 2019-2023.
4. Dalam penelitian ini menggunakan metode admiralty untuk pengolahan data pasang surut.
5. Dalam penelitian ini menggunakan metode hindcasting untuk perhitungan peramalan gelombang.

F. Sistematika Penulisan

Berdasarkan hasil uraian dari latar belakang, rumusan masalah dan tujuan penelitian yang hendak di capai dalam penelitian, maka penulis menguraikan secara sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang penjelasan umum yakni menguraikan tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan pada proposal tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tinjauan yang memuat secara sistematis tentang kajian-kajian teori, literatur serta pemikiran yang berhubungan dengan permasalahan yang akan dikaji pada penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Metode penelitian yakni berisi tentang menjelaskan waktu dan lokasi penelitian, bahan dan alat yang digunakan serta teknik dalam pengumpulan data yang digunakan untuk menguji pengaruh waktu terhadap keruntuhan lereng bawah air.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan, yang menguraikan mengenai pengumpulan data-data kemudian menganalisa data tersebut serta memberikan pembahasan berdasarkan hasil analisa data.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dan saran, berisi tentang kesimpulan dan saran sehubungan dengan penelitian ini.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

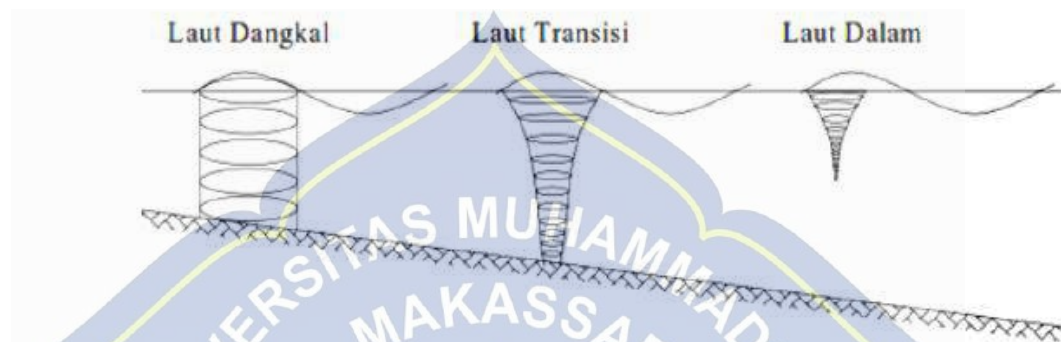
A. Pengertian Gelombang Laut

Gelombang di laut terbagi menjadi gelombang angin yang dibangkitkan oleh tiupan angin di permukaan laut, gelombang pasang surut dibangkitkan oleh gaya tarik benda-benda langit terutama matahari dan bulan terhadap bumi, gelombang tsunami terjadi karena letusan gunung berapi atau gempa di laut, gelombang yang dibangkitkan oleh kapal yang bergerak (Triatmodjo, 1999). Pada umumnya gelombang terjadi karena hembusan angin di permukaan air laut. Daerah di mana gelombang itu dibentuk disebut daerah pembangkitan gelombang (*wave generating area*).

Gelombang merupakan pergerakan naik dan turunnya air dengan arah tegak lurus di permukaan air laut. Gelombang terjadi karena beberapa faktor diantaranya angin yang terjadi pada permukaan laut dan gempa yang terjadi pada dasar laut sehingga mentransfer energinya ke perairan yang menyebabkan riak – riak, alun atau bukit dan berubah menjadi apa yang kita sebut sebagai gelombang. (Asranda et al., 2023).

Gelombang yang muncul di lokasi pembangkitan dikenal sebagai sea, sedangkan gelombang yang terjadi di luar lokasi tersebut disebut swell. Saat gelombang bergerak, partikel air di permukaan beredar dalam pola lingkaran besar, menciptakan puncak di bagian tertinggi dan lembah di titik terendahnya. Di bawah permukaan, gerakan air berlangsung dalam lingkaran-lingkaran yang semakin kecil. Ketika gelombang mendekati tepi, bagian bawah gelombang akan mulai bersentuhan dengan lantai laut,

yang mengakibatkan gelombang pecah dan menciptakan edaran di dasar laut yang bisa mengangkat material dari pangkal pantai serta menimbulkan perubahan pada bentuk pantai (Sri Wahyuni,2021).



Gambar 1. Gerak Partikel Air di Laut Dangkal,Transisi dan Dalam
(Triatmodjo, 1999)

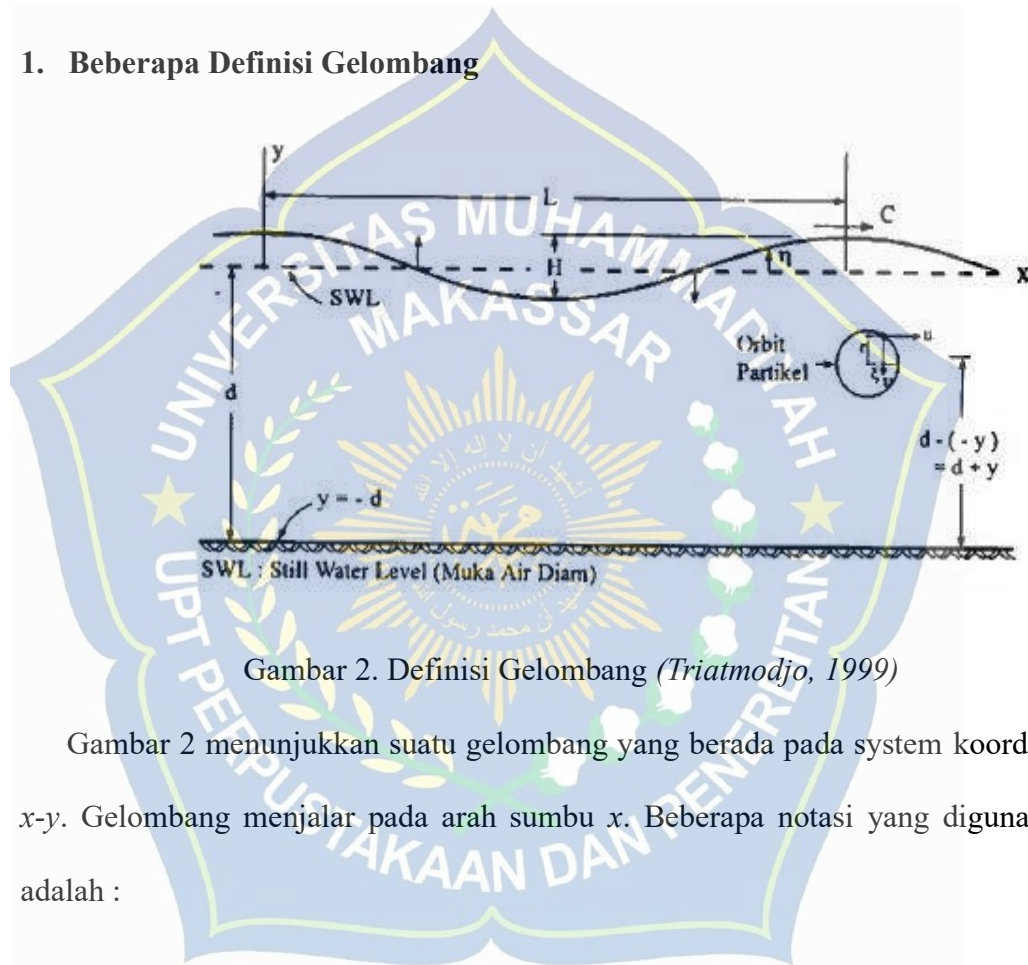
Ada sejumlah teori yang menggambarkan bentuk gelombang yang sederhana dan merupakan representasi dari alam. Salah satu teori yang dasar adalah teori gelombang linier. Berdasarkan teori gelombang linier, gelombang berkembang sesuai dengan kedalamannya dan dibagi menjadi tiga kategori, yaitu *deep water* (gelombang di perairan dalam), *transitional water* (gelombang perairan transisi), dan *shallow water* (gelombang di perairan dangkal) (Nur Yuwono, 1982). Pembagian gelombang tersebut dapat dilihat dalam Tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Klasifikasi Gelombang Menurut Teori Gelombang Linear

Klasifikasi	d/L	$2\pi d/l$	$\tan h (2\pi d/L)$
Gelombang Laut Dalam	$> 1/2$	$> \pi$	≈ 1
Gelombang Laut Transisi	$1/25 \text{ s/d } 1/2$	$1/4 \text{ s/d } \pi$	$\tan h (2\pi d/l)$
Gelombang Laut Dangkal	$< 1/25$	$< 1/4$	$\approx 2\pi d/l$

Sumber: Nur Yuwono (1982)

1. Beberapa Definisi Gelombang



Gambar 2. Definisi Gelombang (Triatmodjo, 1999)

Gambar 2 menunjukkan suatu gelombang yang berada pada system koordinat x - y . Gelombang menjalar pada arah sumbu x . Beberapa notasi yang digunakan adalah :

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

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

a : amplitude gelombang

H : tinggi gelombang $= 2a$

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

T : Periode gelombang, yaitu interval waktu yang diperlukan oleh partikel

air untuk kembali pada kedudukannya yang sama dengan kedudukan sebelumnya.

C : kecepatan rambat gelombang $= L/T$

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

σ : frekuensi gelombang $= 2\pi/T$

2. Karakteristik Gelombang

Berdasarkan teori Airy maka gerak gelombang dianggap sebagai kurva sinus harmonis (*sinusoidal progressive wave*), gelombang dapat dijelaskan secara geometris (Triatmodjo, 2012) berdasarkan :

- Tinggi gelombang (H), yaitu jarak antara puncak dan lembah gelombang dalam satu periode gelombang.
- Panjang gelombang (L), jarak antara dua puncak gelombang yang berurutan.
- Jarak antara muka air rata-rata dan dasar laut (d) atau kedalaman laut.
- Ketiga parameter tersebut diatas digunakan untuk menentukan parameter gelombang lainnya, seperti:

1) Kemiringan gelombang (*wave steepness*) $= H/L$

2) Ketinggian relatif (*relative height*) = H/d

3) Kedalaman relatif (*relative depth*) = d/L

Parameter lainnya :

- a. Kedalaman (d) merupakan jarak antara muka air diam dan dasar laut.
- b. Amplitudo gelombang (a) merupakan jarak vertikal antara puncak atau titik tertinggi gelombang atau titik terendah gelombang dengan muka air diam ($H/2$).
- c. Tinggi gelombang (H) merupakan jarak antara puncak dan Lembah gelombang.
- d. Panjang gelombang (L) merupakan jarak antara titik tertinggi gelombang yang berurutan atau bisa juga dikatakan jarak antara dua lembah gelombang.
- e. Periode gelombang (T) merupakan waktu yang diperlukan dua puncak gelombang yang berurutan melewati suatu titik tertentu.
- f. Cepat rambat gelombang (C) merupakan pembagian Panjang gelombang (L) dengan periode gelombang (T) atau $C = L/T$

B. Deformasi Gelombang

Ketika gelombang laut bergerak mendekati pantai, gelombang tersebut mulai berinteraksi dengan dasar laut, yang kemudian menyebabkan gelombang pecah di dekat garis pantai. Proses ini turut memengaruhi kestabilan lereng bawah laut. Berbagai jenis interaksi gelombang pun dapat terjadi dalam proses ini, antara lain:

1. Refraksi gelombang

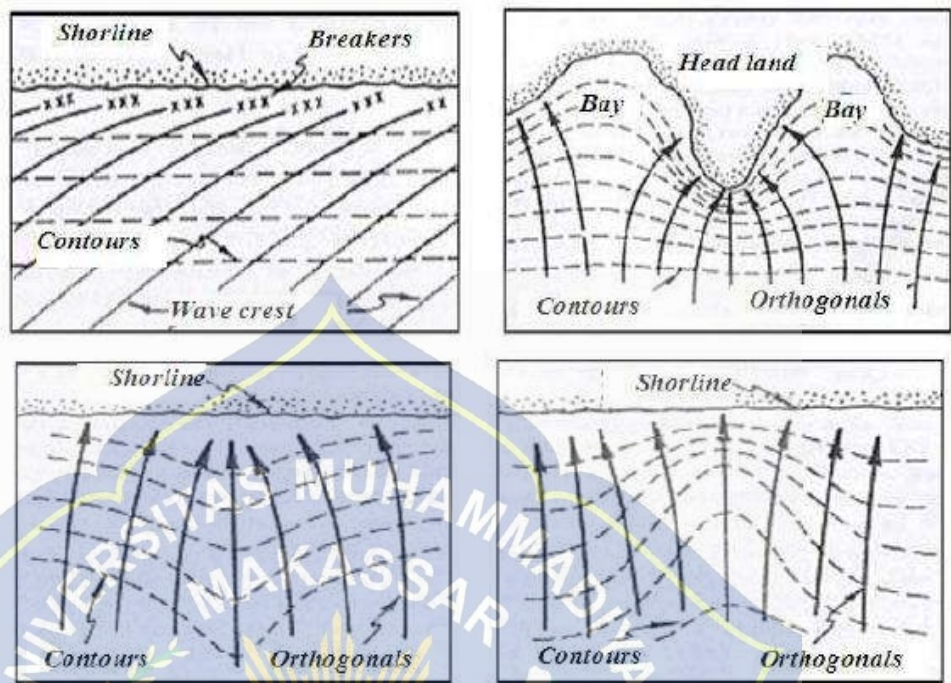
Refraksi gelombang adalah proses terjadinya perubahan atau pembelokan arah puncak gelombang saat bergerak. Bersama dengan fenomena pendangkalan gelombang (wave shoaling), refraksi dapat memengaruhi ketinggian gelombang di suatu wilayah, tergantung pada karakteristik gelombangnya. Perubahan arah ini bisa menyebabkan energi gelombang terkonsentrasi (konvergensi) atau menyebar (divergensi), yang pada akhirnya berdampak pada intensitas energi gelombang di daerah pesisir tertentu.

Menurut Sorensen (2006:137), refraksi gelombang terjadi ketika gelombang di perairan menengah atau dangkal mengalami perubahan arah akibat kontur dasar laut yang tidak sejajar dengan puncak gelombang. Dengan kata lain, proses refraksi ini dipicu oleh perubahan kedalaman laut. Sementara itu, Triadmodjo (1999:65) menjelaskan bahwa di laut dalam yakni wilayah dengan kedalaman lebih dari setengah panjang gelombang, gelombang bergerak tanpa terpengaruh oleh dasar laut. Namun, di zona transisi dan laut dangkal, dasar laut mulai memengaruhi pergerakan gelombang. Jika dilihat dari puncak gelombang, bagian yang berada di perairan lebih dangkal akan merambat lebih lambat dibandingkan bagian yang berada di perairan yang lebih dalam (Gushaf, 2015).

Refraksi gelombang terjadi akibat perubahan kedalaman laut. Di perairan dalam, yaitu ketika kedalaman air melebihi setengah panjang gelombang, gelombang bergerak tanpa dipengaruhi oleh dasar laut. Namun, di wilayah laut transisi dan dangkal, dasar laut mulai memengaruhi pergerakan gelombang. Pada

area ini, bagian puncak gelombang yang berada di perairan lebih dangkal akan merambat lebih lambat dibandingkan bagian yang berada di perairan yang lebih dalam. Perbedaan kecepatan ini menyebabkan garis puncak gelombang membelok, dan secara alami berusaha mengikuti arah kontur dasar laut. Selain itu, garis ortogonal gelombang yaitu garis yang tegak lurus terhadap puncak gelombang dan menunjukkan arah rambat gelombang juga akan membelok, menyesuaikan arah agar tegak lurus terhadap kontur dasar laut (Roni Fitrianto, 2010).

Proses refraksi dan pendangkalan gelombang berperan penting dalam menentukan tinggi gelombang di suatu lokasi, tergantung pada karakteristik gelombang yang datang. Refraksi secara signifikan memengaruhi tinggi gelombang, arah penjarannya, serta distribusi energi gelombang di sepanjang garis pantai. Perubahan arah gelombang akibat refraksi dapat menyebabkan terjadinya konvergensi (pemusatan) atau divergensi (penyebaran) energi, yang pada akhirnya memengaruhi besar energi gelombang di wilayah pantai tertentu (Gambar 3).



Gambar 3.Refraksi Gelombang Pada Berbagai Bentuk Tipe Kontur

Gambar 3 Refraksi gelombang pada berbagai bentuk tipe kontur garis pantai (a) kontur lurus dan sejajar; (b) gabungan antara *submarine ridge* dan *submarine canyon*; (c); *submarine ridge* dan (d) *submarine canyon* (USACE, 2002a) (Roni Fitrianto, 2010).

Gelombang yang datang pada kedalaman referensi 10 meter akan mengalami proses refraksi saat mendekati wilayah pesisir. Dalam perjalanannya menuju pantai, gelombang akan dipengaruhi oleh proses pendangkalan, di mana tinggi gelombang awalnya menurun, kemudian perlahan meningkat hingga mencapai puncaknya saat gelombang pecah, dan setelah itu menurun tajam hingga nol saat mencapai garis pantai. Ketika gelombang pecah dan menghantam pantai, sebagian energi gelombang dipantulkan kembali ke laut dan membentuk arus sejajar pantai.

Arus ini berperan dalam mengangkut sedimen sepanjang garis pantai. Energi yang digunakan untuk proses pengangkutan sedimen tersebut berasal dari gelombang yang pecah di pantai, sehingga karakteristik gelombang yang sampai di pesisir sangat penting dalam perhitungan transpor sedimen (Roni Fitrianto, 2010).

Menurut Triatmodjo di dalam buku Teknik Pantai (2009). Ada beberapa langkah-langkah dalam perhitungan refraksi gelombang, sebagai berikut :

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

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

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

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

- 4) Menghitung besar sudut gelombang yang datang (α), dengan rumus:

$$\sin \alpha = \left(\frac{C}{C_0} \right) \sin \alpha_0 \dots\dots\dots(2)$$

(α_0 adalah sudut gelombang dalam)

- 5) Menghitung koefisien refraksi (K_r) dengan rumus :

$$K_r = \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha}} \dots\dots\dots(3)$$

- 6) Menghitung koefisien pendangkalan (K_s), dengan rumus :

$$K_s = \sqrt{\frac{n_0 L_0}{n L}} \dots\dots\dots (4)$$

Dengan nilai n diperoleh dari tabel Fungsi d/L Untuk Pertambahan Nilai d/L_0 dan n_0 adalah 5.

- 7) Menghitung tinggi gelombang hasil refraksi dengan rumus

$$H_1 = K_s K_r H_0 \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

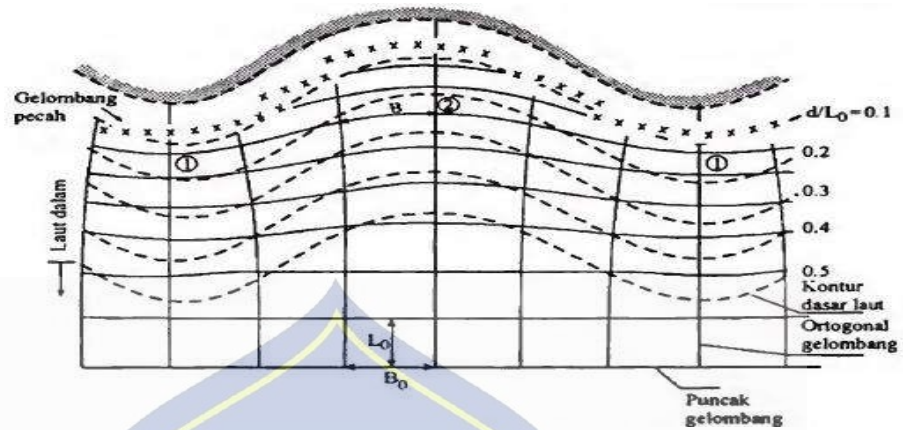
K_s = Koefisien pendangkalan (shoaling)

K_r = Koefisien refraksi

H_0 = Tinggi gelombang dilaut dalam

H_i = Tinggi gelombang pada kedalaman tertentu

Proses terjadinya refraksi gelombang atau proses di mana arah puncak gelombang mengalami perubahan atau pembelokan dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 4. Refraksi gelombang (Triatmodjo, 1999)

Menurut (Triatmodjo, 1999) terdapat beberapa asumsi yang digunakan dalam kajian tentang refraksi gelombang, antara lain:

- 1) Energi gelombang dianggap tetap atau konstan di antara dua garis ortogonal gelombang.
- 2) Arah perambatan gelombang selalu tegak lurus terhadap puncak gelombang, atau mengikuti garis ortogonal gelombang..
- 3) Kecepatan rambat gelombang dengan periode tertentu di suatu lokasi hanya dipengaruhi oleh kedalaman laut di tempat tersebut.
- 4) Perubahan topografi dasar adalah berangsur-angsur.
- 5) Gelombang yang dianalisis diasumsikan memiliki puncak yang panjang, periode yang konstan, amplitudo kecil, serta bersifat monokromatik (satu frekuensi).
- 6) Pengaruh dari arus laut, angin, pantulan gelombang dari pantai, serta perubahan topografi dasar laut tidak diperhitungkan atau diabaikan..

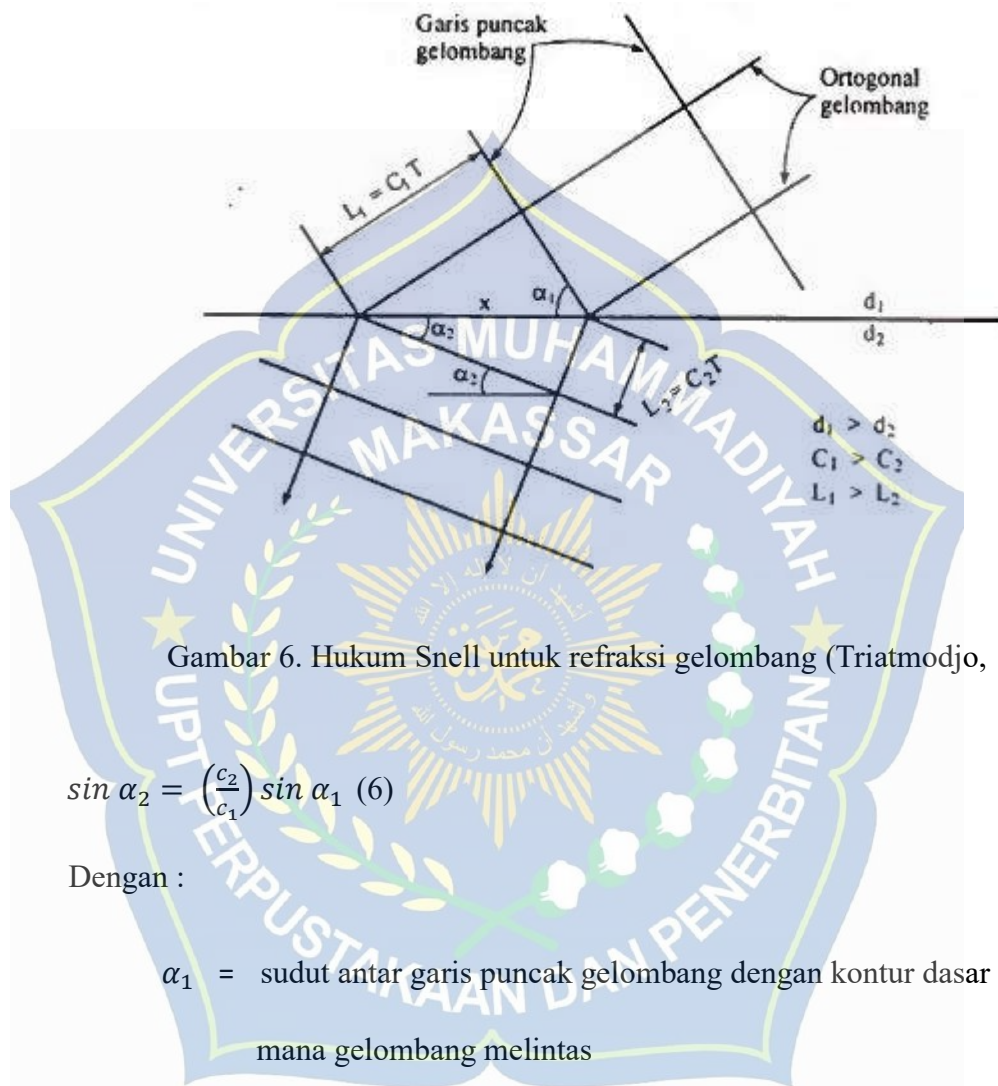
Dilihat dari dua garis ortogonal yang menghubungkan wilayah laut dalam hingga ke pantai, diasumsikan bahwa tidak ada energi gelombang yang keluar dari area di antara kedua garis tersebut. Dengan demikian, energi gelombang yang berada di dalam jalur tersebut dianggap tetap atau konstan. Apabila jarak antara kedua garis ortogonal tersebut diberi simbol b , maka energi gelombang baik di laut dalam maupun di daerah yang lebih dangkal dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut (Triatmodjo, 1999).



Gambar 5. Refraksi gelombang pada kontur lurus dan sejajar
(Triatmodjo, 1999)

Gambar 5 di atas memperlihatkan deretan gelombang yang merambat dari wilayah laut dengan kedalaman $d1$ menuju wilayah yang lebih dangkal dengan kedalaman $d2$. Perubahan kedalaman ini bersifat tiba-tiba, menyerupai bentuk anak tangga, dan diasumsikan tidak terjadi pemantulan gelombang pada titik perubahan tersebut. Karena adanya perbedaan kedalaman, maka kecepatan rambat gelombang dan panjang gelombang juga mengalami penurunan, dari $C1$ dan $L1$

menjadi C_2 dan L_2 . Sesuai dengan hukum Snell, hubungan antara parameter-parameter ini dapat dinyatakan sebagai berikut (Triatmodjo, 1999) :



Gambar 6. Hukum Snell untuk refraksi gelombang (Triatmodjo, 1999)

$$\sin \alpha_2 = \left(\frac{c_2}{c_1} \right) \sin \alpha_1 \quad (6)$$

Dengan :

α_1 = sudut antar garis puncak gelombang dengan kontur dasar di mana gelombang melintas

α_2 = sudut yang sama yang diukur saat garis puncak gelombang melintasi kontur dasar berikutnya

c_1 = kecepatan gelombang pada kedalaman di kontur pertama

c_2 = kecepatan gelombang pada kedalaman di kontur kedua.

2. *Wave Shoaling* (Pendangkalan Gelombang)

Wave shoaling terjadi akibat perubahan kedalaman dasar laut. Proses ini memiliki fungsi yang serupa dengan refraksi gelombang, yaitu untuk menentukan tinggi gelombang di suatu lokasi berdasarkan karakteristik gelombang yang datang (Triatmodjo B,1999).

$$Ks = \sqrt{\frac{noLo}{nL}}$$

Dimana :

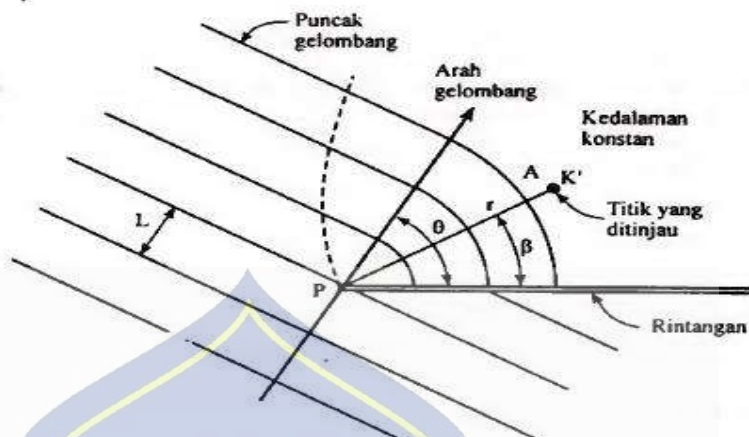
Ks = Koefisien Shoaling (pendangkalan)

L = Panjang gelombang

Lo = Panjang gelombang di laut dalam

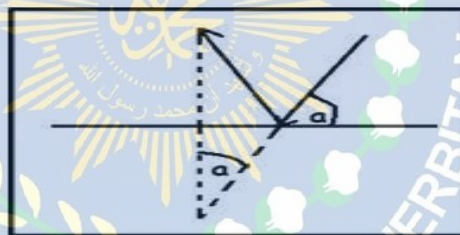
3. Difraksi gelombang

Difraksi gelombang adalah proses di mana energi gelombang menyebar dari sepanjang puncak gelombang ke area yang terlindungi. Ketika gelombang datang terhalang oleh suatu objek, seperti pemecah gelombang atau pulau, gelombang akan membelok di sekitar ujung rintangan tersebut dan masuk ke area yang terlindung di bagian belakangnya. (Triatmodjo, 1999).



Gambar 7. Difraksi gelombang di belakang rintangan
(Triatmodjo, 1999)

4. Refleksi gelombang



Gambar 8. Refleksi gelombang (Triatmodjo, 1999)

Refleksi gelombang terjadi ketika gelombang datang mengenai suatu rintangan, sehingga sebagian atau seluruh energi gelombangnya dipantulkan kembali. Nilai koefisien refleksi suatu bangunan umumnya ditentukan melalui pengujian model. Berbagai nilai koefisien refleksi untuk tipe-tipe bangunan yang berbeda dapat dilihat pada tabel. 2 (Triatmodjo, 1999) :

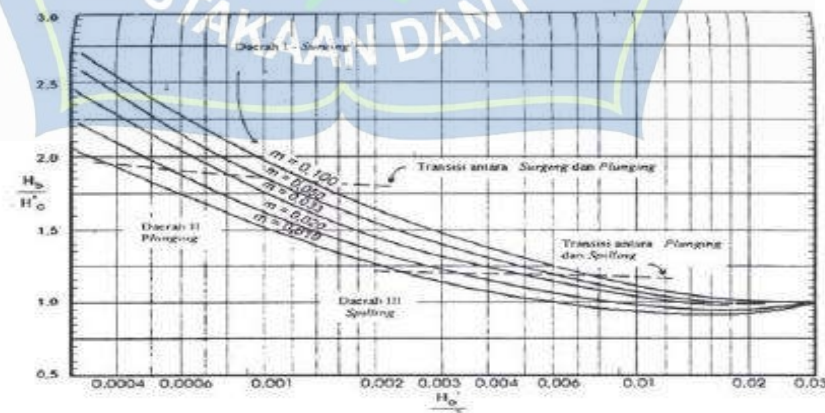
Tabel 2. Koefisien refleksi

Tipe Bangunan	X
Dinding vertical dengan puncak diatas air	0,7 – 1,0
Dinding vertical dengan puncak terendam	0,5 – 0,7
Tumpukan batu sisi miring	0,3 – 0,6
Tumpukan blok beton	0,3- 0,5
Bangunan vertical dengan peredam energi (diberi lubang)	0,05 – 0,2

(sumber : Triatmodjo, 1999)

5. Gelombang pecah

Gelombang yang merambat dari laut menuju pantai akan mengalami perubahan bentuk akibat perbedaan kedalaman laut. Perubahan ini terlihat dari puncak gelombang yang semakin curam hingga akhirnya pecah pada kedalaman tertentu. Proses pecahnya gelombang ini dipengaruhi oleh kemiringan gelombang, yaitu rasio antara tinggi gelombang dan panjang gelombangnya.



Gambar 9. Penentuan tinggi gelombang pecah

C. Arus

Arus laut (*sea current*) merupakan pergerakan massa air dari satu lokasi ke lokasi lain yang disebabkan oleh berbagai faktor, seperti tiupan angin, perbedaan densitas air laut, serta pasang surut (Pariwono, 1989 dalam Tezar et al., 2023). Gerakan massa air ini dapat dibedakan berdasarkan dua faktor utama: faktor internal, yang dipengaruhi oleh peristiwa *upwelling* dan variasi densitas air laut; serta faktor eksternal, yang melibatkan pengaruh gaya gravitasi, gaya Coriolis, dan angin. Secara umum, pola arus laut di perairan Indonesia dipengaruhi oleh angin dan pasang surut. Sementara itu, di perairan dangkal seperti wilayah pesisir, arus dapat terbentuk akibat pengaruh gelombang laut, pasang surut, dan angin. Sedangkan di perairan sempit dan semi tertutup seperti selat atau teluk, pasang surut menjadi faktor penggerak utama arus laut. (Dahuri dkk., 2013 dalam Tezar et al., 2023).

Secara umum arus laut dapat dikategorikan ke dalam empat tipe utama, yaitu:

1. Arus yang terkait dengan perbedaan distribusi densitas air laut,
2. Arus yang disebabkan oleh pasang surut,
3. Arus yang terbentuk akibat pengaruh gelombang laut, dan
4. Arus yang dipicu oleh hembusan angin (Ippen, 1966).

Arus laut yang dipengaruhi oleh angin umumnya bersifat musiman, artinya arus akan mengalir ke satu arah selama suatu musim, lalu berubah arah pada musim berikutnya seiring dengan perubahan arah. Arus laut menjadi salah satu unsur oseanografi yang penting untuk diteliti, karena dapat memberikan informasi

hidrografi yang bernilai (Sudarto et al., 2013; Yogaswara et al., 2016 dalam Tezar et al., 2023).

Secara umum, terdapat dua jenis gaya yang berperan dalam pembentukan arus laut, yaitu gaya primer dan gaya sekunder. Gaya primer memengaruhi pergerakan serta kecepatan arus, dan terdiri dari gaya gravitasi, tiupan angin, perbedaan densitas air laut, pergerakan gelombang panjang, serta tekanan atmosfer. Sementara itu, gaya sekunder lebih berpengaruh terhadap arah gerak dan karakteristik aliran arus laut. Gaya-gaya sekunder ini meliputi gaya gesekan antar lapisan air laut serta gaya Coriolis (Pickard, 1988).

Jika dilihat dari lokasinya, arus laut dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis, yaitu:

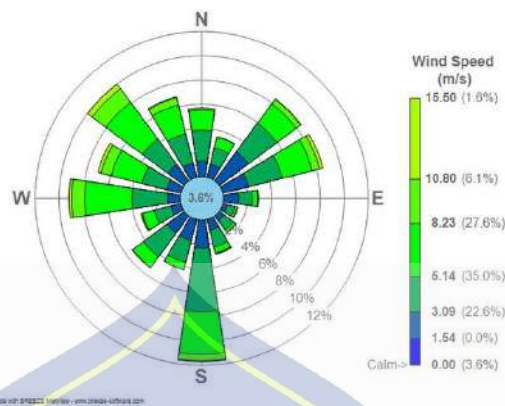
- Arus Permukaan : berada pada permukaan laut dengan kedalaman < 20 m
- Arus Sedang : berada pada kedalaman 20 - 40 m
- Arus Dalam : berada pada kedalaman > 40 m.

D. Angin

Angin terbentuk akibat pergerakan massa udara dari daerah dengan tekanan atmosfer tinggi menuju wilayah dengan tekanan yang lebih rendah. Secara fisika, angin dikategorikan sebagai besaran vektor karena memiliki arah dan kecepatan. Arah angin sendiri dipengaruhi oleh tiga faktor utama, yakni gradien tekanan (barometrik), rotasi bumi, dan gaya gesekan (friksi). Selain itu, letak geografis turut menentukan pola dan kecepatan angin. Di wilayah dekat khatulistiwa, angin

umumnya bertiup lebih cepat dibandingkan daerah yang berada jauh dari garis ekuator. Faktor ketinggian juga memengaruhi intensitas angin, di mana angin cenderung bertiup lebih kencang di dataran tinggi karena hambatan gesekan permukaan bumi yang lebih kecil. Semakin dekat ke permukaan tanah, kecepatan angin akan berkurang akibat adanya gaya gesekan yang menghambat aliran udara (Baihaqie, 2019).

Untuk menganalisis pola arah dan intensitas angin di suatu lokasi, salah satu metode visual yang umum digunakan adalah diagram *wind rose*. Diagram ini menyajikan data arah angin dalam bentuk lingkaran, yang memperlihatkan seberapa sering angin bertiup dari arah tertentu dalam suatu periode waktu. Masing-masing sumbu radial merepresentasikan arah mata angin, sementara panjang atau warna dari tiap ruas menggambarkan intensitas atau kecepatan angin yang tercatat dari arah tersebut. Dengan pendekatan ini, karakteristik utama angin, seperti arah dominan dan distribusi kecepatannya, dapat dipahami dengan mudah dan jelas melalui satu tampilan grafis yang ringkas namun informatif.



Gambar 10. Contoh *wind rose* (mawar angin)

1. Kecepatan Angin

Kecepatan angin adalah laju gerak massa udara dalam arah tertentu, yang dipengaruhi oleh perbedaan tekanan atmosfer, suhu, dan kekasaran permukaan tanah. Dalam konteks meteorologi dan teknik pantai, kecepatan angin penting karena menjadi faktor utama dalam pembentukan dan intensitas gelombang laut.

Kecepatan angin biasanya diukur menggunakan alat yang disebut anemometer, dan hasil pengukurannya umumnya dinyatakan dalam satuan knot. Satu knot merepresentasikan kecepatan satu menit lintang yang dilalui dalam satu jam di sepanjang garis ekuator. Jika dikonversi ke dalam satuan lainnya, satu knot setara dengan 1,852 kilometer per jam atau sekitar 0,514 meter per detik.

(Triatmodjo, 1999):

$$U_{(10)} = U_{(y)} (10/y)^{1/7}$$

Dimana:

U_{10} : Kecepatan angin pada ketinggian 10 meter

Y : Elevasi terhadap permukaan air

Apabila data kecepatan angin yang tersedia diperoleh dari stasiun pengamatan di daratan, maka diperlukan penyesuaian agar data tersebut dapat merepresentasikan kondisi angin di wilayah laut. Proses penyesuaian ini melibatkan penggunaan faktor R_L , sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 7. Selain itu, bila diperlukan koreksi tambahan akibat perbedaan elevasi, kestabilan atmosfer, atau karakteristik geografis lokasi pengamatan, maka kecepatan angin dapat dikoreksi lebih lanjut menggunakan rumus yang telah ditetapkan.

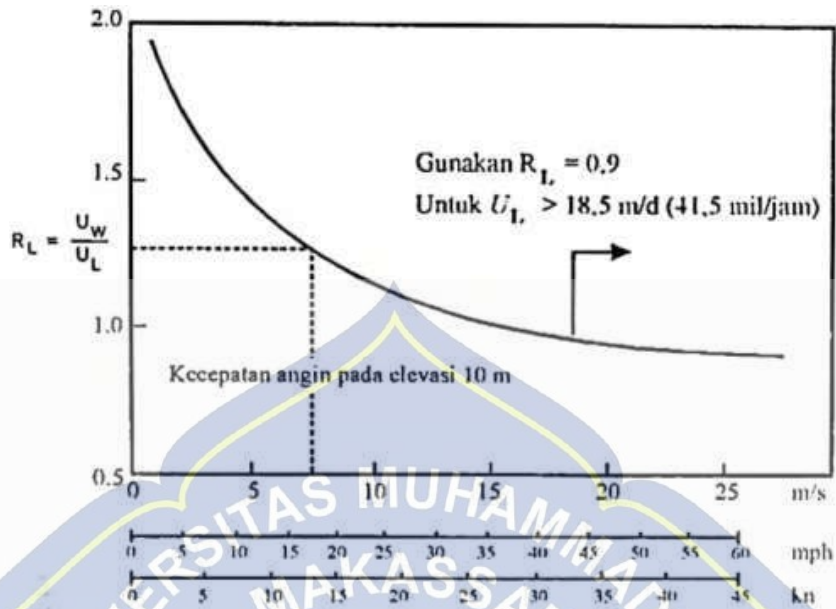
$$U = R_T \times R_L \times U_{10}$$

Dimana:

R_T : Koefisien stabilitas perbedaan temperatur antara udara dan airlaut.

R_L : Koefisien koreksi antara kecepatan angin di laut dan darat.

U_{10} : Kecepatan angin pada ketinggian 10 meter



Gambar 11. Hubungan kecepatan antara angin di laut dan di darat
(Sumber : Triatmodjo 1999)

Dalam analisis karakteristik gelombang, digunakan persamaan serta grafik yang melibatkan variabel U_A , yaitu faktor tegangan angin (wind stress factor) yang nilainya bergantung pada kecepatan angin. Setelah nilai kecepatan angin dikoreksi melalui proses konversi sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, hasil tersebut kemudian digunakan untuk menghitung faktor tegangan angin dengan menggunakan persamaan tertentu yang sesuai.

$$U_A = 0,71 U^{1,23}$$

Dimana:

U_A : Koreksi tegangan angin

U : Kecepatan angin dalam (m/dt)

E. Fetch

Fetch merupakan salah satu parameter penting dalam pembentukan gelombang laut yang dipengaruhi oleh angin. Secara umum, fetch didefinisikan sebagai jarak sepanjang permukaan laut terbuka yang dilalui angin secara konstan dari arah tertentu hingga terhalang oleh suatu hambatan fisik, seperti garis pantai, pulau, atau struktur buatan (Triatmodjo, 2007). Semakin panjang fetch, maka semakin besar potensi energi yang ditransfer dari angin ke permukaan laut, sehingga memungkinkan terbentuknya gelombang dengan tinggi dan periode yang lebih besar.

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha}$$

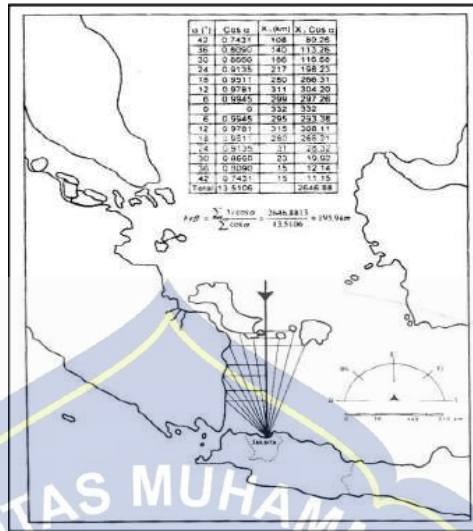
Dimana:

F_{eff} : Fetch efektif

X_i : panjang fetch pada arah yang ditinjau

α : sudut antara jalur fetch yang ditinjau dengan arah mata angin

Fetch terbagi menjadi dua jenis utama, yaitu *limited fetch* dan *unlimited fetch*. Pada *limited fetch*, panjang fetch dibatasi oleh keberadaan daratan atau hambatan geografis lainnya, sedangkan pada *unlimited fetch*, angin dapat bergerak tanpa hambatan sejauh mungkin di atas permukaan laut. Dalam perhitungan karakteristik gelombang, fetch menjadi salah satu parameter input penting dalam model empirik seperti Sverdrup-Munk-Bretschneider (SMB) yang digunakan untuk memprediksi tinggi dan periode gelombang berdasarkan kecepatan angin dan durasi tiupan angin.



Gambar 12. Fetch

(Sumber : Triatmodjo 1999)

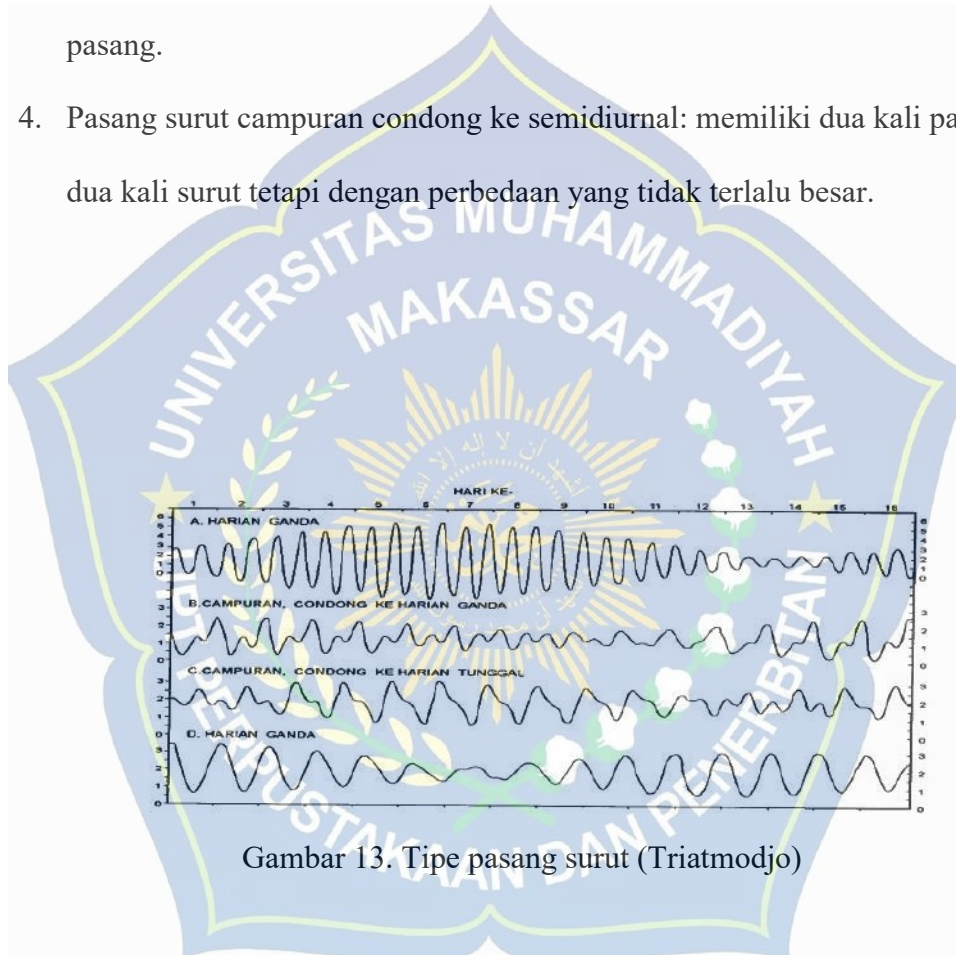
F. Pasang Surut

Pasang surut merupakan perubahan periodik muka air laut yang disebabkan oleh gaya tarik gravitasi antara bumi, bulan, dan matahari. Gaya ini mengakibatkan naik turunnya permukaan laut secara berulang dalam selang waktu tertentu. Fenomena pasang surut menjadi salah satu faktor penting dalam dinamika wilayah pesisir, terutama dalam perencanaan konstruksi pantai, navigasi pelayaran, dan penghitungan karakteristik gelombang (Triatmodjo, 1999).

Secara umum, pasang surut dibedakan menjadi empat jenis utama berdasarkan amplitudo dan fase waktunya, yaitu:

1. Pasang surut harian tunggal (diurnal): terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dalam 24 jam.

2. Pasang surut harian ganda (semidiurnal): terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam satu hari.
3. Pasang surut campuran condong ke diurnal: memiliki dua kejadian pasang dan surut per hari dengan amplitudo yang tidak sama dan condong ke satu puncak pasang.
4. Pasang surut campuran condong ke semidiurnal: memiliki dua kali pasang dan dua kali surut tetapi dengan perbedaan yang tidak terlalu besar.



Gambar 13. Tipe pasang surut (Triatmodjo)

Klasifikasi sifat pasang surut berdasarkan bilangan Formzahl (atau Form Factor) merupakan metode umum untuk menentukan tipe pasang surut di suatu lokasi

$$F = \frac{K_1 + O_1}{M_2 + S_2}$$

Dimana :

F : Bilangan Formzahl

O_1 : Amplitudo pada komponen pada pasut tunggal utama yang juga diakibatkan karena gaya tarik dari bulan.

K_1 : Amplitudo pada komponen pada pasut tunggal utama yang juga diakibatkan karena daya tarik dari matahari dan bulan.

M_2 : Amplitudo pada komponen pada pasut tunggal utama yang juga diakibatkan karena daya tarik dari matahari dan bulan.

$K_1 + O_1$: pada konstanta utama untuk pasang surut harian

$M_2 + S_2$: konstanta utama yang digunakan dalam pasang surut ganda

Tabel 3. Klasifikasi tipe pasang surut berdasarkan nilai F

Nilai F	Tipe Pasang Surut	Keterangan
$0,00 < F \leq 0,25$	Semidiurnal	Dua kali pasang dan dua kali surut per hari dengan tinggi hampir sama
$0,25 < F \leq 1,50$	Campuran cenderung semidiurnal	Dua pasang-surut per hari, tapi tidak sama tinggi
$1,50 < F \leq 3,00$	Campuran cenderung diurnal	Satu pasang dan satu surut dominan per hari
$F > 3,00$	Diurnal	Satu kali pasang dan satu kali surut per hari

Sumber : Triatmodjo 2007

Jenis-jenis elevasi pasang surut menurut (Muliati, 2020):

1. Muka Air Pasang Tertinggi (*High Water Level - HWL*)

Merujuk pada titik tertinggi permukaan laut yang tercapai selama kondisi pasang dalam satu siklus pasang surut harian.

2. Muka Air Surut Terendah (*Low Water Level - LWL*)

Adalah level terendah muka air laut yang dicapai saat terjadi surut dalam satu periode pasang surut.

3. Rata-Rata Muka Air Tinggi (*Mean High Water Level - MHWL*)

Merupakan hasil rata-rata dari sejumlah data muka air tertinggi yang dikumpulkan dalam periode panjang, umumnya selama 18,6 tahun.

4. Rata-Rata Muka Air Rendah (*Mean Low Water Level - MLWL*)

Merupakan nilai rata-rata dari muka air laut saat surut yang terekam dalam periode pengamatan jangka panjang selama 18,6 tahun.

5. Rata-Rata Pasang Purnama (*Mean High Water Spring - MHWS*)

Adalah rerata dari dua kejadian pasang tertinggi berturut-turut selama fase purnama, di mana beda tinggi antara pasang dan surut mencapai maksimum.

6. Rata-Rata Surut Purnama (*Mean Low Water Spring - MLWS*)

Mengacu pada rata-rata dua kali muka air surut terendah yang terjadi berturut-turut pada fase purnama, ketika pasang surut berada dalam kondisi ekstrem.

7. Muka Air Laut Rata-Rata (*Mean Sea Level - MSL*)

Adalah nilai tengah antara rata-rata tinggi muka air saat pasang dan saat surut; nilai ini sering dijadikan acuan elevasi di darat.

8. Pasang Tertinggi Sepanjang Pengamatan (*Highest High Water Level - HHWL*)

Menunjukkan elevasi maksimum muka air laut yang pernah tercapai, umumnya saat terjadi pasang purnama atau saat bulan baru.

9. Surut Terendah Sepanjang Pengamatan (*Lowest Low Water Level - LLWL*)

Adalah ketinggian muka laut paling rendah yang pernah tercatat, biasanya saat terjadi surut ekstrem selama fase bulan purnama atau mati.

10. Pasang Lebih Tinggi dari Dua Kejadian (*Higher High Water Level*)

Merupakan pasang tertinggi yang terjadi dari dua siklus pasang dalam satu hari, biasa muncul pada sistem pasang surut campuran.

11. Surut Lebih Rendah dari Dua Kejadian (*Lower Low Water Level*)

Adalah surut paling rendah dari dua siklus surut yang terjadi dalam satu hari, juga umum pada sistem pasut campuran.

G. Metode Admiralty

Metode Admiralty merupakan pendekatan berbasis observasi yang digunakan untuk memprediksi karakteristik pasang surut pada lokasi tanpa data lengkap, dengan mengandalkan informasi dari stasiun referensi yang telah memiliki data variabel waktu dan tinggi pasang surut harmonik. Karena bersifat sederhana dan cocok untuk

periode observasi singkat (umumnya 15–29 hari), metode ini sering digunakan dalam perencanaan pantai, navigasi, dan desain struktur laut (Triatmodjo, 2007)

Pelaksanaan perhitungan pada Metode Admiralty umumnya dilakukan dengan memanfaatkan tabel referensi. Apabila waktu pengamatan tidak secara langsung tercantum dalam tabel, maka pendekatan melalui interpolasi diperlukan sebagai langkah penyesuaian. Dalam praktiknya, analisis harmonik dengan metode ini dapat dikembangkan menggunakan perangkat lunak seperti Microsoft Excel, dengan merancang formula sistematis yang memungkinkan berbagai parameter dihitung secara otomatis dan tersusun dalam bentuk tabel. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan efisiensi, tetapi juga memperbaiki ketelitian hasil dan menjadikan metode ini lebih fleksibel untuk digunakan dalam rentang waktu yang panjang.

Perhitungan berdasarkan metode Admiralty memerlukan interpolasi terhadap tabel konstanta pengali yang telah tersedia. Setelah tahapan interpolasi dilakukan, nilai konstanta harmonik dapat diperoleh. Nilai-nilai ini kemudian dianalisis lebih lanjut dengan menggunakan bilangan Formzahl, yang berfungsi sebagai dasar klasifikasi tipe pasang surut di lokasi yang dikaji. Dengan proses ini, metode Admiralty dapat memberikan hasil prediksi pasut yang cukup akurat meskipun data primer di lokasi studi terbatas.

BAB III METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini berlokasi di wilayah perairan sekitar Pulau Gusung, yang secara geografis berada pada titik koordinat $5^{\circ}7'22,87''$ LS dan $119^{\circ}23'42,88''$ BT. Pulau ini terletak dalam wilayah administratif Kelurahan Lae-Lae, Kecamatan Ujung Pandang, Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan. Dikenal sebagai destinasi wisata bahari, Pulau Gusung berjarak kurang lebih 1,6 kilometer dari garis pantai utama Kota Makassar. Pengumpulan data dilakukan dalam kurun waktu tahun 2019 hingga 2023, sementara kegiatan analisis dilakukan pada tahun berjalan.



Gambar 14. Peta Lokasi penelitian pulau gusung (sumber : google earth)

B. Jenis Penelitian dan Sumber Data

1. Jenis penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dalam mengkaji pengaruh pasang surut terhadap refraksi gelombang di wilayah Pulau Gusung. Pendekatan kuantitatif menitikberatkan pada penggunaan data berbentuk angka yang kemudian dianalisis secara statistik untuk memperoleh hasil yang objektif dan dapat diukur. Data yang telah diolah biasanya ditampilkan melalui grafik, tabel, atau diagram guna memudahkan proses pemahaman dan interpretasi. Menurut Mundir (2013), suatu penelitian dapat digolongkan sebagai kuantitatif apabila data yang dikumpulkan berbentuk angka maupun informasi naratif yang telah dikonversi menjadi bentuk numerik. Penelitian jenis ini memiliki keterkaitan erat dengan teknik analisis statistik sebagai alat utama dalam pengolahan data

2. Sumber Data

Penelitian ini memanfaatkan data sekunder yang bersifat kuantitatif, di mana seluruh informasi yang dianalisis disajikan dalam bentuk angka. Metode analisis kuantitatif digunakan karena seluruh variabel yang diteliti memiliki bentuk numerik. Jenis data yang dikumpulkan mencakup data pasang surut, kecepatan dan arah angin, serta data gelombang, yang semuanya diperlukan untuk mengkaji proses refraksi gelombang di wilayah sekitar Pulau Gusung. Sumber utama data berasal dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Wilayah IV

Makassar, dengan periode pengumpulan data mencakup rentang tahun 2019 hingga 2023.

C. Teknik Pengumpulan dan Pengelolaan Data

1. Teknik Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data dilakukan guna memperoleh informasi yang relevan dan mendukung pencapaian tujuan penelitian. Data yang dianalisis terdiri dari pasang surut, angin, dan gelombang, dengan cakupan waktu antara tahun 2019 hingga 2023. Seluruh data tersebut diperoleh melalui instansi resmi, yaitu Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Wilayah IV Makassar.

2. Teknik Pengolahan Data

Tahap ini melibatkan proses pengolahan data dengan memanfaatkan dua pendekatan, yaitu metode Admiralty, perhitungan peramalan gelombang serta perhitungan koefisien refraksi gelombang. Metode Admiralty digunakan untuk menentukan ketinggian muka air laut, yang menjadi dasar dalam analisis pasang surut. Sementara itu, perhitungan peramalan gelombang dimanfaatkan untuk memperkirakan parameter gelombang laut, yang memiliki peran penting dalam mempelajari fenomena refraksi gelombang di wilayah perairan sekitar Pulau Gusung.

D. Metode Penelitian

1. Metode Admiralty

Metode Admiralty digunakan dalam menganalisis data pasang surut yang dikumpulkan dalam periode pengamatan yang relatif singkat, yakni antara 15

hingga 29 hari, dengan interval pencatatan tiap satu jam. Prosedur perhitungannya mengikuti sejumlah tahapan sistematis yang dirancang untuk memperoleh hasil yang akurat. Adapun tahapan perhitungan dalam metode ini dijabarkan sebagai berikut:

a) Penyusunan Skema I

Sebelum data pasang surut diproses lebih lanjut, langkah awal yang dilakukan adalah melakukan smoothing pada data hasil pengamatan alat di lapangan. Tahapan ini bertujuan untuk meminimalisir gangguan atau noise yang terdapat pada data asli. Selanjutnya, data yang telah dihaluskan tersebut dimasukkan ke dalam tabel yang disebut Skema I. Dalam tabel ini, arah horizontal ke kanan merepresentasikan rentang waktu pengamatan dari pukul 00.00 hingga 23.00, sementara arah vertikal ke bawah menunjukkan tanggal-tanggal saat pengambilan data.

b) Penyusunan Skema II

Pengisian data pada setiap kolom di Skema II dilakukan dengan menggunakan konstanta pengali yang telah ditentukan sebelumnya. Setiap nilai hasil pengamatan dikalikan dengan konstanta tersebut sesuai dengan hari pengamatan yang bersangkutan. Karena konstanta pengali yang digunakan hanya terdiri dari angka 1 dan -1, kecuali pada kolom X4 yang juga memuat angka 0, proses perhitungannya dilakukan dengan menjumlahkan angka-angka yang dikalikan dengan 1, kemudian hasilnya dicatat pada kolom bertanda (+) di bawah kolom X1, Y1, X2, Y2, X4, dan Y4. Begitu pula untuk

angka-angka yang dikalikan dengan -1, hasil penjumlahannya dituliskan pada kolom bertanda (-).

c) Penyusunan Skema III

Pengisian setiap kolom pada Skema III merupakan hasil penjumlahan dari perhitungan pada kolom-kolom di Skema II.

- 1) Nilai X_0 (+) diperoleh dari penjumlahan antara X_1 (+) dan X_1 (-) tanpa memperhatikan tanda (+) atau (-).
- 2) Nilai X_1 , Y_1 , X_2 , Y_2 , X_4 , dan Y_4 dihitung dengan menjumlahkan nilai pada kolom bertanda (+) dan (-) sesuai tanda masing-masing. Untuk memastikan hasil penjumlahan tidak menghasilkan nilai negatif, maka setiap hasil ditambahkan dengan nilai konstan 2000. Ketentuan penyesuaian ini juga berlaku untuk kolom X_1 , Y_1 , X_2 , Y_2 , X_4 , dan Y_4 .

d) Penyusunan Skema IV

Pengisian kolom-kolom dalam Skema IV dilakukan berdasarkan penjumlahan hasil perhitungan yang diperoleh dari Skema III, dengan menggunakan konstanta pengali yang sudah ditentukan sebelumnya. Makna indeks pada Skema IV dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Indeks 00 pada variabel X menunjukkan nilai X_{00} , yang diambil dari nilai X_0 di Skema III dan dikaitkan dengan indeks 0 pada tabel konstanta pengali.

2) Indeks 00 pada variabel Y berarti nilai Y_{00} , yang berasal dari nilai Y_0 di Skema III dan juga dihubungkan dengan indeks 0 pada tabel konstanta pengali.

e) Penyusunan Skema V dan Skema VI

Penyusunan Skema V dilakukan dengan mengurangi nilai total dari X dan Y yang terdapat pada Skema IV, menggunakan konstanta pengali yang telah ditentukan sebelumnya. Sebaliknya, pengisian pada kolom dan baris di Skema VI dilakukan dengan menjumlahkan nilai total X dan Y dari Skema IV, juga dengan menggunakan konstanta pengali yang sama. Penting untuk diperhatikan bahwa data yang dihasilkan dari Skema V dan Skema VI ini nantinya akan dipakai untuk menghitung sembilan komponen utama dalam analisis pembangkit pasang surut, yaitu M_2 , S_2 , K_2 , N_2 , K_1 , O_1 , P_1 , M_4 , dan MS_4 .

f) Penyusunan Skema VII

Penyusunan Skema VII dilakukan dengan menjumlahkan hasil perhitungan pada Skema V dan Skema VI, dibantu dengan konstanta pengali yang telah ditetapkan, serta dilengkapi dengan nilai hasil perhitungan f , V , u , dan r .

g) Penyusunan Skema VIII

Proses penyusunan Skema VIII dilakukan dengan menghitung nilai V dan u yang diperoleh dari Skema VII, menggunakan konstanta pengali yang sudah ditentukan. Selain itu, perhitungan ini juga melibatkan nilai f , V , u , dan r yang telah dihitung sebelumnya.

h) Penyusunan Hasil Akhir

Skema ini berisi kesimpulan dari perhitungan menggunakan metode Admiralty, yang bertujuan untuk mendapatkan nilai konstanta harmonik utama pasang surut.

i) Penentuan Jenis Pasang Urut

Pada tahap ini, jenis pasang surut di lokasi penelitian ditentukan dengan menggunakan rumus Formzahl yang didasarkan pada hasil perhitungan konstanta harmonik dari metode Admiralty.

2. Metode Hindcasting

a) Fetch

Menghitung fetch efektif dilakukan untuk mengetahui arah angin yang berpotensi membangkitkan gelombang. Arah fetch dapat berasal dari berbagai arah, dan nilai besarnya dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos a}{\sum \cos a}$$

b) Peramalan tinggi dan periode gelombang

Peramalan tinggi dan periode gelombang menggunakan kecepatan angin pada elevasi 10 meter. Apabila data angin diperoleh dari pengukuran pada elevasi lain (misalnya pada ketinggian y meter), maka nilainya dapat dikonversi menggunakan persamaan berikut:

$$U_{10} = U(y) \frac{10^{\frac{1}{7}}}{y}$$

c) Perhitungan Panjang gelombang

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

d) Cepat rambat gelombang

$$C = \frac{L}{T}$$

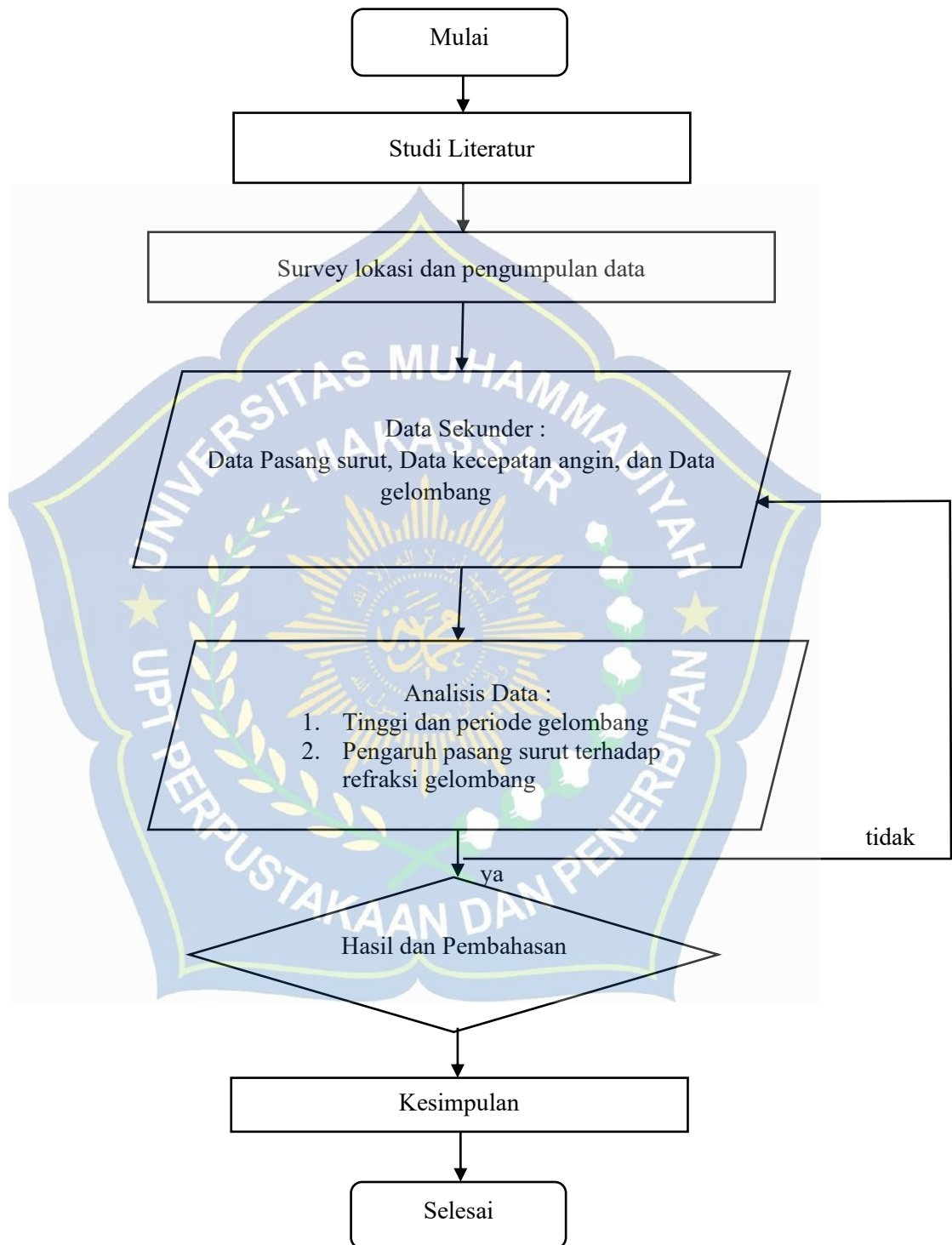
3. Perhitungan koefisien refraksi

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

4. Analisis hubungan antara pasang surut dengan nilai koefisien difraksi gelombang.



E. Flowchart Penelitian



Gambar 15. Bagan alur penelitian

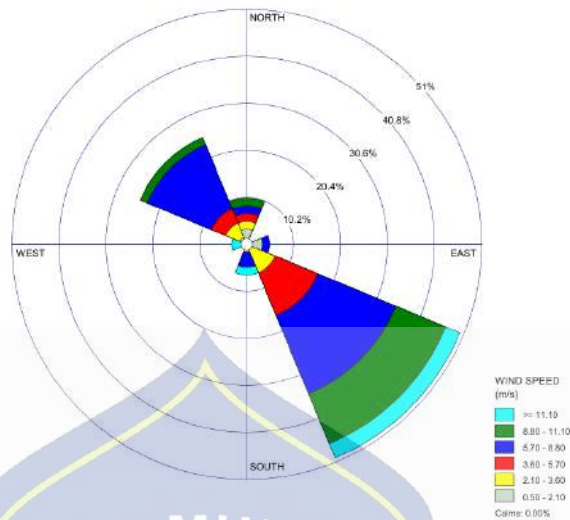
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Angin

Dalam penelitian ini, data angin diperoleh dari Stasiun Meteorologi Maritim Paotere, dengan periode pengamatan mencakup tahun 2019 hingga 2023. Data tersebut dianalisis untuk mendapatkan informasi mengenai beberapa parameter utama, seperti kecepatan angin rata-rata (dalam satuan knot), arah angin yang paling sering terjadi, serta kecepatan maksimum dan arah datang angin. Hasil dari analisis tersebut diklasifikasikan berdasarkan tahun dan disajikan secara rinci dalam bentuk tabel yang tercantum pada bagian lampiran.

Tabel 4. Parameter kejadian arah datangnya angin

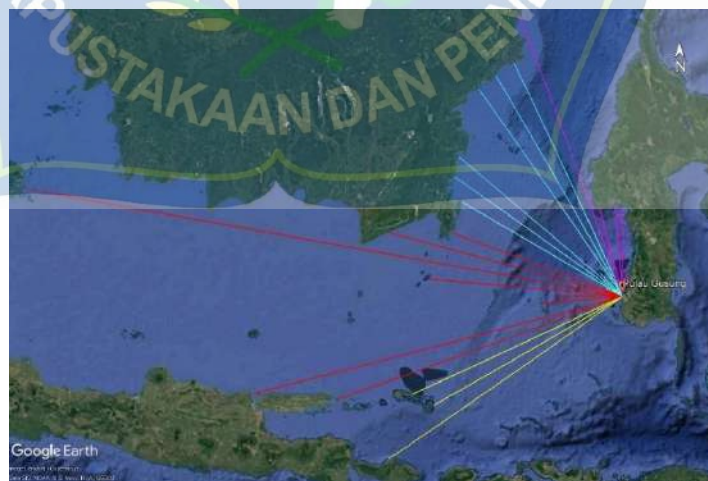
Arah		Jumlah Data	Persentase Kejadian
Notasi	Derajat		(%)
Utara (U)	0	6	10
Timur Laut (TL)	45	0	0.0
Timur (T)	90	3	5
Tenggara (TG)	135	30	50
Selatan (S)	180	4	6.7
Barat Daya (BD)	225	0	0.0
Barat (B)	270	2	3.3
Barat Laut (BL)	315	15	25
Total		60	100



Gambar 16. *Wind rose* tahun 2019-2023

B. Perhitungan *Fetch* Efektif

Pada studi ini, penghitungan *fetch* efektif diperlukan untuk menentukan arah angin yang paling berpengaruh dalam membentuk gelombang laut di area penelitian. *Fetch* sendiri merupakan area permukaan laut tempat gelombang terbentuk, yang diasumsikan memiliki pola arah dan kecepatan angin yang cukup konsisten.



Gambar 17. Peta hasil pengukuran *fetch* efektif di lokasi penelitian

Berikut tabel perhitungan fetch sebagai berikut :

Tabel 5. Perhitungan fetch efektif utara

UTARA	A	COS α	Xi (Km)	Xi cos α
	-20	0.93969	605.16	568.66
	-15	0.96593	180.98	174.81
	-10	0.98481	31.36	30.88
	-5	0.99619	184.45	183.75
	0	1	180.02	180.02
	5	0.99619	33.95	33.82
	10	0.98481	48.97	48.23
	15	0.96593	40.62	39.24
	20	0.93969	0.16	0.15
	Total	8.77324		1259.56

Berdasarkan tabel diatas untuk perhitungan fetch efektif arah utara dengan rumus berikut ini:

$$\text{Fetch} = \frac{\sum Xi \cos}{\sum \cos} = \frac{1259.56}{8.77324} = 143.5686 \text{ Km} \Rightarrow 143568.6 \text{ m}$$

Keterangan :

Xi = panjang segmen *fetch* yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung titik fetch

α = Deviasi kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan sudut pertambahan 6° sampai dengan 42° pada kedua sisi dari arah angin

Tabel 6. Perhitungan fetch efektif arah barat daya

BARAT DAYA	A	COS α	Xi (Km)	Xi cos α
	-20	0.93969	0.63	0.59
	-15	0.96593	0.58	0.56
	-10	0.98481	0.54	0.53
	-5	0.99619	0.50	0.50
	0	1	0.47	0.47
	5	0.99619	0.45	0.45
	10	0.98481	575.58	566.84
	15	0.96593	442.14	427.07
	20	0.93969	469.23	440.93
	Total	8.77324		1437.94

Berdasarkan tabel diatas untuk perhitungan fetch efektif arah barat daya dengan rumus berikut ini:

$$\text{Fetch} = \frac{\sum Xi \cos}{\sum \cos} = \frac{1437.94}{8.77324} = 163.9009 \text{ Km} \Rightarrow 163900.9 \text{ m}$$

Keterangan :

Xi = panjang segmen *fetch* yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung titik fetch

α = Deviasi kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan sudut pertambahan 6° sampai dengan 42° pada kedua sisi dari arah angin

Tabel 7. Perhitungan fetch efektif arah barat

BARAT	A	COS α	Xi (Km)	Xi cos α
	-20	0.93969	611.83	574.93
	-15	0.96593	774.29	747.91
	-10	0.98481	14.34	14.12
	-5	0.99619	166.19	165.56
	0	1	136.58	136.58
	5	0.99619	396.52	395.01
	10	0.98481	1260.79	1241.64
	15	0.96593	419.25	404.96
	20	0.93969	376.17	353.48
	Total	8.77324		4034.19

Berdasarkan tabel diatas untuk perhitungan fetch efektif arah barat dengan rumus berikut ini:

$$\text{Fetch} = \frac{\sum Xi \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} = \frac{4034.19}{8.77324} = 459.8293 \text{ Km} \Rightarrow 459829.3 \text{ m}$$

Keterangan :

Xi = panjang segmen *fetch* yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung titik fetch

α = Deviasi kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan sudut pertambahan 6° sampai dengan 42° pada kedua sisi dari arah angin

Tabel 8. Perhitungan fetch efektif arah barat laut

BARAT LAUT	A	COS α	Xi (Km)	Xi cos α
	-20	0.93969	38.76	36.42
	-15	0.96593	378.63	365.73
	-10	0.98481	416.69	410.36
	-5	0.99619	434.94	433.28
	0	1	66.44	66.44
	5	0.99619	11.04	11.00
	10	0.98481	508.68	500.95
	15	0.96593	512.72	495.25
	20	0.93969	516.70	485.54
	Total	8.77324		2804.97

Berdasarkan tabel diatas untuk perhitungan fetch efektif arah barat laut dengan rumus berikut ini:

$$\text{Fetch} = \frac{\sum Xi \cos}{\sum \cos} = \frac{1281.33137}{8.77324} = 319.7192 \text{ Km} \Rightarrow 319719.2 \text{ m}$$

Keterangan :

Xi = panjang segmen *fetch* yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung titik fetch

α = Deviasi kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan sudut pertambahan 6° sampai dengan 42° pada kedua sisi dari arah angin

Tabel 9. Hasil Perhitungan Data Fetch di Lokasi Penelitian

ARAH	Fecth Efektif (Km)	Fecth Efektif (m)
UTARA (N)	143.5686	143568.6
BARAT DAYA (SW)	1639.009	163900.9
BARAT (W)	459.8293	459829.3
BARAT LAUT (NW)	319.7192	319719.2

C. Pasang Surut

Data pasang surut dalam penelitian ini diperoleh dari hasil rekaman digital yang disediakan oleh Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), yang berlokasi di Stasiun Paotere, Makassar, Sulawesi Selatan. Pengumpulan data dilakukan sepanjang tahun 2023, mulai dari bulan Januari hingga Desember. Seluruh waktu pencatatan telah disesuaikan dengan zona waktu GMT+8 (Greenwich Mean Time). Data yang diperoleh kemudian diolah lebih lanjut dan disusun ke dalam tabel perhitungan dengan menggunakan pendekatan metode Admiralty.

Tabel perhitungan pasang surut dengan metode Admiralty disusun dalam bentuk matriks yang terdiri atas baris dan kolom, di mana setiap baris merepresentasikan jam pengamatan secara berkala setiap satu jam, mulai dari pukul 00.00 hingga 23.00. Sedangkan kolom menunjukkan tanggal pengamatan

selama satu bulan, yang mencakup rentang waktu antara 29 hingga 30 hari, tergantung pada jumlah hari dalam bulan tersebut.



Tabel 10. Data pengamatan pasang surut 29 piantan (Januari 2023) BMKG Wilayah

WAKTU	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
TANGGAL																								
1-Jan-23	0.043	0.057	0.044	0.019	0.003	0.010	0.047	0.115	0.201	0.288	0.353	0.374	0.338	0.243	0.102	-0.062	-0.221	-0.351	-0.434	-0.460	-0.431	-0.356	-0.252	-0.140
2-Jan-23	-0.042	0.030	0.076	0.102	0.122	0.147	0.183	0.232	0.288	0.343	0.332	0.391	0.356	0.269	0.137	-0.024	-0.190	-0.338	-0.451	-0.517	-0.530	-0.493	-0.412	-0.302
3-Jan-23	-0.181	-0.066	0.032	0.112	0.179	0.239	0.295	0.345	0.387	0.417	0.430	0.420	0.379	0.298	0.178	0.029	-0.133	-0.287	-0.418	-0.513	-0.567	-0.576	-0.536	-0.453
4-Jan-23	-0.337	-0.204	-0.069	0.057	0.172	0.275	0.363	0.433	0.477	0.496	0.438	0.457	0.402	0.321	0.211	0.078	-0.071	-0.218	-0.353	-0.464	-0.546	-0.595	-0.601	-0.561
5-Jan-23	-0.474	-0.349	-0.201	-0.043	0.112	0.256	0.383	0.482	0.545	0.566	0.547	0.498	0.426	0.337	0.232	0.112	-0.018	-0.151	-0.276	-0.388	-0.484	-0.560	-0.606	-0.612
6-Jan-23	-0.568	-0.472	-0.333	-0.165	0.016	0.194	0.357	0.491	0.581	0.617	0.600	0.540	0.451	0.349	0.241	0.129	0.016	-0.097	-0.206	-0.308	-0.403	-0.489	-0.562	-0.607
7-Jan-23	-0.608	-0.554	-0.442	-0.284	-0.095	0.104	0.296	0.462	0.582	0.643	0.639	0.578	0.479	0.362	0.245	0.134	0.032	-0.064	-0.152	-0.236	-0.319	-0.403	-0.487	-0.559
8-Jan-23	-0.599	-0.588	-0.515	-0.382	-0.203	0.003	0.212	0.402	0.551	0.639	0.656	0.605	0.503	0.376	0.248	0.133	0.035	-0.046	-0.116	-0.180	-0.245	-0.317	-0.398	-0.482
9-Jan-23	-0.549	-0.577	-0.546	-0.449	-0.292	-0.095	0.118	0.322	0.492	0.606	0.647	0.614	0.518	0.388	0.250	0.129	0.032	-0.040	-0.094	-0.138	-0.183	-0.237	-0.307	-0.389
10-Jan-23	-0.472	-0.529	-0.537	-0.479	-0.354	-0.178	0.027	0.234	0.415	0.547	0.610	0.597	0.516	0.389	0.247	0.119	0.022	-0.044	-0.084	-0.109	-0.133	-0.166	-0.218	-0.290
11-Jan-23	-0.375	-0.450	-0.489	-0.469	-0.382	-0.235	-0.048	0.149	0.331	0.471	0.550	0.555	0.489	0.371	0.231	0.099	-0.001	-0.061	-0.088	-0.095	-0.096	-0.106	-0.136	-0.191
12-Jan-23	-0.266	-0.347	-0.407	-0.420	-0.370	-0.257	-0.098	0.082	0.255	0.393	0.476	0.492	0.439	0.331	0.195	0.061	-0.041	-0.100	-0.116	-0.103	-0.080	-0.063	-0.067	-0.098
13-Jan-23	-0.155	-0.229	-0.296	-0.332	-0.316	-0.239	-0.111	0.044	0.199	0.327	0.405	0.422	0.374	0.273	0.140	0.005	-0.102	-0.163	-0.173	-0.144	-0.096	-0.050	-0.021	-0.022
14-Jan-23	-0.054	-0.108	-0.170	-0.215	-0.221	-0.176	-0.082	0.044	0.177	0.288	0.355	0.364	0.313	0.210	0.075	-0.065	-0.179	-0.248	-0.260	-0.224	-0.155	-0.079	-0.016	0.020
15-Jan-23	0.023	-0.003	-0.045	-0.083	-0.098	-0.075	-0.010	0.087	0.194	0.286	0.338	0.335	0.274	0.163	0.019	-0.131	-0.259	-0.342	-0.367	-0.335	-0.259	-0.161	-0.064	0.011
16-Jan-23	0.055	0.067	0.057	0.040	0.033	0.050	0.097	0.168	0.250	0.321	0.358	0.344	0.272	0.149	-0.008	-0.174	-0.320	-0.425	-0.473	-0.460	-0.392	-0.288	-0.170	-0.059
17-Jan-23	0.027	0.083	0.113	0.129	0.146	0.174	0.218	0.276	0.338	0.389	0.411	0.388	0.310	0.178	0.009	-0.173	-0.342	-0.473	-0.551	-0.568	-0.528	-0.439	-0.319	-0.189
18-Jan-23	-0.068	0.032	0.107	0.165	0.216	0.269	0.327	0.386	0.439	0.476	0.485	0.454	0.375	0.244	0.072	-0.121	-0.309	-0.466	-0.576	-0.631	-0.630	-0.576	-0.480	-0.355
19-Jan-23	-0.217	-0.085	0.033	0.135	0.226	0.313	0.397	0.473	0.530	0.562	0.562	0.526	0.449	0.327	0.164	-0.026	-0.221	-0.397	-0.535	-0.626	-0.668	-0.663	-0.611	-0.517
20-Jan-23	-0.392	-0.248	-0.101	0.040	0.172	0.297	0.413	0.515	0.589	0.627	0.625	0.585	0.509	0.400	0.255	0.086	-0.098	-0.275	-0.428	-0.546	-0.627	-0.670	-0.673	-0.633
21-Jan-23	-0.547	-0.422	-0.269	-0.104	0.061	0.221	0.371	0.502	0.600	0.654	0.657	0.616	0.540	0.440	0.319	0.180	0.026	-0.131	-0.278	-0.406	-0.509	-0.590	-0.646	-0.667
22-Jan-23	-0.641	-0.561	-0.432	-0.267	-0.083	0.104	0.282	0.440	0.563	0.636	0.650	0.611	0.534	0.436	0.332	0.224	0.111	-0.006	-0.123	-0.235	-0.340	-0.439	-0.530	-0.604
23-Jan-23	-0.643	-0.627	-0.548	-0.410	-0.230	-0.031	0.167	0.346	0.490	0.580	0.608	0.573	0.492	0.390	0.290	0.203	0.130	0.063	-0.005	-0.078	-0.159	-0.250	-0.353	-0.459
24-Jan-23	-0.550	-0.600	-0.585	-0.497	-0.346	-0.155	0.050	0.243	0.400	0.505	0.543	0.512	0.427	0.314	0.205	0.123	0.075	0.052	0.040	0.023	-0.011	-0.069	-0.155	-0.266
25-Jan-23	-0.385	-0.484	-0.531	-0.506	-0.403	-0.240	-0.044	0.151	0.317	0.430	0.475	0.446	0.356	0.229	0.102	0.006	-0.040	-0.037	-0.003	0.039	0.067	0.063	0.017	-0.070
26-Jan-23	-0.187	-0.309	-0.401	-0.433	-0.387	-0.268	-0.098	0.088	0.255	0.372	0.421	0.394	0.298	0.157	0.007	-0.115	-0.180	-0.178	-0.121	-0.034	0.053	0.112	0.125	0.085
27-Jan-23	-0.003	-0.118	-0.228	-0.298	-0.303	-0.233	-0.101	0.063	0.222	0.340	0.393	0.367	0.268	0.115	-0.059	-0.212	-0.310	-0.332	-0.280	-0.174	-0.046	0.070	0.146	0.166
28-Jan-23	0.128	0.046	-0.053	-0.136	-0.173	-0.145	-0.055	0.078	0.220	0.334	0.389	0.368	0.269	0.109	-0.082	-0.263	-0.399	-0.459	-0.437	-0.341	-0.199	-0.047	0.081	0.161
29-Jan-23	0.182	0.150	0.085	0.015	-0.029	-0.027	0.029	0.128	0.245	0.347	0.403	0.388	0.296	0.137	-0.062	-0.264	-0.432	-0.534	-0.553	-0.491	-0.366	-0.206	-0.048	0.079

1. Pengolahan Data Pasang Surut Menggunakan Metode Admiralty

Metode Admiralty merupakan salah satu pendekatan yang digunakan untuk menghitung konstanta harmonik pasang surut dengan cara menganalisis perubahan tinggi muka air laut selama periode pengamatan tertentu, umumnya berlangsung antara 15 hingga 29 hari. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi pola pasang surut serta fluktuasi elevasi permukaan laut di suatu wilayah perairan.

Proses perhitungannya dilakukan dengan bantuan tabel Admiralty. Jika waktu pengamatan tidak tersedia secara langsung dalam tabel tersebut, maka pendekatan interpolasi digunakan untuk memperkirakan nilai-nilai yang dibutuhkan. Analisis harmonik dalam metode ini melibatkan sejumlah rumus yang dihitung dengan dukungan perangkat lunak seperti Microsoft Excel.

Dalam penerapannya, metode Admiralty menghasilkan dua konstanta harmonik utama, yaitu amplitudo (A) dan beda fase (g°). Kedua nilai ini digunakan untuk mengkaji karakteristik pasang surut serta tinggi muka air laut. Penentuan tipe pasang surut dilakukan dengan menghitung sejumlah parameter dan konstanta harmonik berdasarkan delapan komponen utama yang menjadi dasar perhitungan.

Adapun langkah-langkah dalam proses perhitungannya adalah sebagai berikut:

Penyusun skema I yaitu nilai kedudukan air tertinggi dan nilai air terendah disusun berdasarkan tanggal pengamatan dan waktu standar GMT+ 8 (green mean time) atau waktu local WITA (waktu inonesia bagian tengah).

1) Penyusun Skema I

Tabel 11. Penyusun Skema I

Waktu	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Tanggal																								
01-Jan-23	4.28	5.69	4.35	1.92	0.28	0.96	4.73	11.45	20.08	28.77	35.26	37.39	33.77	24.29	10.20	-6.18	-22.11	-35.11	-43.39	-46.04	-43.11	-35.57	-25.15	-14.03
02-Jan-23	-4.22	3.03	7.56	10.18	12.16	14.66	18.31	23.18	28.80	34.27	38.24	39.14	35.59	26.93	13.73	-2.35	-18.96	-33.80	-45.07	-51.65	-53.03	-49.32	-41.24	-30.23
03-Jan-23	-18.12	-6.63	3.19	11.20	17.90	23.88	29.45	34.48	38.68	41.66	43.00	42.02	37.85	29.79	17.80	2.86	-13.31	-28.74	-41.78	-51.34	-56.74	-57.55	-53.61	-45.30
04-Jan-23	-33.71	-20.42	-6.94	5.73	17.22	27.48	36.31	43.25	47.74	49.55	48.78	45.66	40.18	32.07	21.14	7.75	-7.06	-21.84	-35.25	-46.38	-54.64	-59.46	-60.13	-56.11
05-Jan-23	-47.43	-34.93	-20.07	-4.32	11.17	25.62	38.29	48.22	54.50	56.59	54.74	49.77	42.56	33.66	23.17	11.19	-1.83	-15.06	-27.60	-38.84	-48.43	-55.96	-60.60	-61.19
06-Jan-23	-56.78	-47.20	-33.27	-16.48	1.56	19.41	35.72	49.08	58.07	61.73	60.04	53.99	45.14	34.90	24.08	12.93	1.56	-9.74	-20.60	-30.77	-40.25	-48.93	-56.19	-60.70
07-Jan-23	-60.81	-55.35	-44.20	-28.36	-9.53	10.41	29.59	46.15	58.21	64.29	63.89	57.79	47.85	36.20	24.46	13.40	3.16	-6.35	-15.23	-23.64	-31.91	-40.34	-48.71	-55.85
08-Jan-23	-59.86	-58.77	-51.48	-38.18	-20.26	0.27	21.17	40.19	55.08	63.92	65.62	60.51	50.32	37.62	24.78	13.27	3.54	-4.59	-11.60	-18.01	-24.49	-31.68	-39.82	-48.17
09-Jan-23	-54.93	-57.73	-54.61	-44.85	-29.21	-9.53	11.78	32.19	49.22	60.59	64.72	61.36	51.84	38.77	25.04	12.85	3.20	-3.99	-9.38	-13.84	-18.30	-23.70	-30.65	-38.94
10-Jan-23	-47.15	-52.90	-53.66	-47.85	-35.41	-17.77	2.71	23.35	41.50	54.69	61.03	59.73	51.57	38.87	24.72	11.94	2.15	-4.38	-8.35	-10.92	-13.29	-16.62	-21.79	-29.04
11-Jan-23	-37.46	-44.97	-48.88	-46.92	-38.18	-23.46	-4.84	14.94	33.11	47.12	54.96	55.47	48.91	37.11	23.06	9.91	-0.08	-6.14	-8.83	-9.48	-9.61	-10.62	-13.60	-19.08
12-Jan-23	-26.63	-34.67	-40.65	-41.97	-36.99	-25.73	-9.78	8.24	25.46	39.26	47.58	49.16	43.88	33.10	19.45	6.14	-4.11	-9.95	-11.56	-10.30	-7.98	-6.33	-6.67	-9.76
13-Jan-23	-15.54	-22.87	-29.62	-33.22	-31.55	-23.88	-11.14	4.42	19.94	32.68	40.53	42.20	37.44	27.28	13.95	0.48	-10.22	-16.26	-17.28	-14.41	-9.60	-4.95	-2.14	-2.21
14-Jan-23	-5.36	-10.84	-16.98	-21.48	-22.12	-17.64	-8.23	4.42	17.69	28.81	35.51	36.43	31.30	21.00	7.50	-6.45	-17.94	-24.76	-26.02	-22.35	-15.54	-7.91	-1.57	2.01
15-Jan-23	2.29	-0.31	-4.49	-8.34	-9.83	-7.50	-1.00	8.67	19.39	28.55	33.79	33.54	27.43	16.25	1.89	-13.09	-25.90	-34.21	-36.73	-33.50	-25.88	-16.05	-6.40	1.14
16-Jan-23	5.51	6.71	5.67	3.95	3.27	4.98	9.65	16.83	25.03	32.11	35.80	34.40	27.23	14.91	-0.80	-17.36	-32.04	-42.53	-47.30	-45.96	-39.23	-28.81	-16.97	-5.92
17-Jan-23	2.70	8.29	11.30	12.92	14.57	17.35	21.76	27.55	33.77	38.89	41.11	38.77	30.95	17.84	0.94	-17.32	-34.20	-47.32	-55.08	-56.82	-52.75	-43.88	-31.90	-18.87
18-Jan-23	-6.75	3.20	10.72	16.49	21.58	26.87	32.65	38.57	43.87	47.56	48.48	45.44	37.49	24.43	7.21	-12.11	-30.88	-46.62	-57.62	-63.09	-62.95	-57.63	-48.00	-35.45
19-Jan-23	-21.71	-8.46	3.30	13.46	22.60	31.33	39.74	47.26	53.01	56.19	56.22	52.62	44.88	32.68	16.39	-2.61	-22.11	-39.67	-53.47	-62.57	-66.80	-66.25	-61.09	-51.74
20-Jan-23	-39.16	-24.78	-10.09	3.95	17.15	29.65	41.33	51.46	58.89	62.68	62.48	58.48	50.94	39.96	25.64	8.58	-9.80	-27.53	-42.82	-54.62	-62.67	-66.97	-67.33	-63.31
21-Jan-23	-54.73	-42.15	-26.88	-10.41	6.13	22.14	37.13	50.21	60.03	65.35	65.69	61.56	54.02	44.01	31.93	17.96	2.58	-13.13	-27.84	-40.55	-50.93	-59.03	-64.57	-66.65
22-Jan-23	-64.07	-56.12	-43.19	-26.66	-8.29	10.39	28.23	44.03	56.31	63.58	65.03	61.10	53.35	43.62	33.18	22.39	11.14	-0.55	-12.27	-23.51	-34.03	-43.92	-53.04	-60.42
23-Jan-23	-64.29	-62.74	-54.80	-40.98	-23.01	-3.10	16.71	34.63	48.96	58.04	60.77	57.28	49.18	38.97	28.96	20.33	13.02	6.32	-0.49	-7.81	-15.89	-25.04	-35.30	-45.92
24-Jan-23	-55.01	-59.96	-58.49	-49.74	-34.63	-15.46	5.04	24.27	40.04	50.47	54.26	51.20	42.67	31.40	20.51	12.30	7.46	5.19	3.97	2.28	-1.06	-6.86	-15.51	-26.59
25-Jan-23	-38.46	-48.35	-53.14	-50.59	-40.34	-23.98	-4.41	15.12	31.69	42.98	47.45	44.63	35.59	22.93	10.19	0.62	-3.97	-3.72	-0.31	3.89	6.65	6.25	1.72	-6.99
26-Jan-23	-18.69	-30.85	-40.11	-43.30	-38.72	-26.77	-9.78	8.81	25.46	37.23	42.13	39.41	29.83	15.72	0.66	-11.53	-18.01	-17.84	-12.12	-3.40	5.28	11.20	12.51	8.47
27-Jan-23	-0.31	-11.77	-22.77	-29.83	-30.28	-23.28	-10.10	6.30	22.18	34.03	39.29	36.74	26.79	11.46	-5.87	-21.18	-30.96	-33.21	-28.01	-17.39	-4.57	7.04	14.63	16.59
28-Jan-23	12.78	4.58	-5.33	-13.63	-17.27	-14.51	-5.47	7.80	21.97	33.36	38.90	36.79	26.92	10.91	-8.15	-26.34	-39.86	-45.94	-43.66	-34.09	-19.93	-4.72	8.14	16.13
29-Jan-23	18.23	15.00	8.47	1.51	-2.92	-2.70	2.88	12.79	24.50	34.74	40.26	38.77	29.56	13.68	-6.21	-26.44	-43.20	-53.39	-55.34	-49.13	-36.56	-20.62	-4.77	7.94

Skema I

2) Penyusun Skema II

Setelah data pasang surut disusun dalam Skema I, langkah berikutnya adalah membentuk Skema II. Penyusunan Skema II dilakukan dengan mengalikan data pada Skema I dengan konstanta pengali yang tercantum dalam Tabel 1, sesuai dengan hari pengamatan masing-masing. Nilai konstanta pengali dalam tabel tersebut umumnya terdiri dari angka 1 dan -1, dengan pengecualian pada kolom X4 yang juga mencantumkan angka 0. Namun, angka 0 tidak digunakan dalam proses perhitungan.

Perhitungan dilakukan dengan menjumlahkan data yang telah dikalikan dengan angka 1 saja. Hasil penjumlahan tersebut kemudian dimasukkan ke dalam kolom bertanda (+) di bawah masing-masing kolom komponen harmonik, yaitu X1, Y1, X2, Y2, X4, dan Y4. Dalam proses ini, sangat penting untuk memastikan bahwa konstanta pengali yang digunakan sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam tabel, agar hasil perhitungan tetap valid dan konsisten.

Tabel 12. Konstanta Pengali (Tabel 1)

Konstanta Pengali Skema - II (Tabel 1)																								
Waktu (jam)																								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
X1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Y1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
X2	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1
Y2	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
X4	1	0	-1	-1	0	1	1	0	-1	-1	0	1	1	0	-1	-1	0	1	1	0	-1	-1	0	1
Y4	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1

Tabel 13. Hasil penyusun skema II

X1		Y1		X2		Y2		X4		Y4	
+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
143	-190	-202	155.2	109.3	-156.5	22.34	-69.61	-11.4	-19.54	-13.7	-33.57
203.1	-227	-249.4	225.3	73.48	-97.57	64.51	-88.6	-6	-10.16	3.16	-27.25
275.5	-274.9	-260.1	261	34.1	-33.46	77.67	-77.03	-0.74	1.1	16.63	-15.99
343.5	-323	-239.7	260.7	1	20.31	61.6	-40.68	2.72	10.87	23.35	-2.43
395.8	-362.6	-199	232.2	-19.69	52.91	23.73	9.49	4.96	16.67	23.1	10.12
427.5	-390.2	-149	185.9	-23.19	60.49	-23.89	61.19	6.44	17.88	18.12	19.18
438.6	-403.5	-97	132.1	-10.78	45.9	-69.12	104.24	7.4	15.55	11.32	23.8
431.4	-402.1	-48.83	78.21	12.99	16.39	-103.3	132.72	8.05	11.22	4.95	24.43
407.6	-385.7	-7.1	29	41.76	-19.86	-123.2	145.05	8.21	6.24	0.05	21.85
367.9	-354.8	24.86	-11.73	69.45	-56.32	-129.9	143	7.32	1.43	-3.55	16.68
313.5	-311.1	41.55	-39.11	92.02	-89.58	-127.1	129.54	4.57	-2.83	-6.94	9.38
248.4	-259.2	35.91	-46.72	107.7	-118.5	-118.1	107.32	-0.37	-6.62	-11.44	0.63
181.3	-207.3	2.08	-28.05	116.8	-142.7	-104	78.04	-6.67	-10.34	-17.43	-8.54
125.3	-165.8	-60.73	20.21	119.9	-160.4	-83.77	43.25	-12.27	-14.36	-23.41	-17.11
95.31	-145.6	-145.1	94.76	117.6	-167.9	-55.81	5.52	-15.04	-18.02	-25.99	-24.3
103.2	-154.1	-234.8	183.9	109.8	-160.7	-20.5	-30.37	-13.98	-19.44	-21.75	-29.12
152.7	-192.2	-308.4	269	96.14	-135.6	18.02	-57.45	-9.74	-16.13	-9.55	-29.88
236.1	-252.6	-345.2	328.7	76.7	-93.24	51.63	-68.17	-3.99	-6.84	7.73	-24.27
334.6	-321.4	-332.4	345.6	53.03	-39.83	70.08	-56.88	1.98	6.69	24.25	-11.05
423.1	-381	-269.9	312	28.54	13.57	64.51	-22.4	7.58	20.01	34.08	8.03
477.3	-415.5	-172.2	234.1	8.55	53.32	31.47	30.4	12.5	28.02	34.25	27.62
481.4	-415.1	-64.06	130.3	-0.9	67.18	-24.81	91.09	15.76	27.66	25.53	40.75
433.2	-379.4	26.33	27.47	5.11	48.69	-92.14	145.94	15.69	19.58	11.39	42.41
344.8	-317.1	75.76	-48.01	28.09	-0.34	-153.8	181.51	11.01	7.17	-4.34	32.09
239.1	-243.7	72.85	-77.4	64.8	-69.35	-193.2	188.67	2.35	-5.35	-18.61	14.06
142.1	-176.5	20.77	-55.18	107.5	-141.9	-199.6	165.2	-7.49	-15.11	-29.19	-5.22
75.47	-130	-64.68	10.2	145.9	-200.3	-171.2	116.73	-14.79	-20.97	-34.06	-20.42
50.89	-111.5	-160.6	99.97	170.3	-230.9	-115.8	55.22	-16.96	-22.77	-31.67	-28.95
67.94	-120.9	-244.5	191.5	175.1	-228	-48.41	-4.54	-14.05	-20.61	-22.13	-30.82
Skema II											

3) Penyusun Skema III

Setelah perhitungan pada Skema II selesai dilakukan, tahapan selanjutnya adalah menyusun Skema III. Pada tahap ini, nilai-nilai yang dimasukkan ke dalam tabel Skema III diperoleh dari hasil penjumlahan seluruh data pada masing-masing kolom di Skema II. Proses ini bertujuan untuk mengakumulasi nilai-nilai yang telah dikalikan dengan konstanta pengali sebelumnya,

sehingga menghasilkan besaran numerik yang dibutuhkan untuk tahap analisis harmonik selanjutnya.

Tabel 14. Hasil perhitungan skema - III

Xo	X1	Y1	X2	Y2	X4	Y4
+	2000	2000	2000	2000	2000	2000
-47	2332	1642	2266	2092	2008	2020
-24	2430	1525	2171	2153	2005	2030
1	2550	1479	2068	2155	1998	2033
21	2666	1500	1980	2102	1992	2026
33	2758	1569	1927	2014	1988	2013
37	2818	1666	1916	1915	1989	1999
35	2842	1771	1943	1827	1992	1988
29	2833	1873	1997	1764	1997	1981
22	2793	1964	2062	1732	2002	1978
13	2723	2037	2126	1727	2006	1980
2	2625	2081	2182	1743	2007	1984
-11	2508	2083	2226	1775	2006	1988
-26	2389	2030	2259	1818	2004	1991
-41	2291	1919	2280	1873	2002	1994
-50	2241	1760	2286	1939	2003	1998
-51	2257	1581	2271	2010	2005	2007
-39	2345	1423	2232	2075	2006	2020
-17	2489	1326	2170	2120	2003	2032
13	2656	1322	2093	2127	1995	2035
42	2804	1418	2015	2087	1988	2026
62	2893	1594	1955	2001	1984	2007
66	2897	1806	1932	1884	1988	1985
54	2813	1999	1956	1762	1996	1969
28	2662	2124	2028	1665	2004	1964
-5	2483	2150	2134	1618	2008	1967
-34	2319	2076	2249	1635	2008	1976
-54	2205	1925	2346	1712	2006	1986
-61	2162	1739	2401	1829	2006	1997
-53	2189	1564	2403	1956	2007	2009
Skema III						

4) Penyusun Skema IV

Perhitungan pada Skema IV mengacu pada Tabel 2, yang memuat nilai-nilai konstanta pengali yang digunakan dalam proses perhitungan. Konstanta-konstanta ini menjadi dasar dalam pengolahan data lanjutan, di mana setiap nilai pada Skema III dikalikan dengan konstanta yang sesuai sebagaimana tercantum dalam Tabel 2. Langkah ini bertujuan untuk memperoleh nilai komponen harmonik yang lebih terperinci, yang selanjutnya akan digunakan dalam penentuan parameter pasang surut.

Tabel 15. Konstanta pengali skema-IV (Tabel 2)

0	2	b	3	c	4	d
-29	-1	0	-1	0	-1	0
1	1	0	-1	1	1	0
1	1	-1	-1	1	1	-1
1	1	-1	1	1	-1	-1
1	1	-1	1	1	-1	-1
1	-1	-1	1	1	-1	1
1	-1	-1	1	-1	1	1
1	-1	-1	1	-1	1	1
1	-1	0	-1	-1	1	0
1	-1	1	-1	-1	1	-1
1	-1	1	-1	-1	-1	-1
1	-1	1	-1	1	-1	-1
1	-1	1	-1	1	-1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	0	1	0	1	0
1	1	-1	1	-1	1	-1
1	1	-1	1	-1	-1	-1
1	1	-1	-1	-1	-1	-1
1	-1	-1	-1	-1	-1	1
1	-1	-1	-1	1	-1	1
1	-1	-1	-1	1	1	1
1	-1	0	-1	1	1	0
1	-1	1	1	1	1	-1
1	-1	1	1	1	1	-1
1	-1	1	1	-1	-1	-1
1	1	1	1	-1	-1	1
1	1	1	1	-1	-1	1
1	1	1	-1	-1	1	1
1	1	0	-1	-1	1	0

Tabel 16. Hasil perhitungan skema-IV

Index	Tanda	X	Y	X	Y
		Tambahan		Jumlah	
00	+	-53.7		-53.7	
10	+	73972	50945		
	-	58000	58000	15972	-7055
12	+	35374	25573		
	-	38599	25372		
(29)	(-)	2000	2000	-5225	-1799
1b	+	29971	24126		
	-	31509	18173	-1538	5953
13	+	37639	26972		
	-	36334	23973		
(29)	(-)	2000	2000	-695	998
1c	+	36617	24768		
	-	35114	24417	1503	351
20	+	61875	55109		
	-	58000	58000	3875	-2891
22	+	33608	29244		
	-	28267	25866		
(29)	(-)	2000	2000	3342	1378
2b	+	26251	20889		
	-	24741	24586	1510	-3697
23	+	31877	28120		
	-	29998	26990		
(29)	(-)	2000	2000	-121	-870
2c	+	29247	27124		
	-	30343	26047	-1096	1077
42	+	30059	30108		
	-	27944	27874		
(29)	(-)	2000	2000	115	234
4b	+	24055	23774		
	-	23945	24216	109	-442
44	+	29987	29925		
	-	28015	28057		
(29)	(-)	2000	2000	-28	-132
4d	+	23968	24000		
	-	24032	23990	-64	10
Skema IV					

5) Penyusun Skema V dan Skema VI

Setelah perhitungan pada Skema IV selesai, tahapan selanjutnya adalah pengisian Skema V dan Skema VI. Skema V diisi dengan cara menghitung selisih antara nilai X (jumlah) dan Y (jumlah) yang diperoleh dari Skema IV. Hasil selisih ini kemudian dikalikan dengan konstanta pengali yang tercantum dalam Tabel 3.

Sedangkan untuk Skema VI, perhitungan dilakukan dengan menjumlahkan nilai X (jumlah) dan Y (jumlah) dari Skema IV, lalu hasil penjumlahannya juga dikalikan dengan konstanta pengali yang sama dari Tabel 3.

Konstanta yang tercantum dalam Tabel 3 berfungsi sebagai faktor pengali untuk kedua operasi tersebut—baik pengurangan (Skema V) maupun penjumlahan (Skema VI)—dan hasil akhirnya kemudian dicatat dalam tabel masing-masing. Proses ini penting untuk memperoleh nilai numerik yang dibutuhkan dalam analisis selanjutnya, terutama dalam penentuan amplitudo dan beda fase.

Tabel 17. Konstanta pengali (Tabel 3)

Konstanta Pengali Skema-V dan Skema-VI (Tabel 3)									
Skema V	X	00	=	1.0					
	X	10	=				1.0	-0.080	
	X	12	- 1b	0.07			-0.02	1.0	0.02
	X	13	- 1c						
	X	20	=	-0.03	1.0	-0.03			
	X	22	- 2b	1.0	0.02	0.033	0.00	-0.06	-0.035
	X	23	- 2c	-0.06		1.0			
	X	42	- 4b	0.03					1.00
	X	44	- 4d					1.00	0.08
Skema VI	Y	10	=				1.0	-0.08	
	Y	12	+ 1b	0.07			-0.02	1.0	0.03
	Y	13	+ 1c						
	Y	20	=	-0.03	1.0	-0.03			
	Y	22	+ 2b	1.0	0.02	0.032	-0.06		-0.035
	Y	23	+ 2c	-0.06		1.0			
	Y	42	+ 4b	0.03				0.01	1.0
	Y	44	+ 4d					1.0	0.08
				So	M2	S2	N2	K1	O1
Untuk Skema VII Konstanta P				696	559	488	566	439	565
Untuk Skema VII Konstanta p					333	345	327	173	160
									307
									535
									318

Tabel 18. Hasil perhitungan skema V dan skema VI

			So	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4
Skema V	X	00	= -53.7	-53.7						
	X	10	= 15972				15972.4	-1277.8		
	X	12 - Y 1b	= -11178	-782.5			223.6	-11178.2		-223.6
	X	13 - Y 1c	= -1046							
	X	20	= 3875	-116.2	3875.0	-116.2				
	X	22 - Y 2b	= 7039	7039.0	105.6	232.3	14.1	-408.3		-246.4
	X	23 - Y 2c	= -1198	71.9		-1197.7				
	X	42 - Y 4b	= 557	16.7						556.7
	X	44 - Y 4d	= -38						-37.6	-3.0
Skema VI	Y	10	= -7055				-7055.1	564.4		
	Y	12 + X 1b	= -3336	-233.5			66.7	-3336.4		-100.1
	Y	13 + X 1c	= 2501							
	Y	20	= -2891	86.7	-2890.5	86.7				
	Y	22 + X 2b	= 2887	2887.5	43.3	92.4		-167.5		-101.1
	Y	23 + X 2c	= -1966	118.0		-1966.1				
	Y	42 + X 4b	= 343	10.3					3.4	342.8
	Y	44 + X 4d	= -197						-197.0	-15.8

6) Penyusun Skema VI

Langkah selanjutnya adalah mengisi kolom pada Skema VII, yaitu:

- a. Baris 1 pada Skema VII, yaitu untuk nilai V: $PR \cos r$, diperoleh dari hasil penjumlahan seluruh nilai yang terdapat pada masing-masing kolom dalam Skema V.
- b. Baris 2 pada Skema VII, yaitu untuk VI: $PR \sin r$, diperoleh dengan menjumlahkan seluruh nilai yang terdapat pada setiap kolom dalam Skema VI.
- c. Nilai pada baris ke 3, yaitu PR, dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:
- d. $PR = \sqrt{(PR \cos r)^2 + (PR \sin r)^2}$
- e. Baris ke 4, yaitu nilai P, diperoleh dari daftar faktor analisis yang disesuaikan untuk periode pengamatan selama 29 hari (piantan) pada masing-masing komponen harmonik pasang surut.
- f. Baris ke 5 untuk f didapatkan menggunakan perhitungan seperti berikut:

$$s = 277,0248 + 48126,8950 T + 0,0011 T^2$$

$$h = 280,1895 + 36000,7689 T + 0,0003 T^2$$

$$p = 334,3853 + 4069,0340 T - 0,0103 T^2$$

$$N = 100,8432 + 1934,4200 T - 0,0021 T^2$$

$$T = (365 (Y-1900) + (D-1)+i)/365$$

D = Hari tengah pengamatan terhadap 1 januari missal tanggal 15

T = banyaknya tahun kabisat dihitung dari tahun 1900.

- g. Baris ke 6 untuk $(1+W)$.
- h. Baris ke 7 untuk V
- i. Untuk Mendapatkan nilai u , harus mendapatkan nilai s , h , p , dan N terlebih dahulu.
- j. Baris ke 9 untuk w .
- k. Baris ke 10 untuk p diidi dengan nilai konstanta harga p .
- l. Baris ke 11 untuk nilai r ditentukan dari persamaan berikut :

$$r \arctan = \frac{PR \sin r}{PR \cos r}$$

- m. Baris ke 12 untuk nilai g didapat dari rumus :

$$n. g = V + u + w + p + r$$

- o. Baris ke 13 untuk nilai A

Tabel 19. Hasil perhitungan skema-VII

Skema VII	So	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4
V : PR cos r	-53.7	6228.8	3980.6	-1081.6	16210.1	-12864.2	-37.6	83.7
V I : PR sin r		2868.9	-2847.2	-1787.0	-6988.3	-2939.4	-193.6	125.9
PR	53.7	6857.8	4894.0	2088.8	17652.3	13195.8	197.2	151.2
Daftar 3a : P	696.0	559.0	448.0	566.0	439.0	565.0	507.0	535.0
Hasil hitung : f		1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	0.9	1.0
Hasil Hitung : 1+W		1.0	0.8	1.2	1.2	1.0	1.0	0.8
Hasil Hitung V		166.2	0.0	255.9	384.2	142.0	-27.7	166.2
Hasil Hitung u		-1.4	0.0	-1.4	-5.0	5.7	-2.7	-1.4
Hasil Hitung w		0.0	-15.0	-2.1	-9.5	0.0	0.0	-15.0
Daftar 3a (3b) : p		333.0	345.0	327.0	173.0	160.0	307.0	318.0
Hasil Hitung : r		24.7	324.4	238.8	336.7	192.9	259.0	56.4
Jumlah : s		522.5	654.5	818.2	879.4	500.6	535.6	524.2
g		162.5	294.5	98.2	159.4	140.6	175.6	164.2
$PR / [P \times fX (1 + W)] = A$	-0.1	12.6	13.2	3.2	30.0	20.3	0.4	0.4

7) Penyusun Skema VIII

- Skema-VIII dibagi menjadi tiga bagian utama, yaitu:
- Bagian pertama digunakan untuk menghitung nilai $(1+w)$ dan w untuk S2 dan MS4.
- Bagian kedua digunakan untuk menghitung nilai $(1+w)$ dan w untuk K1.
- Bagian kedua digunakan untuk menghitung nilai $(1+w)$ dan w untuk N2.

Tabel 20. Hasil perhitungan skema-VIII

w dan $(1 + W)$ utk S2 , MS4		
VII : K1 : V	=	384.197
VII : K1 : u	=	-5.022
Jumlah : V + u	=	379.175
Tabel 5 : S2 : w/f	=	-11.993
Tabel 5 : S2 : W/f	=	-0.139
Nilai : K2 : f	=	1.247
w/f * f = w	=	-14.961
W/f * f = W	=	-0.173
1 + W	=	0.827
w dan $(1 + W)$ utk K1		
VII : K1 : 2V	=	768.395
VII : K1 : u	=	-5.022
Jumlah : 2V + u	=	
Tabel 5 : K1 : w/f	=	43.373
Tabel 5 : K1 : W/f	=	-10.383
Nilai : K1 : f	=	0.261
w/f : f = w	=	-9.501
W/f : f = W	=	0.227
1 + W	=	1.227
w dan $(1 + W)$ utk N2		
VII : M2 : 3V	=	498.503
VII : N2 : 2V	=	511.710
Selisih (M2-N2)	=	-13.207
Tabel 5 : N2 : w	=	-2.089
Tabel 5 : N2 : 1 + W	=	1.185
Skema VIII		

8) Perhitungan Terakhir

Setelah seluruh tahapan perhitungan mulai dari Skema I hingga Skema VIII diselesaikan, hasil akhir dari penerapan metode Admiralty dapat diperoleh, yaitu berupa nilai-nilai konstanta harmonik utama yang mewakili karakteristik pasang surut di lokasi pengamatan. Namun, sebelum hasil akhir tersebut dapat dinyatakan secara lengkap, perlu dilakukan terlebih dahulu perhitungan tambahan untuk menentukan nilai komponen harmonik K2 dan P1. Kedua komponen ini merupakan bagian dari unsur pasang surut yang juga ditampilkan dalam tabel hasil akhir perhitungan, dan penting untuk melengkapi analisis harmonik secara menyeluruh.

Tabel 21. Hasil perhitungan K2 dan P1

M2, O1, =	W = 0 : w = 0
S2 =	f = 1 : V, u = 0
N2, MS4=	f, u sama dengan M2
M4 =	$f = (f M2)^2$ $= 0.944$ $V = (V M2) \times 2$ $= 332.335$ $u = (u M2) \times 2$ $= -2.724$
MS4 =	$V = V M2$ $= 166.168$
K2 =	$A = A S2 \times 0.23$ $= 3.038$ $g = g S2$ $= 294.464$
P1 =	$A = A K1 \times 0.33$ $= 9.894$ $g = g K1$ $= 159.353$

Tabel 22. Rekap hasil perhitungan konstanta harmonik pasang surut

HASIL TERAKHIR										
	So	M2	S2	N2	K2	K1	O1	P1	M4	MS4
A cm	-0.1	12.63	13.21	3.21	3.04	29.98	20.31	9.89	0.41	0.35
g		162.54	294.46	98.22	294.46	159.35	140.56	159.35	175.62	164.21

Penentuan jenis atau tipe pasang surut dilakukan dengan menggunakan rumus bilangan *Formzahl*, yang dirumuskan sebagai berikut:

- Penentuan tipe pasang surut dengan rumus Formzahl

$$F = \frac{K_1 + O_1}{M_2 + S_2}$$

$$F = \frac{29.98 + 20.31}{12.63 + 13.21} = 1.947$$

- Titik acuan muka air surut

$$Z_0 = (M_2 + S_2 + N_2 + K_2 + K_1 + O_1 + P_1 + M_4 + MS_4)$$

$$Z_0 = (12.63 + 13.21 + 3.21 + 3.04 + 29.98 + 20.31 + 9.89 + 0.41 + 0.35)$$

$$Z_0 = 93.03 \text{ cm}$$

- MSL (mean sea level) atau DT (duduk tengah)

$$MSL = S_0$$

$$MSL = -0.1 \text{ cm}$$

- LLWL (lower low water level)

$$LLWL = MSL - (M_2 + S_2) + (K_1 + O_1)$$

$$LLWL = -0.1 - (12.63 + 13.21) + (29.98 + 20.31)$$

$$LLWL = -76.21 \text{ cm}$$

- HHWL (high higher water level)

$$HHWL = MSL + (M_2 + S_2) + (K_1 + O_1)$$

$$HHWL = -0.1 + (12.63 + 13.21) + (29.98 + 20.31)$$

$$HHWL = 76.05 \text{ cm}$$

- Muka air tinggi rerata (*High water Neap*, HWN)

$$HWN = S_o + (K_2 + S_2)$$

$$HWN = -0.1 + (3.04 + 13.21)$$

$$HWN = 16.17 \text{ cm}$$

- Muka air rendah rerata (*Low water Neap*, LWN)

$$LWN = S_o - (K_2 + S_2)$$

$$LWN = -0.1 - (3.04 + 13.21)$$

$$LWN = -16.32 \text{ cm}$$

- Muka air tinggi tertinggi (*High Water Spring*, HWS)

$$HWS = S_o + (M_2 + S_2) + (K_1 + O_1)$$

$$HWS = -0.1 + (12.63 + 13.21) + (29.98 + 20.31)$$

$$HWS = 76.05 \text{ cm}$$

- Muka air rendah terendah (*Low Water Spring*, LWS)

$$LWS = S_o - (M_2 + S_2) + (K_1 + O_1)$$

$$LWS = -0.1 - (12.63 + 13.21) + (29.98 + 20.31)$$

$$LWS = -76.21 \text{ cm}$$

- Pasang tinggi astronomi (*High Astronomical Tide*, HAT)

$$HAT = (S_o + \sum A_1)$$

$$HAT = (0.1 + 93.03)$$

$$HAT = 93.0 \text{ cm}$$

- Pasang rendah astronomi (*Low Astronomical Tide*, LAT)

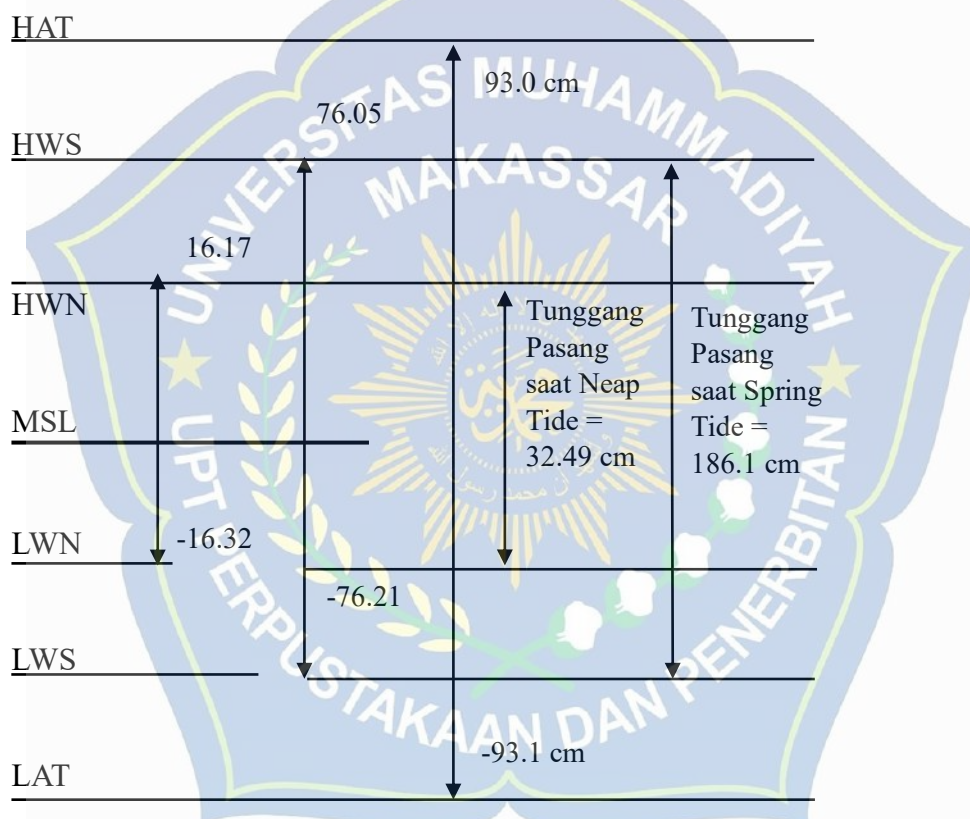
$$LAT = (S_o - \sum A_1)$$

$$LAT = (0,1 - 93.03)$$

$$LAT = -93.1 \text{ cm}$$

Tabel 23. Rekap hasil perhitungan jenis pasang surut

F (formzahl)	1.947
MSL / DT	-0.1
LLWL	-76.21
HHWL	76.05



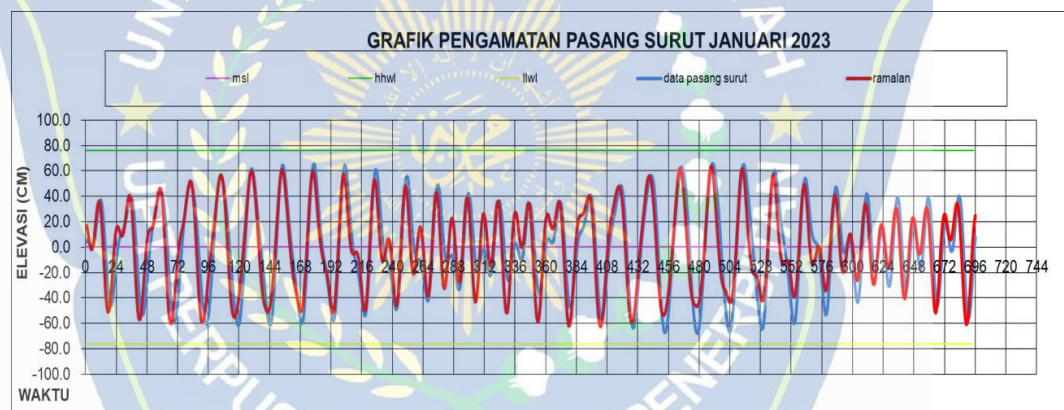
Gambar 18. Tunggang pasang surut

Setelah diperoleh hasil akhir dari perhitungan data pasang surut menggunakan metode Admiralty, selanjutnya dilakukan analisis karakteristik pasang surut berdasarkan konstanta harmonik yang dihasilkan. Dari hasil analisis tersebut, diketahui bahwa nilai *Formzahl* (F) sebesar 1,947. Nilai ini menunjukkan bahwa tipe pasang surut di wilayah Pulau Gusung tergolong

pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide, mainly diurnal*).

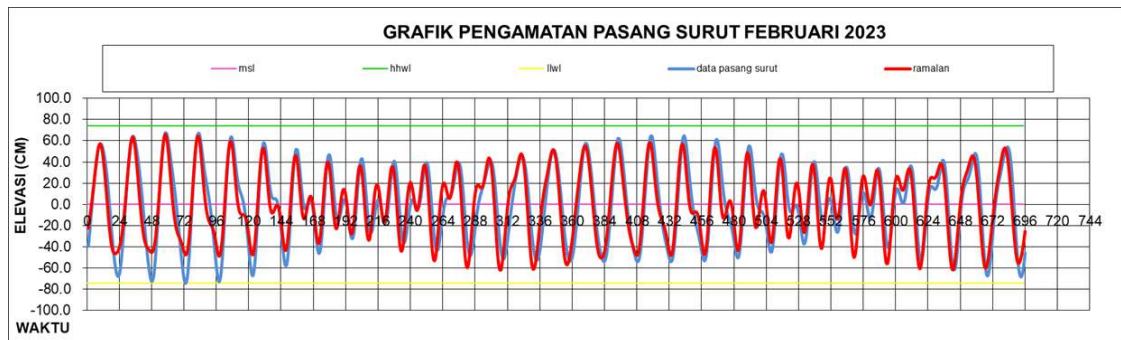
Tipe pasang surut ini umumnya mengalami satu kali pasang dan satu kali surut per hari, namun pada periode tertentu dapat terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode berbeda. Pola ini menunjukkan keseimbangan antara komponen diurnal dan semi-diurnal, dengan dominasi komponen diurnal.

Untuk perhitungan pasang surut pada bulan selanjutnya menggunakan metode yang sama yaitu, metode admiralty. Gambar grafik pasang surut untuk bulan januari hingga desember dijelaskan berikut:



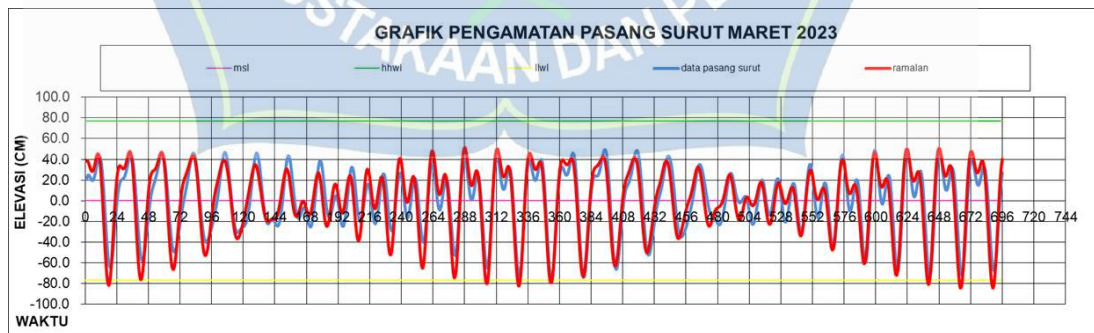
Gambar 19. Grafik Pasang Surut januari 2023

Berdasarkan grafik hasil pengamatan pasang surut pada bulan Januari 2023, terlihat bahwa tinggi muka air laut mengalami perubahan secara periodik dengan pola pasang surut yang relatif konsisten sepanjang periode tersebut. Garis biru pada grafik merepresentasikan data observasi, sementara garis merah menunjukkan hasil prediksi yang secara umum mengikuti pola yang serupa dengan data observasi. Adapun nilai HHWL nya bernilai 76,05 cm dan nilai LLWL nya bernilai -76,21 cm.



Gambar 20. Grafik pengamatan pasang surut february 2023

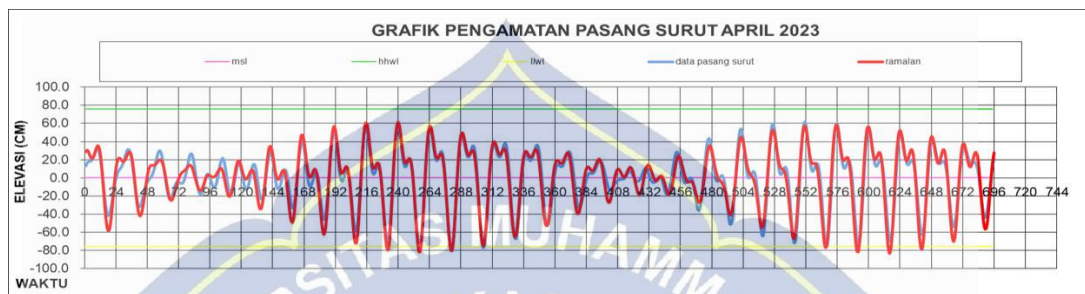
Grafik pengamatan pasang surut bulan Februari 2023 menunjukkan bahwa tinggi permukaan air laut mengalami fluktuasi secara periodik, mencerminkan siklus pasang surut yang teratur. Garis biru pada grafik yang menggambarkan data hasil observasi menunjukkan pola yang sangat mirip dengan garis merah yang merupakan hasil peramalan, sehingga dapat disimpulkan bahwa model prediksi memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Secara keseluruhan, pola pasang surut selama bulan Februari 2023 terlihat cukup stabil dan dapat diprediksi dengan baik. Adapun nilai HHWL nya bernilai 74,26 cm dan nilai LLWL nya bernilai -74,34 cm.



Gambar 21. Grafik pengamatan pasang surut maret 2023

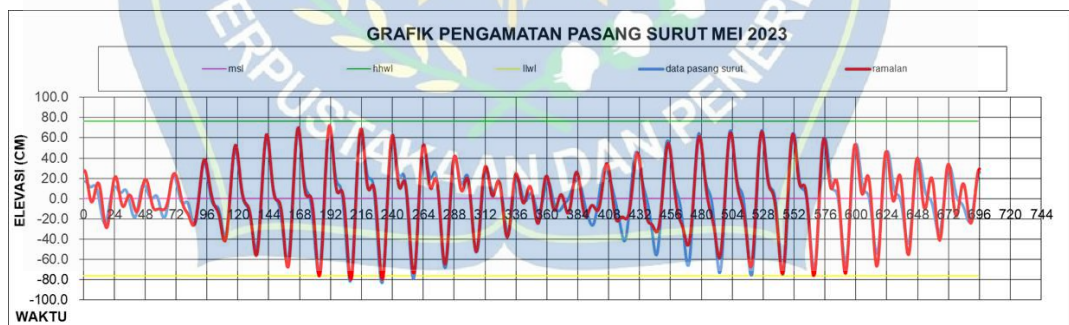
Grafik pasang surut bulan Maret 2023 menunjukkan bahwa elevasi muka air laut mengalami fluktuasi secara periodik dengan pola yang konsisten. Data

ini mengindikasikan bahwa pola pasang surut selama bulan Maret relatif stabil, dan hasil prediksi menunjukkan tingkat kecocokan yang tinggi terhadap data observasi lapangan. Adapun nilai HHWL nya bernilai 76,64 cm dan nilai LLWL nya bernilai -76,57 cm.



Gambar 22. Grafik pengamatan pasang surut april 2023

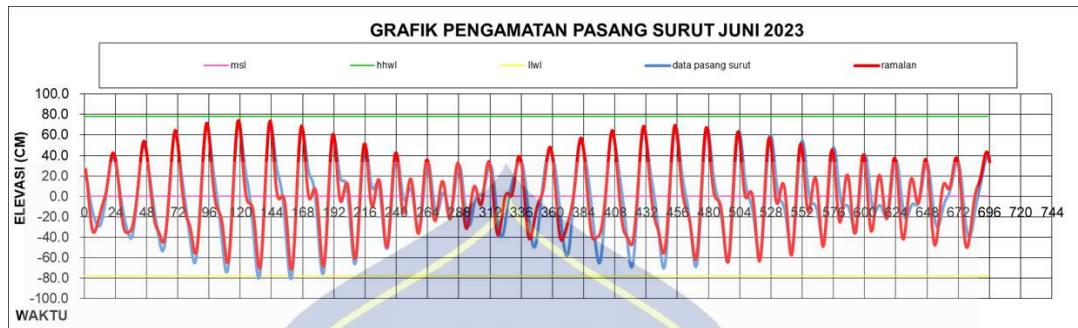
Grafik pasang surut bulan April 2023 memperlihatkan fluktuasi elevasi muka air laut yang cukup mencolok. Data ini mengindikasikan bahwa pola pasang surut selama bulan April relatif stabil. Adapun nilai HHWL nya bernilai 75,48 cm dan nilai LLWL nya bernilai -75,36cm.



Gambar 23. Grafik pengamatan pasang surut mei 2023

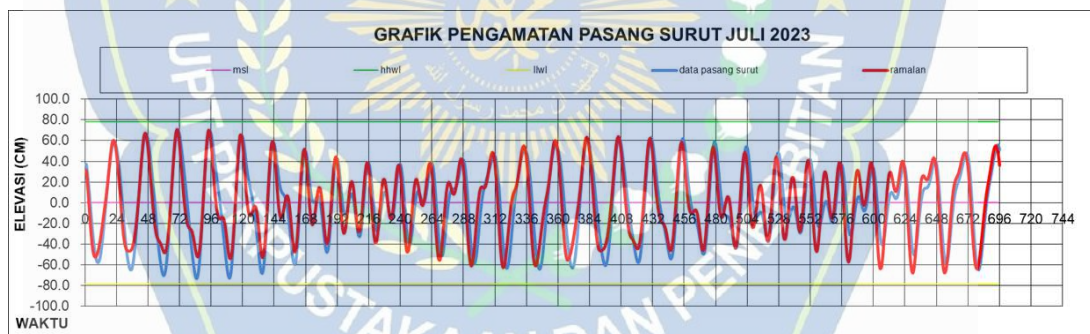
Grafik pasang surut bulan Mei 2023 menunjukkan bahwa elevasi muka air laut berfluktuasi secara periodic. Data ini mengindikasikan bahwa pola pasang

surut selama bulan Mei relatif stabil. Adapun nilai HHWL nya bernilai 76,47 cm dan nilai LLWL nya bernilai -76,31 cm.



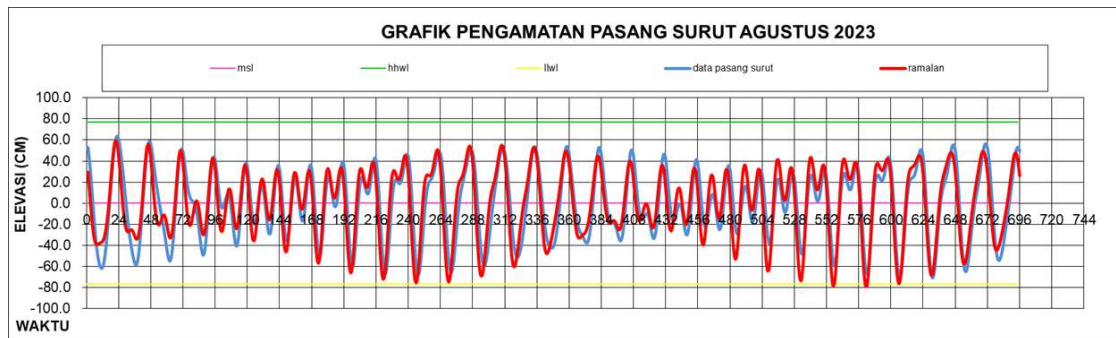
Gambar 24. Grafik pengamatan pasang surut juni 2023

Grafik pasang surut bulan Juni 2023 memperlihatkan variasi elevasi muka air laut yang terjadi secara periodic. Selama periode ini, adapun nilai HHWL nya bernilai 77,91 cm dan nilai LLWL nya bernilai -77,75 cm.



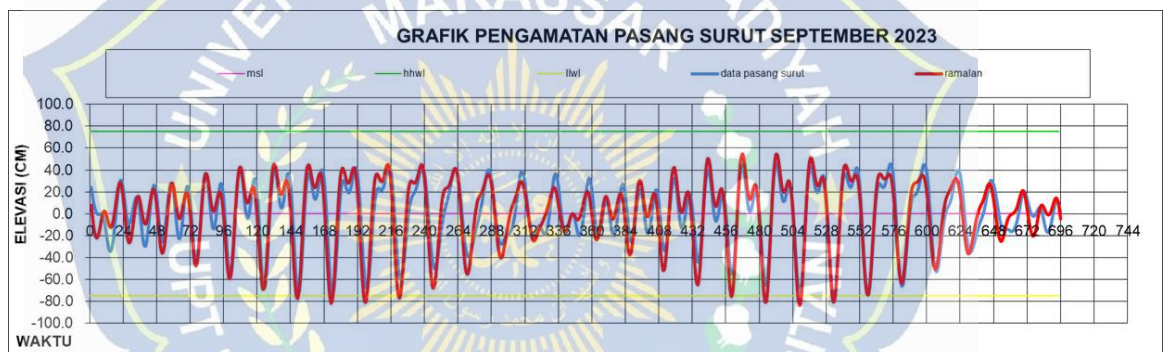
Gambar 25. Grafik pengamatan pasang surut juli 2023

Grafik pasang surut bulan Juli 2023 menunjukkan fluktuasi periodik elevasi muka air laut. Adapun nilai HHWL nya bernilai 78,27 cm dan nilai LLWL nya bernilai -78,17 cm.



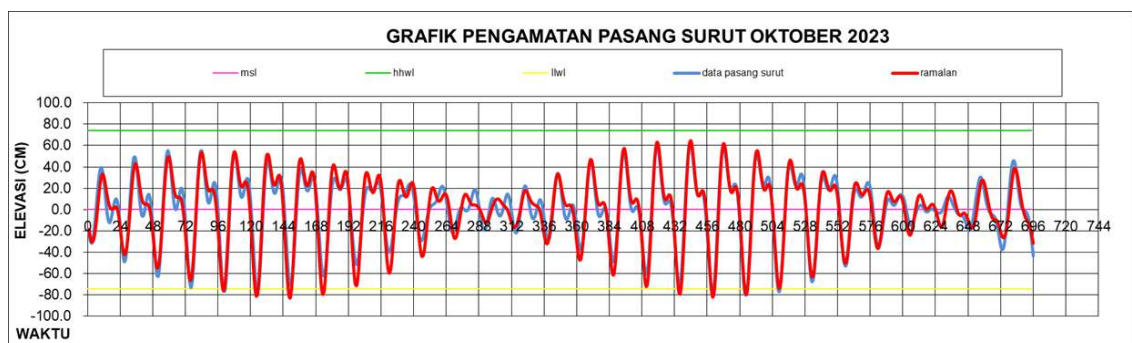
Gambar 26. Grafik pengamatan pasang surut agustus 2023

Grafik pasang surut bulan Agustus 2023 memperlihatkan fluktuasi elevasi muka air laut yang berlangsung secara periodic. Sementara itu, Adapun nilai HHWL nya bernilai 76,79 cm dan nilai LLWL nya bernilai -76,84 cm.



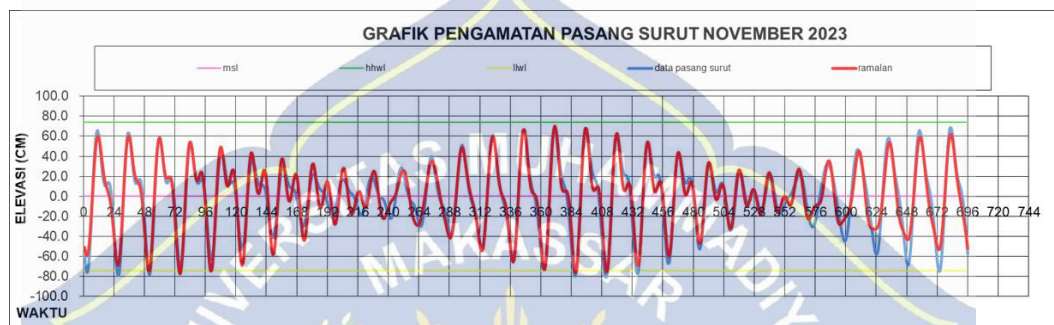
Gambar 27. Grafik pengamatan pasang surut september 2023

Grafik pasang surut bulan Agustus 2023 menunjukkan bahwa elevasi muka air laut berfluktuasi secara periodic. Selama periode ini, adapun nilai HHWL nya bernilai 75,08 cm dan nilai LLWL nya bernilai -75,15 cm.



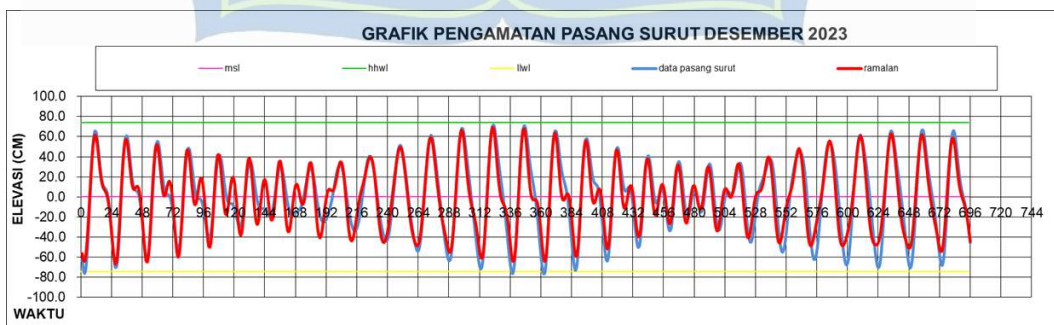
Gambar 28. Grafik pengamatan pasang surut oktober 2023

Grafik di atas menyajikan hasil pengamatan pasang surut air laut sepanjang bulan Oktober 2023, ditampilkan dalam bentuk elevasi (cm) terhadap waktu. Terlihat bahwa pola pasang surut harian berlangsung secara konsisten. Adapun nilai HHWL nya bernilai 74,09 cm dan nilai LLWL nya bernilai -74,15 cm.



Gambar 29. Grafik pengamatan pasang surut november 2023

Grafik di atas menggambarkan hasil pengamatan pasang surut air laut selama bulan November 2023. Garis biru menunjukkan data observasi aktual, sementara garis merah merepresentasikan hasil prediksi yang sangat mendekati pola observasi tersebut. Pola pasang surut terlihat berfluktuasi secara periodik dengan kestabilan yang relatif konsisten. Adapun nilai HHWL nya bernilai 74,21 cm dan nilai LLWL nya bernilai -74,30 cm.



Gambar 30. Grafik pengamatan pasang surut desember 2023

Grafik di atas menyajikan data hasil pengamatan pasang surut air laut selama bulan Desember 2023. Pola fluktuasi pasang surut berlangsung secara berkala. Adapun nilai HHWL nya bernilai 73,90 cm dan nilai LLWL nya bernilai -74,03 cm.

Untuk perhitungan jenis pasang surut bulan selanjutnya di tampilkan dalam rekap hasil perhitungan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 24. Rekap hasil perhitungan jenis pasang surut januari sampai desember 2023

Bulan	Nilai F	MSL/DT	LLWL	HHWL
Jan-23	1.947	-0.1	-76.21	76.05
Feb-23	1.886	-0.04	-74.34	74.26
Mar-23	1.907	0.03	-76.57	76.64
Apr-23	1.876	0.06	-75.36	75.48
May-23	1.819	0.08	-76.31	76.47
Jun-23	1.721	0.08	-77.75	77.91
Jul-23	1.724	0.05	-78.17	78.27
Aug-23	1.812	-0.03	-76.84	76.79
Sep-23	1.872	-0.03	-75.15	75.08
Oct-23	1.857	-0.03	-74.15	74.09
Nov-23	1.871	-0.04	-74.30	74.21
Dec-23	1.940	-0.07	-74.03	73.90

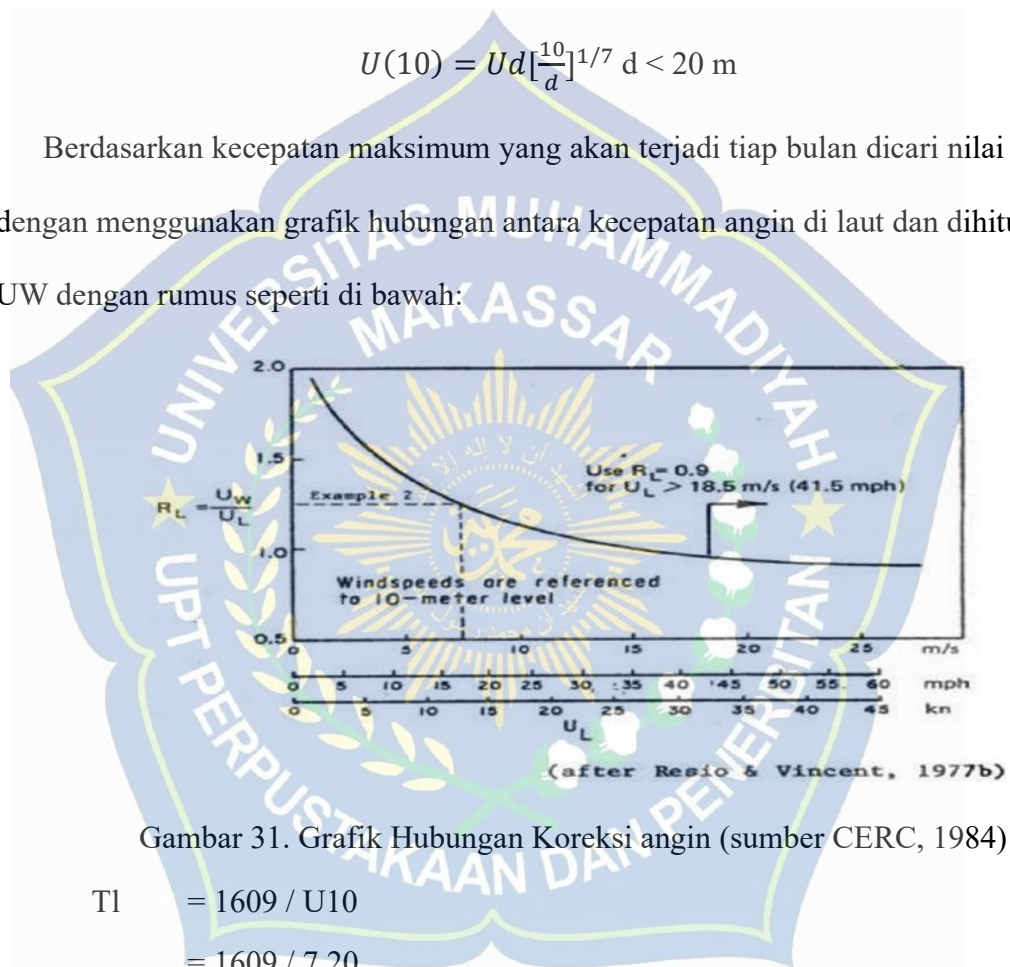
Berdasarkan tabel di atas, nilai Formzahl selama periode Januari hingga Desember 2023 berada dalam kisaran $1,5 < F < 3,0$. Hal ini menunjukkan bahwa pola pasang surut yang terjadi termasuk dalam tipe campuran yang condong ke harian tunggal. Pada tipe ini, dalam satu hari umumnya terjadi satu kali pasang dan satu kali surut, meskipun sesekali dapat terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan ketinggian serta periode yang tidak sama.

D. Peramalan Tinggi dan Periode Gelombang

Untuk keperluan peramalan gelombang biasanya digunakan data kecepatan angin pada ketinggian 10 m. Apabila kecepatan tidak diukur pada ketinggian tersebut maka kecepatan angin perlu di koreksi terhadap ketinggian dengan rumus sebagai berikut (Pratikto. dkk, 2000):

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

Berdasarkan kecepatan maksimum yang akan terjadi tiap bulan dicari nilai R_L dengan menggunakan grafik hubungan antara kecepatan angin di laut dan dihitung U_W dengan rumus seperti di bawah:



Gambar 31. Grafik Hubungan Koreksi angin (sumber CERC, 1984)

$$\begin{aligned} Tl &= 1609 / U_{10} \\ &= 1609 / 7,20 \\ &= 223,47 \text{ m/dtk} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_{3600} &= U_{10} / R_L \\ &= 7,20 / 0,9 \\ &= 8,00 \text{ m/dtk} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_s &= U_{3600} \times R_T \\ &= 8,00 \times 1,3715 \end{aligned}$$

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

Hitung U_w dengan rumus :

$$\begin{aligned} U_w &= U_s \times RL \\ &= 10,97 \times 0,9 \\ &= 9,87 \text{ m/dtk} \end{aligned}$$

Hitung U_a dengan Rumus :

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

Keterangan :

U_{3600} : kecepatan rata-rata durasi 3600 detik

U_s : koreksi stabilitas

RL : faktor reduksi

RT : koefisien stabilitas

U_A : wind stress factor

U_L = Kecepatan angin didarat

RL = Faktor Edukasi

RT = Koefisien Stabilitas

U_W = Koereksi Lokasi

U_A = Wind stress factor (Factor tegangan angin)

Tabel 25. Rekap hasil perhitungan parameter gelombang 2019

bulan	Tahun	derajat	Arah	WindSpd	U10	t1	RL	U3600	RT	US	Uw	UA	Fetch
				(m/s)	(m/dtk)	(dtk)		(m/dtk)		m/dtk	(m/dtk)	(cm/dtk)	(m/dtk)
1	2019	320	NW	7.20	7.20	223.47	0.9	8.00	1.37	10.97	9.87	11.87	319719
2	2019	330	NW	2.7	2.70	595.93	0.9	3.00	1.37	4.11	3.70	3.55	319719
3	2019	335	NW	5.1	5.10	315.49	0.9	5.67	1.37	7.77	6.99	7.77	319719
4	2019	110	SE	0.9	0.90	1787.78	0.9	1.00	1.37	1.37	1.23	0.92	306
5	2019	150	SE	6.9	6.90	233.19	0.9	7.67	1.37	10.51	9.46	11.27	306
6	2019	140	SE	9.1	9.10	176.81	0.9	10.11	1.37	13.87	12.48	15.84	306
7	2019	130	SE	8.1	8.10	198.64	0.9	9.00	1.37	12.34	11.11	13.72	306
8	2019	140	SE	9.4	9.40	171.17	0.9	10.44	1.37	14.32	12.89	16.48	306
9	2019	140	SE	9.2	9.20	174.89	0.9	10.22	1.37	14.02	12.62	16.05	306
10	2019	150	SE	9.4	9.40	171.17	0.9	10.44	1.37	14.32	12.89	16.48	306
11	2019	160	S	8	8.00	201.13	0.9	8.89	1.37	12.19	10.97	13.51	448
12	2019	300	NW	1.6	1.60	1005.63	0.9	1.78	1.37	2.44	2.19	1.87	319719

Lanjutan Tabel 26. Hasil Perhitungan parameter gelombang 2019

t	Cek	t min	Limited	Fetch Min	H	T
(dtk)				(m)	(m)	(dtk)
3600	Nonfully	65872	Durasi Ltd	4085	0.39	2.27
7200	fully	98480	-	319719	0.09	2.95
10800	fully	75876	-	319719	0.19	6.44
3600	Nonfully	1502	Fetch Ltd	306	0.01	0.41
7200	Nonfully	652	Fetch Ltd	306	0.10	0.94
10800	Nonfully	582	Fetch Ltd	306	0.14	1.06
14400	Nonfully	610	Fetch Ltd	306	0.12	1.01
18000	Nonfully	574	Fetch Ltd	306	0.15	1.07
21600	Nonfully	579	Fetch Ltd	306	0.14	1.06
25200	Nonfully	574	Fetch Ltd	306	0.15	1.07
3600	Nonfully	790	Fetch Ltd	448	0.15	1.14
3600	fully	122045	-	319719	0.05	1.55

Keterangan:

1. Durasi Ltd (*Duration Limited*) Yaitu pembetulan gelombang dibatasi oleh durasi angin bertiup.
2. Fetch Ltd (*Fetch Limited*) Yaitu pembentukan gelombang dibatasi oleh Panjang fetch (jarak terbuka tempat angin bertiup di atas laut). di sebut fetch ltd karena fetch tidak cukup Panjang untuk menghasilkan gelombang besar meskipun cukup lama bertiup.
3. Dan kenapa ada yang kosong karena tidak ada pembatas yg relevan baik dari durasi maupun fetch tidak membatasi (gelombang sudah dalam kondisi *fully developed* atau sudah mencapai nilai maksimum berdasarkan parameter gelombang

Tabel 27. Rekap hasil perhitungan parameter gelombang 2020

bulan	Tahun	derajat	Arah	WindSpd	U10	t1	RL	U3600	RT	US	Uw	UA	Fetch
				(m/s)	(m/dtk)	(dtk)		(m/dtk)		(m/dtk)	(m/dtk)	(cm/dtk)	(m/dtk)
1	2020	310	NW	6.4	6.40	251.41	0.9	7.11	1.37	9.75	8.78	10.27	319719
2	2020	320	NW	6.1	6.10	263.77	0.9	6.78	1.37	9.30	8.37	9.68	319719
3	2020	330	NW	2.6	2.60	618.85	0.9	2.89	1.37	3.96	3.57	3.39	319719
4	2020	110	E	1.8	1.80	893.89	0.9	2.00	1.37	2.74	2.47	2.16	408
5	2020	130	SE	4.8	4.80	0.00	0.9	5.33	1.37	7.31	6.58	7.21	306
6	2020	135	SE	8.2	8.20	0.00	0.9	9.11	1.37	12.50	11.25	13.93	306
7	2020	135	SE	9.3	9.30	173.01	0.9	10.33	1.37	14.17	12.75	16.26	306
8	2020	134	SE	7.8	7.80	206.28	0.9	8.67	1.37	11.89	10.70	13.10	306
9	2020	140	SE	8.9	8.90	180.79	0.9	9.89	1.37	13.56	12.21	15.41	306
10	2020	150	SE	6.8	6.80	236.62	0.9	7.56	1.37	10.36	9.33	11.07	306
11	2020	150	SE	2.3	2.30	699.57	0.9	2.56	1.37	3.50	3.15	2.92	306
12	2020	310	NW	5.8	5.80	277.41	0.9	6.44	1.37	8.84	7.95	9.10	319719

Lanjutan Tabel 28. Hasil perhitungan parameter gelombang 2020

t	Cek	t min	Limited	Fetch Min	H	T
(dtk)				(m)	(m)	(dtk)
7200	Nonfully	69131	Durasi Ltd	10746	0.54	2.99
10800	Nonfully	70505	Durasi Ltd	19168	0.68	3.56
14400	fully	100016	-	319719	0.08	2.81
3600	Nonfully	1369	Fetch Ltd	408	0.02	0.60
3600	Nonfully	756	Fetch Ltd	306	0.06	0.81
7200	Nonfully	607	Fetch Ltd	306	0.12	1.01
10800	Nonfully	577	Fetch Ltd	306	0.15	1.06
14400	Nonfully	620	Fetch Ltd	306	0.12	0.99
18000	Nonfully	587	Fetch Ltd	306	0.14	1.05
21600	Nonfully	656	Fetch Ltd	306	0.10	0.94
25200	Nonfully	1022	Fetch Ltd	306	0.03	0.60
3600	fully	71978	-	319719	0.23	7.55

Tabel 29. Rekap hasil perhitungan parameter gelombang 2021

bulan	Tahun	derajat	Arah	WindSpd	U10	t1	RL	U3600	RT	US	Uw	UA	Fetch
				(m/s)	(m/dtk)	(dtk)		(m/dtk)		(m/dtk)	(m/dtk)	(cm/dtk)	
1	2021	310	NW	7	7.00	229.86	0.9	7.78	1.37	10.67	9.60	11.47	319719
2	2021	310	NW	6.4	6.40	251.41	0.9	7.11	1.37	9.75	8.78	10.27	319719
3	2021	330	NW	3.7	3.70	434.86	0.9	4.11	1.37	5.64	5.07	5.23	319719
4	2021	180	S	2.8	2.80	574.64	0.9	3.11	1.37	4.27	3.84	3.72	448
5	2021	140	SE	5.1	5.10	315.49	0.9	5.67	1.37	7.77	6.99	7.77	306
6	2021	130	SE	3.8	3.80	423.42	0.9	4.22	1.37	5.79	5.21	5.41	306
7	2021	140	SE	6.4	6.40	251.41	0.9	7.11	1.37	9.75	8.78	10.27	306
8	2021	140	SE	6.2	6.20	259.52	0.9	6.89	1.37	9.45	8.50	9.88	306
9	2021	140	SE	5.6	5.60	287.32	0.9	6.22	1.37	8.53	7.68	8.72	306
10	2021	160	S	7.8	7.80	206.28	0.9	8.67	1.37	11.89	10.70	13.10	448
11	2021	340	N	1.8	1.80	893.89	0.9	2.00	1.37	2.74	2.47	2.16	143569
12	2021	310	NW	6.3	6.30	255.40	0.9	7.00	1.37	9.60	8.64	10.07	319719

Lanjutan Tabel 30. Hasil perhitungan parameter gelombang 2021

t	Cek	t min	Limited	Fetch Min	H	T
(dtk)				(m)	(m)	(dtk)
7200	Nonfully	66637	Durasi Ltd	11355	0.62	3.16
10800	Nonfully	69131	Durasi Ltd	19742	0.74	3.66
14400	fully	86546	-	319719	0.13	4.34
3600	Nonfully	1215	Fetch Ltd	448	0.04	0.74
3600	Nonfully	738	Fetch Ltd	306	0.07	0.83
7200	Nonfully	832	Fetch Ltd	306	0.05	0.74
10800	Nonfully	672	Fetch Ltd	306	0.09	0.91
14400	Nonfully	681	Fetch Ltd	306	0.09	0.90
18000	Nonfully	710	Fetch Ltd	306	0.08	0.87
3600	Nonfully	799	Fetch Ltd	448	0.14	1.12
3600	fully	68193	-	143569	0.05	1.79

Tabel 31. Rekap hasil perhitungan parameter gelombang 2022

bulan	Tahun	derajat	Arah	WindSpd	U10	t1	RL	U3600	RT	US	Uw	UA	Fetch
				(m/s)	(m/dtk)	(dtk)		(m/dtk)		(m/dtk)	(m/dtk)	(cm/dtk)	(m/dtk)
1	2022	309	NW	8.2	8.20	196.22	0.9	9.11	1.37	12.50	11.25	13.93	319719
2	2022	313	NW	6.8	6.80	236.62	0.9	7.56	1.37	10.36	9.33	11.07	319719
3	2022	340	N	3.1	3.10	519.03	0.9	3.44	1.37	4.72	4.25	4.21	143569
4	2022	141	SE	2.1	2.10	766.19	0.9	2.33	1.37	3.20	2.88	2.61	306
5	2022	126	SE	2.4	2.40	670.42	0.9	2.67	1.37	3.66	3.29	3.07	306
6	2022	126	SE	4.3	4.30	374.19	0.9	4.78	1.37	6.55	5.90	6.30	306
7	2022	131	SE	6.9	6.90	233.19	0.9	7.67	1.37	10.51	9.46	11.27	306
8	2022	138	SE	6.1	6.10	263.77	0.9	6.78	1.37	9.30	8.37	9.68	306
9	2022	148	SE	8.2	8.20	196.22	0.9	9.11	1.37	12.50	11.25	13.93	306
10	2022	144	SE	2.8	2.80	574.64	0.9	3.11	1.37	4.27	3.84	3.72	306
11	2022	343	N	1.6	1.60	1005.63	0.9	1.78	1.37	2.44	2.19	1.87	143569
12	2022	350	N	4.6	4.60	349.78	0.9	5.11	1.37	7.01	6.31	6.84	143569

Lanjutan Tabel 32. Hasil perhitungan parameter gelombang 2022

t	Cek	t min	Limited	Fetch Min	H	T
(dtk)				(m)	(m)	(dtk)
7200	Nonfully	62452	Durasi Ltd	12516	0.80	3.48
10800	Nonfully	67434	Durasi Ltd	20492	0.81	3.80
3600	fully	54569	-	143569	0.10	3.49
3600	Nonfully	1061	Fetch Ltd	306	0.02	0.58
7200	Nonfully	1005	Fetch Ltd	306	0.03	0.61
10800	Nonfully	791	Fetch Ltd	306	0.06	0.78
14400	Nonfully	652	Fetch Ltd	306	0.10	0.94
18000	Nonfully	685	Fetch Ltd	306	0.09	0.90
21600	Nonfully	607	Fetch Ltd	306	0.12	1.01
25200	Nonfully	943	Fetch Ltd	306	0.03	0.65
3600	fully	71567	-	143569	0.05	1.55
7200	Nonfully	46416	Durasi Ltd	8771	0.33	2.44

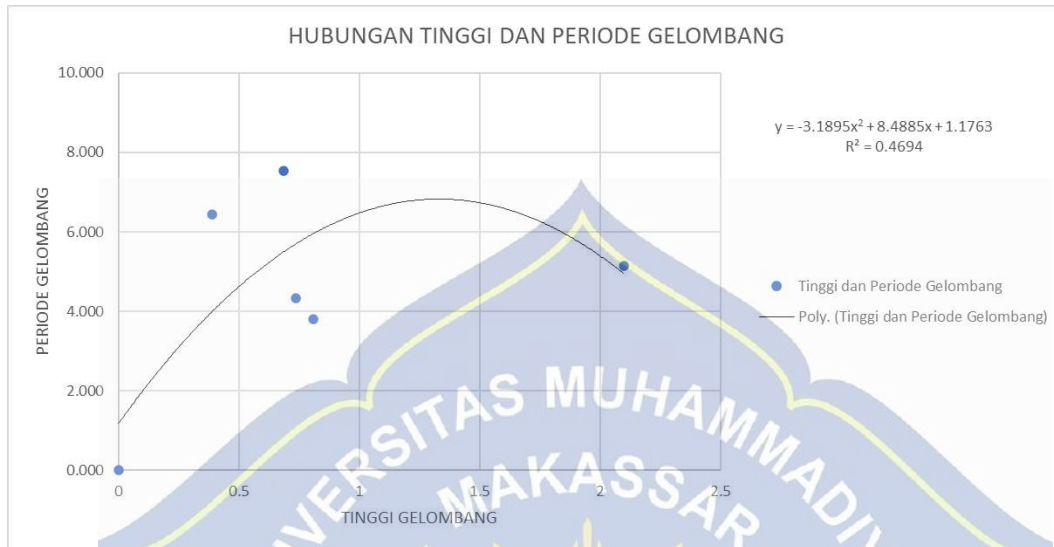
Tabel 33. Rekap hasil perhitungan parameter gelombang 2023

bulan	Tahun	derajat	Arah	WindSpd	U10	t1	RL	U3600	RT	US	Uw	UA	Fetch
				(m/s)	(m/dtk)	(dtk)		(m/dtk)		(m/dtk)	(m/dtk)	(cm/dtk)	(m/dtk)
1	2023	290	W	17.3	17.30	93.01	0.9	19.22	1.37	26.36	23.73	34.90	459829
2	2023	290	W	15.4	15.40	104.48	0.9	17.11	1.37	23.47	21.12	30.25	459829
3	2023	20	N	10.2	10.20	157.75	0.9	11.33	1.37	15.54	13.99	18.22	143569
4	2023	310	NW	9.7	9.70	165.88	0.9	10.78	1.37	14.78	13.30	17.13	319719
5	2023	172	S	11.5	11.50	139.91	0.9	12.78	1.37	17.52	15.77	21.12	448
6	2023	102	E	6.2	6.20	259.52	0.9	6.89	1.37	9.45	8.50	9.88	408
7	2023	130	SE	11.5	11.50	139.91	0.9	12.78	1.37	17.52	15.77	21.12	306
8	2023	130	SE	9.8	9.80	164.18	0.9	10.89	1.37	14.93	13.44	17.35	306
9	2023	140	SE	14.5	14.50	110.97	0.9	16.11	1.37	22.10	19.89	28.09	306
10	2023	115	SE	7.6	7.60	211.71	0.9	8.44	1.37	11.58	10.42	12.69	306
11	2023	135	SE	5.5	5.50	292.55	0.9	6.11	1.37	8.38	7.54	8.52	306
12	2023	340	N	5.8	5.80	277.41	0.9	6.44	1.37	8.84	7.95	9.10	143569

Lanjutan Tabel 34. Hasil perhitungan parameter gelombang 2023

t	Cek	t min	Limited	Fetch Min	H	T
(dtk)				(m)	(m)	(dtk)
3600	Nonfully	58591	Durasi Ltd	7003	1.49	3.90
7200	Nonfully	61453	Durasi Ltd	18441	2.10	5.13
3600	Nonfully	33487	Durasi Ltd	5061	0.66	2.82
3600	Nonfully	58295	Durasi Ltd	4907	0.61	2.73
3600	Nonfully	681	Fetch Ltd	448	0.23	1.32
3600	Nonfully	824	Fetch Ltd	408	0.10	0.99
3600	Nonfully	529	Fetch Ltd	306	0.19	1.16
7200	Nonfully	564	Fetch Ltd	306	0.16	1.09
10800	Nonfully	481	Fetch Ltd	306	0.25	1.28
14400	Nonfully	626	Fetch Ltd	306	0.11	0.98
18000	Nonfully	715	Fetch Ltd	306	0.08	0.86
3600	Nonfully	42208	Durasi Ltd	3576	0.28	1.99

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



Gambar 32. Hubungan antara tinggi gelombang dan periode gelombang
Berdasarkan hasil grafik hubungan tinggi dan periode gelombang pada tahun 2019-2023 diperoleh hasil persamaan nilai $y = -3.1895x^2 + 8.4885x + 1.1763$

9) Panjang Gelombang

Untuk menentukan panjang gelombang pada bulan Januari menggunakan rumus:

$$L_0 = 1.56 * T_0^2$$

Dengan :

L_0 = Panjang gelombang

T_0 = Periode gelombang

Dimana diketahui tinggi gelombang pada bulan Januari 2023 adalah 2.25 m

dan untuk menentukan periode gelombang dengan rumus:

$$T0 = -3.1895 * Ho^2 + 8.4885 * Ho + 1.1763$$

$$T0 = -3.1895 * 2.252 + 8.4885 * 2.25 + 1.1763$$

$$T0 = 4.13 \text{ det}$$

Untuk periode gelombang pada bulan Januari 2023 yaitu 4.13 detik, panjang gelombangnya adalah

$$L0 = 1,56 * T0^2$$

$$L0 = 1,56 * 4.132$$

$$L0 = 26.59 \text{ m}$$

Tabel 35. Hasil perhitungan periode dan panjang gelombang tahun 2019

Tahun	Bulan	Tinggi Gelombang (m)	Periode Gelombang (m/s)	Panjang Gelombang (m)
2019	Januari	2.15	4.68	38.93
	Februari	1.00	6.48	45.22
	Maret	1.25	6.80	54.54
	April	0.60	5.12	22.87
	Mei	0.65	5.35	25.86
	Juni	0.75	5.75	31.79
	Juli	0.80	5.93	34.69
	Agustus	0.85	6.09	37.50
	September	1.00	6.48	45.22
	Oktober	0.85	6.09	37.50
	November	0.65	5.35	25.86
	Desember	0.30	3.44	6.82



Gambar 33. Grafik tinggi gelombang 2019

Pada bulan Januari, tinggi gelombang mencapai puncaknya sebesar 2,25 meter, kemudian mengalami penurunan dan cenderung stabil di bawah 1 meter sejak April hingga Desember, dengan sedikit peningkatan menjadi 1,00 meter pada bulan September.

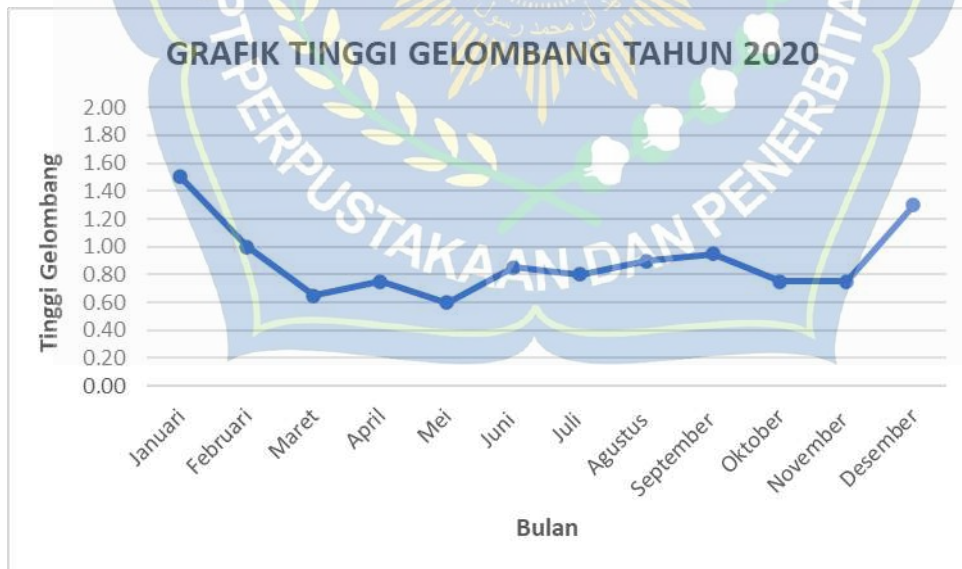


Gambar 34. Grafik panjang gelombang 2019

Panjang gelombang mencapai nilai tertinggi pada bulan Maret sebesar 54,54 meter, kemudian mengalami penurunan signifikan pada April menjadi 22,87 meter, sebelum kembali meningkat hingga Oktober dan kembali turun secara tajam di bulan Desember..

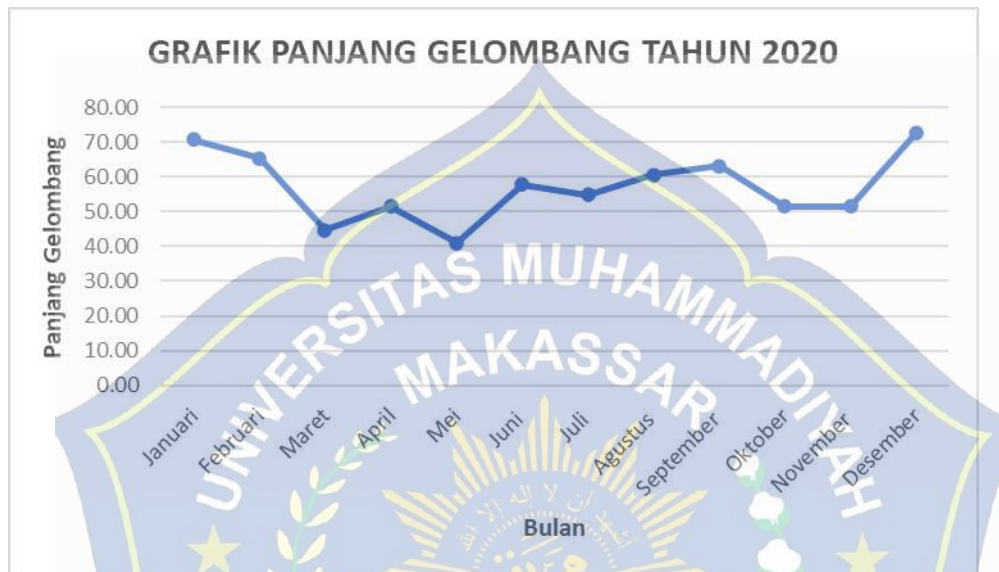
Tabel 36. Hasil perhitungan periode dan panjang gelombang 2020

Tahun	Bulan	Tinggi Gelombang (m)	Periode Gelombang (m/s)	Panjang Gelombang (m)
2020	Januari	1.50	6.73	70.71
	Februari	1.00	6.48	65.41
	Maret	0.65	5.35	44.59
	April	0.75	5.75	51.55
	Mei	0.60	5.12	40.91
	Juni	0.85	6.09	57.80
	Juli	0.80	5.93	54.78
	Agustus	0.90	6.23	60.60
	September	0.95	6.36	63.14
	Oktober	0.75	5.75	51.55
	November	0.75	5.75	51.55
	Desember	1.30	6.82	72.58



Gambar 35. Grafik tinggi gelombang 2020

Pada tahun 2020, tinggi gelombang tertinggi tercatat pada bulan Januari dengan nilai sekitar 1,50 meter. Setelah itu, gelombang mengalami penurunan hingga bulan Mei. Selanjutnya, tinggi gelombang cenderung stabil di rentang 0,7 hingga 1 meter, lalu kembali meningkat pada bulan Desember mencapai sekitar 1,3 meter.



Gambar 36. Grafik panjang gelombang 2020

Pada tahun 2020, panjang gelombang tertinggi tercatat pada bulan Desember dengan nilai sekitar 70,71 meter. Setelah mengalami penurunan dari bulan Januari hingga Mei, panjang gelombang relatif stabil dan kembali mengalami kenaikan menjelang akhir tahun.

Tabel 37. Hasil perhitungan periode dan panjang gelombang tahun 2021

Tahun	Bulan	Tinggi Gelombang (m)	Periode Gelombang (m/s)	Panjang Gelombang (m)
2021	Januari	1.30	6.82	72.58
	Februari	1.25	6.80	72.21
	Maret	0.90	6.23	60.60
	April	1.60	6.59	67.81
	Mei	0.50	4.62	33.34
	Juni	0.50	4.62	33.34
	Juli	0.75	5.75	51.55
	Agustus	0.85	6.09	57.80
	September	0.90	6.23	60.60
	Oktober	0.80	5.93	54.78
	November	0.60	5.12	40.91
	Desember	2.00	5.40	45.41



Gambar 37. Grafik tinggi gelombang tahun 2021

Pada tahun 2021, tinggi gelombang mencapai puncaknya pada bulan Desember dengan nilai sekitar 2,00 meter. Setelah mengalami variasi di awal tahun dan penurunan pada periode Mei hingga Juni, tinggi gelombang cenderung stabil antara 0,6 hingga 0,9 meter, lalu kembali meningkat secara signifikan menjelang akhir tahun.



Gambar 38. Grafik panjang gelombang tahun 2021

Pada tahun 2021, panjang gelombang tertinggi tercatat pada bulan Januari hingga Februari sebesar 72,58 meter. Nilainya kemudian menurun drastis pada bulan Mei hingga Juni, lalu mengalami kenaikan kembali hingga mencapai puncak di bulan September sebelum kembali melemah di penghujung tahun..

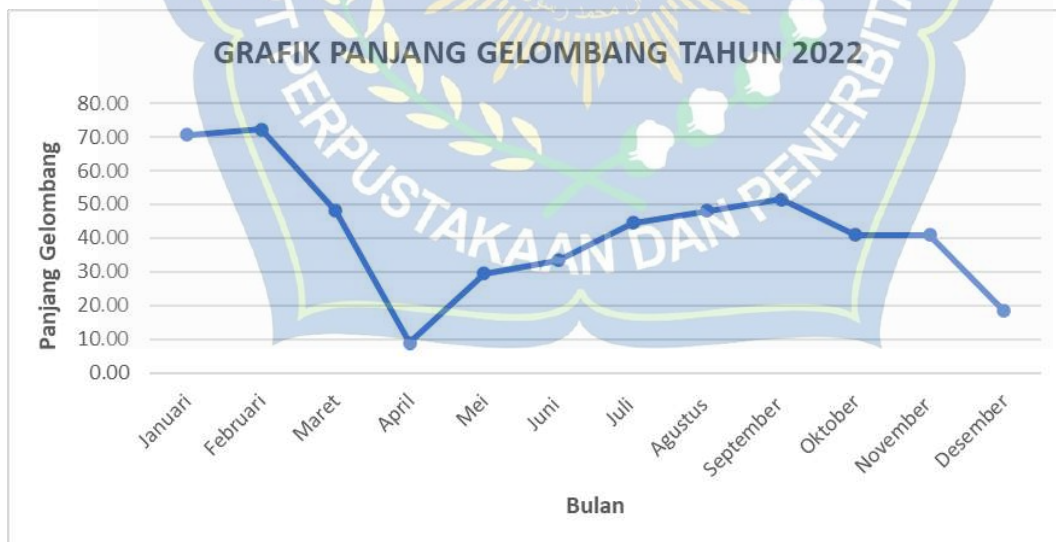
Tabel 38. Hasil perhitungan periode dan panjang gelombang tahun 2022

Tahun	Bulan	Tinggi Gelombang (m)	Periode Gelombang (det)	Panjang Gelombang (m)
2022	Januari	1.50	6.73	70.71
	Februari	1.40	6.81	72.32
	Maret	0.70	5.56	48.15
	April	0.15	2.38	8.82
	Mei	0.45	4.35	29.52
	Juni	0.50	4.62	33.34
	Juli	0.65	5.35	44.59
	Agustus	0.70	5.56	48.15
	September	0.75	5.75	51.55
	Oktober	0.60	5.12	40.91
	November	0.60	5.12	40.91
	Desember	0.30	3.44	18.42



Gambar 39. Grafik tinggi gelombang tahun 2022

Tinggi gelombang mencapai nilai maksimum pada bulan Januari sebesar 1,50 meter, kemudian turun secara signifikan hingga mencapai 0,15 meter pada bulan April. Selanjutnya, tinggi gelombang perlahan meningkat dan cenderung stabil antara 0,6 hingga 0,75 meter hingga bulan Oktober, sebelum kembali menurun menjelang akhir tahun.



Gambar 40. Grafik panjang gelombang tahun 2022

Panjang gelombang mencapai puncaknya pada bulan Februari dengan nilai 72,35 meter, kemudian mengalami penurunan drastis hingga April menjadi 8,82 meter. Setelahnya, terjadi peningkatan secara bertahap hingga bulan September–Oktober, sebelum kembali menurun di penghujung tahun

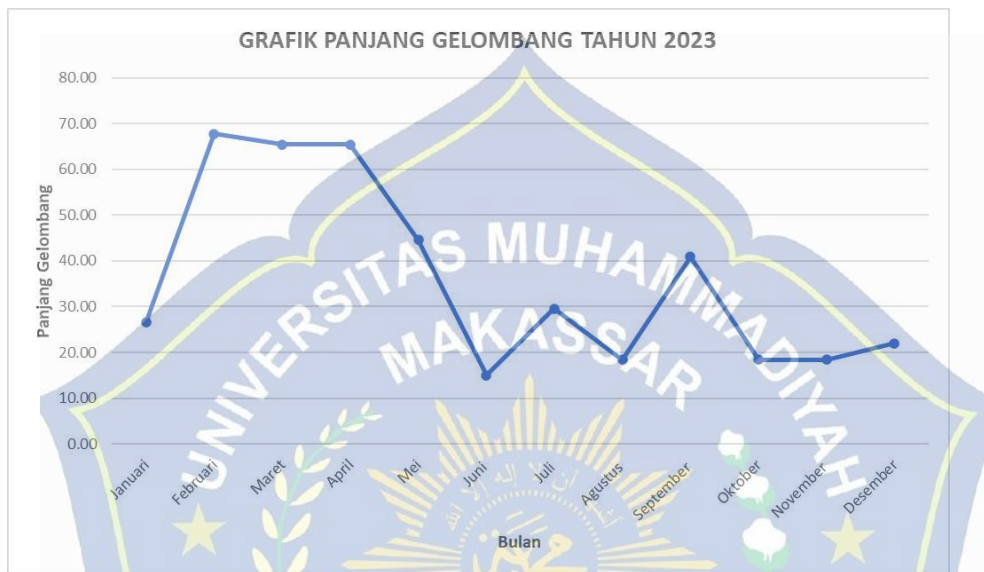
Tabel 39. Hasil perhitungan periode dan panjang gelombang tahun 2023

Tahun	Bulan	Tinggi Gelombang (m)	Periode Gelombang (det)	Panjang Gelombang (m)
2023	Januari	2.25	4.13	26.59
	Februari	1.60	6.59	67.81
	Maret	1.00	6.48	65.41
	April	1.00	6.48	65.41
	Mei	0.65	5.35	44.59
	Juni	0.25	3.10	14.98
	Juli	0.45	4.35	29.52
	Agustus	0.30	3.44	18.42
	September	0.60	5.12	40.91
	Oktober	0.30	3.44	18.42
	November	0.30	3.44	18.42
	Desember	0.35	3.76	22.01



Gambar 41. Grafik tinggi gelombang tahun 2023

Pada tahun 2023, tinggi gelombang mengalami penurunan bertahap sejak Januari, dengan puncak 2,25 meter di awal tahun dan minimum sekitar 0,25 meter pada Juni. Setelah itu, gelombang relatif stabil dengan sedikit fluktuasi hingga Desember, menunjukkan intensitas gelombang yang lebih tinggi di awal tahun dibandingkan bulan-bulan berikutnya.



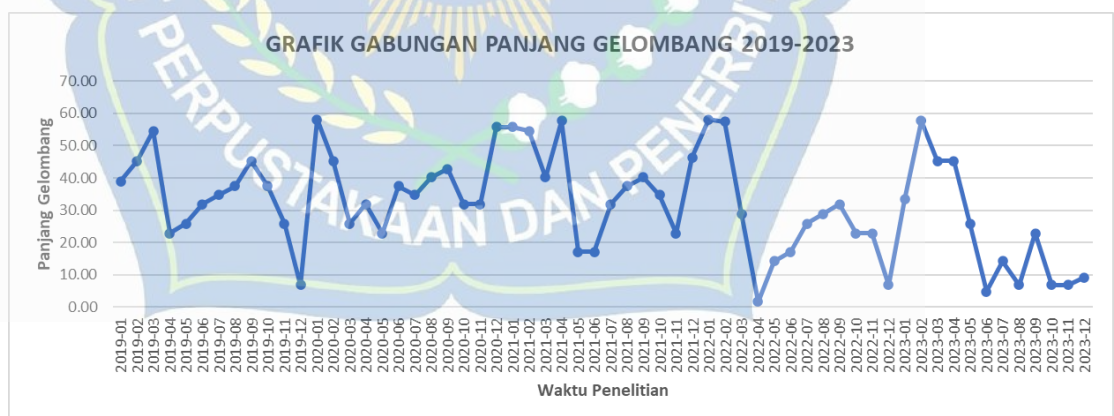
Gambar 42. Grafik panjang gelombang tahun 2023

Panjang gelombang tertinggi tercatat antara Februari hingga April, berkisar 65,41 hingga 67,81 meter. Nilai tersebut menurun drastis hingga mencapai 14,98 meter pada Juni. Dari Juli hingga Desember, panjang gelombang berfluktuasi namun tetap lebih rendah dibandingkan awal tahun.



Gambar 43. Rekapitulasi grafik tinggi gelombang tahun 2019-2023

Setiap tahun, tinggi gelombang menunjukkan pola yang berfluktuasi, dengan puncak umumnya terjadi pada awal dan akhir tahun, terutama pada bulan Januari, April, dan Desember. Gelombang tertinggi tercatat pada tahun 2022 dan 2023, dengan ketinggian mendekati 2 meter. Sementara itu, gelombang pada pertengahan tahun cenderung lebih rendah. Secara keseluruhan, pola musiman cukup konsisten, dengan gelombang tinggi muncul pada musim tertentu dan kondisi laut yang lebih tenang di tengah tahun.

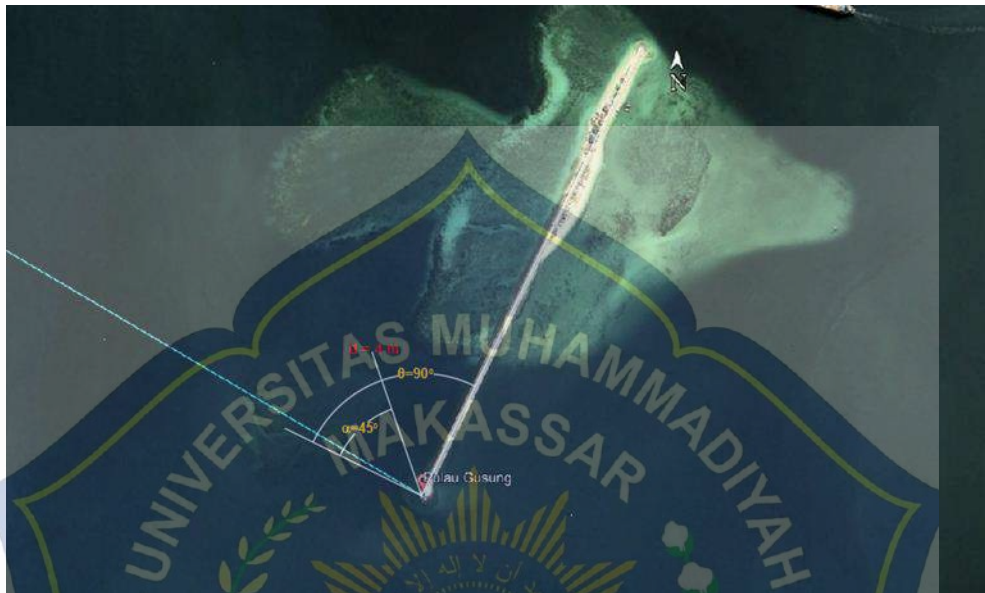


Gambar 44. Rekapitulasi grafik panjang gelombang tahun 2019-2023

Panjang gelombang mengalami variasi yang cukup besar setiap tahunnya, dengan nilai tertinggi umumnya terjadi di awal dan akhir tahun. Panjang gelombang maksimum mendekati 60 meter, terutama terlihat pada awal tahun 2020, 2021, 2022, dan 2023.

Sebaliknya, panjang gelombang terendah biasanya tercatat pada pertengahan tahun, khususnya antara bulan Mei hingga Juli.

E. Perhitungan Koefisien Refraksi Gelombang



Gambar 45. Gambar peta lokasi penelitian

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

- Menentukan sudut datang gelombang (α). Sudut datang gelombang (α) = 45°
- Menentukan kedalaman (d), untuk mengetahui perubahan tinggi gelombang akibat pendangkalan. Kedalaman diambil pada 4 m
- Menentukan tinggi, periode gelombang dan panjang gelombang pada perhitungan sebelumnya.
- Untuk nilai panjang gelombang (L_o) yang digunakan yakni panjang gelombang pada bulan Januari 2023 – Desember 2023

Maka perhitungannya yaitu:

1) Januari 2023

$$\frac{d}{L_o} = \frac{4}{26,59} = 0,1504 \text{ m/s}$$

Cari nilai d/L untuk nilai d/Lo = 0,1504

Tabel 40. Pembacaan nilai d/L dan n

d/Lo	d/L	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cosh \frac{2\pi d}{L}$	Ks	K	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	n
0.1500	0.18330	1.1517	0.8183	1.4238	1.7399	0.913	0.5748	2.3035	4.9544	5.054	0.733
0.1510	0.18414	1.1570	0.8201	1.4329	1.7474	0.913	0.5723	2.3139	5.0077	5.107	0.7310
0.1520	0.18497	1.1622	0.8218	1.4421	1.7549	0.913	0.5698	2.3244	5.0615	5.159	0.73
0.1530	0.18581	1.1675	0.8235	1.4513	1.7625	0.913	0.5674	2.3349	5.1158	5.213	0.728
0.1540	0.18664	1.1727	0.8251	1.4606	1.7701	0.913	0.5649	2.3454	5.1707	5.267	0.727

Untuk d/Lo = 0,1504 (Tabel dilihat dari yang diberikan Warna, lalu di interpolasi)

di dapatkan nilai: d/L = 0,18338

$$\begin{aligned} \text{Maka } L &= \frac{d}{(d/L)} \\ &= \frac{4}{0,18338} \\ &= 21,81 \text{ m} \end{aligned}$$

Cepat rambat gelombang :

$$Co = \frac{Lo}{T} = \frac{26,59}{4,13}$$

$$Co = 6,43 \text{ m}$$

$$C = \frac{L}{T} = \frac{21,81}{4,13}$$

$$C = 5,28 \text{ m/d}$$

$$\sin \alpha = \frac{c}{c_o} \sin \alpha^0, \text{ untuk } \alpha = 45^0$$

$$= \frac{5,28}{6,43} \sin 45^0$$

$$= 0,58$$

$$\alpha = 35,45^0$$

maka nilai Koefisien refraksi (Kr) adalah:

$$Kr = \sqrt{\frac{\cos^0}{\cos \alpha}} = \sqrt{\frac{\cos 45^0}{\cos 35,45}}$$

$$Kr = 0,931$$

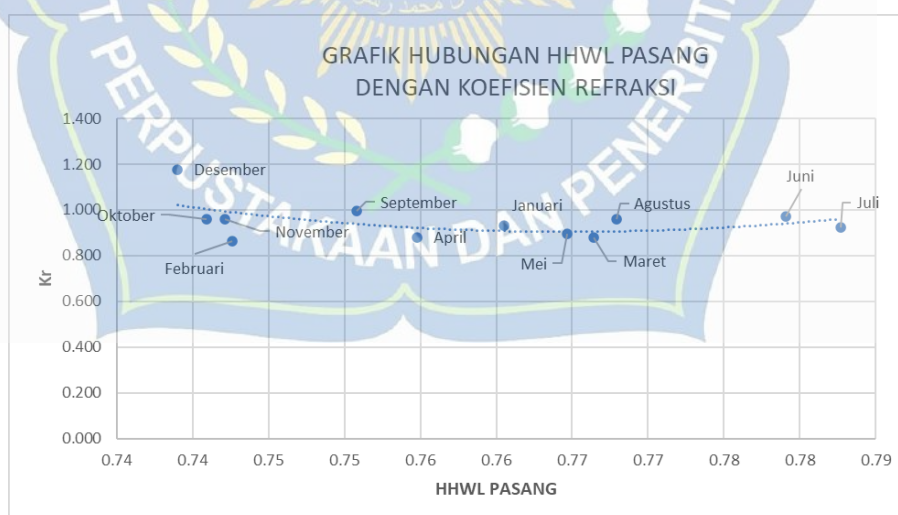
Untuk perhitungan bulan februari sampai desember menggunakan rumus perhitungan yang sama dan dapat dilihat dari tabel rekap hasil analisis koefisien refraksi.

Tabel 41. Hasil Perhitungan Koefisien Refraksi

Bulan	α_0	d	Hi	To	L_0	d/L_0	d/L	L	Co	C	Sin α	Kr	α
Januari	45	4	2.25	4.13	26.59	0.1504	0.18338	21.81	6.43	5.28	0.58	0.931	35.45
Februari	45	4	1.60	6.59	67.81	0.0589	0.12329	32.44	10.58	4.92	0.33	0.865	19.26
Maret	45	4	1.00	6.48	65.41	0.0611	0.10538	37.98	10.09	5.86	0.41	0.880	24.20
April	45	4	1.00	6.48	65.41	0.0611	0.10538	37.98	10.09	5.86	0.41	0.880	24.20
Mei	45	4	0.65	5.35	44.59	0.0897	0.13139	30.44	8.33	5.68	0.48	0.897	28.68
Juni	45	4	0.25	3.10	14.98	0.2670	0.28274	14.14	4.83	4.56	0.66	0.970	41.29
Juli	45	4	0.45	4.35	29.52	0.1355	0.17085	23.41	6.78	5.38	0.56	0.923	34.05
Agustus	45	4	0.30	3.44	18.42	0.2171	0.23959	16.69	5.35	4.85	0.64	0.959	39.79
September	45	4	0.60	5.12	40.91	0.0977	0.13845	28.89	7.99	5.64	0.70	0.995	44.47
Oktober	45	4	0.30	3.44	18.42	0.2171	0.23959	16.69	5.35	4.85	0.64	0.959	39.79
November	45	4	0.30	3.44	18.42	0.2171	0.23959	16.69	5.35	4.85	0.64	0.959	39.79
Desember	45	4	0.35	3.76	22.01	0.1817	0.20925	19.11	5.85	5.08	0.86	1.177	59.31

Tabel 42. Rekap hasil perhitungan pasang surut

Bulan	Nilai F	MSL/DT	LLWL	HHWL
Jan-23	1.947	-0.1	-0.76	0.76
Feb-23	1.886	-0.04	-0.74	0.74
Mar-23	1.907	0.03	-0.77	0.77
Apr-23	1.876	0.06	-0.75	0.75
May-23	1.819	0.08	-0.76	0.76
Jun-23	1.721	0.08	-0.78	0.78
Jul-23	1.724	0.05	-0.78	0.78
Aug-23	1.812	-0.03	-0.77	0.77
Sep-23	1.872	-0.03	-0.75	0.75
Oct-23	1.857	-0.03	-0.74	0.74
Nov-23	1.871	-0.04	-0.74	0.74
Dec-23	1.940	-0.07	-0.74	0.74



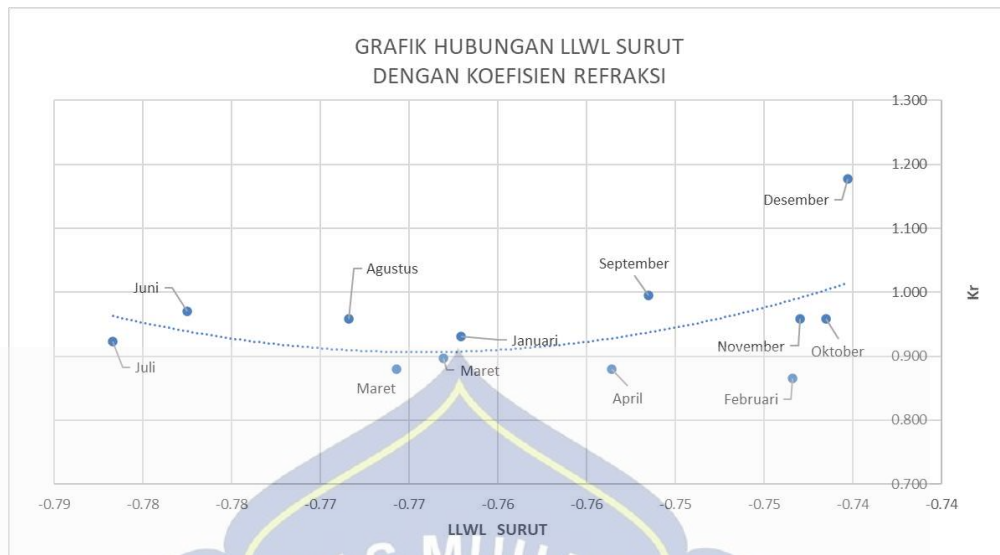
Gambar 46. Grafik hubungan pasang dengan koefisien refraksi

Berdasarkan Grafik di atas menunjukkan hubungan antara HHWL (Highest High Water Level) sebagai indikator pasang surut dengan koefisien refraksi

gelombang (Kr) pada setiap bulan selama tahun 2023. Berdasarkan data, nilai HHWL berada pada kisaran 0,74 m hingga 0,78 m, sedangkan nilai Kr berkisar antara 0,865 hingga 1,177. Dari grafik terlihat bahwa hubungan antara HHWL dan Kr menunjukkan pola cenderung stabil dengan sedikit kenaikan, yang ditunjukkan oleh garis tren mendatar hingga sedikit menaik.

Pada Februari 2023, dengan HHWL sebesar 0,74 m, nilai Kr tercatat paling rendah yaitu 0,865 m. Sementara pada Desember 2023, dengan HHWL yang sama yaitu 0,74 m, justru menghasilkan Kr tertinggi yakni 1,177 m. Selain itu, pada bulan Juni 2023, saat HHWL mencapai 0,78 m, Kr bernilai 0,970 m, dan pada bulan September 2023 dengan HHWL 0,75 m, Kr tercatat 0,995 m.

Fenomena ini menunjukkan bahwa nilai Kr tidak sepenuhnya sebanding dengan kenaikan HHWL. Artinya, meskipun HHWL mengalami fluktuasi dari rendah ke tinggi, koefisien refraksi tidak selalu meningkat atau menurun secara konsisten. Hal ini kemungkinan dipengaruhi oleh kondisi gelombang datang, arah propagasi, serta karakteristik topografi dasar laut di lokasi penelitian yang memengaruhi proses pembelokan (refraksi) gelombang.



Gambar 47. Grafik hubungan surut dengan koefisien refraksi

Berdasarkan Grafik di atas menunjukkan hubungan antara nilai LLWL sebagai indikator surut air laut dengan koefisien refraksi gelombang (Kr) pada setiap bulan selama tahun 2023. Nilai LLWL tercatat berada pada kisaran -0,74 m hingga -0,78 m, sedangkan nilai Kr bervariasi cukup lebar yaitu antara 0,865 m hingga 1,177 m. Secara umum, grafik menunjukkan pola yang relatif stabil dengan sedikit kenaikan, yang ditunjukkan oleh garis tren yang mendatar hingga cenderung menaik.

Pada Februari 2023, saat LLWL berada pada -0,74 m, nilai Kr tercatat paling rendah yaitu 0,865 m. Sementara itu, pada Desember 2023 dengan LLWL yang sama yaitu -0,74 m, justru menghasilkan Kr tertinggi sebesar 1,177 m. Selain itu, pada Juni 2023 dengan LLWL -0,78 m, Kr mencapai 0,970 m, sedangkan pada September 2023 dengan LLWL -0,75 m, nilai Kr tercatat 0,995 m.

Fenomena ini memperlihatkan bahwa Kr tidak sepenuhnya berbanding lurus dengan perubahan LLWL. Artinya, meskipun LLWL mengalami fluktuasi dari

kondisi surut rendah hingga tinggi, koefisien refraksi tidak selalu menunjukkan tren peningkatan atau penurunan yang konsisten. Kondisi ini kemungkinan besar dipengaruhi oleh arah datang gelombang, intensitas energi gelombang, serta karakteristik morfologi dasar laut di sekitar lokasi penelitian yang memengaruhi proses pembelokan (refraksi) gelombang.



BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Hasil analisis terhadap karakteristik gelombang laut di wilayah Pulau Gusung mengindikasikan adanya fluktuasi musiman yang cukup mencolok. Dalam kurun waktu lima tahun terakhir (2019–2023), pola gelombang yang terbentuk menunjukkan konsistensi sesuai musim. Tinggi gelombang tercatat berada dalam rentang 0,15 meter hingga 2,25 meter, dengan puncak tertinggi terjadi pada Januari 2023, sedangkan nilai terendah tercatat pada April 2022. Secara umum, gelombang paling tinggi muncul pada awal dan akhir tahun. Adapun periode gelombang berkisar antara 2,38 detik hingga 6,82 detik, di mana periode terpanjang terjadi pada tahun 2021 bertepatan dengan puncak tinggi gelombang.
2. Berdasarkan analisis, baik pada kondisi HHWL maupun LLWL dengan nilai yang sama (0,74 m untuk HHWL dan -0,74 m untuk LLWL), diperoleh hasil yang berbeda pada Februari 2023 nilai K_r tercatat paling rendah (0,865), sedangkan pada Desember 2023 justru tertinggi (1,177). Hal ini menunjukkan bahwa perubahan muka air pasang surut tidak selalu berbanding lurus dengan koefisien refraksi gelombang, karena dipengaruhi pula oleh faktor arah datang gelombang, energi, serta morfologi dasar laut.

B. Saran

1. Disarankan untuk memperluas periode dan lokasi pengambilan data pasang surut dan gelombang agar hasil penelitian lebih representatif terhadap variasi musiman dan tahunan.
2. Hasil penelitian ini sebaiknya dijadikan acuan dalam perencanaan pembangunan struktur pantai atau perlindungan ekosistem di Pulau Gusung, mengingat adanya pengaruh nyata pasang surut terhadap pola energi gelombang yang menghantam garis pantai.



DAFTAR PUSTAKA

- Asranda, A., Wahidin, I., Karim, N. T., Imran, H. Al, & ... (2023). Analisis Gelombang Refraksi Terhadap Pemecah Gelombang (Breakwater) Pantai Tamarunang Kabupaten Jeneponto. *Teknik ...*, 16. <https://journal.unismuh.ac.id/index.php/hidro/article/view/12475%0Ahttps://journal.unismuh.ac.id/index.php/hidro/article/viewFile/12475/6362>
- Blair Kinsman. (1984). *Wind Waves: Their Generation and Propagation on the Ocean Surface*. (hal. 149).
- Bungin, E R, S Pallu, M A Thaha, and R T Lopa. 2017. "Pengaruh Rangkaian Struktur Tenggelam Tidak Simetris Terhadap Deformasi Gelombang." *Registrasi.Seminar.Uir.Ac.Id*.
- Dean, R. G., & Dalrymple, R. A. (1984). *Water wave mechanics for engineers and scientists*. <https://doi.org/10.1029/eo066i024p00490-06>
- Dominic, Reeve, Andrew Chadwick, and Christopher Fleming. 2016. *Coastal Engineering: Processes, Theory and Design Practice*.
- Gushaf, Y. K. (2015). *Prakiraan Laju Transpor Sedimen Pelabuhan Boom Banyuwangi menggunakan Metode Gelombang Angin*.
- Harianja, Bryan Holy, Armono D Haryo, and Musta'in Mahmud. 2018. "Studi Eksperimen Refleksi Gelombang Pada Artificial Hexareef Akibat Pengaruh Konfigurasi Horizontal," 1–45.
- Kusnida, Dida, Mira Yosi, Sonny Mawardi, Joni Widodo, and Lukman Arifin. 2020. "Analisis Proses Sedimentasi Di Tapak Pelabuhan Palabuhanratu-Kabupaten Sukabumi." *Jurnal Geologi Kelautan* 18 (2). <https://doi.org/10.32693/jgk.18.2.2020.673>.
- Menteri Perhubungan RI. (2006). *Pedoman Teknis Kegiatan Pengerukan dan Reklamasi*. 1–25.
- Muliati, Yati. 2020. *Rekayasa Pantai. Penerbit Itenas. Bandung*. Vol. 1.
- Ningsih, Indri Sulistia, Denny Nugroho S, and Fauzi Budi Prasetyo. 2013. "Analisis Penjalaran Dan Transformasi Gelombang Di Pulau Subi Kecil Kabupaten Natuna Provinsi Kepulauan Riau." *Jurnal Oseanografi* 2 (may 2012): 179–88.
- Pasaribu, R. P., Sewiko, R., & Arifin, A. (2022). Application of The Admiralty Method to Process Tidal Data in the Waters of The Nasik Strait - Bangka Belitung. *Jurnal Ilmiah PLATAX*, 10(1), 146. <https://doi.org/10.35800/jip.v10i1.39719>
- Rika Widianita, Dkk. 2023. "Pemodelan Gelombang Di Teluk Lampung." *AT-TAWASSUTH: Jurnal Ekonomi Islam* VIII (I): 1–19.

Roni Fitrianto. (2010). *EMODELAN PERUBAHAN GARIS PANTAI SEKITAR JETTY DI PELABUHAN PENDARATAN IKAN (PPI) GLAYEM-JUNTINYUAT, KABUPATEN INDRAMAYU*.

Sri Wahyuni. (2021). *KARAKTERISTIK GELOMBANG MELALUI DINDING PEMUSAT ENERGI PADA CATCHWATER SHORE PROTECTION-DUAL SLOPE (CSP-DS) MODEL ZIG-ZAG*. 6.

Tezar, M., Irmayunita, M., Mualim, A., Faruq, F., & Prayogo, L. M. (2023). Karakteristik Multitemporal Arus Permukaan Laut di Perairan Tuban, Jawa Timur. *Jurnal Riset Kelautan Tropis (Journal Of Tropical Marine Research) (J-Tropimar)*, 5(1), 1–8. <https://doi.org/10.30649/jrkt.v5i1.53>

Triatmodjo, B. (1999). Buku Teknik Pantai. In *Beta Offset* (hal. 1–405).

Yuwanto, L. (2012). *Pengantar Metode Penelitian Eksperimen*. 295–336.







**BADAN METEOROLOGI, KLIMATOLOGI, DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI MARITIM PAOTERE MAKASSAR**

Jln. Sabutung 1 No. 30 Makassar 90163
Telp : (0411) 3619242 Fax : (0411) 3628235
Email : stamar.paotere@bmkg.go.id, meteo_marptr@yahoo.co.id

Tahun	Bulan	Kecepatan Angin (knot)	Arah Angin (°)	Tinggi Gelombang (m)
2019	Jan	7.2	320	2.15
2019	Feb	2.7	330	1.00
2019	Mar	5.1	335	1.25
2019	Apr	0.9	110	0.60
2019	Mei	6.9	150	0.65
2019	Jun	9.1	140	0.75
2019	Jul	8.1	130	0.80
2019	Agu	9.4	140	0.85
2019	Sep	9.2	140	1.00
2019	Okt	9.4	150	0.85
2019	Nov	8.0	160	0.65
2019	Des	1.6	300	0.30
2020	Jan	6.4	310	1.50
2020	Feb	6.1	320	1.00
2020	Mar	2.6	330	0.65
2020	Apr	1.8	110	0.75
2020	Mei	4.8	130	0.60
2020	Jun	8.2	135	0.85
2020	Jul	9.3	135	0.80
2020	Agu	7.8	134	0.90
2020	Sep	8.9	140	0.95
2020	Okt	6.8	150	0.75
2020	Nov	2.3	150	0.75
2020	Des	5.8	310	1.30

Tahun	Bulan	Kecepatan Angin (knot)	Arah Angin (°)	Tinggi Gelombang (m)
2021	Jan	7.0	310	1.30
2021	Feb	6.4	310	1.25
2021	Mar	3.7	330	0.90
2021	Apr	2.8	180	1.60
2021	Mei	5.1	140	0.50
2021	Jun	3.8	130	0.50
2021	Jul	6.4	140	0.75
2021	Agu	6.2	140	0.85
2021	Sep	5.6	140	0.90
2021	Okt	7.8	160	0.80
2021	Nov	1.8	340	0.60
2021	Des	6.3	310	2.00
2022	Jan	8.2	309	1.50
2022	Feb	6.8	313	1.40
2022	Mar	3.1	340	0.70
2022	Apr	2.1	141	0.15
2022	Mei	2.4	126	0.45
2022	Jun	4.3	126	0.50
2022	Jul	6.9	131	0.65
2022	Agu	6.1	138	0.70
2022	Sep	8.2	148	0.75
2022	Okt	2.8	144	0.60
2022	Nov	1.6	343	0.60
2022	Des	4.6	350	0.30
2023	Jan	17.3	290	2.25
2023	Feb	15.4	290	1.60
2023	Mar	10.2	20	1.00
2023	Apr	9.7	310	1.00
2023	Mei	11.5	172	0.65
2023	Jun	6.2	102	0.25
2023	Jul	11.5	130	0.45
2023	Agu	9.8	130	0.30
2023	Sep	14.5	140	0.60
2023	Okt	7.6	115	0.30
2023	Nov	5.5	135	0.30
2023	Des	5.8	340	0.35

Daftar Water Level Pulau Gusung BMKG Paotere Tahun 2023

WAKTU TANGGAL	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
01-Jan-23	0,043	0,057	0,044	0,019	0,003	0,010	0,047	0,115	0,201	0,288	0,353	0,374	0,338	0,243	0,102	-0,082	-0,221	-0,351	-0,434	-0,460	-0,431	-0,356	-0,252	-0,140
02-Jan-23	-0,042	0,030	0,076	0,102	0,122	0,147	0,183	0,232	0,288	0,343	0,382	0,391	0,356	0,269	0,137	-0,024	-0,190	-0,338	-0,451	-0,517	-0,530	-0,493	-0,412	-0,302
03-Jan-23	-0,181	-0,066	0,032	0,112	0,179	0,239	0,296	0,345	0,387	0,417	0,430	0,420	0,379	0,298	0,178	0,029	-0,133	-0,287	-0,418	-0,513	-0,567	-0,576	-0,536	-0,453
04-Jan-23	-0,337	-0,204	-0,089	0,057	0,172	0,275	0,363	0,433	0,477	0,496	0,488	0,457	0,402	0,321	0,211	0,078	-0,071	-0,218	-0,363	-0,464	-0,546	-0,595	-0,601	-0,561
05-Jan-23	-0,474	-0,349	-0,201	-0,043	0,112	0,256	0,383	0,482	0,545	0,566	0,547	0,498	0,426	0,337	0,232	0,112	-0,018	-0,151	-0,276	-0,388	-0,484	-0,560	-0,606	-0,612
06-Jan-23	-0,568	-0,472	-0,333	-0,185	0,016	0,194	0,357	0,491	0,581	0,617	0,600	0,540	0,451	0,349	0,241	0,129	0,018	-0,097	-0,206	-0,308	-0,403	-0,489	-0,562	-0,607
07-Jan-23	-0,608	-0,564	-0,442	-0,284	-0,098	0,104	0,296	0,462	0,592	0,643	0,639	0,578	0,479	0,362	0,245	0,134	0,032	-0,084	-0,182	-0,268	-0,319	-0,403	-0,487	-0,559
08-Jan-23	-0,699	-0,588	-0,515	-0,382	-0,203	0,003	0,212	0,402	0,581	0,639	0,656	0,605	0,503	0,376	0,248	0,133	0,035	-0,046	-0,116	-0,180	-0,245	-0,317	-0,398	-0,482
09-Jan-23	-0,549	-0,577	-0,546	-0,449	-0,292	-0,095	0,118	0,322	0,492	0,606	0,647	0,614	0,518	0,388	0,250	0,129	0,032	-0,040	-0,094	-0,138	-0,183	-0,237	-0,307	-0,389
10-Jan-23	-0,472	-0,529	-0,537	-0,479	-0,354	-0,178	0,027	0,234	0,415	0,547	0,610	0,597	0,516	0,389	0,247	0,119	0,022	-0,044	-0,084	-0,109	-0,133	-0,166	-0,218	-0,290
11-Jan-23	-0,375	-0,450	-0,489	-0,469	-0,382	-0,235	-0,048	0,149	0,331	0,471	0,550	0,555	0,489	0,371	0,231	0,099	-0,001	-0,061	-0,088	-0,095	-0,096	-0,106	-0,136	-0,191
12-Jan-23	-0,266	-0,347	-0,407	-0,420	-0,370	-0,257	-0,098	0,082	0,265	0,393	0,476	0,452	0,395	0,331	0,195	0,081	-0,041	-0,100	-0,118	-0,103	-0,080	-0,063	-0,067	-0,098
13-Jan-23	-0,155	-0,229	-0,296	-0,332	-0,316	-0,239	-0,111	0,044	0,199	0,327	0,405	0,422	0,374	0,273	0,140	0,005	-0,102	-0,163	-0,173	-0,144	-0,096	-0,050	-0,021	-0,022
14-Jan-23	-0,054	-0,108	-0,170	-0,215	-0,221	-0,176	-0,082	0,044	0,177	0,288	0,355	0,364	0,313	0,210	0,075	-0,065	-0,179	-0,248	-0,260	-0,224	-0,155	-0,079	-0,016	0,020
15-Jan-23	0,023	-0,003	-0,045	-0,083	-0,098	-0,075	-0,010	0,087	0,194	0,288	0,338	0,335	0,274	0,163	0,019	-0,131	-0,259	-0,342	-0,367	-0,335	-0,259	-0,161	-0,064	0,011
16-Jan-23	0,056	0,067	0,057	0,040	0,033	0,050	0,097	0,168	0,260	0,321	0,358	0,344	0,272	0,149	-0,008	-0,174	-0,320	-0,425	-0,473	-0,460	-0,392	-0,288	-0,170	-0,059
17-Jan-23	0,027	0,083	0,113	0,129	0,146	0,174	0,218	0,276	0,338	0,389	0,411	0,388	0,310	0,178	0,009	-0,173	-0,342	-0,473	-0,551	-0,568	-0,528	-0,439	-0,319	-0,189
18-Jan-23	-0,068	0,032	0,107	0,165	0,216	0,269	0,327	0,386	0,439	0,476	0,485	0,454	0,375	0,244	0,072	-0,121	-0,308	-0,466	-0,576	-0,631	-0,630	-0,576	-0,480	-0,355
19-Jan-23	-0,217	-0,085	0,033	0,135	0,226	0,313	0,357	0,473	0,530	0,562	0,562	0,526	0,449	0,327	0,164	0,028	-0,221	-0,397	-0,535	-0,628	-0,668	-0,663	-0,611	-0,517
20-Jan-23	-0,392	-0,248	-0,101	0,040	0,172	0,297	0,413	0,515	0,589	0,627	0,625	0,585	0,509	0,400	0,256	0,086	-0,098	-0,275	-0,428	-0,546	-0,627	-0,670	-0,673	-0,633
21-Jan-23	-0,547	-0,422	-0,289	-0,104	0,061	0,221	0,371	0,502	0,600	0,654	0,657	0,616	0,540	0,440	0,319	0,180	0,026	-0,131	-0,278	-0,406	-0,509	-0,590	-0,646	-0,667
22-Jan-23	-0,641	-0,561	-0,432	-0,267	-0,083	0,104	0,282	0,440	0,563	0,636	0,650	0,611	0,534	0,436	0,332	0,224	0,111	-0,006	-0,123	-0,235	-0,340	-0,439	-0,530	-0,604
23-Jan-23	-0,643	-0,627	-0,548	-0,410	-0,230	-0,031	0,167	0,345	0,490	0,580	0,608	0,573	0,492	0,390	0,290	0,203	0,130	0,063	-0,005	-0,078	-0,159	-0,250	-0,363	-0,459
24-Jan-23	-0,550	-0,400	-0,265	-0,097	-0,146	-0,165	0,050	0,243	0,400	0,505	0,543	0,512	0,427	0,314	0,205	0,123	0,075	0,052	0,040	0,023	-0,011	-0,069	-0,156	-0,266
25-Jan-23	-0,385	-0,248	-0,101	-0,056	-0,403	-0,240	-0,044	0,151	0,317	0,430	0,475	0,446	0,365	0,229	0,102	0,006	-0,040	-0,037	-0,003	0,039	0,067	0,063	0,017	-0,070
26-Jan-23	-0,187	-0,389	-0,401	-0,433	-0,387	-0,268	-0,098	0,098	0,255	0,372	0,421	0,394	0,298	0,157	0,007	-0,115	-0,180	-0,178	-0,121	-0,034	0,053	0,112	0,125	0,085
27-Jan-23	-0,003	-0,118	-0,228	-0,298	-0,303	-0,233	-0,101	0,063	0,222	0,340	0,393	0,367	0,266	0,115	-0,059	-0,212	-0,310	-0,332	-0,280	-0,174	-0,046	0,070	0,146	0,166
28-Jan-23	0,128	0,046	-0,053	-0,136	-0,173	-0,145	-0,055	0,078	0,220	0,334	0,389	0,368	0,269	0,109	-0,082	-0,263	-0,399	-0,459	-0,437	-0,341	-0,199	-0,047	0,081	0,161
29-Jan-23	0,182	0,150	0,085	0,015	-0,029	-0,027	0,029	0,128	0,245	0,347	0,403	0,388	0,296	0,137	-0,062	-0,264	-0,432	-0,534	-0,563	-0,491	-0,366	-0,208	-0,048	0,079

WAKTU TANGGAL	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1-Feb-23	-0.066	0.044	0.122	0.174	0.214	0.255	0.303	0.358	0.413	0.457	0.476	0.458	0.391	0.270	0.105	-0.085	-0.274	-0.435	-0.548	-0.605	-0.604	-0.551	-0.457	-0.335
2-Feb-23	-0.204	-0.079	0.029	0.119	0.199	0.274	0.347	0.415	0.469	0.501	0.504	0.472	0.402	0.290	0.143	-0.027	-0.199	-0.351	-0.467	-0.540	-0.569	-0.557	-0.507	-0.426
3-Feb-23	-0.322	-0.204	-0.085	0.031	0.143	0.253	0.356	0.446	0.510	0.540	0.532	0.486	0.405	0.295	0.160	0.010	-0.140	-0.273	-0.379	-0.453	-0.497	-0.514	-0.504	-0.468
4-Feb-23	-0.402	-0.310	-0.198	-0.072	0.061	0.198	0.331	0.447	0.531	0.569	0.558	0.500	0.408	0.292	0.162	0.028	-0.101	-0.213	-0.300	-0.364	-0.407	-0.438	-0.458	-0.461
5-Feb-23	-0.438	-0.383	-0.293	-0.175	-0.034	0.121	0.277	0.419	0.526	0.581	0.575	0.513	0.411	0.286	0.155	0.031	-0.080	-0.170	-0.236	-0.281	-0.315	-0.346	-0.381	-0.414
6-Feb-23	-0.431	-0.417	-0.361	-0.262	-0.127	0.033	0.203	0.364	0.484	0.569	0.576	0.518	0.411	0.278	0.144	0.024	-0.072	-0.142	-0.185	-0.210	-0.226	-0.248	-0.286	-0.337
7-Feb-23	-0.386	-0.411	-0.393	-0.325	-0.207	-0.054	0.120	0.292	0.437	0.531	0.555	0.507	0.400	0.263	0.124	0.007	-0.078	-0.128	-0.149	-0.150	-0.145	-0.151	-0.181	-0.237
8-Feb-23	-0.306	-0.365	-0.387	-0.354	-0.264	-0.126	0.041	0.213	0.365	0.471	0.510	0.473	0.372	0.234	0.091	-0.026	-0.102	-0.134	-0.131	-0.106	-0.076	-0.059	-0.073	-0.122
9-Feb-23	-0.200	-0.282	-0.339	-0.343	-0.286	-0.172	-0.021	0.143	0.292	0.400	0.445	0.419	0.324	0.186	0.040	-0.080	-0.151	-0.167	-0.140	-0.085	-0.026	0.018	0.028	-0.005
10-Feb-23	-0.077	-0.169	-0.250	-0.289	-0.267	-0.183	-0.054	0.095	0.294	0.396	0.380	0.354	0.262	0.123	-0.029	-0.155	-0.228	-0.235	-0.187	-0.103	-0.010	0.068	0.109	0.103
11-Feb-23	0.048	-0.039	-0.131	-0.195	-0.205	-0.152	-0.049	0.081	0.205	0.295	0.329	0.297	0.200	0.055	-0.106	-0.244	-0.327	-0.336	-0.276	-0.168	-0.041	0.074	0.153	0.181
12-Feb-23	0.156	0.088	0.001	-0.072	-0.105	-0.081	-0.004	0.105	0.213	0.290	0.312	0.267	0.169	0.002	-0.173	-0.329	-0.431	-0.456	-0.400	-0.281	-0.128	0.023	0.143	0.212
13-Feb-23	0.224	0.188	0.123	0.056	0.016	0.022	0.078	0.164	0.255	0.322	0.334	0.279	0.157	-0.016	-0.269	-0.388	-0.516	-0.569	-0.534	-0.424	-0.263	-0.087	0.069	0.181
14-Feb-23	0.236	0.240	0.208	0.164	0.134	0.136	0.176	0.247	0.326	0.383	0.390	0.330	0.200	0.015	-0.197	-0.400	-0.559	-0.646	-0.647	-0.566	-0.420	-0.241	-0.063	0.083
15-Feb-23	0.181	0.228	0.237	0.227	0.220	0.234	0.274	0.337	0.405	0.455	0.462	0.406	0.280	0.093	-0.130	-0.352	-0.539	-0.662	-0.706	-0.668	-0.560	-0.404	-0.230	-0.067
16-Feb-23	0.063	0.150	0.201	0.229	0.255	0.293	0.347	0.412	0.476	0.522	0.530	0.483	0.370	0.196	-0.020	-0.248	-0.453	-0.606	-0.690	-0.701	-0.644	-0.534	-0.392	-0.239
17-Feb-23	-0.097	0.018	0.104	0.171	0.231	0.299	0.374	0.453	0.521	0.566	0.574	0.535	0.443	0.294	0.102	-0.112	-0.317	-0.484	-0.596	-0.648	-0.644	-0.592	-0.503	-0.389
18-Feb-23	-0.285	-0.144	-0.035	0.062	0.155	0.251	0.352	0.449	0.527	0.575	0.583	0.548	0.473	0.354	0.198	0.019	-0.162	-0.321	-0.441	-0.517	-0.554	-0.557	-0.530	-0.476
19-Feb-23	-0.396	-0.297	-0.187	-0.073	0.044	0.164	0.287	0.402	0.494	0.547	0.555	0.519	0.449	0.353	0.236	0.104	-0.031	-0.157	-0.260	-0.337	-0.392	-0.433	-0.462	-0.472
20-Feb-23	-0.455	-0.402	-0.317	-0.206	-0.078	0.059	0.199	0.329	0.432	0.491	0.497	0.454	0.380	0.291	0.201	0.115	0.036	-0.037	-0.098	-0.149	-0.197	-0.250	-0.312	-0.376
21-Feb-23	-0.422	-0.432	-0.393	-0.307	-0.185	-0.041	0.109	0.249	0.359	0.421	0.424	0.372	0.283	0.185	0.102	0.046	0.016	0.005	0.003	0.001	-0.013	-0.050	-0.117	-0.210
22-Feb-23	-0.306	-0.376	-0.396	-0.363	-0.254	-0.116	0.037	0.182	0.296	0.359	0.357	0.293	0.184	0.064	-0.033	-0.084	-0.084	-0.044	0.017	0.077	0.118	0.121	0.076	-0.015
23-Feb-23	-0.135	-0.250	-0.325	-0.334	-0.273	-0.155	-0.007	0.139	0.256	0.319	0.313	0.236	0.107	-0.042	-0.169	-0.240	-0.238	-0.171	-0.061	0.062	0.166	0.226	0.227	0.163
24-Feb-23	0.049	-0.084	-0.197	-0.255	-0.238	-0.151	-0.019	0.124	0.243	0.308	0.300	0.215	0.068	-0.109	-0.272	-0.379	-0.402	-0.338	-0.205	-0.038	0.124	0.246	0.304	0.288
25-Feb-23	0.205	0.080	-0.047	-0.136	-0.158	-0.108	0.001	0.134	0.252	0.320	0.316	0.229	0.072	-0.126	-0.323	-0.471	-0.536	-0.500	-0.375	-0.192	0.008	0.183	0.296	0.339
26-Feb-23	0.303	0.209	0.093	-0.006	-0.054	-0.035	0.045	0.161	0.274	0.346	0.349	0.269	0.112	-0.097	-0.318	-0.503	-0.611	-0.620	-0.528	-0.358	-0.148	0.058	0.221	0.314
27-Feb-23	0.330	0.282	0.195	0.108	0.052	0.051	0.105	0.199	0.301	0.374	0.385	0.317	0.169	-0.037	-0.267	-0.476	-0.622	-0.677	-0.630	-0.495	-0.303	-0.093	0.094	0.228
28-Feb-23	0.292	0.291	0.245	0.185	0.140	0.133	0.171	0.245	0.330	0.396	0.412	0.367	0.226	0.033	-0.192	-0.409	-0.578	-0.668	-0.667	-0.578	-0.423	-0.234	-0.047	0.105

WAKTU TANGGAL	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
01-Mar-23	0.204	0.245	0.242	0.217	0.195	0.198	0.232	0.291	0.360	0.414	0.427	0.381	0.297	0.094	-0.114	-0.324	-0.499	-0.611	-0.644	-0.598	-0.488	-0.337	-0.174	-0.025
02-Mar-23	0.089	0.160	0.193	0.205	0.214	0.237	0.279	0.333	0.389	0.429	0.433	0.388	0.287	0.135	-0.051	-0.242	-0.409	-0.525	-0.577	-0.564	-0.496	-0.389	-0.263	-0.137
03-Mar-23	-0.028	0.055	0.113	0.156	0.197	0.249	0.304	0.365	0.415	0.444	0.436	0.365	0.290	0.153	-0.010	-0.178	-0.325	-0.432	-0.488	-0.493	-0.466	-0.390	-0.306	-0.217
04-Mar-23	-0.130	-0.051	0.018	0.082	0.149	0.225	0.305	0.380	0.436	0.468	0.439	0.379	0.281	0.154	0.010	-0.134	-0.258	-0.346	-0.393	-0.401	-0.382	-0.347	-0.304	-0.255
05-Mar-23	-0.202	-0.143	-0.079	-0.006	0.080	0.177	0.280	0.374	0.441	0.465	0.441	0.372	0.298	0.144	0.014	-0.109	-0.208	-0.274	-0.303	-0.304	-0.289	-0.273	-0.261	-0.252
06-Mar-23	-0.238	-0.210	-0.163	-0.094	-0.002	0.109	0.230	0.343	0.425	0.459	0.435	0.360	0.251	0.126	0.005	-0.099	-0.174	-0.215	-0.223	-0.207	-0.186	-0.176	-0.186	-0.210
07-Mar-23	-0.235	-0.244	-0.224	-0.171	-0.083	0.032	0.163	0.289	0.386	0.431	0.414	0.338	0.224	0.097	-0.018	-0.106	-0.157	-0.172	-0.154	-0.118	-0.081	-0.066	-0.084	-0.132
08-Mar-23	-0.191	-0.239	-0.253	-0.224	-0.150	-0.041	0.090	0.221	0.327	0.382	0.372	0.299	0.181	0.052	-0.061	-0.135	-0.164	-0.150	-0.103	-0.040	0.018	0.048	0.034	-0.024
09-Mar-23	-0.109	-0.191	-0.242	-0.243	-0.192	-0.096	0.027	0.154	0.259	0.319	0.313	0.241	0.121	-0.014	-0.128	-0.194	-0.203	-0.160	-0.081	0.015	0.101	0.155	0.157	0.103
10-Mar-23	0.006	-0.103	-0.188	-0.222	-0.197	-0.120	-0.011	0.105	0.203	0.266	0.248	0.174	0.049	-0.095	-0.217	-0.284	-0.282	-0.214	-0.100	0.032	0.154	0.239	0.267	0.230
11-Mar-23	0.137	0.017	-0.093	-0.159	-0.163	-0.108	-0.014	0.089	0.174	0.215	0.197	0.114	-0.022	-0.179	-0.317	-0.397	-0.396	-0.314	-0.172	-0.002	0.159	0.283	0.345	0.337
12-Mar-23	0.263	0.148	0.028	-0.050	-0.090	-0.058	0.018	0.110	0.183	0.211	0.178	0.080	-0.071	-0.246	-0.407	-0.510	-0.527	-0.449	-0.293	-0.095	0.105	0.270	0.373	0.402
13-Mar-23	0.360	0.266	0.152	0.056	0.008	0.020	0.081	0.162	0.228	0.248	0.204	0.091	-0.078	-0.275	-0.463	-0.598	-0.646	-0.592	-0.446	-0.237	-0.010	0.192	0.337	0.408
14-Mar-23	0.405	0.344	0.253	0.165	0.113	0.113	0.160	0.233	0.297	0.317	0.270	0.150	-0.033	-0.263	-0.465	-0.634	-0.722	-0.708	-0.593	-0.399	-0.168	0.057	0.237	0.349
15-Mar-23	0.388	0.305	0.306	0.242	0.199	0.198	0.238	0.305	0.369	0.395	0.357	0.243	0.059	-0.163	-0.402	-0.602	-0.730	-0.763	-0.696	-0.541	-0.332	-0.109	0.088	0.230
16-Mar-23	0.307	0.323	0.301	0.267	0.245	0.254	0.296	0.361	0.425	0.459	0.437	0.342	0.175	-0.045	-0.254	-0.501	-0.661	-0.738	-0.722	-0.623	-0.461	-0.268	-0.080	0.074
17-Mar-23	0.177	0.226	0.239	0.236	0.241	0.267	0.318	0.384	0.449	0.488	0.483	0.415	0.278	0.086	-0.156	-0.350	-0.524	-0.630	-0.660	-0.616	-0.514	-0.375	-0.223	-0.084
18-Mar-23	0.024	0.094	0.134	0.159	0.189	0.235	0.299	0.371	0.435	0.477	0.480	0.434	0.334	0.184	0.002	-0.186	-0.349	-0.463	-0.519	-0.519	-0.473	-0.397	-0.303	-0.206
19-Mar-23	-0.117	-0.045	0.010	0.055	0.105	0.168	0.245	0.323	0.387	0.425	0.428	0.393	0.322	0.217	0.087	-0.052	-0.179	-0.275	-0.331	-0.361	-0.345	-0.325	-0.295	-0.257
20-Mar-23	-0.211	-0.160	-0.107	-0.051	0.102	0.088	0.172	0.255	0.317	0.347	0.340	0.302	0.242	0.170	0.091	0.012	-0.058	-0.110	-0.139	-0.151	-0.159	-0.174	-0.197	-0.221
21-Mar-23	-0.233	-0.224	-0.192	-0.139	-0.069	0.014	0.103	0.186	0.245	0.264	0.241	0.185	0.117	0.054	0.010	-0.015	-0.020	-0.010	0.011	0.033	0.039	0.018	-0.034	-0.107
22-Mar-23	-0.176	-0.221	-0.226	-0.191	-0.125	-0.039	0.054	0.136	0.189	0.197	0.156	0.073	-0.021	-0.097	-0.134	-0.125	-0.075	0.000	0.085	0.160	0.206	0.206	0.153	0.057
23-Mar-23	-0.055	-0.151	-0.203	-0.200	-0.147	-0.063	0.032	0.114	0.163	0.161	0.101	-0.008	-0.135	-0.244	-0.301	-0.288	-0.208	-0.081	0.067	0.205	0.307	0.350	0.323	0.231
24-Mar-23	0.099	-0.033	-0.129	-0.164	-0.136	-0.050	0.035	0.120	0.169	0.162	0.089	-0.042	-0.203	-0.363	-0.448	-0.460	-0.381	-0.228	-0.034	0.162	0.324	0.422	0.440	0.376
25-Mar-23	0.252	0.105	-0.022	-0.093	-0.095	-0.036	0.055	0.145	0.199	0.193	0.116	-0.028	-0.215	-0.402	-0.543	-0.698	-0.647	-0.400	-0.187	0.049	0.262	0.416	0.498	0.466
26-Mar-23	0.370	0.232	0.093	-0.003	-0.033	0.004	0.085	0.176	0.237	0.240	0.168	0.022	-0.177	-0.391	-0.572	-0.675	-0.609	-0.554	-0.351	-0.103	0.143	0.341	0.462	0.491
27-Mar-23	0.436	0.324	0.194	0.088	0.038	0.062	0.117	0.202	0.270	0.285	0.226	0.090	-0.108	-0.333	-0.541	-0.694	-0.727	-0.697	-0.498	-0.254	-0.002	0.222	0.381	0.466
28-Mar-23	0.445	0.370	0.263	0.164	0.105	0.102	0.150	0.224	0.291	0.315	0.273	0.154	-0.030	-0.251	-0.468	-0.636	-0.718	-0.695	-0.572	-0.373	-0.138	0.088	0.267	0.374
29-Mar-23	0.404	0.368	0.293	0.214	0.159	0.149	0.182	0.242	0.301	0.329	0.299	0.200	0.038	-0.167	-0.377	-0.563	-0.669	-0.673	-0.554	-0.439	-0.240	-0.033	0.145	0.268

WAKTU TANGGAL	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
01-Apr-23	0.130	0.165	0.176	0.178	0.185	0.208	0.244	0.283	0.313	0.317	0.285	0.214	0.105	-0.029	-0.170	-0.294	-0.382	-0.419	-0.404	-0.346	-0.263	-0.170	-0.083	-0.011
02-Apr-23	0.042	0.075	0.095	0.115	0.143	0.185	0.235	0.282	0.310	0.308	0.269	0.196	0.095	-0.022	-0.139	-0.238	-0.302	-0.322	-0.303	-0.254	-0.192	-0.133	-0.084	-0.048
03-Apr-23	-0.024	-0.006	0.013	0.040	0.081	0.139	0.204	0.262	0.295	0.291	0.247	0.170	0.073	-0.031	-0.126	-0.198	-0.235	-0.234	-0.200	-0.148	-0.097	-0.061	-0.046	-0.048
04-Apr-23	-0.058	-0.065	-0.059	-0.036	0.010	0.076	0.152	0.221	0.261	0.259	0.213	0.132	0.036	-0.058	-0.132	-0.177	-0.188	-0.158	-0.103	-0.037	0.016	0.040	0.030	-0.007
05-Apr-23	-0.053	-0.091	-0.108	-0.096	-0.056	0.010	0.089	0.162	0.208	0.209	0.161	0.077	-0.021	-0.109	-0.166	-0.184	-0.161	-0.102	-0.019	0.068	0.135	0.161	0.137	0.075
06-Apr-23	-0.006	-0.078	-0.123	-0.130	-0.102	-0.044	0.029	0.100	0.145	0.146	0.095	0.005	-0.100	-0.188	-0.234	-0.229	-0.173	-0.078	0.039	0.156	0.245	0.285	0.264	0.188
07-Apr-23	0.082	-0.023	-0.098	-0.129	-0.116	-0.071	-0.008	0.052	0.088	0.082	0.024	-0.076	-0.193	-0.290	-0.337	-0.317	-0.232	-0.100	0.056	0.209	0.330	0.396	0.391	0.318
08-Apr-23	0.200	0.071	-0.033	-0.089	-0.095	-0.062	-0.011	0.036	0.057	0.037	-0.034	-0.149	-0.283	-0.400	-0.461	-0.442	-0.341	-0.178	0.018	0.211	0.371	0.471	0.496	0.441
09-Apr-23	0.327	0.188	0.064	-0.016	-0.040	-0.019	0.023	0.060	0.088	0.031	-0.058	-0.193	-0.350	-0.494	-0.582	-0.593	-0.486	-0.308	-0.081	0.152	0.353	0.493	0.554	0.531
10-Apr-23	0.438	0.306	0.174	0.078	0.038	0.048	0.088	0.120	0.122	0.073	-0.033	-0.188	-0.371	-0.547	-0.671	-0.708	-0.637	-0.467	-0.229	0.032	0.271	0.452	0.553	0.568
11-Apr-23	0.507	0.396	0.272	0.172	0.121	0.124	0.160	0.198	0.204	0.155	0.042	-0.128	-0.332	-0.537	-0.701	-0.782	-0.756	-0.619	-0.395	-0.128	0.135	0.350	0.489	0.543
12-Apr-23	0.519	0.439	0.336	0.244	0.192	0.189	0.224	0.270	0.289	0.254	0.150	-0.020	-0.235	-0.460	-0.656	-0.781	-0.807	-0.722	-0.539	-0.293	-0.031	0.202	0.370	0.459
13-Apr-23	0.471	0.425	0.350	0.276	0.231	0.228	0.263	0.314	0.350	0.338	0.258	0.108	-0.098	-0.327	-0.540	-0.699	-0.772	-0.744	-0.618	-0.419	-0.185	0.040	0.220	0.333
14-Apr-23	0.375	0.369	0.312	0.260	0.229	0.231	0.266	0.319	0.366	0.378	0.331	0.217	0.042	-0.167	-0.377	-0.549	-0.654	-0.673	-0.607	-0.469	-0.287	-0.095	0.072	0.191
15-Apr-23	0.251	0.259	0.235	0.204	0.187	0.196	0.231	0.283	0.332	0.355	0.343	0.270	0.143	-0.025	-0.205	-0.385	-0.477	-0.524	-0.503	-0.424	-0.305	-0.168	-0.038	0.084
16-Apr-23	0.126	0.147	0.140	0.125	0.119	0.134	0.169	0.215	0.258	0.286	0.285	0.248	0.171	0.059	-0.069	-0.191	-0.283	-0.330	-0.332	-0.294	-0.231	-0.156	-0.081	-0.017
17-Apr-23	0.027	0.048	0.050	0.045	0.047	0.065	0.096	0.133	0.162	0.178	0.175	0.153	0.113	0.058	-0.008	-0.071	-0.117	-0.138	-0.132	-0.110	-0.083	-0.060	-0.044	-0.032
18-Apr-23	-0.024	-0.019	-0.018	-0.018	-0.011	0.007	0.033	0.058	0.070	0.064	0.041	0.012	-0.015	-0.032	-0.040	-0.036	-0.020	0.010	0.048	0.084	0.103	0.095	0.065	0.024
19-Apr-23	-0.015	-0.041	-0.053	-0.053	-0.043	-0.024	-0.003	0.010	0.004	-0.029	-0.082	-0.138	-0.178	-0.186	-0.157	-0.096	-0.014	0.079	0.171	0.244	0.282	0.273	0.219	0.137
20-Apr-23	0.062	-0.015	-0.051	-0.059	-0.047	-0.026	-0.007	-0.001	-0.023	-0.080	-0.165	-0.260	-0.335	-0.361	-0.326	-0.233	-0.097	0.069	0.212	0.338	0.417	0.431	0.379	0.278
21-Apr-23	0.159	0.053	-0.015	-0.040	-0.031	-0.006	0.018	0.022	-0.008	-0.082	-0.195	-0.328	-0.446	-0.513	-0.503	-0.408	-0.245	-0.042	0.168	0.363	0.483	0.538	0.512	0.416
22-Apr-23	0.281	0.147	0.047	-0.001	-0.002	0.026	0.057	0.088	0.039	-0.042	-0.172	-0.334	-0.494	-0.609	-0.643	-0.576	-0.417	-0.192	0.058	0.292	0.475	0.579	0.583	0.522
23-Apr-23	0.394	0.247	0.123	0.050	0.033	0.057	0.095	0.117	0.098	0.082	-0.110	-0.288	-0.478	-0.636	-0.720	-0.699	-0.570	-0.354	-0.088	0.178	0.403	0.555	0.614	0.581
24-Apr-23	0.476	0.334	0.199	0.105	0.069	0.084	0.124	0.166	0.152	0.091	-0.033	-0.210	-0.413	-0.600	-0.727	-0.757	-0.674	-0.489	-0.236	0.040	0.291	0.479	0.581	0.589
25-Apr-23	0.516	0.394	0.262	0.158	0.105	0.105	0.139	0.177	0.187	0.145	0.040	-0.124	-0.323	-0.522	-0.677	-0.749	-0.714	-0.574	-0.353	-0.091	0.164	0.373	0.506	0.551
26-Apr-23	0.515	0.422	0.305	0.202	0.138	0.124	0.147	0.183	0.201	0.175	0.091	-0.050	-0.233	-0.426	-0.591	-0.689	-0.695	-0.600	-0.422	-0.192	0.048	0.258	0.408	0.481
27-Apr-23	0.478	0.415	0.322	0.230	0.165	0.141	0.152	0.179	0.198	0.182	0.117	0.000	-0.158	-0.333	-0.492	-0.600	-0.631	-0.575	-0.438	-0.249	-0.039	0.155	0.304	0.391
28-Apr-23	0.412	0.379	0.312	0.238	0.181	0.154	0.156	0.173	0.186	0.174	0.122	0.026	-0.107	-0.257	-0.397	-0.500	-0.541	-0.510	-0.410	-0.261	-0.088	0.077	0.212	0.298
29-Apr-23	0.482	0.469	0.379	0.235	0.180	0.158	0.156	0.166	-0.156	-0.080	0.079	0.081	0.108	-0.200	-0.316	-0.402	-0.440	-0.420	-0.346	-0.231	-0.097	0.033	0.167	0.354

WAKTU TANGGAL	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
01-Mei-23	0.1697	0.166	0.1491	0.1278	0.1152	0.1143	0.1218	0.1296	0.1246	0.1026	0.0601	-0.0002	-0.0719	-0.1443	-0.2048	-0.2405	-0.2423	-0.2086	-0.1472	-0.072	0.0013	0.0606	0.0995	0.1166
02-Mei-23	0.1148	0.0995	0.0789	0.0622	0.0567	0.0638	0.0777	0.0873	0.092	0.0594	0.0122	-0.0433	-0.1004	-0.1492	-0.1802	-0.1852	-0.1594	-0.105	-0.0324	0.0416	0.1003	0.1331	0.1384	0.1217
03-Mei-23	0.0916	0.0659	0.0252	0.0035	-0.0034	0.0044	0.0199	0.0304	0.0235	-0.0065	0.0552	-0.1106	-0.158	-0.1859	-0.1899	-0.1711	-0.098	-0.0163	0.0772	0.1625	0.2203	0.2386	0.2177	0.1687
04-Mei-23	0.1075	0.0482	-0.0003	-0.033	-0.048	-0.0472	-0.0377	-0.0321	-0.0443	-0.0815	-0.1391	-0.2012	-0.2474	-0.2614	-0.2367	-0.1711	-0.0745	0.0434	0.1666	0.2743	0.345	0.3635	0.3289	0.2561
05-Mei-23	0.1644	0.0782	0.0098	-0.0365	-0.0626	-0.0731	-0.0758	-0.0825	-0.1062	-0.1557	-0.2275	-0.3045	-0.381	-0.3739	-0.3315	-0.2361	-0.1003	0.0579	0.2191	0.3576	0.4532	0.4871	0.4548	0.369
06-Mei-23	0.2561	0.1449	0.0566	-0.0048	-0.0406	-0.0614	-0.0777	-0.1008	-0.1421	-0.2095	-0.3012	-0.4009	-0.4798	-0.508	-0.4661	-0.353	-0.1845	0.0144	0.2161	0.394	0.5235	0.5852	0.5708	0.4895
07-Mei-23	0.3672	0.2377	0.1295	0.0559	0.0132	-0.0124	-0.037	-0.074	-0.1338	-0.2225	-0.3381	-0.4657	-0.5765	-0.6356	-0.6151	-0.5059	-0.3211	-0.0902	0.1514	0.3704	0.5389	0.6362	0.6518	0.5905
08-Mei-23	0.4744	0.3383	0.217	0.1319	0.0848	0.0607	0.0377	-0.0033	-0.0748	-0.1817	-0.3206	-0.477	-0.6237	-0.725	-0.7432	-0.6621	-0.4859	-0.2423	0.028	0.2839	0.4915	0.6273	0.679	0.6482
09-Mei-23	0.5525	0.4235	0.2984	0.2058	0.1566	0.1366	0.1244	0.093	0.0241	-0.0893	-0.2434	-0.4232	-0.6026	-0.7457	-0.8145	-0.7813	-0.6401	-0.4109	-0.1333	0.1462	0.3862	0.5577	0.6456	0.6494
10-Mei-23	0.5826	0.4724	0.3539	0.2596	0.2073	0.1933	0.1959	0.185	0.1353	0.0335	-0.1195	-0.3091	-0.5101	-0.6881	-0.8049	-0.8279	-0.7413	-0.5535	-0.2964	-0.016	0.2414	0.4397	0.5589	0.5949
11-Mei-23	0.5589	0.4729	0.3693	0.2787	0.2260	0.2149	0.2296	0.2424	0.2233	0.1512	0.0205	-0.1584	-0.3622	-0.5584	-0.7103	-0.7842	-0.758	-0.6295	-0.4189	-0.1647	0.0875	0.297	0.4372	0.4983
12-Mei-23	0.489	0.4274	0.3415	0.2606	0.2084	0.1954	0.215	0.2454	0.2576	0.2255	0.1355	-0.0198	-0.1325	-0.3836	-0.549	-0.656	-0.6908	-0.614	-0.4649	-0.2005	-0.0388	0.1604	0.3065	0.3836
13-Mei-23	0.3933	0.3509	0.2806	0.2087	0.1577	0.1401	0.1559	0.1917	0.2246	0.2296	0.189	0.0304	-0.0446	-0.2049	-0.3571	-0.4718	-0.5258	-0.5073	-0.4184	-0.2752	-0.1044	0.0622	0.1949	0.2742
14-Mei-23	0.2946	0.2653	0.2061	0.1404	0.0887	0.0837	0.0682	0.0958	0.1321	0.1587	0.1579	0.1181	0.0389	-0.0677	-0.1804	-0.2744	-0.3296	-0.3347	-0.2893	-0.2024	-0.0901	0.0271	0.1275	0.1928
15-Mei-23	0.2135	0.1913	0.1392	0.0766	0.0217	-0.0134	-0.0252	-0.0165	0.0055	0.0316	0.051	0.0536	0.0331	-0.0089	-0.062	-0.1102	-0.1384	-0.1381	-0.1096	-0.0598	0.0018	0.0651	0.12	0.1561
16-Mei-23	0.1647	0.1426	0.0951	0.0346	-0.0241	-0.0705	-0.1007	-0.1167	-0.1215	-0.1168	-0.1034	-0.0838	-0.0627	-0.045	-0.0312	-0.0168	0.0047	0.0369	0.0769	0.1166	0.1479	0.1669	0.1741	0.1705
17-Mei-23	0.155	0.1248	0.079	0.022	-0.038	-0.0931	-0.1405	-0.1816	-0.2184	-0.2482	-0.2635	-0.256	-0.2223	-0.1659	-0.0941	-0.0141	0.0697	0.1531	0.2284	0.2846	0.3118	0.307	0.2784	0.2321
18-Mei-23	0.1841	0.1366	0.0878	0.0353	-0.0209	-0.0787	-0.1374	-0.1988	-0.2652	-0.3329	-0.3896	-0.4177	-0.402	-0.3379	-0.2321	-0.0986	0.0467	0.1895	0.3153	0.4087	0.456	0.4516	0.4023	0.3563
19-Mei-23	0.2448	0.1727	0.114	0.0641	0.0157	-0.0367	-0.0973	-0.1699	-0.2576	-0.3573	-0.4561	-0.5309	-0.5953	-0.5153	-0.4088	-0.2449	-0.0526	0.1455	0.3261	0.4678	0.5524	0.5997	0.5233	0.4322
20-Mei-23	0.3243	0.2255	0.1499	0.097	0.0586	0.0156	-0.0387	-0.1096	-0.2049	-0.3248	-0.4566	-0.5752	-0.6583	-0.5737	-0.4139	-0.1993	0.0384	0.2671	0.4581	0.5878	0.6408	0.616	0.5282	0.4787
21-Mei-23	0.4072	0.2862	0.1901	0.1272	0.0896	0.0512	0.0239	-0.0362	-0.1278	-0.2528	-0.4023	-0.5545	-0.676	-0.7513	-0.6967	-0.5649	-0.3563	-0.1025	0.1584	0.3904	0.5638	0.6584	0.6666	0.5979
22-Mei-23	0.4791	0.3458	0.2309	0.1527	0.1108	0.0888	0.0683	0.0295	-0.0494	-0.1652	-0.3168	-0.4832	-0.6364	-0.7373	-0.7631	-0.6875	-0.489	-0.2441	0.0275	0.2851	0.4935	0.6268	0.6721	0.6327
23-Mei-23	0.5294	0.396	0.2689	0.1747	0.1218	0.1006	0.0899	0.0655	0.0117	-0.0847	-0.2221	-0.3873	-0.5538	-0.6854	-0.7455	-0.7097	-0.5744	-0.3687	-0.036	0.1661	0.3949	0.5581	0.6378	0.6313
24-Mei-23	0.5526	0.4305	0.3007	0.1944	0.1281	0.0995	0.0917	0.0813	0.0467	-0.0262	-0.1413	-0.2905	-0.453	-0.597	-0.6888	-0.6934	-0.6046	-0.4297	-0.1969	0.0553	0.2877	0.4676	0.5735	0.5974
25-Mei-23	0.547	0.4446	0.3219	0.2109	0.1331	0.0936	0.0817	0.0786	0.057	0.0059	-0.084	-0.2092	-0.3546	-0.4944	-0.5969	-0.6326	-0.6641	-0.4523	-0.2572	-0.0312	0.1891	0.371	0.4911	0.5381
26-Mei-23	0.5142	0.4354	0.3275	0.22	0.1362	0.0868	0.0671	0.0613	0.0497	0.0153	-0.0512	-0.15	-0.2709	-0.3943	-0.494	-0.5435	-0.5338	-0.4303	-0.2751	-0.0837	0.1121	0.2822	0.4033	0.4625
27-Mei-23	0.4587	0.4021	0.3129	0.2156	0.1328	0.0773	0.0499	0.0399	0.0312	0.0084	-0.0388	-0.1125	-0.2063	-0.3059	-0.3912	-0.4403	-0.4359	-0.3711	-0.2523	-0.0962	0.0656	0.213	0.3229	0.3823
28-Mei-23	0.3885	0.3482	0.2763	0.1926	0.116	0.0595	0.0268	0.012	0.0033	-0.012	-0.0435	-0.0943	-0.161	-0.2332	-0.2962	-0.3332	-0.3309	-0.2828	-0.1927	-0.0735	0.0554	0.173	0.2619	0.3106
29-Mei-23	0.3159	0.4692	0.274	0.1499	0.0814	0.0274	-0.0078	-0.0269	-0.0373	-0.0481	0.0092	-0.0966	-0.1393	-0.1792	-0.2146	-0.2308	-0.2186	-0.1743	-0.1017	-0.0107	0.0846	0.1693	0.2307	0.2602

WAKTU	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
TANGGAL																								
01-Jun-23	0.2177	0.1562	0.0824	0.0043	-0.069	-0.131	-0.1804	-0.22	-0.2528	-0.2782	-0.2912	-0.2856	-0.2574	-0.2076	-0.1386	-0.0541	0.0426	0.1457	0.2449	0.3261	0.3764	0.3896	0.3679	0.3195
02-Jun-23	0.2534	0.1756	0.0903	0.002	-0.0831	-0.159	-0.2235	-0.2791	-0.3293	-0.3735	-0.4039	-0.4086	-0.378	-0.3094	-0.2081	-0.0836	0.0539	0.1943	0.325	0.4302	0.4944	0.5088	0.4789	0.4081
03-Jun-23	0.3214	0.2277	0.1325	0.0372	-0.0569	-0.1464	-0.2289	-0.305	-0.3777	-0.4469	-0.5044	-0.5343	-0.5196	-0.4509	-0.3309	-0.1731	0.0093	0.1869	0.3555	0.4937	0.5844	0.6155	0.5866	0.5107
04-Jun-23	0.4091	0.3017	0.1989	0.1016	0.0063	-0.0894	-0.1854	-0.2814	-0.3783	-0.4756	-0.5659	-0.6321	-0.6813	-0.6051	-0.4889	-0.3144	-0.104	0.1169	0.3253	0.5011	0.6258	0.6851	0.6747	0.6047
05-Jun-23	0.498	0.3811	0.2725	0.1772	0.0893	-0.0004	-0.0978	-0.2046	-0.3205	-0.4435	-0.5665	-0.673	-0.7377	-0.7342	-0.6477	-0.4818	-0.2585	-0.0093	0.2348	0.4475	0.608	0.7008	0.7186	0.6671
06-Jun-23	0.5668	0.4473	0.3348	0.2424	0.1668	0.0946	0.0119	-0.0892	-0.2105	-0.3491	-0.4973	-0.6396	-0.7511	-0.8012	-0.7663	-0.6356	-0.4266	-0.1695	0.0975	0.3405	0.5336	0.6592	0.7079	0.6821
07-Jun-23	0.5979	0.4835	0.37	0.2791	0.2148	0.165	0.1101	0.0336	-0.0729	-0.2089	-0.3668	-0.532	-0.6809	-0.7826	-0.8064	-0.7334	-0.5659	-0.3284	-0.0595	0.2003	0.4176	0.5703	0.6469	0.6473
08-Jun-23	0.5835	0.4802	0.3688	0.2771	0.2185	0.1873	0.1641	0.1253	0.0537	-0.057	-0.2027	-0.3702	-0.5379	-0.6768	-0.7545	-0.7447	-0.6374	-0.4451	-0.2001	0.056	0.2839	0.4546	0.5523	0.5742
09-Jun-23	0.5295	0.4389	0.3314	0.237	0.1764	0.1534	0.1542	0.1543	0.1294	0.0638	-0.0458	-0.1909	-0.3526	-0.5055	-0.6181	-0.6817	-0.6179	-0.4866	-0.2884	-0.059	0.161	0.337	0.4472	0.4839
10-Jun-23	0.4533	0.3728	0.2685	0.1694	0.0999	0.0721	0.0812	0.1083	0.1274	0.1156	0.0601	-0.0389	-0.1688	-0.3079	-0.4285	-0.503	-0.5093	-0.4387	-0.2993	-0.1161	0.0762	0.2421	0.3542	0.3988
11-Jun-23	0.3769	0.3026	0.1988	0.0926	0.0092	-0.0346	-0.0348	-0.0014	0.0448	0.0796	0.0827	0.0448	-0.031	-0.1301	-0.2301	-0.3065	-0.3382	-0.3122	-0.2284	-0.0967	0.0495	0.189	0.2909	0.3361
12-Jun-23	0.3191	0.2482	0.143	0.028	-0.0722	-0.139	-0.1626	-0.1444	-0.096	-0.0365	0.0132	0.0363	0.0257	-0.0141	-0.0686	-0.1188	-0.1465	-0.1393	-0.0933	-0.0132	0.0874	0.1886	0.2678	0.3051
13-Jun-23	0.2893	0.2217	0.1159	-0.0068	-0.1236	-0.2154	-0.27	-0.2828	-0.2564	-0.2603	-0.13	-0.0627	-0.0127	0.0137	0.0205	0.0187	0.0213	0.0377	0.0715	0.121	0.1803	0.24	0.2872	0.3073
14-Jun-23	0.2878	0.2238	0.1212	-0.0046	-0.1334	-0.2471	-0.3328	-0.3931	-0.3946	-0.3675	-0.3072	-0.2247	-0.1346	-0.0505	0.0204	0.0789	0.1302	0.1792	0.2266	0.2697	0.3052	0.3306	0.3434	0.3386
15-Jun-23	0.3086	0.2463	0.1507	0.0295	-0.1029	-0.2304	-0.3408	-0.4258	-0.4797	-0.4965	-0.4715	-0.4053	-0.3058	-0.187	-0.0636	0.0543	0.1624	0.2586	0.3394	0.399	0.4324	0.4382	0.4237	0.3914
16-Jun-23	0.344	0.2783	0.1902	0.08	-0.0455	-0.1752	-0.2887	-0.4086	-0.4987	-0.5611	-0.6846	-0.5689	-0.481	-0.3582	-0.2081	-0.0424	0.1187	0.2665	0.3917	0.4841	0.5351	0.5421	0.5115	0.4568
17-Jun-23	0.3871	0.311	0.2262	0.1289	0.0183	-0.1014	-0.2241	-0.3444	-0.4678	-0.5562	-0.627	-0.6526	-0.6186	-0.5211	-0.3697	-0.1834	0.0163	0.21	0.3809	0.514	0.5901	0.6201	0.5901	0.5208
18-Jun-23	0.4323	0.3404	0.2514	0.1631	0.0699	-0.0313	-0.1405	-0.2561	-0.3759	-0.4948	-0.6009	-0.6742	-0.6926	-0.6403	-0.5162	-0.334	-0.1173	0.1078	0.2176	0.491	0.6088	0.662	0.6467	0.5767
19-Jun-23	0.4751	0.3662	0.266	0.1787	0.0988	0.0181	-0.0697	-0.1682	-0.2791	-0.4007	-0.5244	-0.6319	-0.6975	-0.6969	-0.6172	-0.4624	-0.2524	-0.0151	0.2201	0.4263	0.5803	0.6653	0.6745	0.6159
20-Jun-23	0.5111	0.389	0.2847	0.1799	0.105	0.0405	-0.0247	-0.0966	-0.1905	-0.2997	-0.423	-0.5462	-0.6448	-0.6902	-0.66	-0.5474	-0.3637	-0.1344	0.1092	0.3357	0.5179	0.634	0.6719	0.6335
21-Jun-23	0.5361	0.4084	0.2700	0.1744	0.096	0.0396	-0.0076	-0.0587	-0.1245	-0.2114	-0.32	-0.4414	-0.5582	-0.683	-0.647	-0.5807	-0.4358	-0.231	0.0039	0.2361	0.4349	0.5754	0.6409	0.6271
22-Jun-23	0.5453	0.421	0.2859	0.1676	0.0805	0.0243	-0.0122	-0.044	-0.0852	-0.1461	-0.2514	-0.3375	-0.4456	-0.5436	-0.5896	-0.5653	-0.463	-0.2932	-0.0808	0.1424	0.3449	0.4994	0.5882	0.5962
23-Jun-23	0.5347	0.4215	0.2866	0.1601	0.0633	0.0022	-0.0303	-0.0489	-0.0694	-0.105	-0.1637	-0.2464	-0.3484	-0.4384	-0.5019	-0.5097	-0.4471	-0.3163	-0.1355	0.0671	0.2606	0.4171	0.5156	0.5439
24-Jun-23	0.5022	0.4045	0.2783	0.1476	0.0432	-0.0244	-0.0572	-0.0676	-0.0719	-0.0849	-0.1171	-0.113	-0.2486	-0.3304	-0.3969	-0.4238	-0.393	-0.2996	-0.1544	0.0196	0.1938	0.3412	0.4402	0.4775
25-Jun-23	0.4502	0.3675	0.2495	0.1235	0.0153	-0.0583	-0.0938	-0.0997	-0.0911	-0.084	-0.091	-0.1189	-0.1674	-0.2282	-0.285	-0.3175	-0.3071	-0.2448	-0.1346	0.0067	0.1547	0.284	0.3734	0.4093
26-Jun-23	0.3876	0.3143	0.2054	0.084	-0.0254	-0.1041	-0.1439	-0.1485	-0.1305	-0.1057	-0.0882	-0.0873	-0.1058	-0.1382	-0.1783	-0.2012	-0.198	-0.1566	-0.0759	0.0329	0.151	0.2562	0.3286	0.3545
27-Jun-23	0.329	0.2667	0.1511	0.0318	-0.0791	-0.1631	-0.2094	-0.2173	-0.195	-0.1563	-0.116	-0.0858	-0.0717	-0.0728	-0.082	-0.0877	-0.0779	-0.0436	0.0171	0.0984	0.1868	0.2682	0.3161	0.3264
28-Jun-23	0.2904	0.2115	0.1015	-0.0216	-0.1378	-0.2299	-0.2864	-0.3033	-0.2845	-0.2397	-0.182	-0.1244	-0.0763	-0.0411	-0.0159	0.0071	0.0364	0.078	0.1328	0.1966	0.2606	0.3129	0.3409	0.3334
29-Jun-23	0.2841	0.1945	0.0748	-0.0583	-0.1857	-0.2907	-0.3623	-0.3952	-0.3897	-0.3507	-0.2868	-0.2095	-0.1304	-0.0675	0.0069	0.0661	0.1252	0.1876	0.2518	0.3124	0.3622	0.3939	0.4005	0.3754

WAKTU TANGGAL	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
01-Jul-23	0.2273	0.379	0.4541	0.4404	0.3459	0.1906	0.0299	-0.1145	-0.2032	-0.2179	-0.1603	-0.0517	0.072	0.1708	0.211	0.1762	0.07	-0.084	-0.2481	-0.3793	-0.4397	-0.4064	-0.2787	-0.0798
02-Jul-23	0.1474	0.3514	0.4848	0.5172	0.4421	0.2777	0.0626	-0.1531	-0.3192	-0.3975	-0.3718	-0.2527	-0.076	0.1078	0.247	0.3033	0.2616	0.1331	-0.048	-0.2328	-0.3692	-0.4148	-0.3489	-0.1798
03-Jul-23	0.0556	0.3001	0.4921	0.5819	0.5447	0.386	0.1397	-0.1396	-0.3889	-0.5066	-0.5873	-0.4923	-0.2924	-0.0415	0.1945	0.3561	0.4059	0.3369	0.1728	-0.0383	-0.236	-0.3613	-0.3723	-0.2572
04-Jul-23	-0.0391	0.2276	0.4722	0.6271	0.6467	0.5183	0.2648	-0.0615	-0.3801	-0.6477	-0.7753	-0.7434	-0.5612	-0.2761	0.0385	0.3085	0.4694	0.4922	0.3832	0.1817	-0.0505	-0.2438	-0.3375	-0.2967
05-Jul-23	-0.1239	0.1389	0.4206	0.6408	0.7328	0.6615	0.4319	0.0886	-0.3041	-0.6569	-0.8941	-0.9618	-0.8449	-0.573	-0.214	0.1451	0.4219	0.5604	0.5431	0.3925	0.1629	-0.0728	-0.2409	-0.2852
06-Jul-23	-0.1833	0.044	0.3363	0.6095	0.7804	0.7901	0.6196	0.2937	-0.1201	-0.5549	-0.9029	-1.0943	-1.0867	-0.8834	-0.5347	-0.1253	0.2497	0.5102	0.6113	0.5512	0.3678	0.1275	-0.0912	-0.2163
07-Jul-23	-0.2015	-0.0409	0.2267	0.5259	0.7696	0.8698	0.7903	0.5275	0.1249	-0.3412	-0.7777	-1.0945	-1.224	-1.1394	-0.8631	-0.4626	-0.0325	0.3318	0.5584	0.6173	0.5216	0.3213	0.0896	-0.095
08-Jul-23	-0.1679	-0.0963	0.1094	0.3952	0.6777	0.8679	0.8975	0.7371	0.4038	-0.0451	-0.5247	-0.9405	-1.2081	-1.2725	-1.1232	-0.7984	-0.3765	0.0456	0.3789	0.5646	0.5862	0.4687	0.2691	0.0614
09-Jul-23	-0.0813	-0.1048	0.0099	0.2387	0.5191	0.7667	0.9001	0.8646	0.6461	0.2743	-0.1859	-0.6432	-1.0227	-1.2351	-1.2438	-1.052	-0.7082	-0.2938	0.099	0.3921	0.5394	0.5354	0.4115	0.2258
10-Jul-23	0.0481	-0.0565	-0.0451	0.0904	0.3181	0.5738	0.7788	0.863	0.7845	0.5403	0.166	-0.2731	-0.6953	-1.0196	-1.1824	-1.1541	-0.9463	-0.6105	-0.2245	0.129	0.3832	0.5022	0.4861	0.367
11-Jul-23	0.1993	0.0463	-0.0357	-0.0121	0.1193	0.3256	0.5471	0.7149	0.7699	0.6794	0.4447	0.1002	-0.2939	-0.6648	-0.9412	-1.0694	-1.0264	-0.8263	-0.6173	-0.1688	0.1468	0.3716	0.4748	0.4564
12-Jul-23	0.3448	0.1886	0.044	-0.0383	-0.0276	0.0786	0.2522	0.4425	0.5902	0.644	0.5742	0.3795	0.0879	-0.2489	-0.5704	-0.8106	-0.9225	-0.8845	-0.7074	-0.4319	-0.118	0.1698	0.3778	0.4745
13-Jul-23	0.456	0.3448	0.1836	0.0249	-0.0825	-0.1057	-0.0366	0.1054	0.2787	0.4309	0.5127	0.4908	0.3962	0.1269	-0.1559	-0.4364	-0.6563	-0.7881	-0.747	-0.5966	-0.3494	-0.0584	0.2153	0.4166
14-Jul-23	0.5094	0.4836	0.3667	0.1688	-0.0276	-0.1798	-0.2481	-0.2157	-0.0928	0.0854	0.2678	0.401	0.4431	0.3745	0.2035	-0.0359	-0.2918	-0.5058	-0.627	-0.6238	-0.4927	-0.26	0.0236	0.2946
15-Jul-23	0.4926	0.5749	0.5267	0.3635	0.1273	-0.1242	-0.3305	-0.4425	-0.4342	-0.3097	-0.1031	0.1288	0.3295	0.4342	0.4237	0.2964	0.0833	-0.1028	-0.3796	-0.5099	-0.5157	-0.3684	-0.1532	0.1369
16-Jul-23	0.4087	0.5978	0.6554	0.6554	0.3466	0.0471	-0.2662	-0.5228	-0.6643	-0.6587	-0.5694	-0.2557	0.0374	0.2959	0.4571	0.496	0.3821	0.1784	-0.0675	-0.2873	-0.4176	-0.4163	-0.2749	-0.0232
17-Jul-23	0.2768	0.5468	0.7133	0.7278	0.5781	0.2908	-0.0757	-0.4439	-0.7338	-0.8813	-0.9539	-0.6603	-0.3502	-0.0007	0.3045	0.4973	0.5419	0.4415	0.2352	-0.0126	-0.2273	-0.3422	-0.3161	-0.1464
18-Jul-23	0.1279	0.4344	0.688	0.8139	0.7678	0.547	-0.1895	-0.2345	-0.6379	-0.9349	-1.061	-0.9898	-0.7413	-0.3778	0.0125	0.3404	0.5382	0.5756	0.4639	0.2506	0.0069	-0.1892	-0.2722	-0.2076
19-Jul-23	-0.0036	0.2888	0.5883	0.8068	0.8741	0.7563	0.4635	0.0469	-0.4131	-0.823	-1.097	-1.177	-1.0482	-0.7453	-0.3429	0.0641	0.387	0.5651	0.5785	0.449	0.2323	0.0041	-0.1587	-0.1973
20-Jul-23	-0.0888	0.1449	0.4413	0.7142	0.8787	0.8752	0.6842	0.3305	-0.1232	-0.5893	-0.9739	-1.1975	-1.2142	-1.0252	-0.8794	-0.2605	0.1362	0.4291	0.5699	0.5514	0.406	0.1953	-0.0048	-0.1231
21-Jul-23	-0.1127	0.0348	0.2839	0.564	0.7901	0.8869	0.8097	0.5563	0.162	-0.2892	-0.7395	-1.0704	-1.2243	-1.172	-0.9309	-0.5617	-0.1513	0.2111	0.4568	0.5521	0.5028	0.3496	0.1562	-0.0058
22-Jul-23	-0.0756	-0.0213	0.151	0.395	0.638	0.802	0.8264	0.8836	0.3855	-0.0196	-0.4578	-0.8442	-1.1015	-1.1782	-1.0624	-0.786	-0.416	-0.0361	0.2759	0.4669	0.5181	0.4459	0.2954	0.1284
23-Jul-23	0.0078	-0.0187	0.0663	0.2436	0.4616	0.6516	0.7478	0.7062	0.5155	0.1993	-0.1892	-0.5782	-0.892	-1.0679	-1.0716	-0.907	-0.6156	-0.2662	0.0693	0.3246	0.4631	0.4783	0.3937	0.2545
24-Jul-23	0.117	0.0335	0.0378	0.1348	0.2972	0.4737	0.6043	0.6381	0.5469	0.3321	0.0242	-0.3239	-0.647	-0.8815	-0.9803	-0.9248	-0.7307	-0.4437	-0.1266	0.157	0.3585	0.4532	0.4432	0.3546
25-Jul-23	0.2299	0.1177	0.0596	0.0778	0.1693	0.3013	0.4405	0.5072	0.4945	0.3767	0.1629	-0.1149	-0.4079	-0.6602	-0.8208	-0.8506	-0.761	-0.5562	-0.287	-0.0086	0.2274	0.3842	0.446	0.4193
26-Jul-23	0.3296	0.2152	0.1174	0.0689	0.0841	0.1551	0.254	0.3419	0.3811	0.346	0.2252	0.0333	-0.2011	-0.4355	-0.6234	-0.7248	-0.7169	-0.6001	-0.3986	-0.163	0.0896	0.287	0.4099	0.4471
27-Jul-23	0.4062	0.3111	0.1964	0.0979	0.0432	0.0437	0.0915	0.163	0.2266	0.2519	0.2175	0.1169	-0.0402	-0.2283	-0.4112	-0.5497	-0.6113	-0.5789	-0.4554	-0.2636	-0.0394	0.1758	0.346	0.442
28-Jul-23	0.4568	0.3969	0.2853	0.1552	0.0409	-0.0311	-0.0487	-0.017	0.0445	0.108	0.1451	0.1343	0.0863	-0.0627	-0.2013	-0.3475	-0.4558	-0.4965	-0.4541	-0.3309	-0.1473	0.0631	0.261	0.4095
29-Jul-23	0.4823	0.4692	0.3786	0.2354	0.0747	-0.0666	-0.1591	-0.188	-0.1555	-0.0802	0.0092	0.0806	0.1075	0.076	-0.0112	-0.1343	-0.2619	-0.3579	-0.3918	-0.3463	-0.2224	-0.0398	0.1665	0.3543

WAKTU	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
TANGGAL																								
01-Agu-23	0.2273	0.379	0.4541	0.4404	0.3459	0.1906	0.0299	-0.1145	-0.2032	-0.2179	-0.1603	-0.0517	0.072	0.1706	0.211	0.1762	0.07	-0.084	-0.2481	-0.3793	-0.4397	-0.4064	-0.2787	-0.0798
02-Agu-23	0.1474	0.3514	0.4848	0.5172	0.4421	0.2777	0.0626	-0.1531	-0.3192	-0.3975	-0.3718	-0.2527	-0.076	0.1078	0.247	0.3033	0.2616	0.1331	-0.048	-0.2328	-0.3692	-0.4148	-0.3489	-0.1798
03-Agu-23	0.0556	0.3001	0.4921	0.5819	0.5447	0.386	0.1397	-0.1396	-0.3889	-0.5066	-0.5873	-0.4923	-0.2924	-0.0415	0.1945	0.3561	0.4059	0.3369	0.1728	-0.0383	-0.236	-0.3613	-0.3723	-0.2572
04-Agu-23	-0.0391	0.2276	0.4722	0.6271	0.6467	0.5183	0.2648	-0.0615	-0.3801	-0.6477	-0.7753	-0.7434	-0.5612	-0.2761	0.0385	0.3085	0.4694	0.4922	0.3832	0.1817	-0.0505	-0.2438	-0.3375	-0.2967
05-Agu-23	-0.1239	0.1389	0.4206	0.6408	0.7328	0.6615	0.4319	0.0886	-0.3041	-0.6569	-0.8941	-0.9618	-0.8449	-0.573	-0.214	0.1451	0.4219	0.5604	0.5431	0.3925	0.1629	-0.0728	-0.2409	-0.2852
06-Agu-23	-0.1833	0.044	0.3363	0.6095	0.7804	0.7901	0.6196	0.2937	-0.1261	-0.5549	-0.9029	-1.0943	-1.0867	-0.8834	-0.5347	-0.1253	0.2497	0.5102	0.6113	0.5512	0.3678	0.1275	-0.0912	-0.2163
07-Agu-23	-0.2015	-0.0409	0.2267	0.5259	0.7666	0.8698	0.7903	0.5275	0.1249	-0.3412	-0.7777	-1.0945	-1.224	-1.1394	-0.8631	-0.4626	-0.0325	0.3316	0.5584	0.6173	0.5216	0.3213	0.0896	-0.095
08-Agu-23	-0.1679	-0.0963	0.1094	0.3952	0.6777	0.8679	0.8975	0.7371	0.4038	-0.0451	-0.5247	-0.9405	-1.2081	-1.2725	-1.1232	-0.7984	-0.3765	0.0456	0.3789	0.5646	0.5862	0.4687	0.2691	0.0614
09-Agu-23	-0.0813	-0.1048	0.0099	0.2387	0.5191	0.7667	0.9001	0.8646	0.6461	0.2743	-0.1859	-0.6432	-1.0227	-1.2351	-1.2438	-1.052	-0.7082	-0.2938	0.099	0.3921	0.5394	0.5354	0.4115	0.2258
10-Agu-23	0.0481	-0.0565	-0.0451	0.0904	0.3181	0.5738	0.7788	0.863	0.7845	0.5403	0.166	-0.2731	-0.6953	-1.0196	-1.1824	-1.1541	-0.9463	-0.6105	-0.2245	0.129	0.3832	0.5022	0.4861	0.367
11-Agu-23	0.1993	0.0463	-0.0357	-0.0121	0.1193	0.3256	0.5471	0.7149	0.7699	0.6794	0.4447	0.1002	-0.2939	-0.6648	-0.9412	-1.0694	-1.0264	-0.8263	-0.6173	-0.1688	0.1468	0.3716	0.4748	0.4564
12-Agu-23	0.3448	0.1886	0.044	-0.0383	-0.0276	0.0786	0.2522	0.4425	0.5902	0.644	0.5742	0.3795	0.0879	-0.2489	-0.5704	-0.8106	-0.9225	-0.8845	-0.7074	-0.4319	-0.118	0.1698	0.3778	0.4745
13-Agu-23	0.456	0.3448	0.1836	0.0249	-0.0825	-0.1057	-0.0366	0.1054	0.2787	0.4309	0.5127	0.4908	0.3962	0.1269	-0.1559	-0.4364	-0.6563	-0.7881	-0.747	-0.5966	-0.3494	-0.0584	0.2153	0.4166
14-Agu-23	0.5094	0.4836	0.3667	0.1688	-0.0276	-0.1798	-0.2481	-0.2157	-0.0928	0.0854	0.2678	0.401	0.4431	0.3745	0.2035	-0.0359	-0.2918	-0.5058	-0.627	-0.6238	-0.4927	-0.26	0.0236	0.2946
15-Agu-23	0.4926	0.5749	0.6267	0.3635	0.1273	-0.1242	-0.3305	-0.4425	-0.4342	-0.2097	-0.1031	0.1298	0.3265	0.4342	0.4237	0.2964	0.0833	-0.1628	-0.3796	-0.5099	-0.5167	-0.3884	-0.1532	0.1369
16-Agu-23	0.4087	0.5978	0.6554	0.5654	0.3466	0.0471	-0.2662	-0.5228	-0.6643	-0.8667	-0.5094	-0.2557	0.0374	0.2988	0.4571	0.486	0.3821	0.1784	-0.0675	-0.2873	-0.4176	-0.4163	-0.2749	-0.0232
17-Agu-23	0.2768	0.5468	0.7133	0.7278	0.5781	0.2908	-0.0757	-0.4439	-0.7338	-0.8813	-0.8538	-0.6603	-0.3502	-0.0007	0.3045	0.4973	0.5419	0.4415	0.2352	-0.0126	-0.2273	-0.3422	-0.3161	-0.1464
18-Agu-23	0.1279	0.4344	0.688	0.8139	0.7678	0.547	0.1895	-0.2345	-0.6379	-0.9349	-1.061	-0.889	-0.7413	-0.3778	0.0125	0.3404	0.5382	0.5756	0.4639	0.2506	0.0069	-0.1892	-0.2722	-0.2076
19-Agu-23	-0.0036	0.2888	0.5883	0.8068	0.8741	0.7563	0.4635	0.0468	-0.4131	-0.8247	-1.097	-1.177	-1.0482	-0.7453	-0.3429	0.0641	0.387	0.5651	0.5785	0.449	0.2323	0.0041	-0.1587	-0.1973
20-Agu-23	-0.0888	0.1449	0.4413	0.7142	0.7877	0.8762	0.6842	0.3305	-0.1232	-0.5893	-0.9739	-1.1975	-1.2142	-1.0252	-0.6794	-0.2605	0.1362	0.4291	0.5699	0.5514	0.406	0.1993	-0.0048	-0.1231
21-Agu-23	-0.1127	0.0348	0.2839	0.564	0.7901	0.8869	0.8097	0.5553	0.162	-0.2992	-0.7395	-1.0704	-1.2243	-1.172	-0.9305	-0.5617	-0.1513	0.2111	0.4568	0.5521	0.5028	0.3496	0.1562	-0.0058
22-Agu-23	-0.0758	-0.0213	0.151	0.3936	0.638	0.802	0.8264	0.8836	0.3855	-0.0196	-0.4578	-0.8442	-1.1015	-1.1782	-1.0624	-0.786	-0.416	-0.361	0.2759	0.4669	0.5181	0.4469	0.2954	0.1284
23-Agu-23	-0.0078	-0.0187	0.0663	0.2496	0.4616	0.6516	0.7478	0.7062	0.5155	0.1993	-0.1892	-0.5782	-0.892	-0.1079	-1.0716	-0.907	-0.6156	-0.2662	0.0893	0.3246	0.4631	0.4783	0.3937	0.2545
24-Agu-23	0.117	0.0335	0.0378	0.1348	0.2972	0.4737	0.6043	0.6381	0.5469	0.3321	0.0242	-0.3239	-0.647	-0.8815	-0.9803	-0.9248	-0.7307	-0.4437	-0.1266	0.157	0.3585	0.4532	0.4432	0.3546
25-Agu-23	0.2299	0.1177	0.0596	0.0778	0.1683	0.3013	0.4305	0.5072	0.4945	0.3767	0.1629	-0.1149	-0.4079	-0.6602	-0.8208	-0.8566	-0.761	-0.5562	-0.267	-0.0086	0.2274	0.3482	0.446	0.4193
26-Agu-23	0.3296	0.2152	0.1174	0.0689	0.0841	0.1551	0.2654	0.3419	0.3811	0.345	0.2252	0.0333	-0.2011	-0.4355	-0.6234	-0.7248	-0.7169	-0.6001	-0.3986	-0.153	0.0896	0.287	0.4099	0.4471
27-Agu-23	0.4062	0.3111	0.1964	0.0979	0.0432	0.0437	0.0915	0.163	0.2266	0.2519	0.2175	0.1169	-0.0402	-0.2283	-0.4112	-0.5497	-0.6113	-0.5789	-0.4554	-0.2636	-0.0394	0.1758	0.346	0.442
28-Agu-23	0.4566	0.3969	0.2853	0.1552	0.0409	-0.0311	-0.0487	-0.017	0.0446	0.108	0.1451	0.1343	0.0663	-0.0527	-0.2013	-0.3476	-0.4558	-0.4965	-0.4541	-0.3309	-0.1473	0.0631	0.261	0.4095
29-Agu-23	0.4823	0.4692	0.3786	0.2354	0.0747	-0.0666	-0.1591	-0.188	-0.1555	-0.0802	0.0092	0.0806	0.1075	0.076	-0.0112	-0.1343	-0.2619	-0.3579	-0.3918	-0.3463	-0.2224	-0.0398	0.1665	0.3643

WAKTU TANGGAL	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
01-Okt-23	0.2273	0.379	0.4541	0.4404	0.3459	0.1966	0.0299	-0.1145	-0.2032	-0.2179	-0.1603	-0.0517	0.072	0.1706	0.211	0.1762	0.07	-0.084	-0.2481	-0.3793	-0.4397	-0.4064	-0.2787	-0.0798
02-Okt-23	0.1474	0.3514	0.4848	0.5172	0.4421	0.2777	0.0626	-0.1531	-0.3192	-0.3975	-0.3718	-0.2527	-0.076	0.1078	0.247	0.3033	0.2616	0.1331	-0.048	-0.2328	-0.3692	-0.4148	-0.3489	-0.1798
03-Okt-23	0.0556	0.3001	0.4921	0.5819	0.5447	0.386	0.1397	-0.1396	-0.3889	-0.5506	-0.5873	-0.4923	-0.2924	-0.0415	0.1945	0.3561	0.4059	0.3369	0.1728	-0.0383	-0.236	-0.3613	-0.3723	-0.2572
04-Okt-23	-0.0391	0.2276	0.4722	0.6271	0.6467	0.5183	0.2648	-0.0615	-0.3901	-0.6477	-0.7763	-0.7434	-0.5612	-0.2761	0.0395	0.3085	0.4694	0.4922	0.3832	0.1817	-0.0505	-0.2438	-0.3375	-0.2967
05-Okt-23	-0.1239	0.1389	0.4206	0.6408	0.7328	0.6615	0.4319	0.0866	-0.3041	-0.6569	-0.8941	-0.9618	-0.8449	-0.573	-0.214	0.1461	0.4219	0.5604	0.5431	0.3925	0.1629	-0.0728	-0.2409	-0.2852
06-Okt-23	-0.1833	0.044	0.3363	0.6095	0.7804	0.7901	0.6196	0.2937	-0.1261	-0.5549	-0.9029	-1.0943	-1.0867	-0.8834	-0.5347	-0.1253	0.2497	0.5102	0.6113	0.5512	0.3678	0.1275	-0.0912	-0.2163
07-Okt-23	-0.2015	-0.0409	0.2267	0.5259	0.7666	0.8698	0.7903	0.5275	0.1249	-0.3412	-0.7777	-1.0945	-1.224	-1.1394	-0.8631	-0.4626	-0.0325	0.3316	0.5584	0.6173	0.5216	0.3213	0.0896	-0.095
08-Okt-23	-0.1679	-0.0963	0.1094	0.3952	0.6777	0.8679	0.8975	0.7371	0.4038	-0.0451	-0.5247	-0.9405	-1.2081	-1.2725	-1.1232	-0.7984	-0.3765	0.0456	0.3789	0.5646	0.5862	0.4687	0.2691	0.0614
09-Okt-23	-0.0813	-0.1048	0.0099	0.2387	0.5191	0.7667	0.9001	0.8646	0.6461	0.2743	-0.1859	-0.6482	-1.0227	-1.2351	-1.2438	-1.052	-0.7082	-0.2938	0.099	0.3921	0.5394	0.5354	0.4115	0.2258
10-Okt-23	0.0481	-0.0565	-0.0451	0.0904	0.3181	0.5738	0.7788	0.863	0.7845	0.5403	0.166	-0.2731	-0.6953	-1.0195	-1.1824	-1.1541	-0.9463	-0.6105	-0.2245	0.129	0.3832	0.5022	0.4861	0.367
11-Okt-23	0.1993	0.0463	-0.0357	-0.0121	0.1193	0.3256	0.5471	0.7149	0.7699	0.6794	0.4447	0.1002	-0.2939	-0.6648	-0.9412	-1.0694	-1.0264	-0.8263	-0.5173	-0.1688	0.1468	0.3716	0.4748	0.4564
12-Okt-23	0.3448	0.1886	0.044	-0.0383	-0.0276	0.0786	0.2522	0.4425	0.5902	0.644	0.5742	0.3795	0.0879	-0.2499	-0.5704	-0.8105	-0.9225	-0.8845	-0.7074	-0.4319	-0.118	0.1698	0.3778	0.4745
13-Okt-23	0.456	0.3448	0.1836	0.0249	-0.0825	-0.1057	-0.0366	0.1054	0.2787	0.4309	0.5127	0.4908	0.3962	0.1269	-0.1559	-0.4364	-0.6563	-0.7681	-0.747	-0.5966	-0.3494	-0.0584	0.2153	0.4166
14-Okt-23	0.5094	0.4836	0.3567	0.1688	-0.0276	-0.1798	-0.2481	-0.2167	-0.0928	0.0854	0.2678	0.401	0.4431	0.3745	0.2035	-0.0369	-0.2918	-0.5058	-0.627	-0.6238	-0.4927	-0.26	0.0236	0.2946
15-Okt-23	0.4926	0.5749	0.5267	0.3635	0.1273	-0.1242	-0.3305	-0.4425	-0.4342	-0.3097	-0.1031	0.1298	0.3265	0.4342	0.4237	0.2964	0.0833	-0.1628	-0.3796	-0.5099	-0.5157	-0.3884	-0.1532	0.1369
16-Okt-23	0.4087	0.5978	0.6554	0.6654	0.3466	0.0471	-0.2662	-0.5228	-0.6643	-0.6587	-0.5094	-0.2557	0.0374	0.2958	0.4571	0.486	0.3821	0.1784	-0.0675	-0.2873	-0.4176	-0.4163	-0.2749	-0.0232
17-Okt-23	0.2768	0.5468	0.7133	0.7278	0.5781	0.2908	-0.0757	-0.4439	-0.7338	-0.8813	-0.8538	-0.6603	-0.3502	-0.0007	0.3045	0.4973	0.5419	0.4415	0.2352	-0.0126	-0.2273	-0.3422	-0.3161	-0.1464
18-Okt-23	0.1279	0.4344	0.688	0.8139	0.7678	0.547	0.1895	-0.2345	-0.6379	-0.9349	-1.061	-0.9898	-0.7413	-0.3778	0.0126	0.3404	0.5382	0.5756	0.4639	0.2506	0.0069	-0.1892	-0.2722	-0.2076
19-Okt-23	-0.0036	0.2888	0.5883	0.8068	0.8741	0.7663	0.4635	0.0468	-0.4131	-0.823	-1.097	-1.177	-1.0482	-0.7453	-0.3429	0.0641	0.387	0.5651	0.5785	0.449	0.2323	0.0041	-0.1587	-0.1973
20-Okt-23	-0.0888	0.1449	0.4413	0.7142	0.8787	0.8752	0.6842	0.3305	-0.1232	-0.5893	-0.9739	-1.1975	-1.2142	-1.0252	-0.6794	-0.2605	0.1362	0.4291	0.5699	0.5514	0.406	0.1953	-0.0048	-0.1231
21-Okt-23	-0.1127	0.0348	0.2839	0.564	0.7901	0.8869	0.8097	0.5553	0.162	-0.2592	-0.7395	-1.0704	-1.2243	-1.172	-0.9309	-0.5617	-0.1513	0.2111	0.4568	0.5521	0.5028	0.3496	0.1562	-0.0058
22-Okt-23	-0.0758	-0.0213	0.151	0.395	0.638	0.802	0.8264	0.6836	0.3855	-0.0196	-0.4578	-0.8442	-1.1015	-1.1782	-1.0624	-0.786	-0.416	-0.0361	0.2759	0.4669	0.5181	0.4459	0.2954	0.1284
23-Okt-23	0.0078	-0.0187	0.0663	0.2436	0.4616	0.6616	0.7478	0.7082	0.5155	0.1993	-0.1892	-0.5782	-0.892	-1.0679	-1.0716	-0.907	-0.6156	-0.2662	0.0693	0.3246	0.4631	0.4783	0.3937	0.2545
24-Okt-23	0.117	0.0335	0.0378	0.1348	0.2972	0.4737	0.6043	0.6381	0.5469	0.3321	0.0242	-0.3239	-0.647	-0.8815	-0.9803	-0.9248	-0.7307	-0.4437	-0.1266	0.157	0.3585	0.4532	0.4432	0.3546
25-Okt-23	0.2299	0.1177	0.0596	0.0778	0.1683	0.3013	0.4305	0.5072	0.4945	0.3767	0.1629	-0.1149	-0.4079	-0.6602	-0.8208	-0.8566	-0.761	-0.5562	-0.287	-0.0086	0.2274	0.3842	0.446	0.4193
26-Okt-23	0.3296	0.2152	0.1174	0.0689	0.0841	0.1551	0.254	0.3419	0.3811	0.345	0.2252	0.0333	-0.2011	-0.4355	-0.6234	-0.7248	-0.7169	-0.6001	-0.3986	-0.153	0.0896	0.287	0.4099	0.4471
27-Okt-23	0.4062	0.3111	0.1964	0.0979	0.0432	0.0437	0.0915	0.163	0.2266	0.2519	0.2175	0.1169	-0.0402	-0.2283	-0.4112	-0.5497	-0.6113	-0.5789	-0.4554	-0.2636	-0.0394	0.1768	0.346	0.442
28-Okt-23	0.4568	0.3969	0.2853	0.1552	0.0409	-0.0311	-0.0487	-0.017	0.0445	0.108	0.1451	0.1343	0.0663	-0.0527	-0.2013	-0.3475	-0.4558	-0.4965	-0.4541	-0.3309	-0.1473	0.0631	0.261	0.4095
29-Okt-23	0.4923	0.4692	0.3786	0.2354	0.0747	-0.0666	-0.1591	-0.188	-0.1555	-0.0902	0.0092	0.0806	0.1075	0.076	-0.0112	-0.1343	-0.2619	-0.3579	-0.3918	-0.3463	-0.2224	-0.0398	0.1665	0.3543

WAKTU TANGGAL	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
01-Sep-23	0.2273	0.379	0.4541	0.4404	0.3459	0.1966	0.0299	-0.1145	-0.2032	-0.2179	-0.1603	-0.0517	0.072	0.1706	0.211	0.1762	0.07	-0.084	-0.2481	-0.3793	-0.4397	-0.4064	-0.2787	-0.0798
02-Sep-23	0.1474	0.3514	0.4848	0.5172	0.4421	0.2777	0.0626	-0.1531	-0.3192	-0.3975	-0.3718	-0.2527	-0.076	0.1078	0.247	0.3033	0.2616	0.1331	-0.048	-0.2328	-0.3692	-0.4148	-0.3489	-0.1798
03-Sep-23	0.0556	0.3001	0.4921	0.5819	0.5447	0.386	0.1397	-0.1396	-0.3889	-0.5506	-0.5873	-0.4923	-0.2924	-0.0415	0.1945	0.3561	0.4059	0.3369	0.1728	-0.0383	-0.236	-0.3613	-0.3723	-0.2572
04-Sep-23	-0.0391	0.2276	0.4722	0.6271	0.6467	0.5183	0.2648	-0.0615	-0.3901	-0.6477	-0.7763	-0.7434	-0.5612	-0.2761	0.0395	0.3085	0.4694	0.4922	0.3832	0.1817	-0.0505	-0.2438	-0.3375	-0.2967
05-Sep-23	-0.1239	0.1389	0.4206	0.6408	0.7328	0.6615	0.4319	0.0866	-0.3041	-0.6569	-0.8941	-0.9618	-0.8449	-0.573	-0.214	0.1461	0.4219	0.5604	0.5431	0.3925	0.1629	-0.0728	-0.2409	-0.2852
06-Sep-23	-0.1833	0.044	0.3363	0.6095	0.7804	0.7901	0.6196	0.2937	-0.1261	-0.5549	-0.9029	-1.0943	-1.0867	-0.8834	-0.5347	-0.1253	0.2497	0.5102	0.6113	0.5512	0.3678	0.1275	-0.0912	-0.2163
07-Sep-23	-0.2015	-0.0409	0.2267	0.5259	0.7666	0.8698	0.7903	0.5275	0.1249	-0.3412	-0.7777	-1.0945	-1.224	-1.1394	-0.8631	-0.4626	-0.0325	0.3316	0.5584	0.6173	0.5216	0.3213	0.0896	-0.095
08-Sep-23	-0.1679	-0.0963	0.1094	0.3952	0.6777	0.8679	0.8975	0.7371	0.4038	-0.0451	-0.5247	-0.9405	-1.2081	-1.2725	-1.1232	-0.7984	-0.3765	0.0456	0.3789	0.5646	0.5862	0.4687	0.2691	0.0614
09-Sep-23	-0.0813	-0.1048	0.0099	0.2387	0.5191	0.7667	0.9001	0.8646	0.6461	0.2743	-0.1859	-0.6482	-1.0227	-1.2351	-1.2438	-1.052	-0.7082	-0.2938	0.099	0.3921	0.5394	0.5354	0.4115	0.2258
10-Sep-23	0.0481	-0.0565	-0.0451	0.0904	0.3181	0.5738	0.7788	0.863	0.7845	0.5403	0.166	-0.2731	-0.6953	-1.0195	-1.1824	-1.1541	-0.9463	-0.6105	-0.2245	0.129	0.3832	0.5022	0.4861	0.367
11-Sep-23	0.1993	0.0463	-0.0357	-0.0121	0.1193	0.3256	0.5471	0.7149	0.7699	0.6794	0.4447	0.1002	-0.2939	-0.6648	-0.9412	-1.0694	-1.0264	-0.8263	-0.5173	-0.1688	0.1468	0.3716	0.4748	0.4564
12-Sep-23	0.3448	0.1886	0.044	-0.0383	-0.0276	0.0786	0.2522	0.4425	0.5902	0.644	0.5742	0.3795	0.0879	-0.2499	-0.5704	-0.8105	-0.9225	-0.8845	-0.7074	-0.4319	-0.118	0.1698	0.3778	0.4745
13-Sep-23	0.456	0.3448	0.1836	0.0249	-0.0825	-0.1057	-0.0366	0.1054	0.2787	0.4309	0.5127	0.4908	0.3962	0.1269	-0.1559	-0.4364	-0.6563	-0.7681	-0.747	-0.5966	-0.3494	-0.0584	0.2153	0.4166
14-Sep-23	0.5094	0.4836	0.3567	0.1688	-0.0276	-0.1798	-0.2481	-0.2167	-0.0928	0.0854	0.2678	0.401	0.4431	0.3745	0.2035	-0.0369	-0.2918	-0.5058	-0.627	-0.6238	-0.4927	-0.26	0.0236	0.2946
15-Sep-23	0.4926	0.5749	0.5287	0.3635	0.1273	-0.1242	-0.3305	-0.4425	-0.4342	-0.3097	-0.1031	-0.1298	0.3265	0.4342	0.4237	0.2894	0.0833	-0.1828	-0.3796	-0.5039	-0.5157	-0.3884	-0.1532	0.1359
16-Sep-23	0.4087	0.5978	0.5654	0.5654	0.3466	0.0471	-0.2862	-0.5228	-0.6643	-0.6587	-0.5094	-0.2587	0.0374	0.2958	0.4571	0.486	0.3821	0.1784	-0.0675	-0.2873	-0.4176	-0.4163	-0.2749	0.0322
17-Sep-23	0.2768	0.5468	0.7133	0.7278	0.5781	0.2908	-0.0757	-0.4439	-0.7336	-0.8813	-0.8538	-0.6603	-0.3502	-0.0007	0.3045	0.4973	0.5419	0.4415	0.2352	-0.0126	-0.2273	-0.3422	-0.3161	-0.1464
18-Sep-23	0.1279	0.4344	0.688	0.8139	0.7678	0.547	0.1895	-0.2345	-0.6379	-0.9349	-1.061	-0.988	-0.7413	-0.3778	0.0126	0.3404	0.5382	0.5756	0.4639	0.2506	0.0069	-0.1892	-0.2722	-0.2078
19-Sep-23	-0.0036	0.2888	0.5883	0.8038	0.8741	0.7663	0.4635	0.0468	-0.4131	-0.823	-1.097	-1.177	-1.0482	-0.7453	-0.3429	0.0641	0.387	0.5851	0.5785	0.449	0.2323	0.0041	-0.1587	-0.1973
20-Sep-23	-0.0888	0.1449	0.4413	0.7142	0.8787	0.8752	0.6842	0.3305	-0.1232	-0.5893	0.9739	-1.1975	-1.2142	-1.0252	-0.6794	-0.2605	0.1362	0.4291	0.5699	0.5514	0.406	0.1993	-0.0048	-0.1231
21-Sep-23	-0.1127	0.0348	0.2839	0.564	0.7901	0.8869	0.8097	0.5553	0.162	-0.2592	0.7395	-1.0704	-1.2243	-1.1172	-0.9309	-0.5617	0.1361	0.2111	0.4568	0.5521	0.5028	0.3496	0.1562	-0.0518
22-Sep-23	-0.0788	-0.0213	0.151	0.395	0.638	0.802	0.8264	0.6836	0.3855	-0.0196	-0.4678	-0.8442	-1.1015	-1.1782	-1.0624	-0.786	-0.416	-0.0361	0.2759	0.4669	0.5181	0.4469	0.2954	0.1284
23-Sep-23	0.0078	-0.0187	0.0663	0.2436	0.4616	0.6516	0.7478	0.7062	0.5155	0.1993	-0.1892	-0.5782	-0.892	-1.0679	-1.0716	-0.907	-0.6156	-0.2652	0.0693	0.3246	0.4631	0.4783	0.3937	0.2545
24-Sep-23	0.117	0.0335	0.0378	0.1348	0.2972	0.4737	0.6043	0.6381	0.5498	0.3321	0.0242	-0.3236	-0.647	-0.8815	-0.9803	-0.9248	-0.7307	-0.4437	-0.1266	0.157	0.3585	0.4532	0.4432	0.3546
25-Sep-23	0.2299	0.1177	0.0596	0.0748	0.1683	0.3013	0.4305	0.5072	0.4945	0.3767	0.1629	-0.1149	-0.4079	-0.6602	-0.8208	-0.8566	-0.761	-0.5562	-0.287	-0.0086	0.2274	0.3842	0.446	0.1981
26-Sep-23	0.3296	0.2152	0.1174	0.0689	0.0841	0.1551	0.254	0.3419	0.3811	0.345	0.2252	0.0333	-0.2011	-0.4355	-0.6234	-0.7248	-0.7189	-0.6001	-0.3988	-0.153	0.0896	0.287	0.4099	0.4471
27-Sep-23	0.4062	0.3111	0.1964	0.0979	0.0432	0.0437	0.0915	0.163	0.2266	0.2519	0.2175	0.1169	-0.0402	-0.2283	-0.4112	-0.5497	-0.6113	-0.5789	-0.4554	-0.2636	-0.0394	0.1758	0.345	0.4412
28-Sep-23	0.4568	0.3969	0.2853	0.1552	0.0409	-0.0311	-0.0487	-0.017	0.0445	0.108	0.1451	0.1343	0.0663	-0.0527	-0.2013	-0.3475	-0.4558	-0.4965	-0.4541	-0.3309	-0.1473	0.0631	0.261	0.4095
29-Sep-23	0.4823	0.4692	0.3786	0.2354	0.0747	-0.0666	-0.1591	-0.188	-0.1555	-0.0802	0.0092	0.0806	0.0675	0.076	-0.0112	-0.1343	-0.2619	-0.3579	-0.3918	-0.3463	-0.2224	-0.0398	0.1665	0.3543

WAKTU TANGGAL	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
01-Nov-23	0.2273	0.379	0.4541	0.4404	0.3459	0.1966	0.0299	-0.1145	-0.2032	-0.2179	-0.1603	-0.0517	0.072	0.1706	0.211	0.1762	0.07	-0.084	-0.2481	-0.3793	-0.4397	-0.4064	-0.2787	-0.0798
02-Nov-23	0.1474	0.3514	0.4848	0.5172	0.4421	0.2777	0.0626	-0.1531	-0.3192	-0.3975	-0.3718	-0.2527	-0.076	0.1078	0.247	0.3033	0.2616	0.1331	-0.048	-0.2328	-0.3692	-0.4148	-0.3489	-0.1798
03-Nov-23	0.0556	0.3001	0.4921	0.5819	0.5447	0.386	0.1397	-0.1396	-0.3889	-0.5506	-0.5873	-0.4923	-0.2924	-0.0415	0.1945	0.3561	0.4059	0.3369	0.1728	-0.0383	-0.236	-0.3613	-0.3723	-0.2572
04-Nov-23	-0.0391	0.2276	0.4722	0.6271	0.6467	0.5183	0.2648	-0.0615	-0.3901	-0.6477	-0.7753	-0.7434	-0.5612	-0.2761	0.0395	0.3085	0.4694	0.4922	0.3832	0.1817	-0.0505	-0.2438	-0.3375	-0.2967
05-Nov-23	-0.1239	0.1389	0.4206	0.6408	0.7328	0.6615	0.4319	0.0866	-0.3041	-0.6569	-0.8941	-0.9618	-0.8449	-0.573	-0.214	0.1451	0.4219	0.5604	0.5431	0.3925	0.1629	-0.0728	-0.2409	-0.2852
06-Nov-23	-0.1833	0.044	0.3363	0.6095	0.7804	0.7901	0.6196	0.2937	-0.1261	-0.5549	-0.9029	-1.0943	-1.0867	-0.8834	-0.6347	-0.1253	0.2497	0.5102	0.6113	0.5512	0.3678	0.1275	-0.0912	-0.2163
07-Nov-23	-0.2015	-0.0409	0.2267	0.5259	0.7666	0.8698	0.7903	0.5275	0.1249	-0.3412	-0.7777	-1.0945	-1.224	-1.1394	-0.8631	-0.4626	-0.0325	0.3316	0.5584	0.6173	0.5216	0.3213	0.0896	-0.095
08-Nov-23	-0.1679	-0.0963	0.1094	0.3952	0.6777	0.8679	0.8975	0.7371	0.4038	-0.0451	-0.5247	-0.9405	-1.2081	-1.2725	-1.1232	-0.7984	-0.3765	0.0456	0.3789	0.5646	0.5862	0.4687	0.2691	0.0614
09-Nov-23	-0.0813	-0.1048	0.0099	0.2387	0.5191	0.7667	0.9001	0.8646	0.6481	0.2743	-0.1859	-0.6482	-1.0227	-1.2351	-1.2438	-1.052	-0.7082	-0.2938	0.099	0.3921	0.5394	0.5354	0.4115	0.2258
10-Nov-23	0.0481	-0.0565	-0.0451	0.0904	0.3181	0.5738	0.7788	0.863	0.7845	0.5403	0.166	-0.2731	-0.6953	-1.0195	-1.1824	-1.1541	-0.9463	-0.6105	-0.2245	0.129	0.3832	0.5022	0.4861	0.367
11-Nov-23	0.1993	0.0463	-0.0357	-0.0121	0.1193	0.3256	0.5471	0.7149	0.7699	0.6794	0.4447	0.1002	-0.2939	-0.6648	-0.9412	-1.0694	-1.0264	-0.8263	-0.5173	-0.1688	0.1468	0.3716	0.4748	0.4564
12-Nov-23	0.3448	0.1886	0.044	-0.0383	-0.0276	0.0786	0.2522	0.4425	0.5902	0.644	0.5742	0.3795	0.0879	-0.2499	-0.5704	-0.8106	-0.9225	-0.8845	-0.7074	-0.4319	-0.118	0.1698	0.3778	0.4745
13-Nov-23	0.456	0.3448	0.1836	0.0249	-0.0825	-0.1057	-0.0366	0.1054	0.2787	0.4309	0.5127	0.4908	0.3962	0.1269	-0.1559	-0.4364	-0.6563	-0.7681	-0.747	-0.5966	-0.3494	-0.0584	0.2153	0.4166
14-Nov-23	0.5094	0.4836	0.3567	0.1688	-0.0276	-0.1798	-0.2481	-0.2157	-0.0928	0.0654	0.2678	0.401	0.4431	0.3745	0.2035	-0.0359	-0.2918	-0.5058	-0.627	-0.6238	-0.4927	-0.26	0.0236	0.2946
15-Nov-23	0.4926	0.5749	0.5267	0.3635	0.1273	-0.1242	-0.3305	-0.4425	-0.4342	-0.3097	-0.1031	0.1298	0.3265	0.4342	0.4237	0.2964	0.0833	-0.1628	-0.3796	-0.5099	-0.5157	-0.3884	-0.1532	0.1369
16-Nov-23	0.4087	0.5978	0.6554	0.6554	0.3466	0.0471	-0.2662	-0.5228	-0.6943	-0.6587	-0.5094	-0.2557	0.0374	0.2958	0.4571	0.486	0.3821	0.1784	-0.0675	-0.2873	-0.4176	-0.4163	-0.2749	-0.0232
17-Nov-23	0.2768	0.5468	0.7133	0.7278	0.5781	0.2908	-0.0757	-0.4439	-0.7338	-0.8813	-0.8538	-0.6603	-0.3502	-0.0007	0.3045	0.4973	0.5419	0.4415	0.2352	-0.0126	-0.2273	-0.3422	-0.3161	-0.1464
18-Nov-23	0.1279	0.4344	0.688	0.8139	0.7678	0.547	0.1895	-0.2345	-0.6379	-0.9349	-1.061	-0.9898	-0.7413	-0.3778	0.0125	0.3404	0.5382	0.5756	0.4639	0.2506	0.0069	-0.1892	-0.2722	-0.2076
19-Nov-23	-0.0036	0.2888	0.5883	0.8068	0.8741	0.7563	0.4635	0.0486	-0.4131	-0.823	-1.097	-1.177	-1.0482	-0.7453	-0.3429	0.0641	0.387	0.5651	0.5785	0.449	0.2323	0.0041	-0.1587	-0.1973
20-Nov-23	-0.0888	0.1449	0.4413	0.7142	0.8787	0.8752	0.6842	0.3305	-0.1232	-0.5893	-0.9739	-1.1975	-1.2142	-1.0252	-0.6794	-0.2605	0.1362	0.4291	0.5699	0.5514	0.406	0.1953	-0.0048	-0.1231
21-Nov-23	-0.1127	0.0348	0.2839	0.564	0.7901	0.8869	0.8097	0.5553	0.162	-0.2992	-0.7395	-1.0704	-1.2243	-1.172	-0.9309	-0.5617	-0.1513	0.2111	0.4568	0.5521	0.5028	0.3496	0.1562	-0.0058
22-Nov-23	-0.0758	-0.0213	0.151	0.395	0.639	0.802	0.8264	0.6836	0.3855	-0.0196	-0.4578	-0.8442	-1.1015	-1.1782	-1.0624	-0.786	-0.416	-0.0361	0.2759	0.4689	0.5181	0.4459	0.2954	0.1284
23-Nov-23	0.0078	-0.0187	0.0663	0.2436	0.4616	0.6516	0.7478	0.7062	0.5165	0.1993	-0.1892	-0.5782	-0.892	-1.0679	-1.0716	-0.907	-0.6156	-0.2662	0.0693	0.3246	0.4631	0.4783	0.3937	0.2545
24-Nov-23	0.117	0.0355	0.0378	0.1348	0.2972	0.4737	0.6043	0.6381	0.5469	0.3321	0.0242	-0.3239	-0.647	-0.8815	-0.8903	-0.9248	-0.7307	-0.4437	-0.1266	0.157	0.3585	0.4532	0.4432	0.3546
25-Nov-23	0.2299	0.1177	0.0596	0.1748	0.1683	0.3013	0.4305	0.5072	0.4945	0.3767	0.1629	-0.1149	-0.4079	-0.6602	-0.8208	-0.8566	-0.761	-0.5562	-0.287	-0.0086	0.2274	0.3842	0.446	0.4193
26-Nov-23	0.3296	0.2152	0.1174	0.0689	0.0841	0.1551	0.254	0.3419	0.3811	0.345	0.2262	0.0333	-0.2011	-0.4355	-0.6234	-0.7248	-0.7169	-0.6001	-0.3986	-0.153	0.0896	0.287	0.4099	0.4471
27-Nov-23	0.4062	0.3111	0.1964	0.0979	0.0432	0.0437	0.0915	0.163	0.2266	0.2519	0.2175	0.1169	-0.0402	-0.2283	-0.4112	-0.5497	-0.6113	-0.5789	-0.4554	-0.2636	-0.0394	0.1758	0.345	0.442
28-Nov-23	0.4568	0.3969	0.2853	0.1552	0.0409	-0.0311	-0.0487	-0.017	0.0445	0.108	0.1451	0.1343	0.0863	-0.0627	-0.2013	-0.3475	-0.4558	-0.4965	-0.4541	-0.3309	-0.1473	0.0631	0.261	0.4095
29-Nov-23	0.4823	0.4692	0.3786	0.2354	0.0747	-0.0666	-0.1591	-0.188	-0.1555	-0.0802	0.0092	0.0806	0.1075	0.076	-0.0112	-0.1343	-0.2619	-0.3579	-0.3918	-0.3463	-0.2224	-0.0398	0.1665	0.3543

WAKTU	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
TANGGAL																								
01-Des-23	0.2273	0.379	0.4541	0.4404	0.3459	0.1966	0.0299	-0.1145	-0.2032	-0.2179	-0.1603	-0.0517	0.072	0.1706	0.211	0.1762	0.07	-0.084	-0.2481	-0.3793	-0.4397	-0.4064	-0.2787	-0.0798
02-Des-23	0.1474	0.3514	0.4848	0.5172	0.4421	0.2777	0.0626	-0.1531	-0.3192	-0.3975	-0.3718	-0.2527	-0.076	0.1078	0.247	0.3033	0.2616	0.1331	-0.048	-0.2328	-0.3692	-0.4148	-0.3489	-0.1798
03-Des-23	0.0556	0.3001	0.4921	0.5819	0.5447	0.386	0.1397	-0.1396	-0.3889	-0.5506	-0.5873	-0.4923	-0.2924	-0.0415	0.1945	0.3561	0.4059	0.3369	0.1728	-0.0383	-0.236	-0.3613	-0.3723	-0.2572
04-Des-23	-0.0391	0.2276	0.4722	0.6271	0.6467	0.5183	0.2648	-0.0615	-0.3901	-0.6477	-0.7753	-0.7434	-0.5612	-0.2761	0.0395	0.3085	0.4694	0.4922	0.3832	0.1817	-0.0505	-0.2438	-0.3375	-0.2967
05-Des-23	-0.1239	0.1389	0.4206	0.6408	0.7328	0.6615	0.4319	0.0866	-0.3041	-0.6569	-0.8941	-0.9618	-0.8449	-0.573	-0.214	0.1451	0.4219	0.5604	0.5431	0.3925	0.1629	-0.0728	-0.2409	-0.2852
06-Des-23	-0.1833	0.044	0.3363	0.6095	0.7804	0.7901	0.6196	0.2937	-0.1261	-0.5549	-0.9029	-1.0943	-1.0867	-0.8834	-0.6347	-0.1253	0.2497	0.5102	0.6113	0.5512	0.3678	0.1275	-0.0912	-0.2163
07-Des-23	-0.2015	-0.0409	0.2267	0.5259	0.7666	0.8698	0.7903	0.5275	0.1249	-0.3412	-0.7777	-1.0945	-1.224	-1.1394	-0.8631	-0.4626	-0.0325	0.3316	0.5584	0.6173	0.5216	0.3213	0.0896	-0.095
08-Des-23	-0.1679	-0.0963	0.1094	0.3952	0.6777	0.8679	0.8975	0.7371	0.4038	-0.0451	-0.5247	-0.9405	-1.2081	-1.2725	-1.1232	-0.7984	-0.3765	0.0456	0.3789	0.5646	0.5862	0.4687	0.2691	0.0614
09-Des-23	-0.0813	-0.1048	0.0099	0.2387	0.5191	0.7667	0.9001	0.8646	0.6481	0.2743	-0.1859	-0.6482	-1.0227	-1.2351	-1.2438	-1.052	-0.7082	-0.2938	0.099	0.3921	0.5394	0.5354	0.4115	0.2258
10-Des-23	0.0481	-0.0565	-0.0451	0.0904	0.3181	0.5738	0.7788	0.863	0.7845	0.5403	0.166	-0.2731	-0.6953	-1.0195	-1.1824	-1.1541	-0.9463	-0.6105	-0.2245	0.129	0.3832	0.5022	0.4861	0.367
11-Des-23	0.1993	0.0463	-0.0357	-0.0121	0.1193	0.3256	0.5471	0.7149	0.7699	0.6794	0.4447	0.1002	-0.2939	-0.6648	-0.9412	-1.0694	-1.0264	-0.8263	-0.5173	-0.1688	0.1468	0.3716	0.4748	0.4564
12-Des-23	0.3448	0.1886	0.044	-0.0383	-0.0276	0.0786	0.2522	0.4425	0.5902	0.644	0.5742	0.3795	0.0879	-0.2499	-0.5704	-0.8106	-0.9225	-0.8845	-0.7074	-0.4319	-0.118	0.1698	0.3778	0.4745
13-Des-23	0.456	0.3448	0.1836	0.0249	-0.0825	-0.1057	-0.0366	0.1054	0.2787	0.4309	0.5127	0.4908	0.3962	0.1269	-0.1559	-0.4364	-0.6563	-0.7681	-0.747	-0.5966	-0.3494	-0.0584	0.2153	0.4166
14-Des-23	0.5094	0.4836	0.3567	0.1688	-0.0276	-0.1798	-0.2481	-0.2157	-0.0928	0.0654	0.2678	0.401	0.4431	0.3745	0.2035	-0.0359	-0.2918	-0.5058	-0.627	-0.6238	-0.4927	-0.28	0.0236	0.2946
15-Des-23	0.4926	0.5749	0.4927	0.3635	0.1273	-0.1242	-0.3505	-0.4425	-0.4942	-0.3097	-0.2631	0.1298	0.3265	0.4342	0.4237	0.2964	0.0833	-0.1668	-0.3796	-0.5089	-0.5157	-0.3884	-0.1532	0.1359
16-Des-23	0.4087	0.5978	0.6554	0.5654	0.3466	0.0471	-0.2662	-0.5228	-0.6643	-0.6567	-0.5094	-0.2557	0.0374	0.2968	0.4571	0.486	0.3821	0.1784	-0.0675	-0.2873	-0.4176	-0.4163	-0.2749	-0.0232
17-Des-23	0.2768	0.5468	0.7133	0.7278	0.5781	0.2908	-0.0757	-0.4439	-0.7338	-0.8813	-0.8593	-0.6603	-0.3502	-0.0007	0.3045	0.4973	0.5419	0.4415	0.2352	-0.0126	-0.2273	-0.3422	-0.3161	-0.1464
18-Des-23	0.1279	0.4344	0.688	0.8139	0.7678	0.547	0.1895	-0.2345	-0.6379	-0.9349	-1.061	-0.9698	-0.7413	-0.3778	0.0125	0.3404	0.5382	0.5766	0.4839	0.2506	0.0069	-0.1892	-0.2722	-0.2076
19-Des-23	-0.0036	0.2888	0.5883	0.8068	0.8741	0.7563	0.4635	0.0468	-0.4131	-0.8249	-1.097	-1.177	-1.0482	-0.7463	-0.3429	0.0641	0.387	0.5651	0.5785	0.449	0.2323	0.0041	-0.1587	-0.1973
20-Des-23	-0.0888	0.1449	0.4413	0.7142	0.8787	0.8752	0.6842	0.3305	-0.1232	-0.5893	-0.9739	-1.1975	-1.2142	-1.0252	-0.6794	-0.2605	0.1362	0.4291	0.5699	0.5514	0.406	0.1963	-0.0048	-0.1231
21-Des-23	-0.1127	0.0348	0.2839	0.564	0.7901	0.8689	0.8097	0.5553	0.162	-0.2992	-0.7395	-1.0704	-1.2243	-1.172	-0.9309	-0.5617	-0.1513	0.2111	0.4568	0.5521	0.5028	0.3496	0.1562	-0.0058
22-Des-23	-0.0758	-0.0213	0.151	0.395	0.638	0.802	0.8264	0.8836	0.3855	-0.0196	-0.4578	-0.8442	-1.1015	-1.1782	-1.0624	-0.786	-0.416	-0.0361	0.2759	0.4669	0.5181	0.4466	0.2954	0.1284
23-Des-23	0.0078	-0.0187	0.0663	0.2336	0.4616	0.6516	0.7478	0.7062	0.5155	0.1993	-0.1892	-0.5782	-0.892	-1.0679	-1.0716	-0.907	-0.6156	-0.2652	0.0693	0.3246	0.4631	0.4783	0.3937	0.2545
24-Des-23	0.117	0.0335	0.0378	0.1348	0.2972	0.4737	0.6043	0.6381	0.5469	0.3321	0.0424	-0.2329	-0.647	-0.8815	-0.9803	-0.9246	-0.7307	-0.4437	-0.1266	0.157	0.3585	0.4532	0.4432	0.3546
25-Des-23	0.2299	0.1177	0.0596	0.0778	0.1683	0.3013	0.4305	0.5072	0.4945	0.3767	0.1629	-0.1149	-0.4079	-0.6602	-0.8208	-0.8566	-0.761	-0.5562	-0.287	-0.0086	0.2274	0.3042	0.446	0.4193
26-Des-23	0.3296	0.2152	0.1174	0.0689	0.0841	0.1551	0.254	0.3419	0.3811	0.346	0.2252	0.0333	-0.2011	-0.4356	-0.6234	-0.7248	-0.7169	-0.6001	-0.3986	-0.153	0.0896	0.287	0.4099	0.4471
27-Des-23	0.4062	0.3111	0.1964	0.0979	0.0432	0.0437	0.0915	0.163	0.2602	0.2519	0.2175	0.1169	-0.0402	-0.2283	-0.4112	-0.5497	-0.6113	-0.5789	-0.4554	-0.2636	-0.0394	0.1756	0.345	0.4412
28-Des-23	0.4566	0.3969	0.2853	0.1552	0.0409	-0.0311	-0.0487	-0.017	0.0445	0.108	0.1451	0.1343	0.0663	-0.0527	-0.2013	-0.3475	-0.4558	-0.4965	-0.4541	-0.3309	-0.1473	0.0631	0.261	0.4095
29-Des-23	0.4823	0.4692	0.3786	0.2354	0.0747	-0.0666	-0.1591	-0.188	-0.1555	-0.0802	0.0092	0.0806	0.1075	0.076	-0.0112	-0.1343	-0.2619	-0.3579	-0.3918	-0.3463	-0.2224	-0.0398	0.1665	0.3543

Tabel WIEGEL (SPM Vol. II, 1984)

LAMPIRAN 1

377

Tabel L-1. Lanjutan

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

Tabel L-1. Lanjutan

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

Tabel L-1. Lanjutan

$\frac{d}{L_0}$	$\frac{d}{L}$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cosh \frac{2\pi d}{L}$	K_s	K	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	n
0.0900	0.13220	0.8306	0.6808	0.9295	1.3653	0.942	0.7325	1.6613	2.5380	2.728	0.8273
0.0910	0.13309	0.8362	0.6838	0.9371	1.3705	0.941	0.7297	1.6724	2.5686	2.756	0.8255
0.0920	0.13397	0.8418	0.6867	0.9448	1.3757	0.940	0.7269	1.6835	2.5994	2.785	0.8238
0.0930	0.13485	0.8473	0.6897	0.9524	1.3810	0.939	0.7241	1.6946	2.6305	2.814	0.8221
0.0940	0.13573	0.8528	0.6926	0.9601	1.3863	0.938	0.7214	1.7057	2.6618	2.843	0.8204
0.0950	0.13661	0.8584	0.6954	0.9677	1.3916	0.937	0.7186	1.7167	2.6934	2.873	0.8187
0.0960	0.13749	0.8639	0.6983	0.9754	1.3969	0.936	0.7159	1.7278	2.7252	2.903	0.8170
0.0970	0.13837	0.8694	0.7011	0.9831	1.4023	0.935	0.7131	1.7388	2.7573	2.933	0.8153
0.0980	0.13924	0.8749	0.7038	0.9908	1.4077	0.934	0.7104	1.7498	2.7897	2.964	0.8136
0.0990	0.14011	0.8804	0.7066	0.9986	1.4132	0.934	0.7076	1.7607	2.8223	2.994	0.8119
0.1000	0.14098	0.8858	0.7093	1.0063	1.4187	0.933	0.7049	1.7717	2.8553	3.025	0.8102
0.1010	0.14185	0.8913	0.7120	1.0141	1.4242	0.932	0.7021	1.7826	2.8885	3.057	0.8086
0.1020	0.14272	0.8967	0.7147	1.0219	1.4298	0.931	0.6994	1.7935	2.9220	3.088	0.8069
0.1030	0.14358	0.9022	0.7174	1.0296	1.4353	0.930	0.6967	1.8043	2.9557	3.120	0.8052
0.1040	0.14445	0.9076	0.7200	1.0374	1.4409	0.930	0.6940	1.8152	2.9898	3.153	0.8036
0.1050	0.14531	0.9130	0.7226	1.0453	1.4466	0.929	0.6913	1.8261	3.0242	3.185	0.8019
0.1060	0.14618	0.9184	0.7252	1.0531	1.4523	0.928	0.6886	1.8369	3.0589	3.218	0.8003
0.1070	0.14704	0.9239	0.7277	1.0610	1.4580	0.928	0.6859	1.8477	3.0939	3.251	0.7986
0.1080	0.14790	0.9293	0.7302	1.0689	1.4637	0.927	0.6832	1.8585	3.1292	3.285	0.7970
0.1090	0.14875	0.9347	0.7328	1.0768	1.4695	0.926	0.6805	1.8693	3.1648	3.319	0.7953
0.1100	0.14961	0.9400	0.7352	1.0847	1.4753	0.926	0.6778	1.8801	3.2007	3.353	0.7937
0.1110	0.15047	0.9454	0.7377	1.0927	1.4812	0.925	0.6751	1.8908	3.2370	3.388	0.7921
0.1120	0.15132	0.9508	0.7401	1.1007	1.4871	0.924	0.6724	1.9016	3.2736	3.423	0.7904
0.1130	0.15218	0.9562	0.7426	1.1087	1.4930	0.924	0.6698	1.9123	3.3105	3.458	0.7888
0.1140	0.15303	0.9615	0.7450	1.1167	1.4990	0.923	0.6671	1.9230	3.3478	3.494	0.7872
0.1150	0.15388	0.9669	0.7473	1.1247	1.5050	0.923	0.6645	1.9338	3.3854	3.530	0.7856
0.1160	0.15473	0.9722	0.7497	1.1328	1.5110	0.922	0.6618	1.9444	3.4234	3.566	0.7840
0.1170	0.15558	0.9776	0.7520	1.1409	1.5171	0.922	0.6592	1.9551	3.4617	3.603	0.7824
0.1180	0.15643	0.9829	0.7543	1.1490	1.5232	0.921	0.6565	1.9658	3.5003	3.640	0.7808
0.1190	0.15728	0.9882	0.7566	1.1571	1.5294	0.921	0.6539	1.9765	3.5393	3.678	0.7792

Tabel L-1. Lanjutan

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

Tabel L-1. Lanjutan

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

Tabel L-1. Lanjutan

$\frac{d}{L_0}$	$\frac{d}{L}$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cosh \frac{2\pi d}{L}$	K_0	K	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	n
0.2100	0.23357	1.4675	0.8991	2.0540	2.2845	0.920	0.4377	2.9351	9.3850	9.438	0.6564
0.2110	0.23441	1.4729	0.9001	2.0662	2.2955	0.921	0.4356	2.9457	9.4861	9.539	0.6553
0.2120	0.23526	1.4782	0.9011	2.0785	2.3065	0.921	0.4336	2.9564	9.5882	9.640	0.6542
0.2130	0.23611	1.4835	0.9021	2.0908	2.3177	0.921	0.4315	2.9671	9.6916	9.743	0.6531
0.2140	0.23696	1.4889	0.9031	2.1032	2.3288	0.921	0.4294	2.9777	9.7961	9.847	0.6520
0.2150	0.23781	1.4942	0.9041	2.1157	2.3401	0.922	0.4273	2.9884	9.9017	9.952	0.6509
0.2160	0.23866	1.4995	0.9051	2.1282	2.3514	0.922	0.4253	2.9991	10.009	10.06	0.6498
0.2170	0.23951	1.5049	0.9060	2.1408	2.3628	0.922	0.4232	3.0098	10.117	10.17	0.6488
0.2180	0.24036	1.5102	0.9070	2.1535	2.3743	0.923	0.4212	3.0205	10.226	10.28	0.6477
0.2190	0.24121	1.5156	0.9079	2.1662	2.3859	0.923	0.4191	3.0312	10.337	10.39	0.6466
0.2200	0.24206	1.5209	0.9089	2.1790	2.3975	0.923	0.4171	3.0419	10.448	10.50	0.6456
0.2210	0.24292	1.5263	0.9098	2.1919	2.4092	0.923	0.4151	3.0526	10.561	10.61	0.6445
0.2220	0.24377	1.5316	0.9107	2.2048	2.4210	0.924	0.4131	3.0633	10.676	10.72	0.6435
0.2230	0.24462	1.5370	0.9116	2.2178	2.4328	0.924	0.4110	3.0740	10.791	10.84	0.6424
0.2240	0.24548	1.5424	0.9125	2.2309	2.4448	0.924	0.4090	3.0847	10.908	10.95	0.6414
0.2250	0.24633	1.5477	0.9134	2.2441	2.4568	0.925	0.4070	3.0955	11.026	11.07	0.6404
0.2260	0.24719	1.5531	0.9143	2.2573	2.4689	0.925	0.4050	3.1062	11.146	11.19	0.6393
0.2270	0.24804	1.5585	0.9152	2.2706	2.4811	0.925	0.4031	3.1170	11.267	11.31	0.6383
0.2280	0.24890	1.5639	0.9160	2.2840	2.4933	0.925	0.4011	3.1277	11.389	11.43	0.6373
0.2290	0.24975	1.5693	0.9169	2.2974	2.5056	0.926	0.3991	3.1385	11.513	11.56	0.6363
0.2300	0.25061	1.5746	0.9178	2.3110	2.5180	0.926	0.3971	3.1493	11.638	11.68	0.6353
0.2310	0.25147	1.5800	0.9186	2.3246	2.5305	0.926	0.3952	3.1601	11.765	11.81	0.6343
0.2320	0.25233	1.5854	0.9194	2.3383	2.5431	0.927	0.3932	3.1709	11.893	11.94	0.6333
0.2330	0.25319	1.5908	0.9203	2.3520	2.5558	0.927	0.3913	3.1816	12.022	12.06	0.6323
0.2340	0.25405	1.5962	0.9211	2.3659	2.5685	0.927	0.3893	3.1924	12.153	12.20	0.6313
0.2350	0.25491	1.6016	0.9219	2.3798	2.5813	0.928	0.3874	3.2033	12.286	12.33	0.6304
0.2360	0.25577	1.6070	0.9227	2.3938	2.5942	0.928	0.3855	3.2141	12.420	12.46	0.6294
0.2370	0.25663	1.6124	0.9235	2.4078	2.6072	0.928	0.3835	3.2249	12.556	12.60	0.6284
0.2380	0.25749	1.6179	0.9243	2.4220	2.6203	0.928	0.3816	3.2357	12.693	12.73	0.6275
0.2390	0.25835	1.6233	0.9251	2.4362	2.6335	0.929	0.3797	3.2466	12.831	12.87	0.6265

Tabel L-1. Lanjutan

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

R.L. Wiegel (1962), Oceanographical Engineering. (Tabel asli koefisien difraksi).

Tabel Koefisien difraksi gelombang, K' , dari gelombang datang

r/L	β (derajat)												
	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
$\theta = 15^\circ$													
1/2	0.49	0.79	0.83	0.90	0.97	1.01	1.03	1.02	1.01	0.99	0.99	1.00	1.00
1	0.38	0.73	0.83	0.95	1.04	1.04	0.99	0.98	1.01	1.01	1.00	1.00	1.00
2	0.21	0.68	0.86	1.05	1.03	0.97	1.02	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	0.13	0.63	0.99	1.04	1.03	1.02	0.99	0.99	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00
10	0.35	0.58	1.10	1.05	0.98	0.99	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$\theta = 30^\circ$													
1/2	0.61	0.63	0.68	0.76	0.87	0.97	1.03	1.05	1.03	1.01	0.99	0.95	1.00
1	0.50	0.53	0.63	0.78	0.95	1.06	1.05	0.98	0.98	1.01	1.01	0.97	1.00
2	0.40	0.44	0.59	0.84	1.07	1.03	0.96	1.02	0.98	1.01	0.99	0.95	1.00
5	0.27	0.32	0.55	1.00	1.04	1.04	1.02	0.99	0.99	1.00	1.01	0.97	1.00
10	0.20	0.24	0.54	1.12	1.06	0.97	0.99	1.01	1.00	1.00	1.00	0.98	1.00
$\theta = 45^\circ$													
1/2	0.49	0.50	0.55	0.63	0.73	0.85	0.96	1.04	1.06	1.04	1.00	0.99	1.00
1	0.38	0.40	0.47	0.59	0.76	0.95	1.07	1.06	0.98	0.97	1.01	1.01	1.00
2	0.29	0.31	0.39	0.56	0.83	1.08	1.04	0.96	1.03	0.98	1.01	1.00	1.00
5	0.18	0.20	0.29	0.54	1.01	1.04	1.05	1.03	1.00	0.99	1.01	1.00	1.00
10	0.13	0.15	0.22	0.53	1.13	1.07	0.96	0.98	1.02	0.99	1.00	1.00	1.00
$\theta = 60^\circ$													
1/2	0.40	0.41	0.45	0.52	0.60	0.72	0.85	1.13	1.04	1.06	1.03	1.01	1.00
1	0.31	0.32	0.36	0.44	0.57	0.75	0.96	1.08	1.06	0.98	0.98	1.01	1.00
2	0.22	0.23	0.28	0.37	0.55	0.83	1.08	1.04	0.96	1.03	0.98	1.01	1.00
5	0.14	0.15	0.18	0.28	0.53	1.01	1.04	1.05	1.03	0.99	0.99	1.00	1.00
10	0.10	0.11	0.13	0.21	0.52	1.14	1.07	0.96	0.98	1.01	1.00	1.00	1.00
$\theta = 75^\circ$													
1/2	0.34	0.35	0.38	0.42	0.50	0.59	0.71	0.85	0.97	1.04	1.05	1.02	1.00
1	0.25	0.26	0.29	0.34	0.43	0.56	0.75	0.95	1.02	1.06	0.98	0.98	1.00
2	0.18	0.19	0.22	0.26	0.36	0.54	0.83	1.09	1.04	0.96	1.03	0.99	1.00
5	0.12	0.12	0.13	0.17	0.27	0.52	1.01	1.04	1.05	1.03	0.99	0.99	1.00
10	0.08	0.08	0.10	0.13	0.20	0.52	1.14	1.07	0.96	0.98	1.01	1.00	1.00
$\theta = 90^\circ$													
1/2	0.31	0.31	0.33	0.36	0.41	0.49	0.59	0.71	0.85	0.96	1.03	1.03	1.00
1	0.22	0.22	0.24	0.28	0.33	0.42	0.56	0.75	0.96	1.07	1.05	0.99	1.00
2	0.16	0.16	0.18	0.20	0.26	0.35	0.54	0.69	1.08	1.04	0.96	1.02	1.00
5	0.10	0.10	0.11	0.13	0.16	0.27	0.53	1.01	1.04	1.05	1.02	0.99	1.00
10	0.07	0.07	0.08	0.09	0.13	0.20	0.52	1.14	1.07	0.96	0.99	1.01	1.00

dengan sudut θ , sebagai fungsi r/L dan β (Wiegel, dalam Sorensen, 1978)

r/L	β (derajat)												
	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
$\theta = 105^\circ$													
1/2	0.28	0.28	0.29	0.32	0.35	0.41	0.49	0.59	0.72	0.85	0.97	1.01	1.00
1	0.20	0.20	0.24	0.23	0.27	0.33	0.42	0.56	0.75	0.95	1.06	1.04	1.00
2	0.14	0.14	0.13	0.17	0.20	0.25	0.35	0.54	0.83	1.08	1.03	0.97	1.00
5	0.09	0.09	0.10	0.11	0.13	0.17	0.27	0.52	1.02	1.04	1.04	1.02	1.00
10	0.07	0.06	0.08	0.08	0.09	0.12	0.20	0.52	1.14	1.07	0.97	0.99	1.00
$\theta = 120^\circ$													
1/2	0.25	0.26	0.27	0.28	0.31	0.35	0.41	0.50	0.60	0.73	0.87	0.97	1.00
1	0.18	0.19	0.19	0.21	0.23	0.27	0.33	0.43	0.57	0.76	0.95	1.04	1.00
2	0.13	0.13	0.14	0.14	0.17	0.20	0.26	0.16	0.55	0.83	1.07	1.03	1.00
5	0.08	0.08	0.08	0.09	0.11	0.13	0.16	0.27	0.53	1.01	1.04	1.03	1.00
10	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.09	0.13	0.20	0.52	1.13	1.06	0.98	1.00
$\theta = 135^\circ$													
1/2	0.24	0.24	0.25	0.25	0.26	0.28	0.32	0.36	0.42	0.52	0.63	0.76	1.00
1	0.18	0.17	0.18	0.18	0.19	0.21	0.23	0.28	0.34	0.44	0.59	0.78	1.00
2	0.12	0.12	0.13	0.13	0.14	0.14	0.17	0.20	0.26	0.37	0.56	0.84	1.00
5	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08	0.09	0.11	0.13	0.17	0.28	0.54	1.00	1.00
10	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.08	0.09	0.13	0.21	0.53	1.12	1.00
$\theta = 150^\circ$													
1/2	0.23	0.23	0.24	0.25	0.27	0.29	0.33	0.38	0.45	0.55	0.68	0.83	1.00
1	0.16	0.17	0.17	0.18	0.19	0.22	0.24	0.29	0.36	0.47	0.63	0.83	1.00
2	0.12	0.12	0.12	0.13	0.14	0.15	0.18	0.22	0.28	0.39	0.59	0.86	1.00
5	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.10	0.11	0.13	0.18	0.29	0.55	0.99	1.00
10	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.08	0.10	0.13	0.22	0.54	1.10	1.00
$\theta = 165^\circ$													
1/2	0.23	0.23	0.23	0.24	0.26	0.28	0.31	0.35	0.41	0.50	0.63	0.79	1.00
1	0.16	0.16	0.17	0.17	0.19	0.20	0.23	0.26	0.32	0.40	0.53	0.73	1.00
2	0.11	0.11	0.12	0.12	0.13	0.14	0.16	0.19	0.23	0.31	0.44	0.68	1.00
5	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.09	0.10	0.12	0.15	0.20	0.32	0.63	1.00
10	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.07	0.08	0.11	0.11	0.21	0.58	1.00
$\theta = 180^\circ$													
1/2	0.20	0.25	0.23	0.24	0.25	0.28	0.31	0.34	0.40	0.49	0.61	0.78	1.00
1	0.10	0.17	0.16	0.18	0.18	0.23	0.22	0.25	0.31	0.38	0.50	0.70	1.00
2	0.02	0.09	0.12	0.12	0.13	0.18	0.16	0.18	0.22	0.29	0.40	0.60	1.00
5	0.02	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	0.10	0.12	0.14	0.18	0.27	0.46	1.00
10	0.01	0.05	0.05	0.04	0.06	0.07	0.07	0.08	0.10	0.13	0.20	0.36	1.00

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

DOKUMENTASI KONDISI LOKASI PENELITIAN







**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 : Risal

Nim : 105811101121

Program Studi : Teknik Sipil Pengairan

Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Ambang Batas
1	Bab 1	6%	10 %
2	Bab 2	17%	25 %
3	Bab 3	10%	10 %
4	Bab 4	9%	10 %
5	Bab 5	0%	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, 14 Agustus 2025

Mengetahui,

Kepala UPT- Perpustakaan dan Penerbitan,



Nursinah, S.Hum., M.I.P

NBM. 964 591