

SKRIPSI

**ANALISIS TINGGI GELOMBANG PADA
SEAWALL UNTUK PENCEGAHAN ABRASI
PANTAI SERUNI KABUPATEN BANTAENG**



Oleh :

ISMAIL RAMELAN MUH. SOFYAN

105 81 11190 18

SARTIKA

105 81 11092 18

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

2023

**WAVE HEIGHT ANALYSIS
SEAWALL FOR ABRATION PREVENTION
SERUNI BEACH, BANTAENG REGENCY**

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

Disusun dan Diajukan Oleh:

ISMAIL RAMELAN MUH. SOFYAN

105 81 11190 18

SARTIKA

105 81 11092 18

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

2023



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PERSETUJUAN

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

Judul Skripsi : ANALISIS TINGGI GELOMBANG PADA SEAWALL UNTUK PENCEGAHAN ABRASI PANTAI SERUNI KABUPATEN BANTAENG

Nama : 1. ISMAIL RAMELAN MUHAMMAD SOFYAN
2. SARTIKA

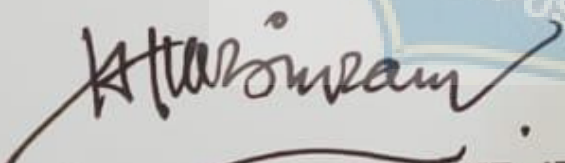
Stambuk : 1. 105 81 11190 18
2. 105 81 11092 18

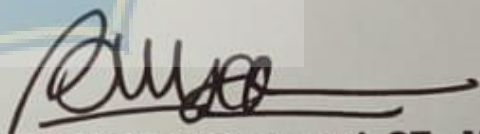
Makassar, 22 Januari 2024

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II

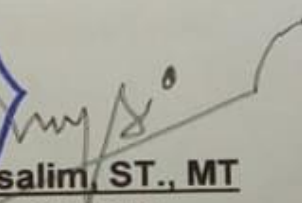

Dr. Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT., IPM


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

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Pengairan




Ir. M. Agus Salim, ST., MT

NBM : 947 993



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Ismail Ramelan Muhammad Sofyan** dengan nomor induk Mahasiswa **105 81 11190 18** dan **Sartika** dengan nomor induk Mahasiswa **105 81 11092 18**, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0001/SK-Y/22202/091004/2023, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 09 Desember 2023.

Panitia Ujian :

Makassar, 10 Rajab 1445 H
22 Januari 2023 M

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. AMBO ASSE, M.Ag

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Eng. MUHAMMAD ISRAN RAMLI, ST., MT

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Ir. Amrullah Mansida, ST., MT., IPM

b. Sekertaris : Fithriyah Arief Wangsa, ST., MT

3. Anggota

1. Muh. Amir Zainuddin, ST., MT., IPM

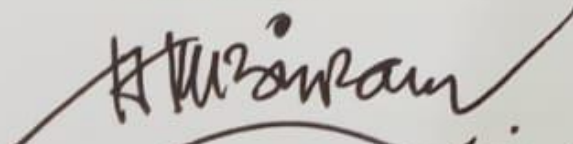
2. Asnita Virlayani, ST., MT

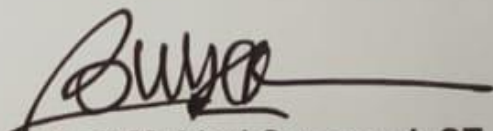
3. Farida Gaffar, ST., MM., IPM

Mengetahui :

Pembimbing I


Pembimbing II


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


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



Dekan Fakultas Teknik


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

NBM : 795 108

Analisis Tinggi Gelombang Pada *Seawall* Untuk Pencegahan Abrasi Pantai Seruni Kabupaten Bantaeng

Ismail Ramelan Muhammad Sofyan¹, Sartika², Hamzah Al Imran³, Andi Makbul Syamsuri⁴

Website: <http://jurnal.ardenjaya.com/index.php/ajup>

Email: jurnal.ajup@ardenjaya.com

Abstrak

Pantai Seruni adalah kawasan pesisir pantai yang memanjang sepanjang 1 km. Pada tahun 2022 kenaikan curah hujan yang menyebabkan naiknya tinggi gelombang di beberapa daerah Kabupaten Bantaeng yang memberikan dampak terhadap kondisi pesisir Pantai Seruni sehingga mengakibatkan terjadinya abrasi. Tinggi gelombang yang kuat dapat mengakibatkan terjadinya abrasi pada bangunan di pesisir pantai. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik gelombang dan besarnya pengaruh gelombang terhadap bangunan *Seawall* agar abrasi tidak terjadi lagi. Penelitian dilaksanakan di Pantai Seruni Kabupaten Bantaeng selama satu bulan yaitu pada bulan September 2023 dengan tujuan untuk mengetahui dampak abrasi yang disebabkan oleh pengaruh gelombang di wilayah pesisir Pantai Seruni dan mengolah data yang telah diberikan oleh BMKG Maritim Paotere Makassar berupa kecepatan angin, gelombang laut dan pasang surut. Hasil penelitian di lapangan menunjukkan bahwa kerusakan yang terjadi pada pesisir Pantai Seruni sejak Desember 2022 mengalami kerusakan sepanjang 31,40 m (21%) dari panjang total 150 m lokasi penelitian.

Kata kunci : Abrasi, Gelombang, *Seawall*

Abstract

Seruni Beach is a coastal area that extends for 1 km. In 2022 an increase in rainfall will cause wave heights to rise in several areas of Bantaeng Regency which will have an impact on the coastal conditions of Seruni Beach, resulting in abrasion. Strong wave height can cause abrasion on buildings on the coast. The aim of this research is to determine the characteristics of waves and the magnitude of the influence of waves on the Seawall building so that abrasion does not occur again. The research was carried out at Seruni Beach, Bantaeng Regency, for one month, namely in September 2023, with the aim of knowing the impact of abrasion caused by the influence of waves in the coastal area of Seruni Beach and processing data provided by the Makassar Paotere Maritime BMKG in the form of wind speed, sea waves and tides. The results of field research show that the damage that occurred on the coast of Seruni Beach since December 2022 experienced damage along 31.40 m (21%) of the total length of 150 m at the research location.

Keywords: *Abrasion, Waves, Seawall*

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nyalah sehingga dapat menyusun tugas akhir yang berjudul “ANALISIS TINGGI GELOMBANG PADA *SEAWALL* UNTUK PENCEGAHAN ABRASI PANTAI SERUNI KABUPATEN BANTAENG”.

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

Pada kesempatan ini, penulis hendak menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan sehingga tugas akhir ini dapat selesai. Ucapan terima kasih ini penulis tujukan kepada:

1. Bapak Prof Dr. H. Ambo Asse, M.Ag. sebagai Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Ibu Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak M. Aguslim, S.T., M.T. sebagai Ketua Prodi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

4. Bapak Dr. Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT., IPM. sebagai pembimbing I dan Bapak Dr. Ir. Andi Makbul Syamsuri, ST., MT., IPM sebagai pembimbing II yang sabar memberikan bimbingan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak dan Ibu dosen serta staf pegawai di Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Saudara/Saudari kami di FAKULTAS TEKNIK, MEKANIKA 2018 yang telah berjuang bersama dan selalu memberikan doa serta dukungan kepada kami dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Kedua Orang Tua kami yang selalu memberi dukungan moral maupun material dan do'a kepada kami.

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

Makassar, 2023

Tim Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
E. Batasan Penelitian.....	3
F. Sistematika Penulisan	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
A. Gelombang.....	5
1. Parameter gelombang.....	6
2. Jenis Gelombang.....	7
B. Deformasi Gelombang.....	7
1. Refraksi gelombang.....	7
2. Difraksi gelombang.....	12
3. Refleksi gelombang.....	13
4. Gelombang pecah.....	14
C. Klasifikasi Dasar Gelombang.....	18

D. Seawall.....	20
E. Abrasi.....	22
F. <i>Fetch</i>	23
G. Fluktuasi Muka air laut.....	25
BAB III METODE PENELITIAN	33
A. Lokasi dan Waktu Penelitian	33
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data	34
C. Metode Pengumpulan Data.....	35
1. Persiapan	35
2. Pengambilan data.....	35
D. <i>Flowchart</i>	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	37
A. Data angin.....	37
B. Analisis <i>Fetch</i>	40
C. Data Pasang Surut.....	47
D. Prediksi Tinggi dan Periode Gelombang.....	52
E. Analisis Tinggi dan Kedalaman Gelombang Pecah.....	61
F. Analisis potensi abrasi.....	75
BAB V PENUTUP.....	81
A. Kesimpulan.....	81
B. Saran.....	81
DAFTAR PUSTAKA...../.....	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Parameter gelombang laut.....	7
Gambar 2 <i>Divergensi</i> dan <i>kovergensi</i> garis <i>orthogonal</i>	9
Gambar 3 <i>Difraksi</i> gelombang akibat rintangan tunggal.....	12
Gambar 4 <i>Difraksi</i> gelombang akibat rintangan ganda.....	13
Gambar 5 Tipe gelombang pecah.....	16
Gambar 6 Geometri gelombang pecah.....	17
Gambar 7 Grafik penentuan tinggi gelombang pecah.....	17
Gambar 8 Grafik penentuan kedalaman gelombang pecah.....	18
Gambar 9 Gerak partikel air laut dangkal, transisi dan dalam.....	19
Gambar 10 Seawall.....	21
Gambar 11 Proses terjadinya abrasi oleh gempuran gelombang.....	23
Gambar 12 Abrasi pantai seruni.....	23
Gambar 13 <i>Fetch</i>	25
Gambar 14 Tipe pasang surut.....	27
Gambar 15 <i>Wave set up</i> dan <i>wave set down</i>	27
Gambar 16 <i>Wave set up</i> dan <i>wave set down</i>	29
Gambar 17 Beda pasang surut.....	30
Gambar 18 Peta lokasi penelitian.....	33
Gambar 19 Profil memanjang pesisir pantai Seruni.....	34
Gambar 20 <i>Flowchart</i>	36
Gambar 21 Mawar angin.....	39
Gambar 22 Titik 1 bencana abrasi.....	42

Gambar 23 Luas abrasi titik 1.....	42
Gambar 24 Titik 2 bencana abrasi.....	43
Gambar 25 Luas abrasi titik 2.....	43
Gambar 26 Titik 3 bencana abrasi.....	44
Gambar 27 Luas abrasi titik 3.....	44
Gambar 28 Titik 4 bencana abrasi.....	45
Gambar 29 Luas abrasi titik 4.....	45
Gambar 30 Panjang <i>fetch</i> pada gelombang.....	48
Gambar 31 Grafik hubungan koreksi angin.....	58
Gambar 32 Grafik hubungan tinggi gelombang dan periode gelombang.....	65
Gambar 33 Mawar gelombang.....	66
Gambar 34 Perhitungan sudut datang gelombang.....	69
Gambar 35 Hb dan Db gelombang lokasi penelitian.....	74

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Koefisien <i>refleksi</i> berbagai tipe bangunan.....	14
Tabel 2 Persentase kejadian angin.....	37
Tabel 3 Interval kejadian angin.....	38
Tabel 4 Data angin.....	40
Tabel 5 Persentase kejadian angin <i>Wrplot view</i>	40
Tabel 6 Perhitungan <i>fetch</i> efektif arah Tenggara.....	49
Tabel 7 Perhitungan <i>fetch</i> efektif arah Selatan.....	50
Tabel 8 Perhitungan <i>fetch</i> efektif arah Barat Daya.....	51
Tabel 9 Perhitungan <i>fetch</i> efektif arah Barat.....	52
Tabel 10 Data <i>fetch</i> lokasi studi.....	52
Tabel 11 Hasil perhitungan harga x dan y ke satu dari skema 3.....	53
Tabel 12 Bilangan pengali untuk piantan.....	54
Tabel 13 Hasil perhitungan x dan y skema 5 dan 6.....	54
Tabel 14 Konstanta pasang surut Pantai Seruni.....	55
Tabel 15 Data elevasi muka air laut lokasi studi.....	56
Tabel 16 Hasil perhitungan parameter gelombang tahun 2018.....	60
Tabel 17 Hasil perhitungan parameter gelombang tahun 2019.....	61
Tabel 18 Hasil perhitungan parameter gelombang tahun 2020.....	62
Tabel 19 Hasil perhitungan parameter gelombang tahun 2021.....	63
Tabel 20 Hasil perhitungan parameter gelombang tahun 2022.....	64
Tabel 21 Persentase kejadian tinggi gelombang lokasi studi.....	66
Tabel 22 Tinggi dan kedalaman gelombang pecah lokasi studi.....	81

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kabupaten Bantaeng merupakan kabupaten yang memiliki potensi sumber daya alam yang melimpah dikarenakan memiliki lautan pegunungan dan daratan. Pantai Seruni terletak di daerah pantai yang memanjang sepanjang 1 kilometer dan sangat potensial untuk mengembangkan perikanan.

Jumlah penduduk di suatu daerah yang semakin bertambah akan membutuhkan daerah hunian yang semakin luas pula. Di sisi lain, Kabupaten Bantaeng memiliki pesisir pantai yang cukup panjang sehingga suatu bangunan yang berada di daerah pantai tersebut suatu saat akan terkena gelombang laut yang tidak dapat ditentukan besarnya.

Pada kawasan Pantai Seruni terletak pada Kecamatan Bantaeng, Kabupaten Bantaeng. Pantai seruni memiliki panjang garis pantai mencapai 1 km yang memanjang dari arah barat ke timur dimana wilayah ini merupakan wilayah pesisir.

Pantai Seruni adalah salah satu objek wisata di Kabupaten Bantaeng, yang dimana tempat ini menjadi destinasi yang selalu ramai untuk dikunjungi mulai dari fasilitas pantai yang memadai, *Sport Center* dan jajanan kulinernya serta lokasinya yang cukup strategis dan mudah untuk dijangkau. Dibalik keistimewaan Pantai Seruni, bencana abrasi menjadi ancaman yang cukup serius karena tinggi gelombang yang tidak dapat diprediksi karena bagian selatannya berbatasan langsung dengan laut Flores.

Pada tahun 2022 angin kencang dan kenaikan curah hujan yang menyebabkan naiknya tinggi gelombang di sebagian wilayah Kabupaten Bantaeng memberikan dampak terhadap kondisi pesisir Bantaeng wilayah Pantai Seruni yang mengakibatkan terjadinya abrasi (Radar Selatan Fajar, 2022).

Peristiwa ini disebabkan oleh gelombang air laut serta adanya pasang surut air laut yang memiliki energi yang dapat menimbulkan kerusakan pada struktur bangunan pada Pantai Seruni tersebut. Di kawasan Pantai Seruni abrasi menjadi masalah utama yang terjadi di sepanjang pantai dengan ombak yang kuat yang mengancam ekosistem tanaman dan bangunan yang ada disekitar pantai Seruni.

Tentu fenomena ini perlu mendapatkan perhatian secara khusus, karena selain menjadi tempat destinasi wisata ada beberapa fasilitas seperti rumah makan, hotel dan ada juga warga yang menghuni daerah pesisir tersebut. Karena tidak dapat dipungkiri dalam beberapa tahun ke depan permasalahan abrasi akan terdampak oleh gelombang dan pasang surut yang terjadi di Pantai Seruni.

Berdasarkan latar belakang tersebut dan melihat potensi yang terjadi maka kami akan melakukan suatu penelitian ***“ANALISIS TINGGI GELOMBANG PADA SEAWALL UNTUK PENCEGAHAN ABRASI PANTAI SERUNI KABUPATEN BANTAENG”***.

B. Rumusan Masalah

Adapun permasalahan dalam penelitian ini berdasarkan latar belakang di atas adalah :

1. Bagaimana pengaruh tinggi gelombang pada *seawall* di Pantai Seruni sehingga terjadinya abrasi ?

2. Bagaimana pengaruh abrasi terhadap potensi kerusakan pada *seawall* di Pantai Seruni ?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas tujuan dapat di ambil dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh tinggi gelombang pada *seawall* di Pantai Seruni sehingga terjadinya abrasi.
2. Untuk mengetahui pengaruh abrasi terhadap potensi kerusakan pada *seawall* di Pantai Seruni.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan sebagai bahan acuan untuk menambah wawasan mengenai pengaruh gelombang yang terjadi di Pantai Seruni sebagai langkah awal untuk mencegah terjadinya bencana abrasi sehingga dapat mengetahui terjadinya ancaman tinggi gelombang lebih dini.

E. Batasan Penelitian

Dalam memberikan penjelasan dari permasalahan dalam penelitian dan guna untuk memudahkan dalam menganalisa, maka terdapat batasan masalah yang diberikan pada penulisan tugas akhir ini mengenai tinggi gelombang pada *seawall* untuk pencegahan abrasi di pantai Seruni, terdiri dari :

1. Lokasi penelitian yang dilakukan hanya bertempat di pantai Seruni Kabupaten Bantaeng.

2. Penelitian ini berfokus menganalisis tinggi dan periode gelombang yang terjadi di pantai Seruni Kabupaten Bantaeng.

F. Sistematika Penulisan

Susunan dari beberapa sistematika yang hendak dicapai dalam penelitian dalam proposal ini dapat diuraikan sebagai berikut :

Bab I PENDAHULUAN : Dalam bab ini, menjelaskan tentang latar belakang masalah penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian , manfaat penelitian dan batasan masalah dan sistematika penulisan.

Bab II KAJIAN PUSTAKA : Dalam bab ini, menjelaskan tentang teori atau acuan yang berhubungan dengan permasalahan yang ada kaitannya dengan penelitian.

Bab III METODE PENELITIAN : Dalam bab ini menguraikan lingkup penelitian. Metode penelitian ini terdiri atas waktu dan lokasi penelitian, alat dan bahan, dan prosedur penelitian.

Bab IV HASIL DAN PEMBAHASAN : Dalam bab ini menguraikan tentang analisa hasil yang diperoleh dari proses penelitian dan pembahasan tentang analisis pelindung pantai *Seawall* untuk pencegahan abrasi di pantai Seruni Kab. Bantaeng .

Bab V PENUTUP : Dalam bab ini berisi mengenai kesimpulan dari penelitian dan juga saran – saran dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Gelombang

Gelombang merupakan pergerakan naik dan turunnya air dengan arah tegak lurus terhadap permukaan air laut yang diakibatkan oleh beberapa faktor seperti angin, gravitasi bulan dan gempa bumi atau letusan gunung berapi dalam periode tertentu. Gelombang angin yang dibangkitkan oleh hembusan angin di permukaan laut, gelombang pasang surut dibangkitkan oleh gaya tarik benda-benda langit terutama matahari dan bulan terhadap bumi, gelombang tsunami dibangkitkan oleh letusan gunung berapi atau gempa dan gelombang buatan dibangkitkan oleh kapal yang bergerak (Triadmodjo, 2011).

Ketika kemiringan gelombang (rasio terhadap panjang gelombang) mencapai batas maksimumnya gelombang pecah. Karakteristik gelombang pecah berbeda dengan sebelum pecah, gelombang pecah menyebar lebih jauh ke arah pantai hingga akhirnya gelombang mulai naik dan menabrak permukaan pantai (Umar, 2011).

Pada umumnya gelombang biasanya terjadi karena hembusan angin di permukaan air laut. Ketika gelombang menjalar, partikel air di permukaan bergerak dalam suatu lingkaran besar membentuk puncak gelombang dan pada puncak lingkarannya pada lintasan terendah. Di bawah permukaan, air bergerak dalam lingkaran yang semakin kecil dan saat gelombang mendekati pantai, bagian bawah gelombang akan mulai bergesekan dengan dasar laut yang menyebabkan pecahnya gelombang dan terjadi putaran pada dasar laut yang dapat membawa

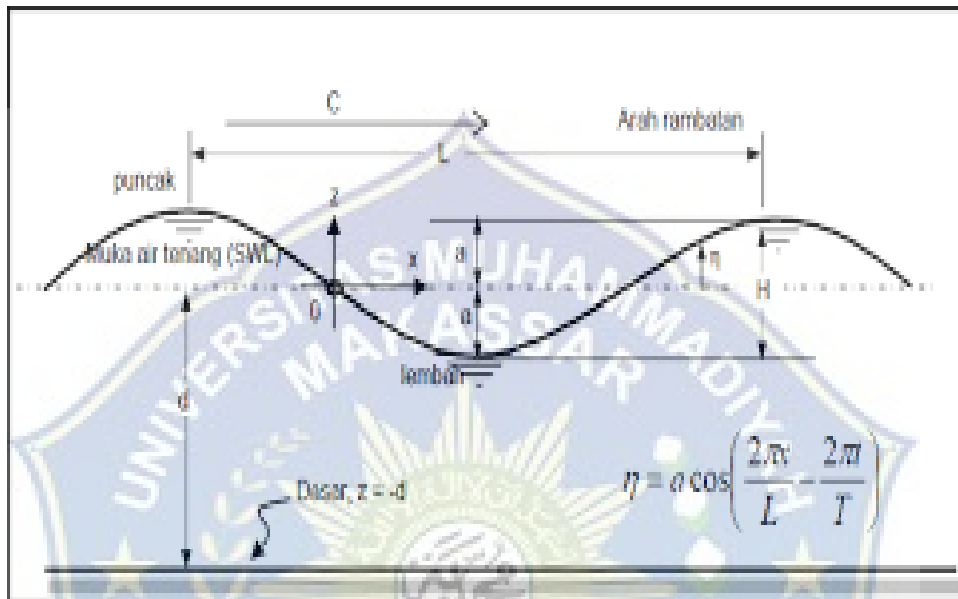
sedimen dari dasar pantai menuju ke daratan dan menyebabkan perubahan profil pantai.

1. Parameter Gelombang

Parameter gelombang merupakan panjang gelombang, tinggi gelombang dan kedalaman air yang dimana gelombang tersebut menjalar. menurut (Bambang Triadmodjo,1999), pengertian beberapa parameter diatas antara lain :

- a) Panjang gelombang adalah jarak horizontal antara dua puncak tertinggi gelombang yang berurutan atau jarak antara dua lembah gelombang.
- b) Tinggi gelombang adalah jarak antara puncak dan lembah gelombang atau perbandingan tinggi gelombang secara vertikal.
- c) Periode gelombang adalah waktu yang dibutuhkan oleh dua puncak/lembah gelombang yang berurutan melewati suatu titik tertentu.
- d) Kecepatan rambat gelombang adalah perbandingan antara panjang gelombang dan periode gelombang. Ketika gelombang air menjalar dengan kecepatan, partikel air tidak turut bergerak ke arah perambatan gelombang. Sedangkan sumbu koordinat untuk menjelaskan gerak gelombang berada pada kedalaman muka air tenang.
- e) Kecuraman gelombang adalah perbagian antara tinggi gelombang datang dengan panjang gelombang. Tinggi gelombang adalah perbedaan tinggi gelombang secara vertikal, yaitu antara puncak gelombang dan lembahnya. Sedangkan panjang gelombang adalah jarak antara dua puncak gelombang yang berdekatan.
- f) Ketinggian relatif perbagian antara tinggi gelombang dengan kedalaman.

- g) Kedalaman relatif adalah perbagian antara kedalaman dengan panjang gelombang.
- h) Amplitudo adalah jarak vertikal antara puncak tertinggi gelombang atau titik terendah gelombang, dengan muka air tenang.



Gambar 1 Parameter gelombang laut (Yuwono, 1982)

2. Jenis Gelombang

Gelombang yang bergerak menuju pantai memiliki ketinggian dan periode gelombang yang tergantung pada panjang *fetch* pembangkitnya. *Fetch* adalah jarak perjalanan tempuh gelombang dari awal pembangkitannya. Berdasarkan sifat jenisnya gelombang terbagi menjadi dua yaitu :

- a) Constructive Wave (Gelombang Laut Pembentuk Pantai)

Gelombang laut pembentuk pantai merupakan gelombang laut yang memiliki ketinggian yang rendah. Gelombang jenis ini biasanya akan mengangkut berbagai macam material pantai dari tengah laut ke pantai (Sedimen).

b) Destructive Wave (Gelombang Perusak Pantai)

Gelombang ini memiliki ketinggian dan kecepatan rambat yang besar. Gelombang jenis ini apabila mencapai pantai akan ada banyak volume air yang terkumpul serta mengangkut material pantai hingga ke tengah laut.

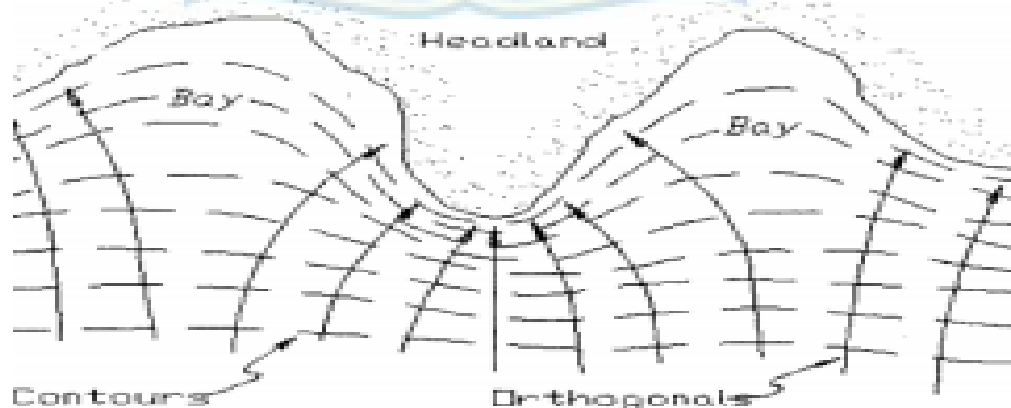
Gelombang juga dapat terjadi melalui pergerakan air terbentuk akibat adanya hembusan angin yang arahnya tegak lurus dengan garis pantai. Gelombang yang menuju pantai akan merambat ke segala arah dan membawa energi. Energi tersebut kemudian akan dilepaskan ke pantai dalam bentuk ombak. Gelombang yang pecah di dekat pantai dapat menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya abrasi ke daerah pantai. Ketika gelombang mulai mendekati ke arah pantai, maka akan terjadi perubahan energi dan arah rambat gelombang karena perubahan kedalaman perairan. Pecahnya gelombang merupakan tanda pelepasan energi ke daerah sekitarnya.

B. Deformasi Gelombang

Deformasi gelombang adalah perubahan karakteristik gelombang seperti tinggi, panjang, periode arah dan sebagainya akibat pengaruh perubahan kedalaman dasar laut, adanya hambatan pulau-pulau atau tanah meninggi di dasar laut yang tidak sejajar dengan arah datangnya gelombang dan lain-lain (Rabung, 2015). Menurut Triadmodjo (1999), apabila suatu deret gelombang bergerak menuju pantai, maka gelombang tersebut akan mengalami perubahan bentuk yang disebabkan oleh proses *refraksi* dan pendangkalan gelombang, *difraksi*, *refleksi* dan gelombang pecah. *Refraksi* dan pengaruh pendangkalan gelombang, *difraksi*,

refleksi, dan gelombang pecahkan menentukan tinggi gelombang dan bentuk gelombang disuatu tempat daerah pantai.

a) *Refraksi* dan pendangkalan gelombang (*Wave Shoaling*) adalah gelombang yang mengenai atau membentur suatu bangunan kemudian gelombang tersebut dipantulkan sebagian atau seluruhnya dibawah ke arah laut (Triatmodjo, 1999). Refleksi gelombang besar dapat menyebabkan ketidak-tenangan perairan. Refraksi terjadi karena adanya pengaruh perubahan kedalaman laut, dan dapat menentukan tinggi gelombang disuatu tempat berdasarkan karakteristik gelombang. Refraksi mempunyai pengaruh yang cukup besar terhadap tinggi dan arah gelombang serta distribusi energi gelombang di sepanjang pantai. (Triatmodjo, 1999). Pada daerah laut transisi, cepat rambat dan panjang gelombang berkurang seiring dengan berkurangnya kedalaman. Perbedaan cepat rambat gelombang di laut dalam dan daerah yang lebih dangkal menyebabkan gelombang membentuk sudut dan membelok berusaha tegak lurus garis pantai. Sudut belok gelombang ini membentuk garis *orthogonal*, pada beberapa kasus garis pantai tidak terstruktur garis *orthogonal* ini mengalami penguncupan (*divergensi*) dan penyebaran (*konvergensi*).



Gambar 2 Divergensi dan konvergensi garis *orthogonal* (Usace 2015)

Dalam studi refraksi gelombang ini terdapat beberapa sebagai berikut :

- a) Antar dua garis *orthogonal* memiliki energi gelombang yang konstan
- b) Perubahan topografi dasar secara berangsur.
- c) Arah penjalaran gelombang tegak lurus dengan puncak gelombang.
- d) Apabila cepat rambat gelombang memiliki periode tertentu, hanya tergantung kedalaman lokasi tersebut.
- e) Gelombang merupakan monokromatik, amplitudo kecil, pucak yang panjang dan periode konstan.
- f) Pengaruh perubahan topografi, arus angin dan refleksi diabaikan.

Adapun langkah perhitungan refraksi sebagai berikut :

Perubahan besarnya sudut akibat adanya pengaruh refraksi dihitung dengan rumus Snellius, yaitu :

$$\frac{H_x}{H_0} = K_s \cdot K_r = K_s \cdot \frac{\sqrt{\cos a_0}}{\sqrt{\cos a_x}} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

a_x = Sudut datang gelombang pada kedalaman yang ditinjau

a_0 = Sudut datang gelombang di perairan dalam

H_x = Tinggi gelombang di perairan dalam x yang ditinjau (m)

H_0 = Tinggi gelombang pada perairan dalam (m)

K_r = Koefisien refraksi gelombang

K_s = Koefisien pendangkalan

- a) Mengitung cepat rambat gelombang dengan rumus :

$$C_0 = L_0/T \dots\dots\dots(2.2)$$

- b) Menentukan kedalaman didepan *brekwater* dengan menghitung nilai d/L_0 dan dari tabel fungsi d/L sehingga didapat dilai L untuk menghitung cepat rambat dengan rumus :

$$C = L/T \dots\dots\dots(2.3)$$

- c) Menghitung koefisien refraksi (K_r) dan koefisien pendangkalan (K_s) dengan rumus :

$$K_s = \sqrt{\frac{n_0 L_0}{nL}} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

K_s = Koefisien pendangkalan (*Shoaling*)

L = Panjang gelombang (m)

L_0 = Panjang gelombang dilaut dalam (m)

- d) Menghitung tinggi gelombang hasil refraksi dengan rumus :

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

Dimana :

H_1 = Tinggi gelombang dilokasi bangunan

K_s = Koefisien pendangkalan

K_r = Koefisien refraksi

H_0 = Tinggi gelombang laut dalam

- b) Difraksi gelombang terjadi apabila gelombang datang terhalang oleh suatu pemecah gelombang, maka gelombang tersebut akan membelok di sekitar ujung rintangan dan masuk ke daerah terlindung di belakangnya. Perbandingan antara tinggi gelombang di titik yang terletak di daerah terlindung dan tinggi gelombang datang disebut koefisien refraksi. Transfer energi dapat direduksi oleh rintangan, namun gelombang yang masuk ke balik rintangan menyebabkan terbentuknya gelombang walau tidak sebesar di depan rintangan.



Gambar 3 Difraksi gelombang akibat rintangan (Usace 2015)

Perhitungan difraksi dibagi menjadi dua, yaitu perhitungan pada rintangan tunggal dan ganda. Pada rintangan pemecah gelombang tunggal, tinggi gelombang di suatu titik terlindung tergantung pada jarak titik tersebut terhadap ujung rintangan (r), sudut antara rintangan dan garis penghubung titik dengan ujung rintangan (θ). Koefisien difraksi (K') merupakan perbandingan tinggi gelombang datang dan tinggi gelombang di titik terlindung. Titik A adalah titik yang ditinjau di belakang rintangan dan P adalah ujung rintangan.

$$H_{(A)} = K_{D(A)} \cdot H_P \dots \dots \dots (2.6)$$

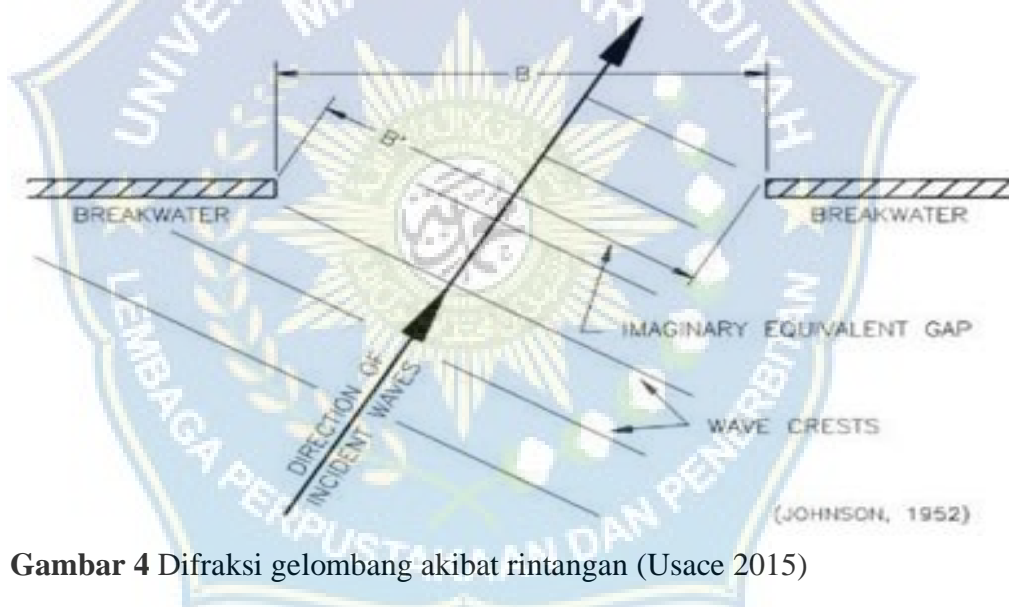
Dimana :

$H_{(A)}$ = Tinggi gelombang di A

$H_{(P)}$ = Tinggi gelombang di P

$K_{D(A)}$ = Koefisien difraksi di titik A

Perhitungan difraksi untuk rintangan pemecah gelombang ganda menggunakan grafik yang dikembangkan oleh Johnson dengan menggunakan proyeksi celah imajiner. Apabila lebar celah lebih dari lima kali panjang gelombang, kedua ujungnya tidak saling mempengaruhi, maka digunakan rumus untuk rintangan tunggal.



Gambar 4 Difraksi gelombang akibat rintangan (Usace 2015)

- c) Refleksi gelombang terjadi karena adanya gelombang datang yang mengenai atau membentur suatu rintangan (bangunan pantai) akan dipantulkan sebagian atau seluruhnya. Pantulan gelombang ini diserap oleh rintangan untuk meminimalisir pantulan. Suatu bangunan yang mempunyai sisi miring dan terbuat dari tumpukan batu akan lebih menyerap energi gelombang yang lebih banyak dibanding dengan bangunan yang tegak. Besar kemampuan suatu

bangunan memantulkan gelombang didefinisikan oleh koefisien refleksi (X), yaitu perbandingan tinggi gelombang refleksi (H_r) dan tinggi gelombang (H_i),

Sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$H_i = a_{\max} + a_{\min}$$

$$H_r = a_{\max} - a_{\min}$$

$$H_i - H_r = 2a_{\max} \text{ dan } H_i + H_r = 2a_{\min}$$

Tinggi gelombang datang adalah :

$$H_i = \frac{2a_{\max} + 2a_{\min}}{2} = \frac{H_{\max} + H_{\min}}{2} \dots \dots \dots (2.7)$$

Tinggi gelombang refleksi adalah :

$$H_r = \frac{2a_{\max} - 2a_{\min}}{2} = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{2} \dots \dots \dots (2.8)$$

Tabel 1 Koefisien *refleksi* berbagai tipe bangunan

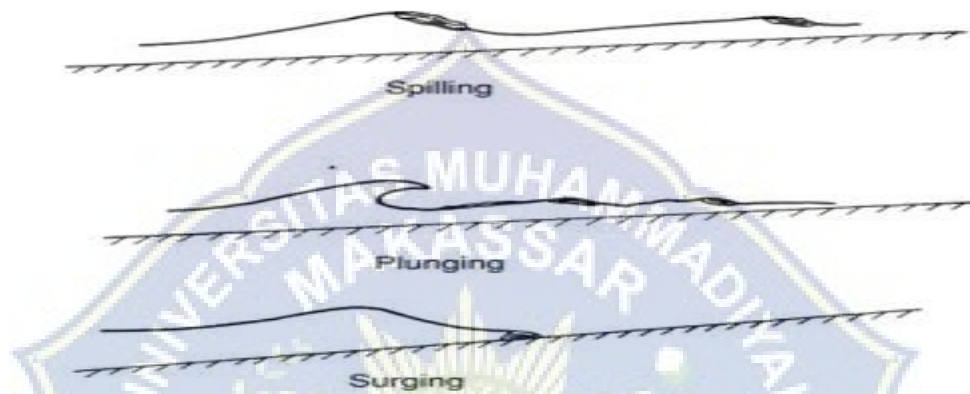
Tipe Bangunan	X
Dinding vertikal dengan puncak di atas air	0,7 – 1,0
Dinding vertikal dengan puncak terendam	0,5 – 0,7
Tumpukan batu sisi miring	0,3 – 0,6
Tumpukan blok beton	0,3 – 0,5
Bangunan vertikal dengan peredam energi (diberi lobang)	0,05 – 0,2

- d) Gelombang pecah adalah bentuk deformasi gelombang yang ekstrim yang terjadi karena dipengaruhi oleh kemiringannya, yaitu perbandingan antara tinggi dan panjang gelombang (Cerc, 1984). Kemiringan yang lebih tajam dari batas maksimum menyebabkan kecepatan partikel di puncak gelombang lebih besar daripada kecepatan rambat gelombang. Oleh karena itu gelombang menjadi tidak stabil dan terjadi gelombang pecah. Gelombang menjalar pada ketinggian tertentu pecah dan melepaskan energi gelombang, apabila terhalang

maka energi tersebut masih dapat menimbulkan arus yang kemudian diterima oleh penghalang di depannya. Pecahnya gelombang ini biasanya terjadi pada saat gelombang mendekati pantai, dimana puncak gelombang menjadi tajam dan kedalamannya mencapai seperempat dari tinggi gelombang. Profil gelombang di laut dalam adalah sinusoidal, menuju laut dangkal puncak gelombang menjadi lebih tajam dan lembah melandai, tinggi gelombang meningkat, sedangkan kecepatan dan panjang gelombang berangsur berkurang, pada kemiringan gelombang tertentu kecepatan partikel air di puncak gelombang lebih besar dari cepat rambat gelombang dan akhirnya pecah. Kedalaman air atau kecuraman gelombang masing-masing akan membatasi tinggi gelombang maksimum yang terjadi. Di laut dalam gelombang maksimum mulai tidak stabil. Pada saat gelombang pecah dia melepas seluruh energinya kepada apa saja yang ada di sekitarnya. Setelah suatu gelombang pecah telah dipandang selesai, walaupun sebenarnya sisa energinya dapat berupa gerakan air translasi (arus) di tepi pantai atau diserap oleh gelombang lebih kecil disekitarnya. Kondisi yang menyebabkan suatu gelombang pecah dapat terjadi di laut dalam atau di laut dangkal.

Gelombang pecah dibagi menjadi tipe *Spiling*, *plunging*, dan *surging*. *Spiling* terjadi ketika gelombang dengan kemiringan kecil menuju pantai yang datar, gelombang mulai pecah pada jarak yang cukup jauh dari pantai dan menimbulkan buih yang cukup panjang. *Plunging* terjadi ketika kemiringan gelombang dan dasar laut bertambah, pucak gelombang akan memutar akibat massa air di puncak terjun ke depan gelombang, energi gelombang pecah

dihancurkan dalam turbulensi dan sebagian kecil dipantulkan pantai. *Surging* mirip dengan *Plunging*, namun gelombang sudah pecah sebelum puncak gelombang terjun biasanya terjadi di pantai dengan kemiringan yang sangat besar yang menghasilkan daerah gelombang pecah sangat sempit dan dipantulkan kembali.



Gambar 5 Tipe gelombang pecah (Triadmojo)

Gelombang pecah dipengaruhi oleh kemiringan pantai dan kemiringan gelombang datang (Iversen dkk, dalam CERC, 1984). Beberapa parameter geometri gelombang pecah digunakan untuk perhitungan tinggi dan kedalaman gelombang pecah, H_b adalah tinggi gelombang pecah dari muka air di depan gelombang, d_b kedalaman gelombang pecah yang diukur dari kedalaman puncak gelombang ke elevasi muka air tenang dan H'_0 adalah tinggi gelombang laut dalam ekuivalen yang diperoleh dengan rumus :

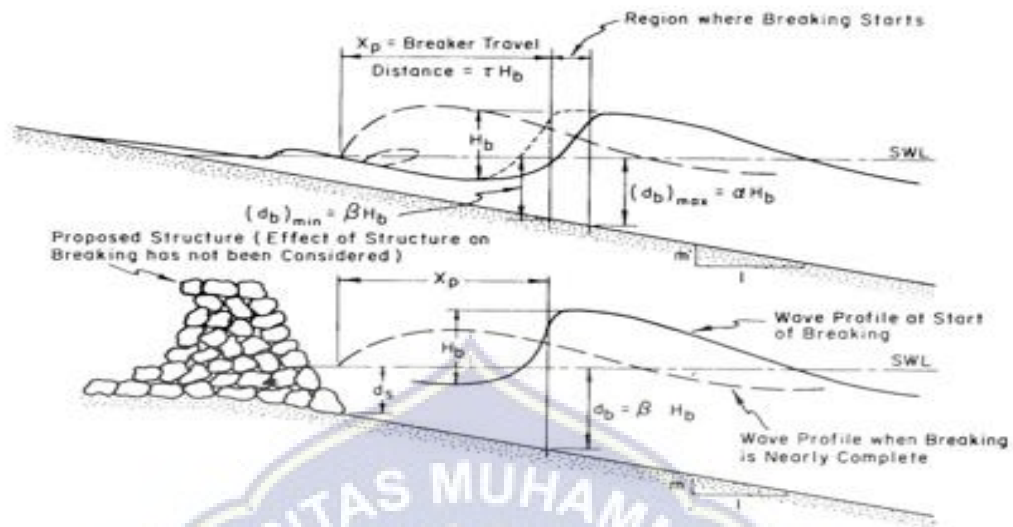
$$H'_0 = K_r H_I \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana :

H'_0 = Tinggi gelombang laut dalam ekuivalen

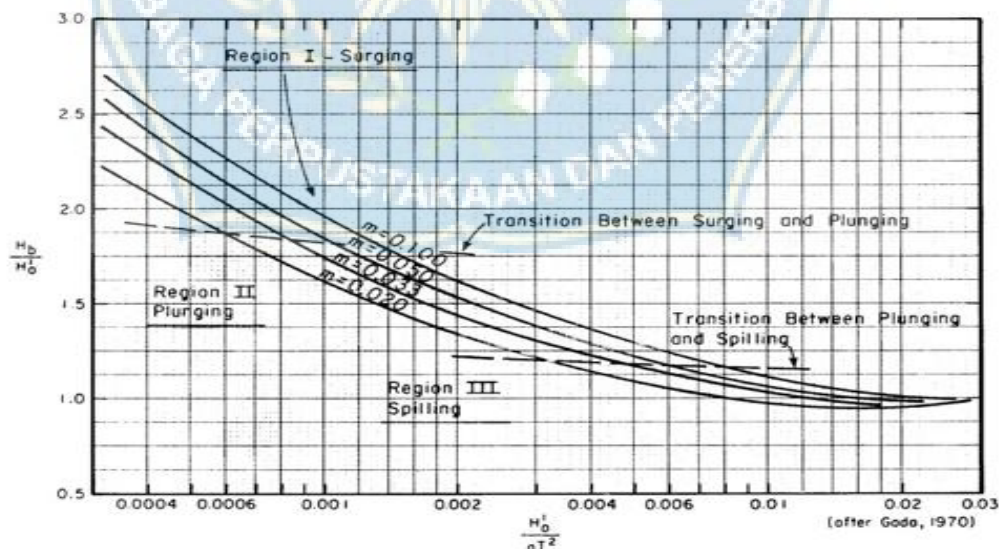
K_r = Koefisien refraksi

H_I = Tinggi gelombang dilokasi bangunan

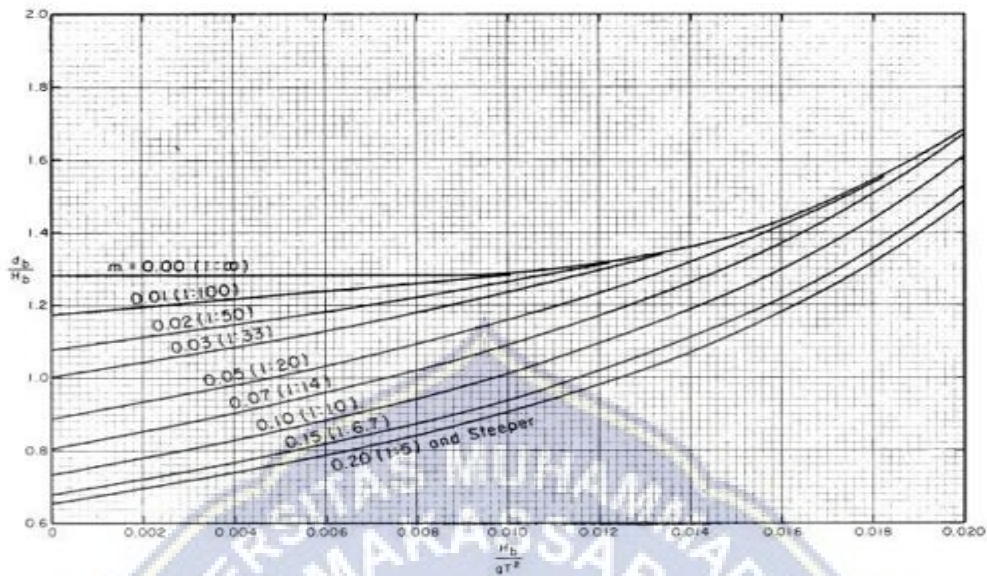


Gambar 6 Geometri gelombang pecah (Cerc 1984)

Dalam penelitian Iversen dkk. Menghasilkan grafik hubungan indeks H_b/H'_0 dan H'_0/gT^2 untuk menentukan tinggi gelombang pecah pada berbagai kemiringan dasar laut, sedangkan penentuan kedalaman dimana gelombang pecah pada berbagai kemiringan dasar laut menggunakan grafik hubungan indeks d_b/H_b dan H_b/gT^2 .



Gambar 7 Grafik penentuan tinggi gelombang pecah (Cerc 1984)



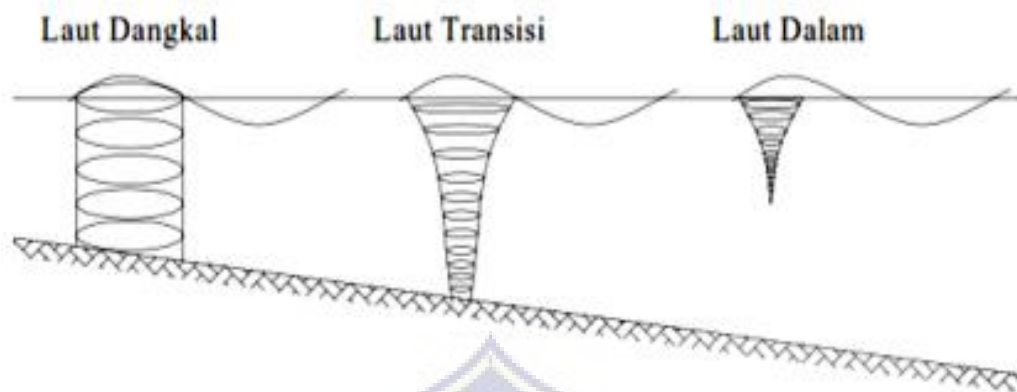
Gambar 8 Grafik penentuan kedalaman gelombang pecah (Cerc 1984)

C. Klasifikasi Dasar Gelombang

(Nur Yuwono, 1982) Gelombang berdasarkan perbandingan antara kedalaman air panjang gelombang, gelombang dapat diklasifikasikan menjadi :

- a) Gelombang perairan dangkal (Shallow water waves)
- b) Gelombang perairan transisi (Transitional waves)
- c) Gelombang perairan dalam (Deep water waves)

Selama proses penjalaran gelombang yang berlangsung dari laut dalam ke laut dangkal, maka orbit partikel akan mengalami perubahan bentuk lingkaran pada seluruh kedalaman di laut dalam, laut transisi, dan laut dangkal lintasan partikel membentuk lingkaran (*ellips*). Semakin besar kedalaman lingkaran maka semakin pipih gelombang yang terjadi dan dasar laut membentuk partikel arah horizontal.



Gambar 9 Gerak partikel air laut Dangkal, Transisi dan Dalam (Triadmojo 1999)

Gelombang juga dapat dikelompokkan berdasarkan rasio antara tinggi gelombang dan panjang gelombang dan dikenal dengan gelombang amplitudo kecil dan gelombang amplitudo berhingga (*Stick, Cnoidal, Solitair*). Teori gelombang amplitudo dikembangkan oleh Airy, menurut (Airy) teori gelombang diturunkan berdasarkan anggapan bahwa perbandingan antara tinggi gelombang dengan panjangnya sangat kecil, sedangkan teori gelombang amplitudo berhingga memperhitungkan besarnya rasio antara tinggi gelombang terhadap panjang dan kedalaman airnya.

Menentukan panjang gelombang (L) menggunakan persamaan berikut :

$$L = gT^2 / \pi \tan h (2\pi d) / L_0 \dots\dots\dots(2.10)$$

Dengan menggunakan persamaan untuk menentukan panjang gelombang (L) Pada persamaan diperlukan panjang gelombang awal (L_0) dengan menggunakan persamaan berikut :

$$L_0 = 1,56T^2 \dots\dots\dots(2.11)$$

Dalam teori gelombang amplitudo kecil partikel air bergerak dalam suatu lintasan

(orbit) tertutup yang berbentuk lingkaran atau *ellips*, dalam teori *Stokes* orbit partikel air tidak tertutup, sehingga menyebabkan terjadinya aliran massa air dalam arah penjalaran gelombang.

D. Seawall

Seawall merupakan tembok besar yang dibangun disepanjang pesisir pantai dengan tujuan untuk menahan gelombang dalam skala besar yang tidak dapat diredam oleh *Breakwater*. *Seawall* berfungsi sebagai penahan laju gelombang yang datang menuju pantai, gelombang yang datang tersebut dapat menimbulkan kerusakan, baik itu berupa abrasi maupun kerusakan yang lain (Bastian, 2021). Jika gelombang datang dalam frekuensi yang cukup besar maka dapat menimbulkan kerusakan yang besar (seperti gelombang tsunami). Kerusakan inilah yang akan dikurangi oleh *seawall*.

Seawall biasanya menahan gelombang yang tersisa dari *Breakwater* akan ditahan di *Seawall*. Prosesnya, gelombang yang ditahan oleh *Breakwater* sebagian akan menyebar melewati *Breakwater* tersebut, sebagian gelombang inilah yang akan dihancurkan di *Seawall* telah mengurangi dari dampak yang akan ditimbulkan dari gelombang tersebut.

Seawall hampir serupa dengan *revetment* (struktur pelindung pantai yang dibuat sejajar pantai dan biasanya memiliki permukaan miring), yaitu dibuat sejajar pantai tapi *seawall* memiliki dinding relatif tegak atau lengkung. *Seawall* juga dapat dikatakan sebagai dinding banjir yang berfungsi sebagai pelindung atau penahan terhadap kekuatan gelombang. *Seawall* pada umumnya dibuat dari konstruksi padat seperti beton, turap baja/kayu, pasangan batu atau pipa beton

sehingga *seawall* tidak meredam energi gelombang, tetapi gelombang yang memukul permukaan *seawall* akan dipantulkan kembali dan menyebabkan gerusan pada bagian tumitnya.

Gelombang yang menjalar mengenai suatu bangunan pemecah gelombang sebagian energinya akan dipantulkan (*refleksi*), sebagian diteruskan (*transmisi*) dan sebagian lainnya dihancurkan (*dissipasi*) melalui pecahnya gelombang. Pembagian besarnya energi gelombang yang dipantulkan, dihancurkan dan diteruskan tergantung karakteristik gelombang datang (periode, tinggi, kedalaman air).

Berkurangnya energi gelombang di daerah terlindung akan mengurangi pengiriman sedimen pada daerah tersebut. Maka pengiriman sedimen sepanjang pantai yang berasal dari daerah sekitarnya akan diendapkan dibelakang bangunan.

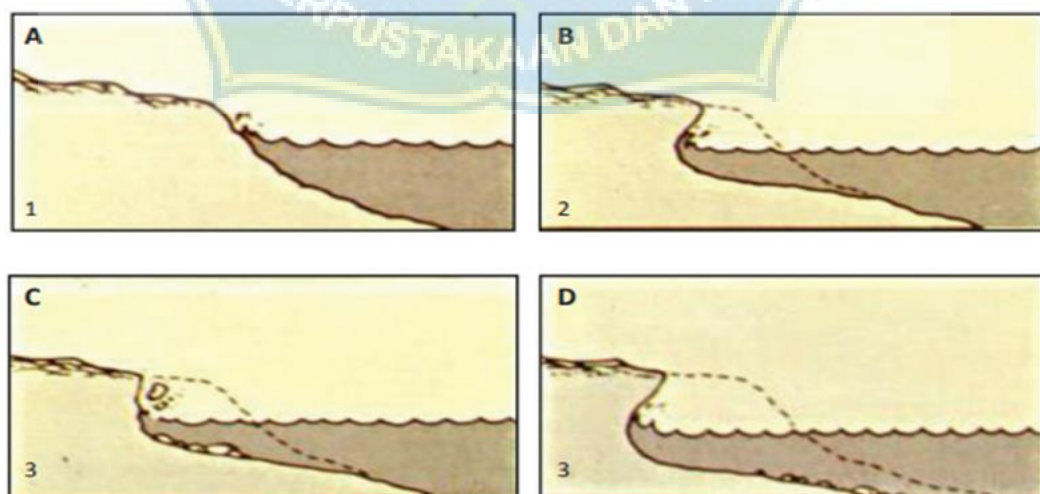


Gambar 10 Seawall (Google)

E. Abrasi

Abrasi adalah suatu proses alam berupa pengikisan tanah pada daerah pesisir pantai yang diakibatkan oleh ombak dan arus laut yang sifatnya merusak biasa disebut juga erosi pantai (Setiyono, 1996). Karena adanya pengikisan tersebut sehingga menyebabkan berkurangnya daerah pantai yang paling dekat dari air laut menjadi sasaran pengikisan. Oleh karenanya abrasi dapat mengancam dan merusak bangunan yang berbatasan langsung dengan air laut. Sehingga jika terus dibiarkan abrasi akan terus mengikis bagian pantai dan air laut bisa membanjiri daerah di sekitar pantai tersebut. Erosi pantai disebabkan oleh adanya angkutan sedimen menyusur pantai yang mengakibatkan sedimen terbawa ke dataran.

Angin yang berhembus di atas permukaan air yang semula tenang akan menyebabkan gangguan pada permukaan tersebut, dengan timbulnya gelombang kecil. Apabila kecepatan angin bertambah, maka akan terbentuk gelombang. Semakin lama dan semakin kuat angin berhembus maka akan semakin besar gelombang yang terbentuk. Tinggi dan periode gelombang dipengaruhi oleh kecepatan angin.



Gambar 11 Proses terjadinya abrasi oleh gempuran (Dahuri dkk 2001)

Proses terjadinya abrasi karena faktor alam yang disebabkan ketika angin yang bergerak di laut menimbulkan gelombang dan arus menuju pantai. Arus dan angin inilah yang memiliki kekuatan yang lama kelamaan menggerus pinggir pantai. Gelombang yang terjadi disepanjang pantai menggetarkan batuan yang lama kelamaan akan terlepas dari daratan (Muammad kinantang putra, 2020).



Gambar 12 Abrasi pantai seruni (Google)

F. FETCH

Fetch adalah panjang daerah di mana angin dapat berhembus dengan kecepatan dan arah konstan (Triatmodjo, 1999). *Fetch* adalah pembentukan gelombang yang diasumsikan memiliki kecepatan dan arah angin yang konstan. *Fetch* berpengaruh dalam membangkitkan tinggi gelombang dan periode gelombang, semakin panjang jarak maka semakin besar pula ketinggian gelombang yang akan terjadi. Angin Di dalam tinjauan pembangkitan gelombang di laut, *fetch* dibatasi oleh daratan yang mengelilingi laut. Di dalam pembentukan gelombang, gelombang tidak hanya dibangkitkan dalam arah yang sama dengan

arah angin tetapi juga dalam berbagai sudut terhadap angin. Panjang *fetch* adalah keseluruhan panjang lautan yang dibatasi oleh daerah daratan pada kedua sisi ujungnya. Pengukuran garis *fetch* di tarik hingga menyentuh daratan terdekat. Perhitungan panjang *fetch* efektif ini dilakukan dengan memperhatikan pembentukan gelombang di suatu lokasi. Panjang *fetch*.

Dalam suatu wilayah pembentukan gelombang, gelombang bukan hanya bisa dihasilkan dengan arah yang sama dengan arah angin tetapi juga bisa dibangkitkan pada titik yang berbeda dari arah angin. Panjang *fetch* adalah keseluruhan panjang lautan yang dibatasi oleh daerah daratan pada kedua sisi ujungnya. Pengukuran garis *fetch* ditarik hingga menyentuh daratan terdekat. Jika panjang *fetch* efektif >200 km maka panjang *fetch* efektif digunakan adalah 200 km disebabkan kecepatan angin konsisten hanya sejauh ≤ 200 km (Triadmodjo, 1999).

Fetch rerata aktif diberikan oleh persamaan berikut :

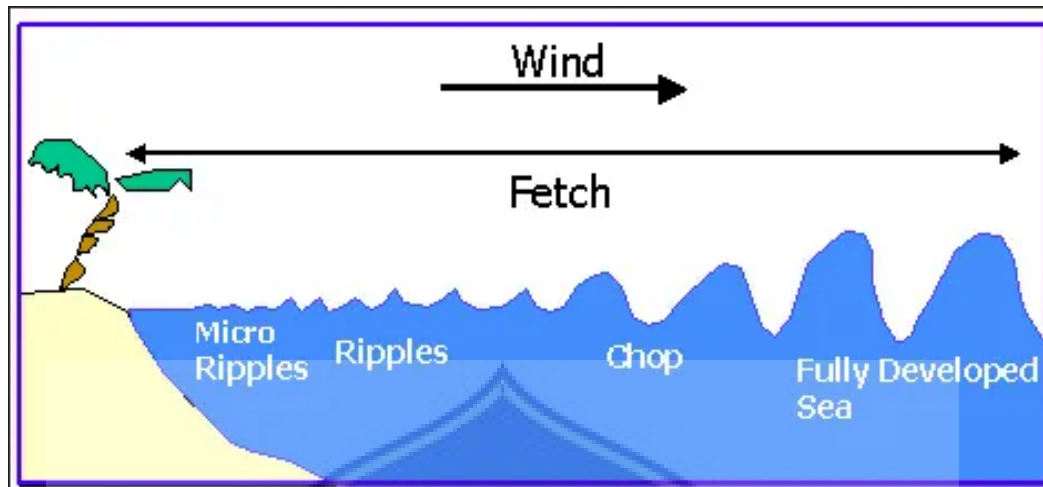
$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} \quad (\text{Triadmodjo, hal. 155, 1999}) \dots\dots\dots(2.12)$$

Dengan :

F_{eff} : *Fetch* merata efektif

α : Deviasi di kedua sisi dari arah hembusan angin, dengan cara menambahkan 6° sampai sudut 42° pada kedua sisi dari arah angin

x_i : Panjang segmen *fetch* yang diukur mulai pada titik observasi gelombang panjang sampai ujung akhir *fetch*.



Gambar 13 Fetch (Google)

G. Fluktuasi Muka Air Laut

Periode fluktuasi muka air laut lebih besar daripada periode gelombang, sehingga elevasi muka air laut merupakan parameter yang sangat penting untuk diperhitungkan. Fluktuasi terjadi karena proses kenaikan muka air karena gelombang (*wave set-up*), perubahan suhu pemanasan global, gelombang badai (*wind set-up*) dan pasang surut, namun kemungkinan terjadi semua proses alam tersebut sangat kecil terjadi.

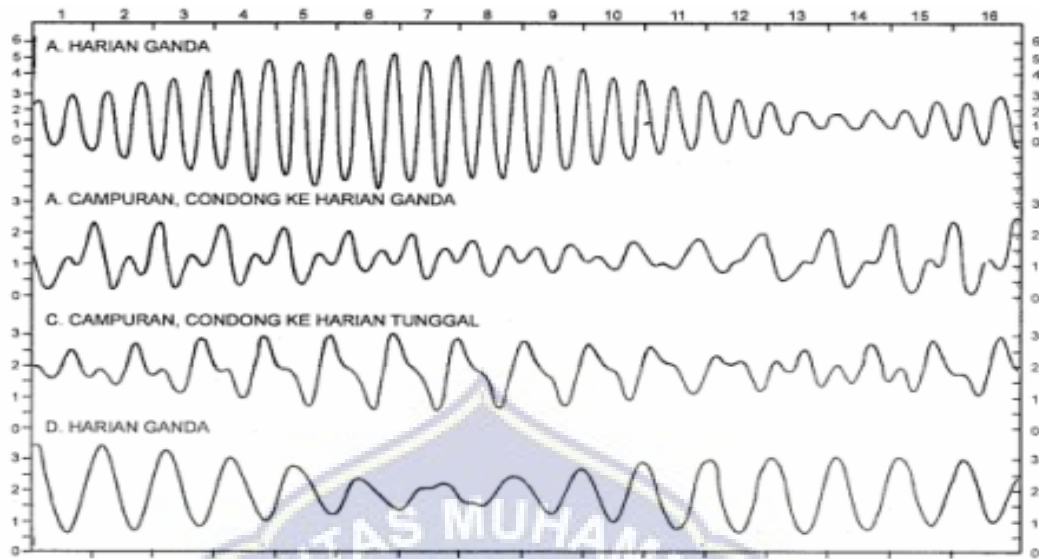
1. Pasang surut

Pasang surut disebabkan oleh gaya tarik benda langit terutama matahari dan bulan terhadap massa air bumi. Ketika saat pasang muka air laut akan maju ke arah pantai sedangkan ketika surut muka air laut akan mundur ke arah laut lepas. Pasang surut dihasilkan dari efek sentrifugal atau gaya tarik gravitasi bumi. Gravitasi bervariasi secara langsung dengan massa, tetapi berbanding terbalik dengan jarak (Opa, E. T. 2011).

Menurut Opa (2011), arah arus biasanya terjadi bolak-balik apabila muka air bergerak keatas, maka arus akan mengalir keluar. Arus pasang surut dapat menyebabkan terjadinya penyebaran sedimen dan abrasi pada pantai. Ketika pasang naik, sedimen akan menyebar menuju pantai. Sebaliknya, ketika air surut sedimen akan maju menuju laut lepas. Energi arus pasang surut ini tidak terlalu besar, sehingga kecil kemungkinannya untuk mengangkut sedimen dengan ukuran besar.

Terdapat empat tipe pasang surut sebagai berikut :

- Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*) Pasang terjadi satu kali dan surut juga terjadi satu kali dalam sehari, periode pasang surut *diurnal* rata-rata 24 jam 50 menit.
- Pasang surut harian ganda (*semi diurnal tide*) Pasang surut terjadi dua kali dalam satu hari, berurutan dan memiliki tinggi gelombang hampir sama, periode pasang surut *semi diurnal tide* rata-rata 12 jam 24 menit.
- Pasang surut campuran cenderung ganda (*mixed tide prevailing semi diurnal*) Pasang terjadi dua kali dan surut terjadi dua kali dalam satu hari dengan tinggi dan periode gelombang yang berbeda.
- Pasang surut campuran cenderung tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*) Pasang surut terjadi satu kali dalam sehari, terkadang terjadi dua kali dalam sehari dengan tinggi gelombang dan periode yang berbeda.



Gambar 14 Tipe pasang surut (Triadmojo)

2. Kenaikan muka air laut karena gelombang (*wave set-up*)

Gelombang yang datang dari laut dalam dengan ketinggian gelombang (H'_{0}) pada kedalaman d_b gelombang pecah, elevasi muka air merata turun terhadap muka air diam setinggi S_b , kemudian muka air naik dan memotong garis pantai. Selisih elevasi *wave set up* dan muka air merata dinotasikan S_w , sedangkan selisih elevasi *wave set up* dan *wave set down* dinotasikan ΔS .



Gambar 15 *Wave set up* dan *wave set down* (Usace 2015)

Rumus *wave set up* & *wave set down* sebagai berikut :

$$S_b = -\frac{0,536Hb^{2/3}}{g \ 2t} \dots\dots\dots(2.13)$$

$$S_w = 0,19 \left(1 - 2,82 \sqrt{\frac{Hb}{gT}} \right) Hb \dots\dots\dots(2.14)$$

Keterangan :

S_b = *Set down* di daerah gelombang pecah (m)

S_w = *Set up* di daerah gelombang pecah (m)

H_b = Tinggi gelombang

d_b = Kedalaman gelombang pecah (m)

T = Periode gelombang

G = Percepatan gravitasi (m/s^2)

3. Kenaikan muka air laut karena badai (*wind set up*)

Perbedaan tekanan atmosfer berkaitan dengan perubahan arah dan kecepatan angin, angin dengan kecepatan besar akan menyebabkan fluktuasi permukaan air. Kenaikan muka air laut akan lebih besar pada daerah pantai berbentuk corong dibanding pantai lurus karena massa air yang terdorong oleh angin akan terpusat pada ujung corong. Dalam perhitungan *wave set up* arah angin tegak lurus garis pantai dan membentuk sudut. Rumus menghitung kenaikan muka air sebagai berikut :

$$\Delta h = \frac{f_i}{2}$$

$$\Delta h = Fc \frac{v^2}{2gd} \dots\dots\dots(2.15)$$

Keterangan :

Δh = Kenaikan elevasi muka air karena badai (m)

F = Panjang *fetch* (m)

I = Kemiringan muka air

c = Konstanta : $3,5 \times 10^{-6}$

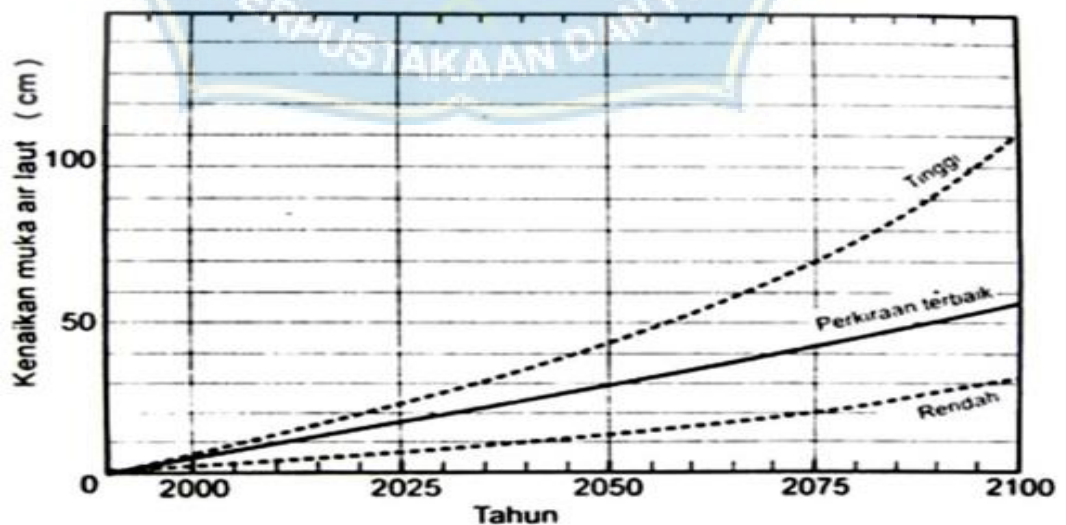
V = Kecepatan angin

d = Kedalaman air

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

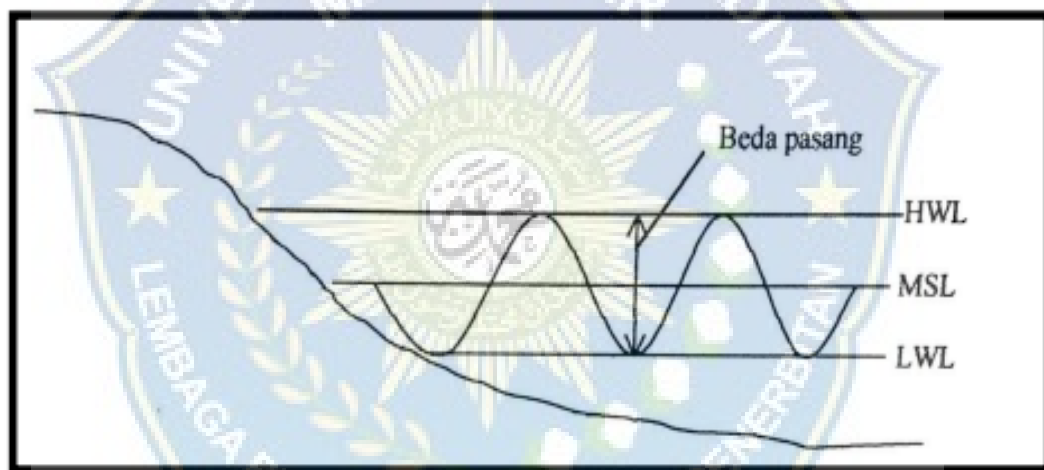
4. Kenaikan muka air laut akibat pemanasan global

Pemanasan global menyebabkan suhu di permukaan bumi naik dan suhu yang tinggi tertahan di permukaan bumi dalam waktu yang cukup lama. Suhu di permukaan bumi lebih tinggi daripada luar atmosfer. Di permukaan bumi, efek pemanasan global dihasilkan oleh gas tertentu, peningkatan suhu ini menyebabkan gunung es di kutub mencair dan mempengaruhi elevasi muka air laut.



Gambar 16 Wave set up dan wave set down (Usace 2015)

Arah arus pasang surut biasanya terjadi bolak-balik. Apabila muka air bergerak keatas, maka arus akan mengalir keluar. Arus pasang surut dapat menyebabkan terjadinya penyebaran sedimen dan abrasi pada pantai. Ketika pasang naik, sedimen akan menyebar menuju pantai. Sebaliknya, ketika air surut sedimen akan menuju laut lepas. Energi arus pasang surut ini tidak terlalu besar, sehingga kecil kemungkinannya untuk mengangkut sedimen dengan ukuran besar. Diperlukan suatu elevasi yang ditetapkan berdasarkan data pasang surut, yang dapat digunakan sebagai pedoman. Beberapa elevasi tersebut adalah sebagai berikut :



Gambar17 Beda pasang surut Tidal range (Shore Protection Manual Volume (III)

Keterangan :

MSL = Mean Seal Level, Muka air rerata antara muka air tinggi rerata dan muka air rendah rerata.

HHWL = Higher High Water Level, Air tertinggi dalam satu hari.

LLWL = Lowest Low Water Level, Air terendah pada saat pasang surut purnama

Tinggi pasang surut adalah jarak vertikal antara air tertinggi (puncak air pasang) dan air terendah (lembah air surut) yang berturunan. Periode pasang surut adalah waktu yang diperlukan dari posisi muka air dari muka air rerata ke posisi yang sama berikutnya. Data pasang surut yang telah didapatkan digunakan untuk penentuan tipe pasang surut serta muka air laut rerata (MRT) yang terjadi dengan menggunakan metode admiralty. Metode admiralty merupakan salah satu metode yang mana dalam perhitungannya melibatkan kedudukan permukaan air laut rata-rata dan fungsi sinusoidal dengan menghitung dua konstanta harmonik utama yaitu amplitudo dan fasa dari pengamatan ketinggian air laut tiap-tiap jam selama 15 hari atau 29 hari. Perhitungan metode admiralty menggunakan bantuan tabel, dimana untuk waktu pengamatan ditabelkan untuk diinterpolasikan dan pembagian antara amplitudo konstanta pasang surut ganda utama dengan perhitungan bilangan formzhal (Anugrah dkk,2009) sebagai berikut :

$$F = \frac{A(K1) + A(O1)}{A(M2) + A(S2)} \dots \dots \dots (2.16)$$

Keterangan :

F = Bilangan formzahl

O1 = Amplitudo komponen pusat tunggal

K1 = Amplitudo komponen pusat tunggal utama disebabkan daya tarik
surya

M2 = Amplitudo komponen pusat ganda utama disebabkan oleh gaya tarik
bulan

S_2 = Amplitudo komponen pusat ganda utama yang disebabkan gaya tarik surya

Dengan demikian diklasifikasikan pasang surut sebagai berikut :

- a. Pasang surut harian ganda jika $F \leq 0.25$
- b. Pasang surut campuran (tunggal dominan) jika $0.025 < F \leq 1.5$
- c. Pasang surut campuran (ganda dominan) jika $1.5 < F \leq 3$
- d. Pasang surut harian tunggal jika $F > 3$

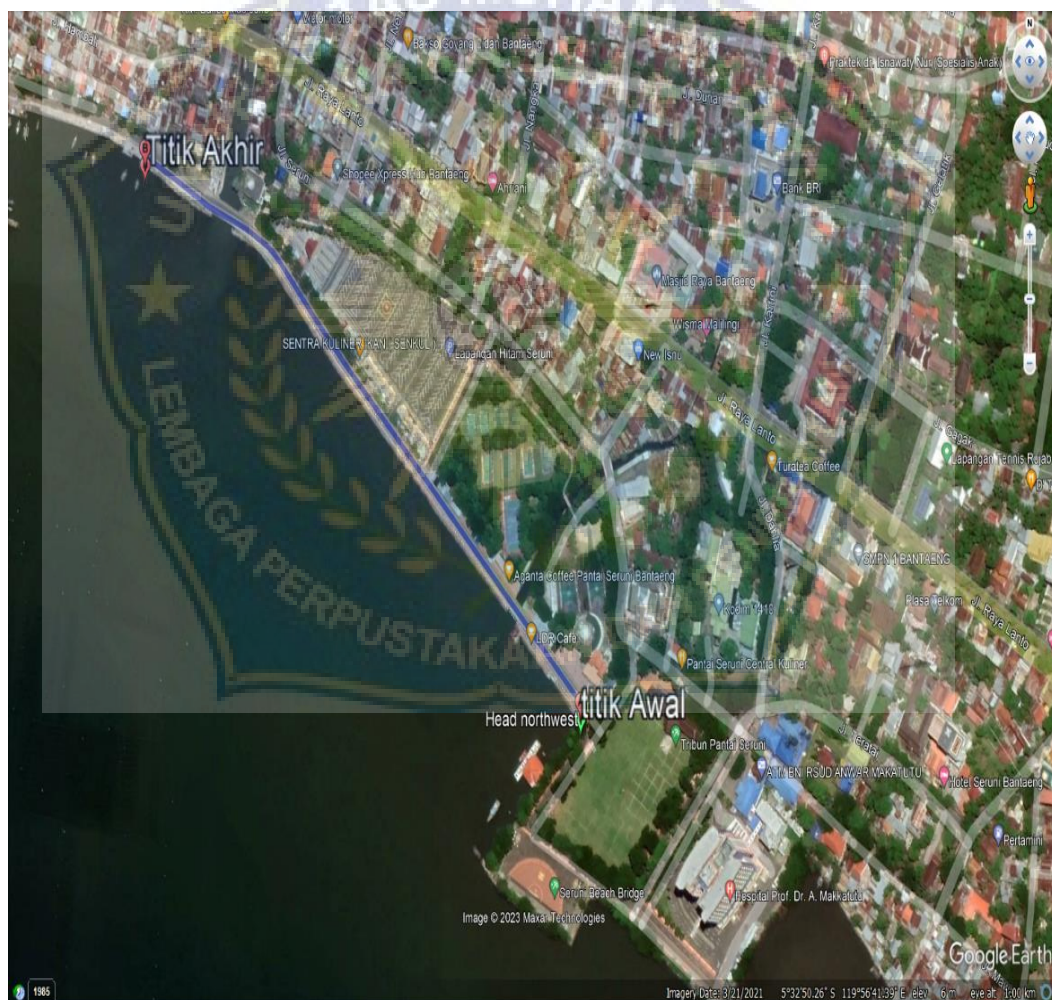


BAB III

METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di pesisir Pantai Seruni Kecamatan Bantaeng Kabupaten Bantaeng pada titik koordinat $5^{\circ}32'54.00''S$ $119^{\circ}56'41.68''E$, adapun panjang lokasi penelitian yang akan dilakukan 150 Meter sepanjang pesisir Pantai Seruni Kabupaten Bantaeng.



Gambar 18 Peta Lokasi Penelitian (Google earth)



Gambar 19 Profil Memanjang Pesisir Pantai Seruni

B. Jenis Penelitian dan Sumber Data

Pada penelitian ini jenis penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif, yaitu dengan cara pengukuran objektif dengan mengumpulkan data lapangan dan analisis terhadap objek atau data yang telah di terkumpul. Pada penelitian ini akan menggunakan dua sumber data yaitu :

1. Data primer yaitu data yang diperoleh langsung dari lokasi penelitian dengan melakukan observasi dan dokumentasi terhadap kondisi Pantai Seruni Kabupaten Bantaeng.
2. Data sekunder yaitu data yang didapatkan dari BMKG Paotere dan studi literatur yang terkait sebagai data pendukung dan pelengkap dari data primer. Data sekunder yang dibutuhkan sebagai berikut :

- a. Data kecepatan angin Pantai Seruni Kabupaten Bantaeng.
- b. Data Pasang surut air laut Pantai Seruni Kabupaten Bantaeng.
- c. Data Gelombang laut Pantai Seruni Kabupaten Bantaeng

C. Metode Pengambilan Data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi lapangan dan penelitian ini dibagi menjadi 2 (dua) tahapan yaitu dengan uraian tahapan adalah :

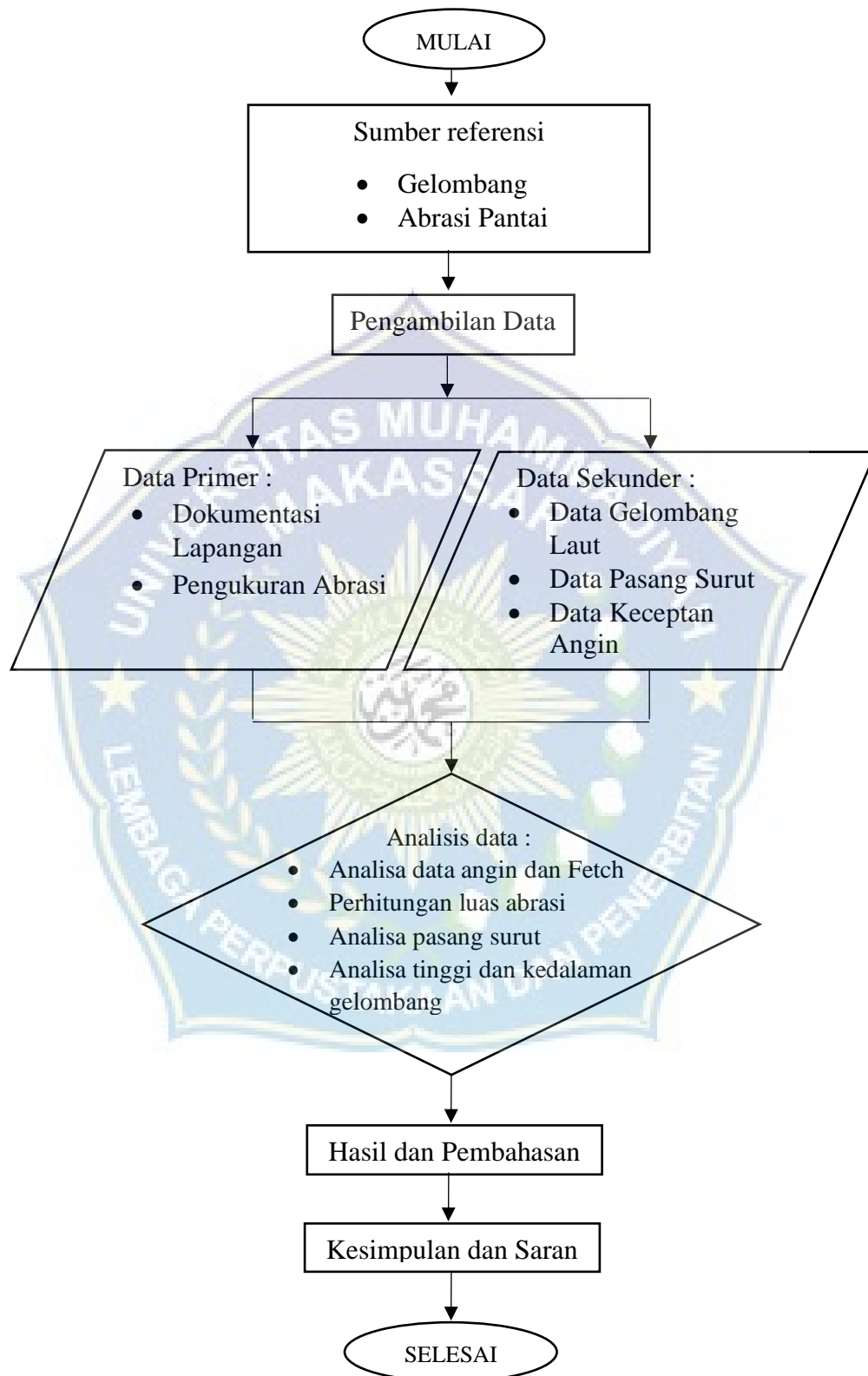
1. Persiapan

Persiapan dimaksudkan bagaimana untuk menyiapkan segala sesuatu untuk penelitian, diantaranya mengumpulkan data-data pendahuluan seperti kondisi langsung dampak yang terkena abrasi pada Pantai Seruni Kabupaten Bantaeng.

2. Pengambilan data

Adapun data yang dikumpulkan terdiri dari :

- a. Data primer adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan secara langsung dari lokasi penelitian. Adapun data primer yang dibutuhkan adalah data pengukuran garis pantai dan abrasi yang terjadi dilokasi penelitian.
- b. Data sekunder adalah data yang didapatkan oleh peneliti dari berbagai sumber yang telah ada. Data sekunder dapat didapatkan dari berbagai sumber seperti Instansi pemerintahan, buku, laporan, jurnal, dan lain-lain.

D. Flowchart**Gambar 20** Flowchart (Bagan alir penelitian)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Angin

Data angin yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Stasiun Meteorologi Maritim Paotere, dengan titik koordinat $5^{\circ}32'54.00''S$ $119^{\circ}56'41.68''E$ yang berada pada titik Pantai Seruni Kecamatan Bantaeng Kabupaten Bantaeng Sulawesi Selatan, serta ketinggian elevasi stasiun dari permukaan tanah adalah 5m. Data yang diperoleh adalah data dari lima tahun terakhir yaitu tahun 2018 sampai 2022. Dari data hasil pengukuran, selanjutnya dilakukan analisis jumlah angin yang datang dilokasi penelitian serta persentasenya kecepatan dan arah mata angin.

Tabel 2 Persentasi kejadian angin berdasarkan arah datangnya di lokasi

PERSENTASE KEJADIAN ANGIN

Arah		Jumlah Data	Persentas Kejadian %
Notasi	Derajat		
Utara (U)	0	1	1,7
Timur Laut (TL)	45	5	8,3
Timur (T)	90	12	20,0
Tenggara (TG)	135	9	15,0
Selatan (S)	180	5	8,3
Barat Daya (BD)	225	1	1,7
Barat (B)	270	18	30,0
Barat Laut (BL)	315	9	15,0
Total		60	100,0

Sumber : Stasiun Meterologi Maritim Paotere Makassar

Berdasarkan tabel di atas memperlihatkan bahwa persentasi kejadian angin yang paling besar atau sering terjadi merupakan angin yang berhembus dari arah Barat (30,0%), disusul masing-masing dari arah Timur (20,0%),

arah Tenggara (15,0%), arah Barat Laut (15,0%), arah Timur Laut (8,3%), arah Selatan (8,3%), Barat daya (1,7%) dan untuk angin yang berhembus di arah Utara sebanyak (1,7%). Sementara itu, persentasi kejadian menurut interval kecepatan angin disajikan pada tabel di bawah :

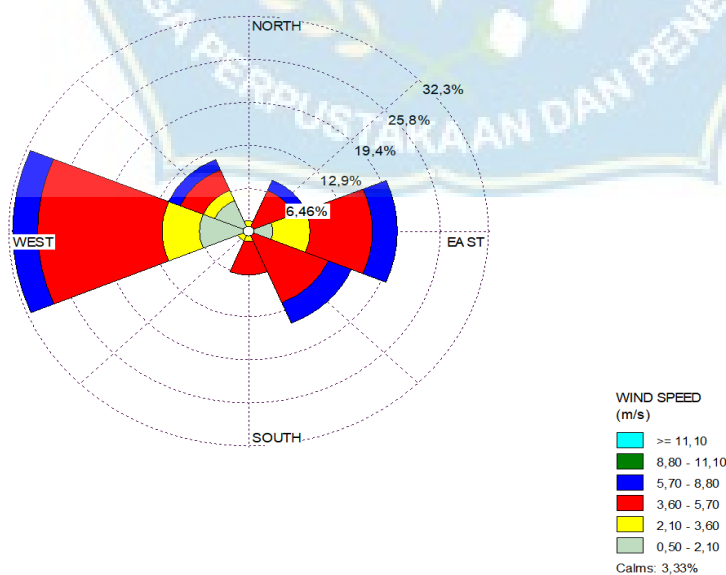
Tabel 3 Persentasi kejadian angin rata-rata berdasarkan interval kecepatan

PERSENTASE KEJADIAN ANGIN BERDASARKAN INTERVAL RATA-RATA

Interval	Jumlah Data	Persentase %
0-3 m/s	17	28
3-6 m/s	37	62
6-9 m/s	6	10
Total	60	100

Sumber : Analisa data

Berdasarkan arah *fetch* gelombang arah mata angin yang berpotensi membangkitkan gelombang ada 4 yaitu Barat Laut, Barat, Selatan, Tenggara. Selain penyajian data angin di sajikan dalam bentuk mawar angin dan kelas angin seperti pada gambar dibawah :



Gambar 21 Mawar angin dari tahun 2018 Sampai 2022 (Wrplot view)

Berdasarkan mawar angin yang terjadi pada Pantai Seruni Kabupaten Bantaeng yang dimana arah angin yang dominan digambarkan dengan warna merah dengan kecepatan 3,60 – 5,70 m/s pada arah Timur laut, Timur, Tenggara, Selatan, Barat dan Barat laut.

Adapun data angin dan persentase kejadian angin yang terdapat dalam WRPLOT View disajikan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4 Data Angin

Directions / Wind Classes (m/s)	0.50 - 2.10	2.10 - 3.60	3.60 - 5.70	5.70 - 8.80	8.80 - 11.10	>= 11.10	Total (%)
Utara	0	1	0	0	0	0	1
Timur laut	0	0	4	1	0	0	5
Timur	2	3	5	2	0	0	12
Tenggara	0	0	7	2	0	0	9
Selatan	0	1	3	0	0	0	4
Barat Daya	0	1	0	0	0	0	1
Barat	4	3	10	2	0	0	19
Barat Laut	3	1	2	1	0	0	7
Sub-Total	9	10	31	8	0	0	58
Calms							2
Missing/incomplete							0
Total							60

Sumber : WRPLOT View

Tabel 5 Persentase Kejadian Angin

Arah	0.50 - 2.10	2.10 - 3.60	3.60 - 5.70	5.70 - 8.80	8.80 - 11.10	>= 11.10	Total (%)
337,5 - 22,5	0.00	1.66	0.00	0.00	0.00	0.00	1.66
22,5 - 67,5	0.00	0.00	6.66	1.66	0.00	0.00	8.33
67,5 - 112,5	3.33	5.00	8.33	3.33	0.00	0.00	20.00
112,5 - 157,5	0.00	0.00	11.66	3.33	0.00	0.00	15.00
157,5 - 202,5	0.00	1.66	5.00	0.00	0.00	0.00	6.66
202,5 - 247,5	0.00	1.66	0.00	0.00	0.00	0.00	1.66
247,5 - 292,5	6.66	5.00	16.66	3.33	0.00	0.00	31.66
292,5 - 337,5	5.00	1.66	3.33	1.66	0.00	0.00	11.66
Sub-Total	15.00	16.66	51.66	13.33	0.00	0.00	96.66
Calms							3.33
Missing/incomplete							0,00
Total							100.00

Sumber : WRPLOT View

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

B. Analisis Fetch

Fetch dibatasi oleh daratan yang mengelilingi laut. Untuk laut lepas dimana tidak terdapat daratan, batas *fetch* dilakukan dengan mengacu pada garis isobar yang sama dan *fetch* pembentukan gelombang sempurna yaitu 200 km, mengingat pada *fetch* diperkirakan kecepatan angin yang berhembus adalah konstan. Untuk memperkirakan *fetch* pada lokasi studi, digunakan peta rupa bumi.

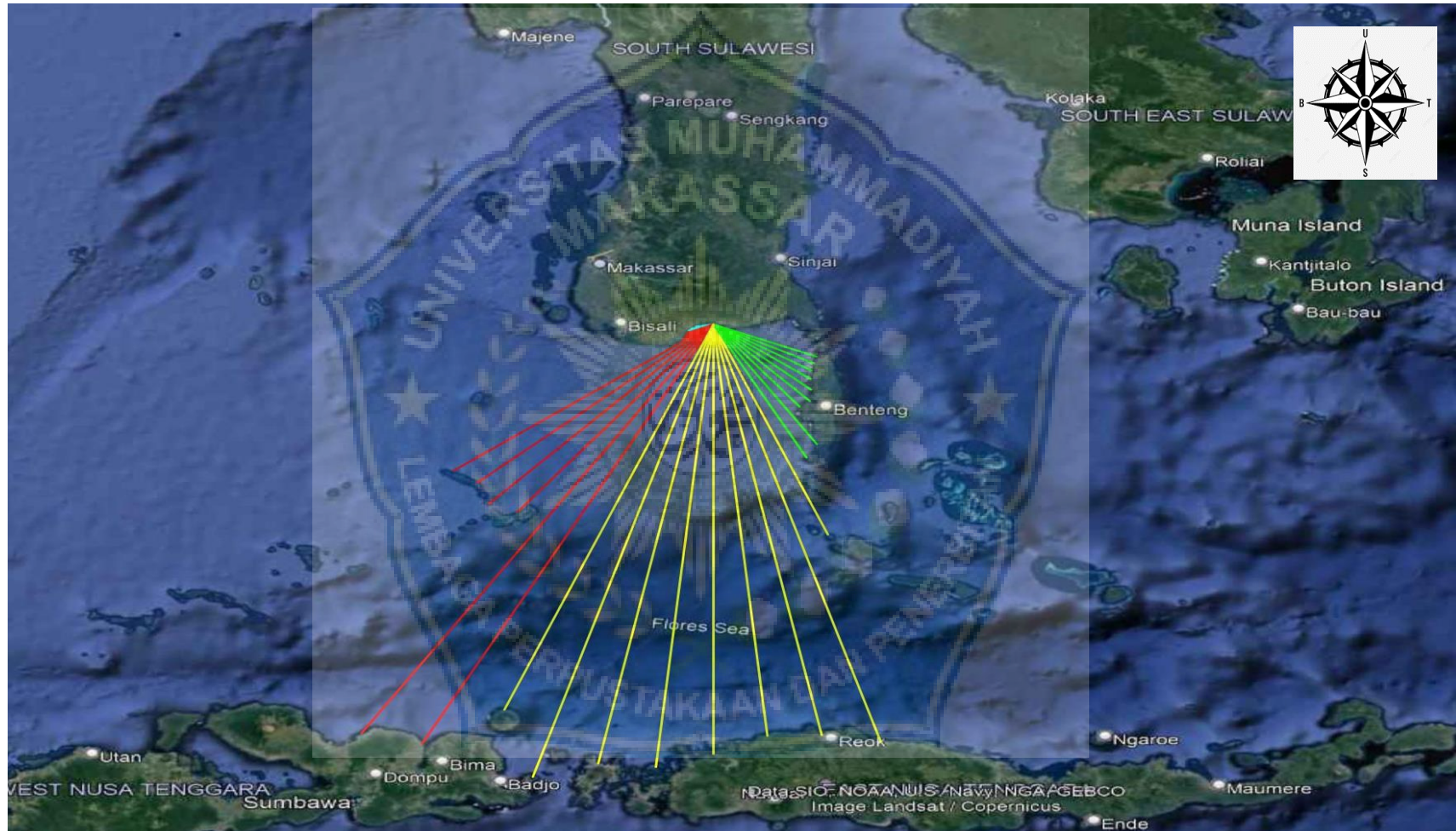
Berdasarkan kondisi geografis lokasi penelitian, arah angin yang berpotensi membangkitkan gelombang dilokasi penelitian adalah angin yang bertiup dari arah Tenggara, Selatan, Barat dan Barat laut sedangkan arah Utara, Timur laut dan

Timur tidak diperhitungkan *Fetch* efektifnya karena angin yang berhembus melewati daratan. Oleh sebab itu, dalam penentuan *Fetch* efektif, hanya keempat arah tersebut yang diperhitungkan. Pada panjang *fetch* dititik pengamatan yang langsung berhadapan dengan ke laut lepas (tidak ada rintangan terhadap angin) ditetapkan sampai sejauh 200 km

Adapun penentuan *Fetch* pada lokasi studi disajikan pada gambar sebagai berikut :



Gambar 30 Panjang *fetch* pada gelombang



Tabel perhitungan *Fetch* untuk masing-masing arah peramalan gelombang laut dalam adalah sebagai berikut :

Tabel 6 Perhitungan *fetch* efektif arah Tenggara

	α (°)	$\cos \alpha$	Xi (km)	Xi $\cos \alpha$	
TENGGARA	20	0,9396	92.510	86930,964	
	15	0,9659	86.950	83987,250	
	10	0,9848	63.130	62170,913	
	5	0,9961	62.990	62750,304	
	0	1,0000	58.030	58030,000	
	-5	0,9961	53.480	53276,492	
	-10	0,9848	50.390	49624,462	
	-15	0,9659	48.760	47098,543	
	-20	0,9396	47.870	44983,085	
	Total		8,7732		548852,016

Berdasarkan tabel diatas untuk perhitungan *fetch* aktif arah Tenggara dengan rumus berikut ini :

$$\begin{aligned} \text{Fetch} &= \frac{\sum \text{Xi} \cos \alpha}{\cos \alpha} \\ &= \frac{548852,016}{8,7732} = 62.559,773 \text{ m} \end{aligned}$$

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 42° pada kedua sisi dari arah angin.

Tabel 7 Perhitungan *fetch* efektif arah Selatan

	α (°)	$\cos \alpha$	Xi (km)	Xi $\cos \alpha$	
SELATAN	20	0,9396	258.130	242562,856	
	15	0,9659	294.990	284938,459	
	10	0,9848	280.690	276425,688	
	5	0,9961	279.760	278695,428	
	0	1,0000	270.310	270310,000	
	-5	0,9961	259.960	258970,773	
	-10	0,9848	262.520	258531,731	
	-15	0,9659	271.770	262509,661	
	-20	0,9396	140.810	132318,117	
	Total		8,7732		2265262,717

Berdasarkan tabel diatas untuk perhitungan *fetch* aktif arah Tenggara dengan rumus berikut ini :

$$\begin{aligned} \text{Fetch} &= \frac{\sum \text{Xi} \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} \\ &= \frac{2265262,717}{8,7732} = 258.201,332 \text{ m} \end{aligned}$$

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 42° pada kedua sisi dari arah angin.

Tabel 8 Perhitungan *fetch* efektif ara Barat Daya

	α (°)	$\cos \alpha$	Xi (km)	Xi $\cos \alpha$	
BARAT DAYA	20	0,9396	12.240	11501837	
	15	0,9659	13.540	13078,635	
	10	0,9848	15.840	15599,354	
	5	0,9961	143.400	142754,700	
	0	1,0000	140.740	140740,000	
	-5	0,9961	147.350	146789,288	
	-10	0,9848	144.110	141920,645	
	-15	0,9659	297.180	287053,837	
	-20	0,9396	291.200	273638,491	
	Total		8,7732		1173076,791

Berdasarkan tabel diatas untuk perhitungan *fetch* aktif arah Tenggara dengan rumus berikut ini :

$$\text{Fetch} = \frac{e_{xi} \cos}{e \cos}$$

$$= \frac{1173076,791}{8,7732} = 133.710,755 \text{ m}$$

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 42° pada kedua sisi dari arah angin.

Tabel 9 Perhitungan *fetch* efektif arah Barat

	α (°)	$\cos \alpha$	Xi (km)	Xi $\cos \alpha$
BARAT	-10	0,9849	7.480	7366,361
	-15	0,9659	9.690	9359,821
	-20	0,9396	11.190	10515,160
	Total	2,8904		27241,343

Berdasarkan tabel diatas untuk perhitungan *fetch* aktif arah Tenggara dengan rumus berikut ini :

$$\text{Fetch} = \frac{\sum \text{xi} \cos \alpha}{\epsilon \cos \alpha}$$

$$= \frac{27241,343}{2,8904} = 9.424,680 \text{ m}$$

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 42° pada kedua sisi dari arah angin.

Tabel 10 Data *Fetch* Lokasi Studi

Arah	Fef (Km)	Fef (m)
Tenggara	62.559	62.559,773
Selatan	258.201	258.201,332
Barat Daya	133.710	133.710,755
Barat	9.424	9.424,680

C. Data Pasang Surut

Tabel 11 Penyusunan hasil perhitungan harga X dan Y indeks ke satu dari skema 3

SKEMA III							
Tgl/Bln/Thn	Xo	X1	Y1	X2	Y2	X4	Y4
		2000	2000	2000	2000	2000	2000
1-Dec-22	-86.4	2348.58	2307.72	2458.24	1359.78	2015.03	1954.78
2-Dec-22	-103	2334.93	2103.61	2680.71	1742.25	2019.36	1983.47
3-Dec-22	-95.7	2383.37	1909.05	2717.49	2177.77	2020.39	2014.69
4-Dec-22	-67.6	2477.19	1767.37	2573.25	2564.77	2017.26	2041.51
5-Dec-22	-28.3	2590.67	1702.79	2295.51	2822.77	2010.15	2057.87
6-Dec-22	11.2	2697.9	1716.78	1957.2	2911.52	2000.77	2060.56
7-Dec-22	41.8	2779.76	1791.94	1634.08	2835.5	1991.8	2050.42
8-Dec-22	59.1	2826.99	1901.13	1385.15	2634.43	1985.56	2031.97
9-Dec-22	63.2	2839.58	2017.92	1241.62	2365.26	1983.16	2010.88
10-Dec-22	57.5	2822.56	2123.2	1206.92	2083.18	1984.28	1992
11-Dec-22	46.4	2782.04	2207.04	1265.34	1828.54	1987.78	1977.7
12-Dec-22	32.7	2722.87	2265.59	1393.81	1623.85	1992.4	1968.33
13-Dec-22	17.4	2649.06	2295.76	1571.34	1478.9	1997.09	1963.04
14-Dec-22	-0.54	2566.46	2291.96	1782.1	1400.08	2001.27	1961.08
15-Dec-22	-21.6	2485.68	2246.36	2011.66	1396.9	2004.79	1962.26
16-Dec-22	-44.6	2422.5	2153.54	2239.98	1482.02	2007.94	1967.22
17-Dec-22	-65.4	2395.38	2017.36	2436.38	1663.72	2011.28	1977.4
18-Dec-22	-77.9	2419.09	1855.67	2560.91	1934.53	2014.56	1993.97
19-Dec-22	-76.1	2498.21	1699.93	2573.67	2261.79	2016.62	2016.39
20-Dec-22	-56.4	2622.09	1588.73	2449.15	2586.99	2015.26	2040.87
21-Dec-22	-20.5	2764.98	1555.86	2190.56	2835.9	2009	2060.56
22-Dec-22	24.2	2891.57	1618.07	1836.73	2938.55	1998.45	2067.75
23-Dec-22	66.8	2967.29	1766.77	1458.53	2851.75	1986.75	2057.69
24-Dec-22	95.2	2968.92	1967.72	1142.68	2577.16	1978.16	2031.6
25-Dec-22	101	2893.1	2169.36	968.6	2166.38	1975.78	1996.62
26-Dec-22	81.5	2757.95	2318.09	984.81	1710.51	1979.99	1962.95
27-Dec-22	42.2	2598.39	2373.97	1192.85	1316.29	1988.57	1939.67
28-Dec-22	-6.4	2455.22	2323.22	1545.18	1076.56	1998.38	1931.62
29-Dec-22	-51.4	2363.1	2181.44	1957.62	1043.94	2007.03	1938.92
JUMLAH	-62	76325	58238	53712	59672	57999	58014

Berdasarkan tabel diatas untuk mendapatkan hasil perhitungan pada setiap kolom nilai X1 akan ditambahkan pada kolom 5 baris 2 yaitu 800, untuk nilai Y1 akan ditambahkan pada kolom 5 baris 2 yaitu 700 dan begitu seterusnya dengan nilai X2, Y2,X4, dan Y4.

Tabel 12 Bilangan pengali untuk piantan 29 (29 hari)

		So	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	
(29) : Daftar 3a (15) : Daftar 3b	Skema V	X ⁰⁰ =	-62	-62,2						
		X ¹⁰ =	18325				18325,4	-1466,0		
		X ¹² - Y ^{1b} =	-7824		-547,7		156,5	-7823,9		-156,5
		X ¹³ - Y ^{1c} =	2237							
		X ²⁰ =	-4288	128,6	-4287,9	128,6				
		X ²² - Y ^{2b} =	9842	9841,7	147,6	324,8	19,7	-570,8		-344,5
		X ²³ - Y ^{2c} =	-5083	305,0		-5082,6				
		X ⁴² - Y ^{4b} =	624	18,7						623,6
		X ⁴⁴ - Y ^{4d} =	7						7,4	0,6
		V	Skema VI	Y ¹⁰ =	238			238,0	-19,0	
Y ¹² + X ^{1b} =	7221			505,5			-144,4	7220,8	216,6	
Y ¹³ + X ^{1c} =	1040									
Y ²⁰ =	1672			-50,1	1671,6	-50,1				
Y ²² + X ^{2b} =	-26283			-26283,0	-394,2	-841,1		1524,4		919,9
Y ²³ + X ^{2c} =	4971			-298,3		4971,0				
Y ⁴² + X ^{4b} =	-1173			-35,2					-11,7	-1172,8
Y ⁴⁴ + X ^{4d} =	142								142,4	11,4

Tabel 13 Penyusunan Hasil Perhitungan Besaran X dan Y skema 5 dan 6

	So	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4
V : PR cos r	-62,2	9746,3	-4140,3	-4629,2	18501,6	-9860,7	7,4	123,2
V I : PR sin r		-26161,1	1277,3	4079,8	93,5	8726,2	130,6	-24,8
PR	62,2	27917,6	4332,9	6170,4	18501,8	13167,4	130,9	125,7
Daftar 3a : P	696,0	559,0	448,0	566,0	439,0	565,0	507,0	535,0
Hasil hitung : f		0,97	1,00	0,97	1,1	1,2	0,9	0,97
Hasil Hitung : 1+W		1,00	0,95	0,8	1,1	1,0	1,0	0,95
Hasil Hitung V		-599,6	0,0	-637,7	142,5	-382,1	-1559,2	-599,6
Hasil Hitung u		-1,2	0,0	-1,2	-4,3	4,9	-2,3	-1,2
Hasil Hitung w		0,0	17,2	-3,8	15,5	0,0	0,0	17,2
Daftar 3a (3b) : p		333,0	345,0	327,0	173,0	160,0	307,0	318,0
Hasil Hitung : r		290,4	162,9	138,6	0,3	138,5	86,7	348,6
Jumlah : s		22,6	525,1	-177,1	327,0	-78,7	-1167,8	83,0
g		22,6	165,1	182,9	327,0	281,3	272,2	83,0
PR / [P X f X (1 + W)] = A	-0,089	51,5	10,2	13,7	35,0	20,1	0,275	0,255

1. Analisis Harmonik Pasang Surut

Metode yang digunakan adalah perhitungan pasang surut dengan analisa harmonik dengan menggunakan metode admiralty. Konstanta pasang surut di lokasi studi yang merupakan hasil analisa dengan metode Admiralty, yang akan menentukan tipe konstanta pasang surut di lokasi penelitian.

a. Perhitungan amplitudo dan phasa (g)

Tabel 14 Konstanta Pasang surut pantai Seruni

HASIL TERAKHIR										
	So	M2	S2	N2	K2	K1	O1	P1	M4	MS4
A cm	-0,09	51,53	10,18	13,71	2,34	35,04	20,10	11,56	0,27	0,26
g		22,65	165,07	182,94	165,07	326,99	281,27	326,99	272,18	83,04

Keterangan :

A = Amplitudo

 g^2 = Phasa S_0 = Tinggi muka air rata-rata M_2 = Pasang surut yang dipegaruhi oleh bulan S_2 = Pasang surut yang dipengaruhi oleh gaya tarik matahari N_2 = Pasang surut yang dipengaruhi oleh perubahan jarak akibat lintasan bulan yang elips. K_2 = Pasang surut yang dipengaruhi oleh perubahan jarak revolusi bumi terhadap bulan K_1 = Pasang surut yang dipengaruhi oleh perubahan deklinasi bulan dan matahari O_1 = Pasang surut yang dipengaruhi perubahan deklinasi bulan P_1 = Pasang surut yang dipengaruhi perubahan deklinasi matahari M_4 = Kecepatan sudutnya dua kali M_2 dan termasuk kelompok perairan dangkal MS_4 = Hasil interaksi S_2 dan M_2 dimana kecepatan sudutnya sama dengan sudut S_2 dan M_2 dan termasuk kelompok perairan dangkal

b. Perhitungan bilangan fromzahl

Dengan menggunakan data konstanta pasang surut, maka tipe pasang surut yang dilokasi penelitian dapat diprediksi dengan menggunakan rumus formzahl Number (fs) sebagai berikut :

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

Keterangan :

F = Bilangan fromzahl

K₁ = Konstanta harmonik tunggal oleh deklinasi bulan dan matahari

O₁ = Konstanta harmonik tunggal oleh deklinasi bulan

K₂ = Konstanta harmonik ganda bulan

S₂ = Konstanta harmonik ganda matahari

$$F = \frac{35,04 + 20,10}{51,53 + 10,18}$$

$$= 0,894 \text{ Cm}$$

Berdasarkan nilai Formzahl, maka kriteria pasang surut adalah: Pasut campuran, condong harian tunggal (mixed tide prevailing diurnal). Dalam 1 hari terjadi 1 kali air pasang dan 1 kali air surut.

- Pasang surut harian ganda (semi Diurnal Tide) $F < 0,25$:
- Pasang surut harian tunggal (Diurnal Tide) $F > 3,0$:
- **Pasang surut campuran condong ke harian ganda (Mixed Tide Prevalling Semidiurnal) $0,26 < F < 1,5$:**
- Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (Mixed Prevalling Diurnal) $1,5 < F < 3,0$:

c. Elevasi Muka air laut

Dari beberapa nilai evaluasi muka air yang diperoleh, maka dapat ditentukan beberapa nilai elevasi muka air laut sebagai berikut :

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

$$\text{HHWL} = Z_0 + (M_2+S_2) + (K_1+O_1)$$

$$= 130,74 + (51,5 + 10,2) + (35 + 20,1)$$

$$= 247,54 \text{ Cm}$$

$$\text{LLWL} = Z_0 - (M_2+S_2) - (K_1+O_1)$$

$$= 130,74 - (51,5 + 10,2) - (35 + 20,1)$$

$$= 13,94 \text{ Cm}$$

$$\text{MHWL} = Z_0 + (M_2+S_2)$$

$$= 130,74 + (51,5+10,2)$$

$$= 192,44 \text{ Cm}$$

$$\text{MLWL} = Z_0 - (M_2+S_2)$$

$$= 130,74 - (51,5 + 10,2)$$

$$= 69,04 \text{ Cm}$$

Tabel 15 Data Elevasi Muka Air Laut Lokasi Studi

HHWL	LLWL	MHWL	MLWL
247,54 Cm	13,94 Cm	192,44 Cm	69,04 Cm

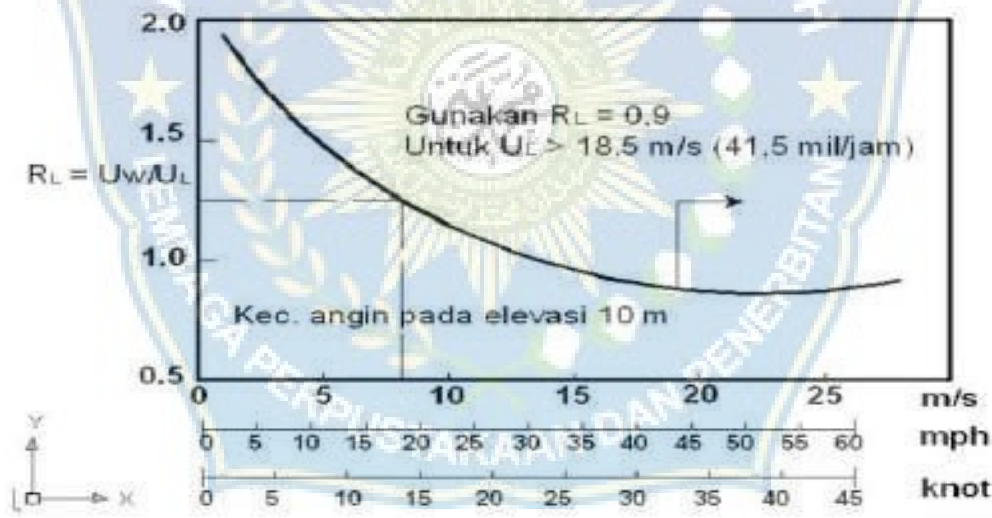
Berdasarkan perhitungan elevasi muka air laut maka didapatkan hasil muka air tertinggi pada saat pasang adalah 274,54 Cm dan muka air terendah pada saat surut adalah 13,94 Cm dan rerata muka air tertinggi adalah 192,44 Cm dan rerata dari muka air terendah adalah 69,04 Cm.

D. Prediksi Tinggi dan Periode Gelombang

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

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

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



Gambar 31 Grafik hubungan koreksi angin, sumber (CERC, 1984)

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

$$t_1 = \frac{1609}{16,4}$$

$$= 134,08 \text{ m/detik}$$

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

$$= \frac{16,4}{0,997}$$

$$= 12,03 \text{ m/detik}$$

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

$$= 12,03 \times 1,3715$$

$$= 16,50 \text{ m/detik}$$

Hitung U_w dengan rumus :

$$U_w = U_s \times RL$$

$$= 16,50 \times 0,997$$

$$= 16,45 \text{ m/detik}$$

Hitung U_A dengan rumus :

$$U_A = 0,98 \times U_w^{1,23}$$

$$= 0,98 \times 16,45^{1,23}$$

$$= 16,21 \text{ m/detik}$$

U_{3600} = Kecepatan rata-rata durasi 3600

Detik U_s = Koreksi stabilitas

Stabilitas U_A = *Wind stress factor* (Faktor tegangan angin)

U_w = Kecepatan angin di laut

Berdasarkan hasil analisis parameter sebelumnya, tinggi dan periode gelombang dibulan dan kecepatan angin maksimum yang berhembus yang paling tinggi berhembus dari arah Barat pada April 2022 yang memiliki tinggi gelombang sebesar 1.104 meter dan periode gelombang sebesar 3.704 detik.

Tabel 16 Hasil Hitungan Parameter Gelombang Tahun 2018

bulan	Tahun	derajat	Arah	WindSpd	U10	t1	RL	U3600	RT	US	Uw	UA	Fetch	t	Cek	t min	Limited	Fetch Min	H	T	H	T
				(m/s)	(m/dtk)	(dtk)		(m/dtk)		(m/dtk)	(m/dtk)	(cm/dtk)	(m/dtk)	(dtk)				(m)	(m)	(dtk)		
1	2018	296	NW	8,53	8,53	188,63	0,9	9,48	1,37	13,00	11,70	14,62	0	3600	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-	0,881	3,509
2	2018	288	W	8,7	8,70	184,94	0,9	9,67	1,37	13,26	11,93	14,98	9425	3600	Nonfully	5817	Durasi Ltd	4589	0,519	2,6		
3	2018	289	W	7,2	7,20	223,47	0,9	8,00	1,37	10,97	9,87	11,87	9425	7200	Nonfully	6286	Fetch Ltd	9425	0,589	3,0		
4	2018	97	E	5,1	5,10	315,49	0,9	5,67	1,37	7,77	6,99	7,77	0	3600	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
5	2018	171	S	9	9,00	178,78	0,9	10,00	1,37	13,72	12,34	15,62	258201	3600	Nonfully	52131	Durasi Ltd	4686	0,546	2,6		
6	2018	152	SE	8,9	8,90	180,79	0,9	9,89	1,37	13,56	12,21	15,41	62560	3600	Nonfully	20354	Durasi Ltd	4654	0,537	2,6		
7	2018	160	S	8,9	8,90	180,79	0,9	9,89	1,37	13,56	12,21	15,41	258201	3600	Nonfully	52370	Durasi Ltd	4654	0,537	2,6		
8	2018	173	S	8,3	8,30	193,86	0,9	9,22	1,37	12,65	11,38	14,14	258201	7200	Nonfully	53891	Durasi Ltd	12609	0,563	3,5		
9	2018	129	SE	9,3	9,30	173,01	0,9	10,33	1,37	14,17	12,75	16,26	62560	3600	Nonfully	19990	Durasi Ltd	4781	0,575	2,7		
10	2018	106	E	5,3	5,30	303,58	0,9	5,89	1,37	8,08	7,27	8,14	0	3600	Nonfully	0	-	0	-	-		
11	2018	193	S	0,6	0,60	2681,67	0,9	0,67	1,37	0,91	0,82	0,56	258201	3600	fully	158231	-	258201	0,014	0,5		
12	2018	285	W	6,3	6,30	255,40	0,9	7,00	1,37	9,60	8,64	10,07	9425	3600	Nonfully	6640	Durasi Ltd	3763	0,316	2,1		



Tabel 17 Hasil Perhitungan Parameter Gelombang Tahun 2019

bulan	Tahun	derajat	Arah	WindSpd	U10	t1	RL	U3600	RT	US	Uw	UA	Fetch	t	Cek	t min	Limited	Fetch Min	H	T	H	T
				(m/s)	(m/dtk)	(dtk)		(m/dtk)	(m/dtk)	(m/dtk)	(cm/dtk)	(m/dtk)	(dtk)	(m)				(m)	(dtk)			
1	2019	293	NW	8,9	8,90	180,79	0,9	9,89	1,37	13,56	12,21	15,41	0	3600	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-	1,080	3,935
2	2019	292	W	3,9	3,90	412,56	0,9	4,33	1,37	5,94	5,35	5,58	9425	3600	Nonfully	8082	Durasi Ltd	2802	0,014	0,5		
3	2019	293	NW	6,1	6,10	263,77	0,9	6,78	1,37	9,30	8,37	9,68	0	3600	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	0,316	2,1		
4	2019	316	NW	1,9	1,90	846,84	0,9	2,11	1,37	2,90	2,61	2,31	0	7200	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
5	2019	190	S	5,7	5,70	282,28	0,9	6,33	1,37	8,69	7,82	8,91	258201	3600	Nonfully	62867	Durasi Ltd	3538	0,271	2,0		
6	2019	151	SE	10,1	10,10	159,31	0,9	11,22	1,37	15,39	13,85	18,00	62560	3600	Nonfully	19325	Durasi Ltd	5030	0,652	2,8		
7	2019	93	E	11,7	11,70	137,52	0,9	13,00	1,37	17,83	16,05	21,57	0	3600	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
8	2019	94	E	12	12,00	134,08	0,9	13,33	1,37	18,29	16,46	22,25	0	7200	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
9	2019	119	SE	11,7	11,70	137,52	0,9	13,00	1,37	17,83	16,05	21,57	62560	3600	Nonfully	18194	Durasi Ltd	5506	0,818	3,1		
10	2019	120	SE	10	10,00	160,90	0,9	11,11	1,37	15,24	13,72	17,78	62560	7200	Nonfully	19404	Durasi Ltd	14140	1,080	3,9		
11	2019	221	SW	6,4	6,40	251,41	0,9	7,11	1,37	9,75	8,78	10,27	133711	3600	Nonfully	38661	Durasi Ltd	3799	0,323	2,1		
12	2019	264	W	2,4	2,40	670,42	0,9	2,67	1,37	3,66	3,29	3,07	9425	3600	Nonfully	9862	Durasi Ltd	2078	0,072	1,2		



Tabel 18 Hasil Perhitungan Parameter Gelombang Tahun 2020

bulan	Tahun	derajat	Arah	WindSpd	U10	t1	RL	U3600	RT	US	Uw	UA	Fetch	t	Cek	t min	Limited	Fetch Min	H	T	H	T
				(m/s)	(m/dtk)	(dtk)		(m/dtk)	(m/dtk)	(m/dtk)	(cm/dtk)	(m/dtk)	(dtk)	(m)				(m)	(dtk)			
1	2020	286	W	7,4	7,40	217,43	0,9	8,22	1,37	11,28	10,15	12,28	9425	7200	Nonfully	6216	Fetch Ltd	9425	0,609	3,0	0,775	3,351
2	2020	291	W	6	6,00	268,17	0,9	6,67	1,37	9,14	8,23	9,49	9425	10800	Nonfully	6774	Fetch Ltd	9425	0,470	2,8		
3	2020	292	W	3,3	3,30	487,58	0,9	3,67	1,37	5,03	4,53	4,55	9425	14400	Nonfully	8655	Fetch Ltd	9425	0,226	2,2		
4	2020	318	NW	2,7	2,70	595,93	0,9	3,00	1,37	4,11	3,70	3,55	0	3600	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
5	2020	68	E	7,6	7,60	211,71	0,9	8,44	1,37	11,58	10,42	12,69	0	3600	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
6	2020	85	E	9,8	9,80	164,18	0,9	10,89	1,37	14,93	13,44	17,35	0	7200	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
7	2020	123	SE	11,3	11,30	142,39	0,9	12,56	1,37	17,22	15,50	20,67	62560	3600	Nonfully	18456	Durasi Ltd	5390	0,775	3,0		
8	2020	110	E	1,1	1,10	1462,73	0,9	1,22	1,37	1,68	1,51	1,18	0	3600	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
9	2020	115	SE	10,3	10,30	156,21	0,9	11,44	1,37	15,70	14,13	18,44	62560	3600	Nonfully	19170	Durasi Ltd	5091	0,672	2,8		
10	2020	140	SE	7,7	7,70	208,96	0,9	8,56	1,37	11,73	10,56	12,89	62560	7200	Nonfully	21599	Durasi Ltd	12041	0,723	3,4		
11	2020	88	E	3,5	3,50	459,71	0,9	3,89	1,37	5,33	4,80	4,89	0	3600	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
12	2020	290	W	7,7	7,70	208,96	0,9	8,56	1,37	11,73	10,56	12,89	9425	3600	Nonfully	6115	Durasi Ltd	4257	0,430	2,4		



Tabel 19 Hasil Perhitungan Parameter Gelombang Tahun 2021

bulan	Tahun	derajat	Arah	WindSpd	U10	t1	RL	U3600	RT	US	Uw	UA	Fetch	t	Cek	t min	Limited	Fetch Min	H	T	H	T
				(m/s)	(m/dtk)	(dtk)		(m/dtk)		(m/dtk)	(m/dtk)	(cm/dtk)	(m/dtk)	(dtk)				(m)	(m)	(dtk)		
1	2021	287	W	8,3	8,30	193,86	0,9	9,22	1,37	12,65	11,38	14,14	9425	7200	Nonfully	5930	Fetch Ltd	9425	0,701	3,2	0,915	3,479
2	2021	286	W	10,3	10,30	156,21	0,9	11,44	1,37	15,70	14,13	18,44	9425	10800	Nonfully	5428	Fetch Ltd	9425	0,915	3,5		
3	2021	286	W	5,5	5,50	292,55	0,9	6,11	1,37	8,38	7,54	8,52	9425	14400	Nonfully	7020	Fetch Ltd	9425	0,423	2,7		
4	2021	334	NW	1,2	1,20	1340,83	0,9	1,33	1,37	1,83	1,65	1,31	0	3600	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
5	2021	63	E	8,6	8,60	187,09	0,9	9,56	1,37	13,11	11,79	14,77	0	3600	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
6	2021	46	NE	9,3	9,30	173,01	0,9	10,33	1,37	14,17	12,75	16,26	0	3600	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
7	2021	77	E	9	9,00	178,78	0,9	10,00	1,37	13,72	12,34	15,62	0	3600	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
8	2021	64	E	11	11,00	146,27	0,9	12,22	1,37	16,76	15,09	20,00	0	7200	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
9	2021	64	E	9,2	9,20	174,89	0,9	10,22	1,37	14,02	12,62	16,05	0	10800	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
10	2021	105	E	4,8	4,80	335,21	0,9	5,33	1,37	7,31	6,58	7,21	0	14400	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
11	2021	323	NW	0,6	0,60	2681,67	0,9	0,67	1,37	0,91	0,82	0,56	0	3600	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
12	2021	287	W	7,3	7,30	220,41	0,9	8,11	1,37	11,12	10,01	12,08	9425	3600	Nonfully	6250	Durasi Ltd	4120	0,396	2,3		



Tabel 20 Hasil Perhitungan Parameter Gelombang Tahun 2022

bulan	Tahun	derajat	Arah	WindSpd	U10	t1	RL	U3600	RT	US	Uw	UA	Fetch	t	Cek	t min	Limited	Fetch Min	H	T	H	T
				(m/s)	(m/dtk)	(dtk)		(m/dtk)	(m/dtk)	(m/dtk)	(cm/dtk)	(m/dtk)	(dtk)	(m)				(m)	(dtk)			
1	2022	291	W	8,6	8,60	187,09	0,9	9,56	1,37	13,11	11,79	14,77	9425	7200	Nonfully	5844	Fetch Ltd	9425	0,733	3,2	1,104	3,704
2	2022	292	W	7,1	7,10	226,62	0,9	7,89	1,37	10,82	9,74	11,67	9425	10800	Nonfully	6322	Fetch Ltd	9425	0,579	3,0		
3	2022	291	W	3,8	3,80	423,42	0,9	4,22	1,37	5,79	5,21	5,41	9425	14400	Nonfully	8169	Fetch Ltd	9425	0,268	2,3		
4	2022	258	W	12	12,00	134,08	0,9	13,33	1,37	18,29	16,46	22,25	9425	18000	Nonfully	5098	Fetch Ltd	9425	1,104	3,7		
5	2022	357	N	5,8	5,80	277,41	0,9	6,44	1,37	8,84	7,95	9,10	0	3600	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
6	2022	27	NE	7,8	7,80	206,28	0,9	8,67	1,37	11,89	10,70	13,10	0	3600	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
7	2022	105	E	9,6	9,60	167,60	0,9	10,67	1,37	14,63	13,17	16,91	0	3600	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
8	2022	82	E	9,7	9,70	165,88	0,9	10,78	1,37	14,78	13,30	17,13	0	7200	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
9	2022	132	SE	8,4	8,40	191,55	0,9	9,33	1,37	12,80	11,52	14,35	62560	3600	Nonfully	20842	Durasi Ltd	4491	0,491	2,5		
10	2022	258	W	12,2	12,20	131,89	0,9	13,56	1,37	18,59	16,73	22,71	9425	3600	Nonfully	5064	Durasi Ltd	5650	0,872	3,1		
11	2022	315	NW	16,4	16,40	98,11	0,9	18,22	1,37	24,99	22,49	32,68	0	3600	Nonfully	0	Fetch Ltd	0	-	-		
12	2022	286	W	8,6	8,60	187,09	0,9	9,56	1,37	13,11	11,79	14,77	9425	3600	Nonfully	5844	Durasi Ltd	4556	0,509	2,5		





Gambar 32 Grafik maksimum hubungan antara tinggi gelombang dan periode gelombang 2018-2022

Seperti yang terlihat pada gambar 4.12, tinggi dan periode gelombang maksimum terdapat pada April 2022 sebesar 1,104 m dengan periode gelombang 3,7 m/s, sedangkan untuk tinggi dan periode gelombang terendah terdapat pada bulan November 2018 sebesar 0,014 m dengan periode gelombang 0,5 m/s. Untuk memperoleh periode gelombang maksimum berdasarkan perubahan kedalaman, maka harus dibuat sebuah grafik hubungan antara tinggi gelombang maksimum dan periode gelombang maksimum yang telah dihitung dengan metode *hindcasting* untuk mendapatkan persamaan dari grafik hubungan. Dari grafik di atas dihasilkan persamaan $Y = 0,0150 x^2 + 2,4038$ dan $R^2 = 0,0072$ yang nantinya persamaan tersebut akan digunakan untuk mengetahui periode gelombang rencana.

Tabel 21 Persentasi kejadian tinggi gelombang dan periode gelombang berdasarkan arah datangnya di lokasi studi.

Arah	Jumlah Data	Persentase Kejadian
Tenggara	9	26%
Selatan	5	15%
Barat Daya	1	3%
Barat	19	56%
Total	34	100%

Berdasarkan tabel di atas, diketahui bahwa kejadian tinggi gelombang yang paling dominan di lokasi penelitian adalah Barat dengan persentase kejadian paling banyak (56%), disusul oleh Tenggara (26%), Selatan (5%) dan Barat Daya (3%).



Gambar 33 Mawar gelombang di Pantai Seruni dari tahun 2018 – 2022 (Wrplot View)

E. Analisis Tinggi dan Kedalaman Gelombang Pecah

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

Berdasarkan grafik di hubungan H dan T didapatkan

$$\text{Persamaan : } Y = 0,0150 x + 2,4038$$

1. Untuk arah Tenggara :

$$H_0 = 1,080 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} T &= 0,0150 (H_0)^2 + 2,4038 H_0 \\ &= 0,0150 \times (1,080)^2 + 2,4038 \times 1,080 \\ &= 2,613 \text{ detik} \end{aligned}$$

a. Menghitung panjang gelombang laut dalam

$$\begin{aligned} L_o &= 1,56 T^2 \\ &= 1,56 \times (2,613)^2 \\ &= 10,651 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Hitung nilai α

Untuk memperoleh periode gelombang maksimum berdasarkan perubahan kedalaman maka dibuat hubungan digunakan kedalaman 25,20,15,10,5,1,0.5 m
Tentukan nilai $d = 5 \text{ m}$ untuk mengetahui perubahan gelombang akibat pendangkalan.

$$\frac{d}{L_0} = \frac{5}{10,651}$$

$$= 0,469 \text{ m}$$

Untuk :

$$d/L_0 = 0,469$$

$$d/L = 0,47151 \text{ (hasil interpolasi)}$$

$$n = 0,5158$$

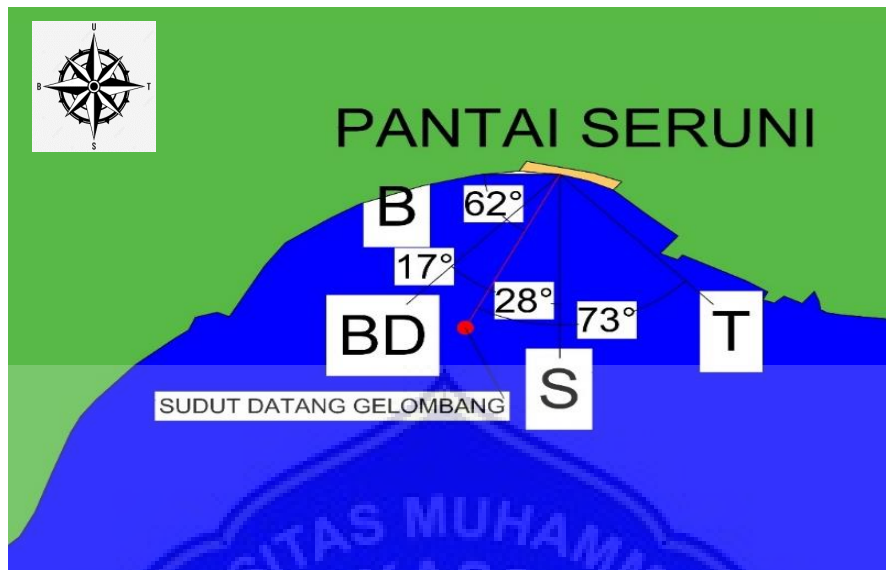
maka

$$\frac{d}{d/l} = \frac{5}{0,47151}$$

$$L = 10,604 \text{ m}$$

c. Cepat Rambat Gelombang

Dalam perhitungan cepat rambat gelombang dan koefisien refraksi maka dapat diketahui arah sudut datangnya gelombang (α_0) = seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 34 Penentuan sudut datangnya gelombang

Keterangan Gambar :

Warna Hijau : Daratan

Warna Biru : Lautan

B : Barat

BD : Barat Daya

S : Selatan

T : Tenggara

$$C_0 = L_0/T = \frac{10,651}{2,613}$$

$$= 4,076 \text{ m/detik}$$

$$C = \frac{L}{T} = \frac{10,604}{2,613}$$

$$= 4,058 \text{ m/detik}$$

$$\sin \alpha = \frac{C}{C_0} \times \sin \alpha_0 = \frac{4,058}{4,076} \times \sin 73^\circ$$

$$= 0,952 \text{ m/detik}$$

$$= 72,17^\circ$$

d. Perhitungan koefisien refraksi

$$K = \frac{\sqrt{\cos a_0}}{\cos a} = \sqrt{\frac{\cos 73^\circ}{\cos 72,17}}$$

$$K_r = 0,976 \text{ m}$$

e. Perhitungan koefisien shoaling

$$K_s = \frac{\sqrt{n_0 L_0}}{n L} = \sqrt{\frac{0,5 \times 10,651}{0,5158 \times 10,604}}$$

$$= 0,986 \text{ m}$$

Setelah perhitungan koefisien refraksi dan shoaling maka akan didapatkan nilai tinggi gelombang yang baru (H_0^2)

$$H_0^2 = H_0 \times K_r \times K_s$$

$$= 1,080 \times 0,976 \times 0,986$$

$$= 1,039$$

f. Perhitungan tinggi gelombang pecah

$$\frac{H_b}{H_0'} = \frac{1}{3,3 \times \frac{H_0'}{L_0} \frac{1}{3}} = \frac{1}{3,3 \times \left(\frac{1,039}{10,651}\right) \frac{1}{3}}$$

$$H_b/1,039 = 0,658$$

$$H_b = 1,039 \times 0,658$$

$$\mathbf{H_b = 0,683 \text{ m}}$$

g. Perhitungan kedalaman gelombang pecah

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

$$= 4,71$$

$$b = \frac{1,56}{(1 + e^{-19m})} = \frac{1,56}{(1 + e^{-19 \times 0,006})} \frac{1}{2,613^2}$$

$$= 0,82$$

$$\frac{db}{0,683} = 1,295$$

$$db = 0,683 \times 1,295$$

$$db = \mathbf{0,884 \text{ m}}$$

2. Untuk arah Selatan

$$H_0 = 0,811 \text{ m (Parameter Gelombang)}$$

$$T = 0,0150 (H_0)^2 + 2,4038 H_0$$

$$= 0,0150 \times (0,811)^2 + 2,4038 \times 0,811$$

$$= 1,960 \text{ detik}$$

e. Menghitung panjang gelombang laut dalam

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

$$= 1,56 \times (1,960)^2$$

$$= 5,992 \text{ m}$$

Dimana :

$$L_o = \text{Panjang gelombang laut dalam}$$

$$T = \text{Periode gelombang laut dalam}$$

f. Hitung nilai α

Untuk memperoleh periode gelombang maksimum berdasarkan perubahan kedalaman maka dibuat hubungan digunakan kedalaman 25,20,15,10,5,1,0.5 m Tentukan nilai $d = 5 \text{ m}$ untuk mengetahui perubahan gelombang akibat pendangkalan.

$$\frac{d}{L_o} = \frac{5}{5,992}$$

$$= 0,834 \text{ m}$$

Untuk :

$$d/L_o = 0,834$$

$$d/L = 0,83404 \text{ (hasil interpolasi)}$$

$$n = 0,5003$$

maka

$$\frac{d}{d/l} = \frac{5}{0,83404}$$

$$L = 5,994 \text{ m}$$

g. Penentuan sudut datangnya gelombang

$$C_o = L_o/T = \frac{5,992}{1,960}$$

$$= 3,057 \text{ m/detik}$$

$$C = \frac{L}{T} = \frac{5,994}{1,960}$$

$$= 3,058 \text{ m/detik}$$

$$\sin \alpha = \frac{C}{C_o} \times \sin \alpha_o = \frac{3,058}{3,057} \times \sin 28^\circ$$

$$= 0,469 \text{ m/detik}$$

$$= 27,96^\circ$$

h. Perhitungan koefisien refraksi

$$K = \frac{\sqrt{\cos a_o}}{\cos a} = \sqrt{\frac{\cos 28^\circ}{\cos 27,96^\circ}}$$

$$K_r = 0,999 \text{ m}$$

i. Perhitungan koefisien shoaling

$$K_s = \frac{\sqrt{n_0 L_0}}{n L} = \sqrt{\frac{0,5 \times 5,992}{0,5003 \times 5,994}}$$

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

Setelah perhitungan koefisien refraksi dan shoaling maka akan didapatkan nilai tinggi gelombang yang baru (H_0^2)

$$H_0^2 = H_0 \times K_R \times K_s$$

$$= 0,811 \times 0,999 \times 0,999$$

$$= 0,809$$

j. Perhitungan tinggi gelombang pecah

$$\frac{H_b}{H_{0'}} = \frac{1}{3,3 \times \frac{H_0'}{L_0}} = \frac{1}{3,3 \times \left(\frac{0,809}{5,992}\right)^{\frac{1}{3}}}$$

$$H_b/0,809 = 0,590$$

$$H_b = 0,809 \times 0,590$$

$$H_b = \mathbf{0,477 \text{ m}}$$

k. Perhitungan kedalaman gelombang pecah

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

$$= 4,71$$

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

$$= 0,82$$

$$= 1,315$$

$$\frac{db}{0,477} = 1,315$$

$$db = 0,477 \times 1,315$$

$$db = 0,627 \text{ m}$$

3. Untuk arah Barat Daya

$$H_0 = 0,323 \text{ m (Parameter Gelombang)}$$

$$\begin{aligned} T &= 0,0150 (H_0)^2 + 2,4038 H_0 \\ &= 0,0150 \times (0,323)^2 + 2,4038 \times 0,323 \\ &= 1,875 \text{ detik} \end{aligned}$$

a. Menghitung panjang gelombang laut dalam

$$\begin{aligned} L_o &= 1,56 T^2 \\ &= 1,56 \times (1,875)^2 \\ &= 5,310 \text{ m} \end{aligned}$$

Dimana :

L_o = Panjang gelombang laut dalam

T = Periode gelombang laut dalam

b. Hitung nilai α

Untuk memperoleh periode gelombang maksimum berdasarkan perubahan kedalaman maka dibuat hubungan digunakan kedalaman 25,20,15,10,5,1,0.5 m Tentukan nilai $d = 5$ m untuk mengetahui perubahan gelombang akibat pendangkalan.

$$\begin{aligned} \frac{d}{L_o} &= \frac{5}{5,310} \\ &= 0,940 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk :

$$d/L_o = 0,940$$

$$d/L = 0,94001 \text{ (hasil interpolasi)}$$

$$n = 0,5001$$

maka

$$\frac{d}{d/l} = \frac{5}{0,94001}$$

$$L = 5,319 \text{ m}$$

c. Penentuan sudut datangnya gelombang

$$\begin{aligned} C_o &= L_o/T = \frac{5,310}{1,875} \\ &= 2,832 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &= \frac{L}{T} = \frac{5,319}{1,875} \\ &= 2,836 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sin \alpha &= \frac{C}{C_o} \times \sin \alpha_o = \frac{2,836}{2,832} \times \sin 17^\circ \\ &= 0,292 \text{ m/detik} \\ &= 16,97^\circ \end{aligned}$$

d. Perhitungan koefisien refraksi

$$K = \frac{\sqrt{\cos \alpha_o}}{\cos \alpha} = \sqrt{\frac{\cos 17^\circ}{\cos 16,97}}$$

$$K_r = 1,000 \text{ m}$$

e. Perhitungan koefisien shoaling

$$K_s = \frac{\sqrt{nOL_0}}{nL} = \sqrt{\frac{0,5 \times 5,310}{0,5001 \times 5,319}}$$

$$= 1,000 \text{ m}$$

Setelah perhitungan koefisien refraksi dan shoaling maka akan didapatkan nilai tinggi gelombang yang baru (H_0^2)

$$H_0^2 = H_0 \times K_R \times K_S$$

$$= 0,323 \times 1,000 \times 1,000$$

$$= 0,323$$

f. Perhitungan tinggi gelombang pecah

$$\frac{H_b}{H_0'} = \frac{1}{3,3 \times \frac{H_0'}{L_0} \frac{1}{3}} = \frac{1}{3,3 \times \left(\frac{0,323}{5,310}\right) \frac{1}{3}}$$

$$H_b/0,323 = 0,770$$

$$H_b = 0,809 \times 0,770$$

$$\mathbf{H_b = 0,622 \text{ m}}$$

g. Perhitungan kedalaman gelombang pecah

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

$$= 4,71$$

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

$$= 0,82$$

$$Db/H_b = \frac{1}{b - \left(a \cdot \frac{H_b}{g \cdot t^2}\right)} + \frac{1}{0,82 - (4,71 \times 0,622 / 9,81 \times 1,875^2)}$$

$$= 1,360$$

$$\frac{db}{0,622} = 1,360$$

$$db = 0,622 \times 1,360$$

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

4. Untuk arah Barat

$$H_0 = 1,104 \text{ m (Parameter Gelombang)}$$

$$\begin{aligned} T &= 0,0150 (H_0)^2 + 2,4038 H_0 \\ &= 0,0150 \times (1,104)^2 + 2,4038 \times 1,104 \\ &= 2,672 \text{ detik} \end{aligned}$$

a. Menghitung panjang gelombang laut dalam

$$\begin{aligned} L_o &= 1,56 T^2 \\ &= 1,56 \times (2,672)^2 \\ &= 11,137 \text{ m} \end{aligned}$$

Dimana :

L_o = Panjang gelombang laut dalam

T = Periode gelombang laut dalam

b. Hitung nilai α

Untuk memperoleh periode gelombang maksimum berdasarkan perubahan kedalaman maka dibuat hubungan digunakan kedalaman 25,20,15,10,5,1,0.5 m. Tentukan nilai $d = 5 \text{ m}$ untuk mengetahui perubahan gelombang akibat pendangkalan.

$$\frac{d}{L_o} = \frac{5}{11,137}$$

$$= 0,448 \text{ m}$$

Untuk :

$$d/L_o = 0,448$$

$$d/L = 0,45110(\text{hasil interpolasi})$$

$$n = 0,5196$$

maka

$$\frac{d}{d/l} = \frac{5}{0,45110}$$

$$L = 11,084 \text{ m}$$

c. Penentuan sudut datangnya gelombang

$$C_o = L_o/T = \frac{11,137}{2,672}$$

$$= 4,168 \text{ m/detik}$$

$$C = \frac{L}{T} = \frac{11,084}{2,672}$$

$$= 4,148 \text{ m/detik}$$

$$\sin \alpha = \frac{C}{C_o} \times \sin \alpha_o = \frac{4,148}{4,168} \times \sin 62^\circ$$

$$= 0,878 \text{ m/detik}$$

$$= 61,40^\circ$$

d. Perhitungan koefisien refraksi

$$K = \frac{\sqrt{\cos a_o}}{\cos a} = \sqrt{\frac{\cos 62^\circ}{\cos 61,40}}$$

$$K_r = 0,990 \text{ m}$$

e. Perhitungan koefisien shoaling

$$K_s = \frac{\sqrt{n_0 L_0}}{n L} = \sqrt{\frac{0,5 \times 11,137}{0,5196 \times 11,084}}$$

$$= 0,983 \text{ m}$$

Setelah perhitungan koefisien refraksi dan shoaling maka akan didapatkan nilai tinggi gelombang yang baru (H_0^2)

$$H_0^2 = H_0 \times K_R \times K_S$$

$$= 1,104 \times 0,990 \times 0,983$$

$$= 1,074$$

f. Perhitungan tinggi gelombang pecah

$$\frac{H_b}{H_{0f}} = \frac{1}{3,3 \times \frac{H'_0}{L_0}} = \frac{1}{3,3 \times \left(\frac{1,104}{11,137}\right)^{\frac{1}{3}}}$$

$$H_b/1,074 = 0,654$$

$$H_b = 1,074 \times 0,654$$

$$H_b = \mathbf{0,702 \text{ m}}$$

g. Perhitungan kedalaman gelombang pecah

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

$$= 4,71$$

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

$$= 0,82$$

$$D_b/H_b = \frac{1}{b - \left(a \cdot \frac{H_b}{g \cdot t^2}\right)} + \frac{1}{0,82 - (4,71 \times 0,702 / 9,81 \times 2,672^2)}$$

$$= 1,294$$

$$\frac{db}{0,702} = 1,294$$

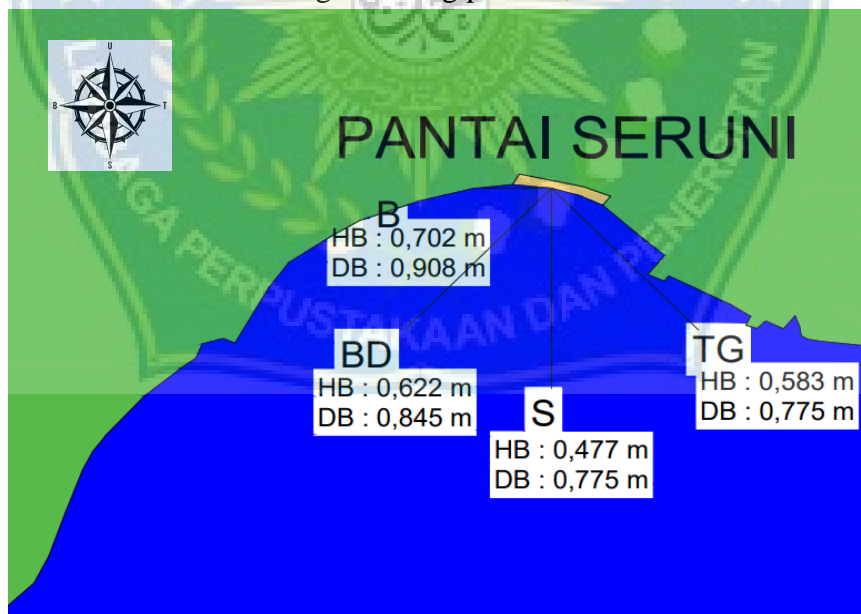
$$db = 0,702 \times 1,294$$

$$db = 0,908 \text{ m}$$

Tabel 22 Tinggi dan kedalaman gelombang pecah di lokasi penelitian

No	Arah	Hb	Db
1	Tenggara	0,583	0,775
2	Selatan	0,477	0,627
3	Barat Daya	0,622	0,845
4	Barat	0,702	0,908

Berdasarkan tinggi dan kedalaman gelombang pecah pada daerah penelitian dari 4 arah gelombang maka didapatkan gelombang yang sering terjadi pada arah Barat dengan persentase kejadian 56%, tinggi gelombang 0,702 m dan kedalaman gelombang pecah 0,908 m.



Gambar 35 HB dan DB gelombang lokasi penelitian

F. Abrasi

Dari hasil survei yang dilakukan pada pantai seruni menggunakan bangunan pelindung pantai *Seawall* atau dinding penahan. Panjang lokasi penelitian 150 meter dan diindikasikan bahwa lokasi penelitian telah mengalami abrasi, hal ini diperlihatkan dengan adanya bangunan-bangunan yang keberadaannya telah rusak.

Adanya abrasi juga dilaporkan oleh Radar Selatan Fajar, pada tahun 2022 angin kencang dan kenaikan curah hujan yang menyebabkan naiknya tinggi gelombang di wilayah pesisir Kabupaten Bantaeng yang memberikan dampak terhadap kondisi tanggul sehingga mengakibatkan terjadinya abrasi.

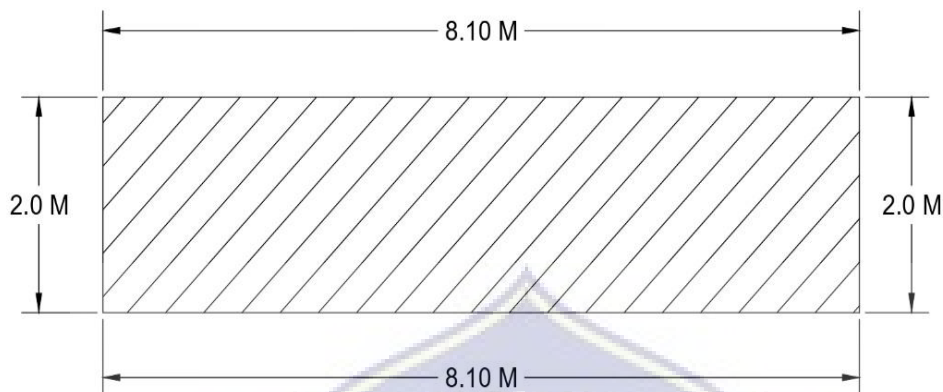
1. Potensi Abrasi

Lokasi abrasi yang pertama pada kawasan penelitian di Pantai Seruni yaitu titik awalnya 0 - 8.10 meter dari titik awal lokasi penelitian sekaligus tempat lokasi bangunan tanggul pantai di titik ini telah mengalami abrasi sepanjang 8.10 meter pada tahun November 2022 – September 2023 seperti pada gambar berikut :



Gambar 22 Titik 1 bencana abrasi Pantai Seruni

Pada titik lokasi pertama abrasi yang terjadi pada tanggul Pantai Seruni memiliki panjang 8.10 Meter dan lebar 2.0 Meter seperti pada gambar berikut :



Gambar 23 Luas abrasi titik 1 di Pantai Seruni

Lokasi kedua abrasi yang terjadi pada Pantai Seruni yaitu jarak 21-25 meter dari titik awal lokasi penelitian sekaligus tempat lokasi bangunan tanggul pantai di titik ini telah terjadi abrasi sepanjang 4.70 m pada tahun November 2022-September 2023 seperti pada gambar berikut



Gambar 24 Titik 2 bencana abrasi Pantai Seruni

Pada lokasi kedua abrasi yang terjadi pada tanggul Pantai Seruni memiliki panjang 4.70 m dan lebar 2.0 m seperti pada gambar berikut :



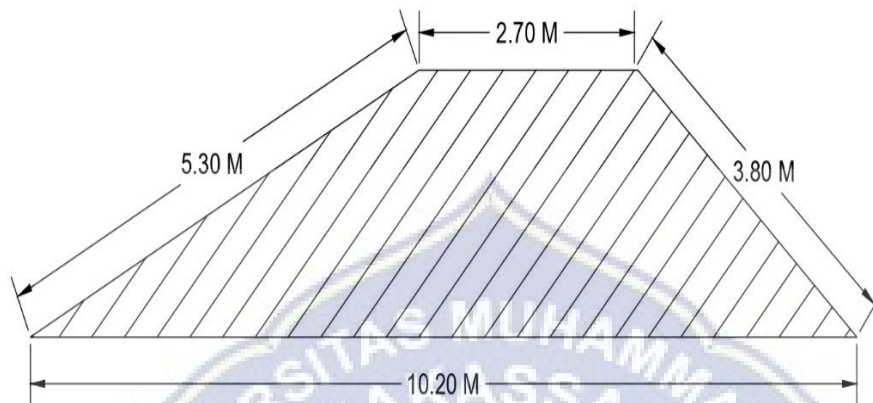
Gambar 25 Luas abrasi titik 2 Pantai Seruni

Lokasi ketiga abrasi yang terjadi pada Pantai Seruni yaitu jarak 95-106 meter dari titik awal lokasi penelitian sekaligus tempat lokasi bangunan tanggul pantai di titik ini telah terjadi abrasi sepanjang 10.20 m pada tahun November 2022-September 2023 seperti pada gambar berikut :



Gambar 26 Titik 3 bencana abrasi Pantai Seruni

Pada lokasi kedua abrasi yang terjadi pada tanggul Pantai Seruni memiliki panjang 10.20 m dan lebar sisi samping kiri dengan kemiringan 5.30m, sisi kanan 3.80 m seperti pada gambar berikut :



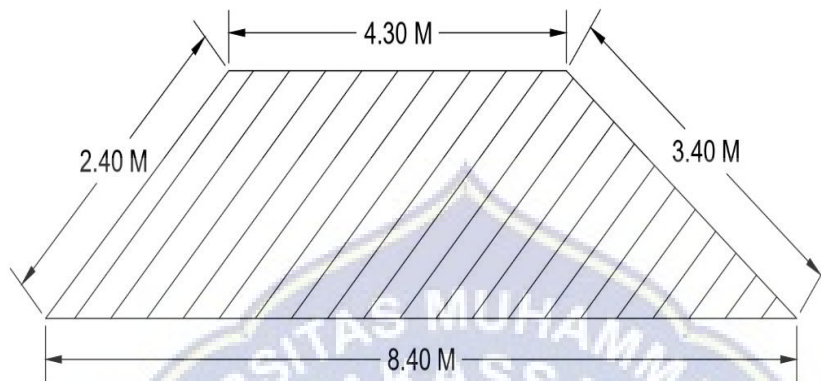
Gambar 27 Luas abrasi titik 2 Pantai Seruni

Lokasi keempat abrasi yang terjadi pada Pantai Seruni yaitu jarak 106-150 meter dari titik awal lokasi penelitian sekaligus tempat lokasi bangunan tanggul pantai di titik ini telah terjadi abrasi sepanjang 8.40 m pada tahun November 2022-September 2023 seperti pada gambar berikut :



Gambar 28 Titik 3 bencana abrasi Pantai Seruni

Pada lokasi keempat abrasi yang terjadi pada tanggul Pantai Seruni memiliki panjang 8.40 m dan lebar sisi kiri dengan kemiringan 2.40 m, sisi kanan 3.40 m seperti pada gambar berikut :



Gambar 29 Luas abrasi titik 2 Pantai Seruni

Berdasarkan panjang kerusakan yang disebabkan oleh abrasi pada lokasi penelitian sepanjang 31,40 meter (21%) dari empat titik kerusakan yang terjadi dari Panjang total 150 meter lokasi penelitian.

2. Upaya Penanggulangan Abrasi

Pemerintah Kabupaten Bantaeng dalam upaya penanggulangan abrasi telah memilih menggunakan *seawall* (dinding laut) untuk melindungi pesisir Pantai Seruni dari ancaman gelombang.

3. Efektivitas Bangunan *Seawall*

Bangunan yang terdapat di kawasan penelitian pada Pantai Seruni terdapat diantaranya bangunan *Seawall* (dinding laut).

Keefektivitasan bangunan pelindung pantai yang terdapat di Pantai Seruni pada dasarnya dapat dilihat secara langsung pada setiap bangunan, apakah bangunan tersebut masih menimbulkan abrasi atau tidak serta bagaimana kondisi

bangunannya apakah mengalami kerusakan atau tidak. Bangunan *Seawall* sepanjang garis pantai pada Pantai Seruni sudah memiliki beragam jenis bangunan yang difungsikan untuk menanggulangi kawasan abrasi pada Pantai Seruni. Keseluruhan bangunan tersebut tidak seutuhnya berfungsi dengan baik sebagian bangunan sudah mengalami kerusakan dan sebagiannya lagi berfungsi secara efektif dalam menanggulangi terjadinya bencana abrasi.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan analisis tinggi gelombang dan abrasi maka, dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Penyebab utama terjadinya abrasi pada *Seawall* di Pantai Seruni sejak 2022 – 2023 karena adanya pengaruh tinggi gelombang maksimum 0,702 m dan kedalaman gelombang pecah 0,908 m.
2. Abrasi yang terjadi pada *Seawall* di Pantai Seruni sejak 2022 – 2023 mengalami kerusakan 31,40 m (21%) dari panjang total 150 m lokasi penelitian sehingga dapat diprediksi untuk 5 tahun kedepan akan mengalami kerusakan secara menyeluruh.

B. Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya untuk menganalisis bangunan pengaman pantai agar tidak hanya menganalisis tinggi gelombang pada bangunan *Seawall* saja namun penelitian selanjutnya dapat meneliti tentang bangunan *Breakwater*, *bronjong* dan lain sebagainya
2. Untuk Pemerintah Kabupaten Bantaeng agar membuat bangunan pemecah gelombang pada daerah lepas Pantai, dengan adanya bangunan baru maka memiliki kemampuan untuk mengurangi energi gelombang menuju ke pantai.

DAFTAR PUSTAKA

- Anugrah, dkk, 2009 *Perbandingan Fluktuasi Muka Air Laut Rerata (MLR) di Perairan Pantai Utara Jawa Timur dengan Perairan Pantai Selatan Jawa timur*
- Bastian, D. (2021, Juli 7). *Pengertian Seawall (Dinding Penahan) Pada Dermaga*. Sarjana Sipil. My.Id. Retrieved From Sarjana Sipil. My.Id
- Cerc, 1984, *Shore protection manual volume I , fourth editio,U.S. Army coastal engineering research center, Washington.*
- Dahuri, Rollhmin. Dkk. 2001. *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. Pradnya Paramita : Jakarta
- Dauhan, 2013 *Analisis Karakteristik Gelombang Pecah Terhadap Perubahan Garis Pantai di Atep Oki*
- Muhammad Kinantang Putra, 2022 *Penanggulangan Abrasi Pantai di Desa Galesong Kabupaten Takalar*
- Mulyabakti, 2016 *Analisis Karakteristik Gelombang dan Pasang Surut Pada Daerah Pantai Paal Kecamatan Likupang Timur Kabupaten Minahasa Utara*
- Nur Yuwono, 1982, *Dasar-Dasar Perencanaan Bangunan Pantai Volume I, Yogyakarta, Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada).*
- Opa, E. T. 2011. *Perubahan garis pantai desa bentenan Kecamatan Pusomaen, Minahasa Tenggara. Jurnal perikanan dan kelautan tropis, 7(3), 109-114.*
- Pratikto. (2000). *Lingkar-lingkar Komunikasi*. Bandung : Alumni
- Rabung, Frans, and Naim Nurfan. 2012. "Pola Angin Pembangkit Gelombang Yang Berpengaruh Atas Morfologi dan Bangunan Pantai di Sekitar Makassar." *Prosiding Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Desember.*
- Radar Selatan Fajar, 2022 *Pemerintah Kabupaten Bantaeng Gerak Cepat Tangani 9 Titik Abrasi di Pantai Seruni Kabupaten Bantaeng*
- Setiyono, H. 1996. *Kamus Oseanografi*. Yogyakarta : UGM Press.

Triatmodjo, B. 1999 *Teknik Pantai*. Yogyakarta : Beta

Triatmodjo, B. 2011. *Teknik Pantai*, Yogyakarta : Beta Offset.



The logo of Universitas Muhammadiyah Makassar is a blue shield-shaped emblem. It features a central sunburst with a crescent moon and a star, surrounded by a laurel wreath. The text "UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH" is written along the top inner edge, "MAKASSAR" is at the top center, and "LEMBAGA PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN" is along the bottom inner edge.

LAMPIRAN

DATA ARAH DAN KECEPATAN ANGIN

Tanggal	Kecepatan Angin (m/s)	Arah Angin	Notasi
2018-01	4,38	296	Barat Laut
2018-02	4,47	288	Barat
2018-03	3,70	289	Barat
2018-04	2,62	97	Timur
2018-05	4,63	171	Selatan
2018-06	4,57	152	Tenggara
2018-07	4,57	160	Selatan
2018-08	4,27	173	Selatan
2018-09	4,78	129	Tenggara
2018-10	2,72	106	Timur
2018-11	0,31	193	Selatan
2018-12	3,24	285	Barat
2019-01	4,57	293	Barat Laut
2019-02	2,00	292	Barat Laut
2019-03	3,13	293	Barat Laut
2019-04	0,98	316	Barat Laut
2019-05	2,93	190	Selatan
2019-06	5,19	151	Tenggara
2019-07	6,01	93	Timur
2019-08	6,17	94	Timur
2019-09	6,01	119	Tenggara
2019-10	5,14	120	Tenggara
2019-11	3,29	221	Barat Daya
2019-12	1,23	264	Barat
2020-01	3,80	286	Barat
2020-02	3,08	291	Barat
2020-03	1,70	292	Barat
2020-04	1,39	318	Barat Laut
2020-05	3,91	68	Timur
2020-06	5,04	85	Timur

2020-07	5,81	123	Tenggara
2020-08	0,57	110	Timur
2020-09	5,29	115	Tenggara
2020-10	3,96	140	Tenggara
2020-11	1,80	88	Timur
2020-12	3,96	290	Barat
2021-01	4,27	287	Barat
2021-02	5,29	286	Barat
2021-03	2,83	286	Barat
2021-04	0,62	334	Barat Laut
2021-05	4,42	63	Timur Laut
2021-06	4,78	46	Timur Laut
2021-07	4,63	77	Timur
2021-08	5,65	64	Timur Laut
2021-09	4,73	64	Timur Laut
2021-10	2,47	105	Timur
2021-11	0,31	323	Barat Laut
2021-12	3,75	287	Barat
2022-01	4,42	291	Barat
2022-02	3,65	292	Barat
2022-03	1,95	291	Barat
2022-04	6,17	258	Barat
2022-05	2,98	357	Utara
2022-06	4,01	27	Timur Laut
2022-07	4,93	105	Timur
2022-08	4,98	82	Timur
2022-09	4,32	132	Tenggara
2022-10	6,27	258	Barat
2022-11	8,43	315	Barat laut
2022-12	4,42	286	Barat

Pasang Surut

Data pasang surut 29 hari interval 1 jam

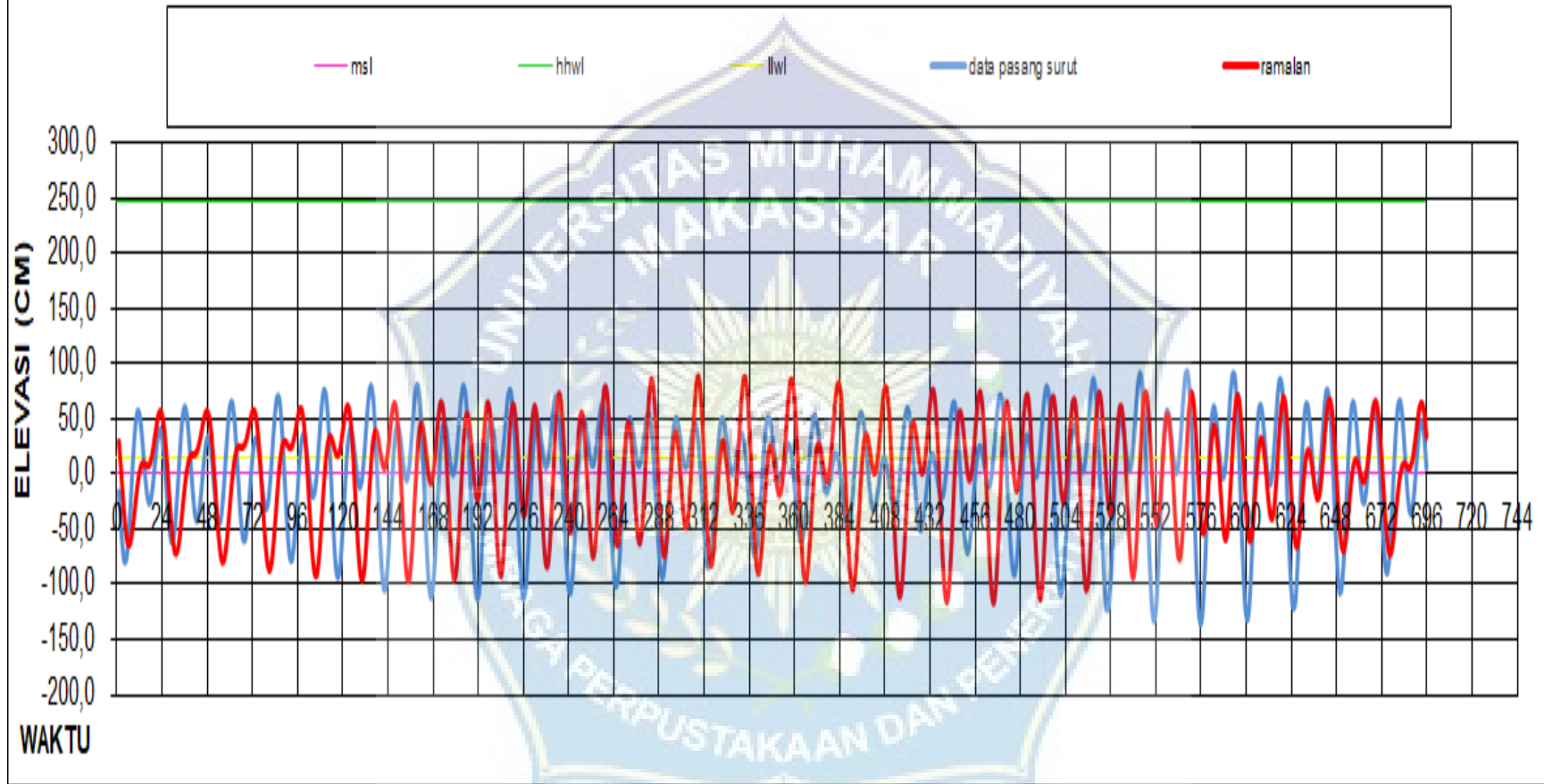
Tgl/Bln/Thn	Bacaan Skala Per 1 Jam																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1-Dec-22	-16.4	-45.7	-68.4	-79.5	-76.3	-59.5	-32.7	-1.7	27.0	47.5	56.2	52.4	38.0	17.5	-3.5	-19.6	-26.7	-23.4	-11.0	6.7	24.3	36.6	39.7	31.9
2-Dec-22	14.5	-9.0	-33.1	-52.3	-61.6	-58.5	-43.2	-18.8	9.5	35.4	53.5	59.9	53.7	36.6	13.1	-11.4	-31.1	-41.6	-41.0	-30.1	-12.2	7.7	24.0	32.4
3-Dec-22	30.4	18.7	0.3	-20.1	-36.8	-45.2	-42.4	-28.3	-5.6	20.9	44.9	60.8	64.6	55.1	34.4	6.8	-21.9	-45.4	-58.9	-60.0	-48.9	-29.0	-5.6	15.4
4-Dec-22	28.9	31.9	24.6	9.6	-8.3	-23.6	-31.5	-28.7	-15.0	7.1	32.5	54.9	68.4	68.9	55.3	30.0	-2.2	-35.0	-61.6	-76.7	-77.6	-64.6	-41.4	-13.8
5-Dec-22	11.6	29.0	35.5	30.7	17.6	0.9	-13.5	-20.6	-17.2	-2.9	19.4	44.1	64.7	75.0	71.2	52.8	22.5	-14.1	-50.0	-78.1	-92.8	-91.4	-74.9	-47.6
6-Dec-22	-16.1	12.4	32.1	39.8	35.8	23.1	7.0	-6.6	-12.3	-7.3	8.3	31.1	54.9	72.9	79.0	70.1	46.3	11.3	-28.6	-65.8	-93.0	-105.0	-99.5	-78.5
7-Dec-22	-47.2	-12.9	17.0	36.8	43.8	38.9	25.8	10.1	-2.1	-5.7	1.6	18.8	41.7	63.8	78.0	79.0	64.3	35.5	-3.1	-44.5	-80.6	-104.6	-111.7	-100.9
8-Dec-22	-75.1	-40.6	-5.2	24.0	41.8	46.5	39.8	26.0	11.1	0.9	0.0	9.8	28.4	50.6	69.6	78.9	74.1	53.9	20.8	-19.7	-60.2	-92.8	-111.3	-112.1
9-Dec-22	-95.4	-65.5	-29.4	5.3	31.7	46.0	47.5	38.7	24.4	10.8	3.2	5.3	17.4	36.4	56.7	71.5	75.1	64.3	39.3	3.6	-36.6	-73.9	-100.9	-112.4
10-Dec-22	-106.2	-84.1	-51.3	-15.3	16.7	38.9	48.8	46.6	35.9	21.8	10.0	5.4	10.3	23.9	42.2	59.4	69.1	66.7	50.6	22.2	-14.2	-52.0	-84.0	-103.9
11-Dec-22	-107.7	-94.8	-68.4	-34.6	-0.5	27.4	44.6	49.7	44.2	32.1	18.6	9.1	7.4	14.5	28.6	45.0	58.1	62.5	54.8	34.7	4.6	-30.4	-63.8	-89.3
12-Dec-22	-101.4	-97.8	-79.5	-50.5	-17.3	13.5	36.3	48.2	48.8	40.5	27.6	15.2	7.9	8.5	16.9	30.4	44.3	53.2	52.8	41.1	18.7	-11.0	-42.9	-70.8
13-Dec-22	-89.1	-93.9	-84.1	-61.9	-32.1	-1.0	25.5	43.0	49.8	46.4	35.8	22.5	11.2	5.7	7.8	16.6	28.9	40.0	45.3	41.5	27.5	4.9	-22.7	-50.3
14-Dec-22	-72.2	-83.7	-82.3	-68.0	-43.8	-14.8	13.2	35.1	47.5	49.6	42.8	30.3	16.6	5.9	1.4	4.2	12.8	23.7	32.7	35.8	30.4	16.3	-4.8	-29.1

15-Dec-22	-51.8	-68.0	-74.0	-68.0	-51.0	-26.4	0.7	25.2	42.5	50.3	48.3	38.2	23.8	9.1	-1.7	-6.0	-3.2	5.0	15.2	23.4	26.1	21.3	8.9	-9.3
16-Dec-22	-29.6	-47.8	-59.3	-61.2	-52.4	-34.3	-10.5	14.3	35.2	48.5	52.1	46.1	32.8	15.7	-0.6	-12.5	-17.3	-14.7	-6.5	4.2	13.5	18.0	15.6	6.3
17-Dec-22	-8.3	-24.8	-39.2	-47.5	-47.0	-36.9	-18.9	3.7	26.2	44.1	53.7	53.3	43.3	26.2	5.8	-13.2	-26.8	-32.5	-29.9	-20.5	-7.7	4.5	12.6	14.2
18-Dec-22	8.7	-2.4	-15.9	-27.8	-34.3	-32.8	-22.5	-4.9	16.5	37.2	52.5	58.8	54.4	39.9	18.2	-6.4	-28.7	-44.6	-51.0	-47.4	-35.6	-18.9	-2.0	10.9
19-Dec-22	16.9	15.1	6.8	-4.8	-15.6	-21.6	-20.0	-9.8	7.5	28.4	47.9	61.1	64.1	55.3	35.7	8.6	-20.8	-46.9	-64.8	-71.3	-65.5	-49.6	-27.7	-5.1
20-Dec-22	13.0	23.2	24.2	17.5	6.4	-4.5	-10.8	-9.3	1.0	18.6	39.6	58.5	69.7	69.3	55.7	30.3	-2.6	-37.1	-66.7	-85.9	-91.2	-81.9	-60.7	-32.7
21-Dec-22	-4.3	18.5	31.8	34.2	27.6	15.8	4.0	-2.9	-1.4	9.7	28.5	50.2	68.8	78.1	73.8	54.9	23.6	-15.1	-54.2	-86.4	-105.7	-108.4	-94.4	-67.2
22-Dec-22	-33.2	0.3	26.4	41.1	43.3	35.4	22.0	8.8	1.5	3.8	16.5	37.1	60.0	78.2	85.2	76.8	52.5	15.5	-28.3	-70.8	-104.1	-121.9	-120.7	-101.2
23-Dec-22	-68.1	-28.9	8.0	35.5	49.6	50.0	39.7	24.1	9.8	2.6	6.4	21.4	44.1	68.1	85.6	89.9	77.4	48.1	6.3	-41.0	-85.2	-117.8	-132.4	-126.3
24-Dec-22	-101.2	-63.0	-20.4	17.8	44.5	56.2	53.4	39.9	22.1	7.1	0.7	6.6	24.1	48.8	73.4	89.8	91.3	74.9	41.7	-3.3	-52.2	-95.8	-125.6	-135.7
25-Dec-22	-124.3	-94.2	-52.6	-8.7	28.5	52.4	60.2	53.3	36.5	16.8	1.4	-3.6	4.5	24.3	50.4	75.0	89.7	88.6	69.3	33.7	-12.3	-60.3	-101.1	-126.5
26-Dec-22	-131.3	-114.8	-81.1	-37.9	5.0	39.1	58.4	61.4	50.1	30.2	8.9	-6.2	-9.8	0.3	21.6	48.2	71.9	84.9	81.7	60.8	24.9	-19.7	-64.5	-100.5
27-Dec-22	-120.2	-119.6	-98.9	-63.2	-20.7	19.2	48.5	62.4	60.1	44.7	22.1	-0.2	-15.0	-17.4	-6.2	15.6	41.7	64.0	75.4	71.2	50.5	16.6	-24.4	-63.9
28-Dec-22	-93.8	-107.5	-101.9	-78.5	-42.7	-2.8	32.6	56.3	64.6	57.3	38.1	13.4	-9.7	-24.3	-26.2	-14.9	6.2	30.9	51.8	62.2	58.3	39.8	9.7	-25.6
29-Dec-22	-58.6	-81.8	-89.7	-80.4	-55.8	-21.6	14.4	44.5	62.4	65.3	53.6	31.4	4.9	-18.8	-33.7	-36.1	-25.8	-6.2	16.8	36.5	47.0	44.9	30.1	5.5

Skema I

Sumber : BMKG Maritim Paotere Makassar

GRAFIK PENGAMATAN PASANG SURUT Desember 2022 DAN PREDIKSI PASUT DESEMBER 2023



Data Hasil Perhitungan grafik pasang surut pada Pantai Seruni

DATA	MSL	HHWL	LLWL	RESIDU	Elevasi Ramalan	Elevasi Oribar A1	Residu
(cm)					(m)	(m)	
-16,4	-0,1	247,54	13,94	-46,0263	0,0297	-0,3011	-0,3308
-45,66	-0,1	247,54	13,94	-52,1786	0,0066	-0,4367	-0,4433
-68,38	-0,1	247,54	13,94	-49,9697	-0,0183	-0,4668	-0,4485
-79,46	-0,1	247,54	13,94	-38,5955	-0,0408	-0,3901	-0,3493
-76,32	-0,1	247,54	13,94	-19,3365	-0,0569	-0,2319	-0,1750
-59,51	-0,1	247,54	13,94	4,8120	-0,0642	-0,0375	0,0267
-32,7	-0,1	247,54	13,94	29,7372	-0,0623	0,1400	0,2023
-1,69	-0,1	247,54	13,94	51,1556	-0,0528	0,2535	0,3063
26,95	-0,1	247,54	13,94	65,3644	-0,0383	0,2741	0,3124
47,48	-0,1	247,54	13,94	69,9746	-0,0224	0,1986	0,2210
56,23	-0,1	247,54	13,94	64,3556	-0,0080	0,0506	0,0586
52,4	-0,1	247,54	13,94	49,8773	0,0026	-0,1263	-0,1289
38,03	-0,1	247,54	13,94	29,5550	0,0086	-0,2794	-0,2880
17,52	-0,1	247,54	13,94	7,4353	0,0102	-0,3616	-0,3718
-3,51	-0,1	247,54	13,94	-12,4483	0,0090	-0,3434	-0,3524
-19,58	-0,1	247,54	13,94	-27,0202	0,0075	-0,2216	-0,2291
-26,69	-0,1	247,54	13,94	-34,7688	0,0082	-0,0205	-0,0287
-23,35	-0,1	247,54	13,94	-35,9191	0,0127	0,2139	0,2012
-10,95	-0,1	247,54	13,94	-32,1547	0,0213	0,4251	0,4038
6,68	-0,1	247,54	13,94	-26,0123	0,0328	0,5604	0,5276
24,3	-0,1	247,54	13,94	-20,2164	0,0446	0,5845	0,5399
36,61	-0,1	247,54	13,94	-17,0325	0,0537	0,4883	0,4346

39,68	-0,1	247,54	13,94	-17,6002	0,0574	0,2918	0,2344
31,92	-0,1	247,54	13,94	-21,5874	0,0536	0,0390	-0,0146
14,48	-0,1	247,54	13,94	-27,2128	0,0418	-0,2129	-0,2547
-8,98	-0,1	247,54	13,94	-31,6975	0,0228	-0,4076	-0,4304
-33,14	-0,1	247,54	13,94	-32,0946	-0,0010	-0,5040	-0,5030
-52,26	-0,1	247,54	13,94	-26,1888	-0,0260	-0,4856	-0,4596
-61,57	-0,1	247,54	13,94	-13,1998	-0,0483	-0,3648	-0,3165
-58,46	-0,1	247,54	13,94	5,9248	-0,0643	-0,1790	-0,1147
-43,16	-0,1	247,54	13,94	28,6599	-0,0717	0,0197	0,0914
-18,76	-0,1	247,54	13,94	51,3611	-0,0700	0,1776	0,2476
9,49	-0,1	247,54	13,94	69,9543	-0,0604	0,2540	0,3144
35,44	-0,1	247,54	13,94	80,7654	-0,0452	0,2314	0,2766
53,49	-0,1	247,54	13,94	81,3154	-0,0277	0,1199	0,1476
59,91	-0,1	247,54	13,94	70,9539	-0,0110	-0,0456	-0,0346
53,67	-0,1	247,54	13,94	51,0872	0,0027	-0,2147	-0,2174
36,64	-0,1	247,54	13,94	24,9244	0,0118	-0,3351	-0,3469
13,08	-0,1	247,54	13,94	-3,2681	0,0164	-0,3665	-0,3829
-11,37	-0,1	247,54	13,94	-29,1030	0,0178	-0,2916	-0,3094
-31,06	-0,1	247,54	13,94	-49,0179	0,0180	-0,1212	-0,1392
-41,62	-0,1	247,54	13,94	-60,8680	0,0193	0,1080	0,0887
-41,04	-0,1	247,54	13,94	-64,2506	0,0233	0,3425	0,3192
-30,1	-0,1	247,54	13,94	-60,3764	0,0304	0,5253	0,4949
-12,16	-0,1	247,54	13,94	-51,6755	0,0396	0,6101	0,5705
7,69	-0,1	247,54	13,94	-41,1655	0,0489	0,5736	0,5247
24,01	-0,1	247,54	13,94	-31,5900	0,0557	0,4209	0,3652
32,35	-0,1	247,54	13,94	-24,7441	0,0572	0,1850	0,1278

30,44	-0,1	247,54	13,94	-20,9536	0,0515	-0,0816	-0,1331
18,74	-0,1	247,54	13,94	-19,0762	0,0379	-0,3199	-0,3578
0,29	-0,1	247,54	13,94	-16,9677	0,0173	-0,4789	-0,4962
-20,05	-0,1	247,54	13,94	-12,2208	-0,0077	-0,5281	-0,5204
-36,8	-0,1	247,54	13,94	-2,9618	-0,0337	-0,4643	-0,4306
-45,21	-0,1	247,54	13,94	11,5208	-0,0566	-0,3123	-0,2557
-42,43	-0,1	247,54	13,94	30,4700	-0,0728	-0,1174	-0,0446
-28,32	-0,1	247,54	13,94	51,6254	-0,0799	0,0662	0,1461
-5,56	-0,1	247,54	13,94	71,6011	-0,0771	0,1900	0,2671
20,88	-0,1	247,54	13,94	86,5110	-0,0655	0,2235	0,2890
44,89	-0,1	247,54	13,94	92,8201	-0,0478	0,1620	0,2098
60,75	-0,1	247,54	13,94	88,2648	-0,0274	0,0275	0,0549
64,55	-0,1	247,54	13,94	72,4889	-0,0078	-0,1375	-0,1297
55,14	-0,1	247,54	13,94	47,2103	0,0080	-0,2812	-0,2892
34,4	-0,1	247,54	13,94	15,8941	0,0186	-0,3567	-0,3753
6,76	-0,1	247,54	13,94	-16,9866	0,0238	-0,3344	-0,3582
-21,86	-0,1	247,54	13,94	-46,8645	0,0251	-0,2104	-0,2355
-45,37	-0,1	247,54	13,94	-69,8943	0,0246	-0,0079	-0,0325
-58,91	-0,1	247,54	13,94	-83,6332	0,0248	0,2281	0,2033
-59,95	-0,1	247,54	13,94	-87,3981	0,0275	0,4420	0,4145
-48,9	-0,1	247,54	13,94	-82,2922	0,0335	0,5817	0,5482
-29	-0,1	247,54	13,94	-70,8114	0,0419	0,6113	0,5694
-5,58	-0,1	247,54	13,94	-56,2049	0,0507	0,5206	0,4699
15,39	-0,1	247,54	13,94	-41,5115	0,0570	0,3278	0,2708
28,85	-0,1	247,54	13,94	-28,7865	0,0577	0,0747	0,0170
31,93	-0,1	247,54	13,94	-18,6897	0,0507	-0,1832	-0,2339

24,62	-0,1	247,54	13,94	-10,5261	0,0352	-0,3907	-0,4259
9,64	-0,1	247,54	13,94	-2,7160	0,0124	-0,5060	-0,5184
-8,27	-0,1	247,54	13,94	6,6196	-0,0148	-0,5108	-0,4960
-23,61	-0,1	247,54	13,94	18,9390	-0,0425	-0,4141	-0,3716
-31,47	-0,1	247,54	13,94	34,7394	-0,0661	-0,2492	-0,1831
-28,73	-0,1	247,54	13,94	53,2536	-0,0819	-0,0643	0,0176
-15,01	-0,1	247,54	13,94	72,3154	-0,0872	0,0899	0,1771
7,11	-0,1	247,54	13,94	88,7117	-0,0815	0,1737	0,2552
32,53	-0,1	247,54	13,94	98,8034	-0,0662	0,1683	0,2345
54,94	-0,1	247,54	13,94	99,5268	-0,0445	0,0807	0,1252
68,39	-0,1	247,54	13,94	89,1906	-0,0207	-0,0592	-0,0385
68,86	-0,1	247,54	13,94	68,0011	0,0009	-0,2063	-0,2072
55,34	-0,1	247,54	13,94	38,1362	0,0173	-0,3125	-0,3298
30,02	-0,1	247,54	13,94	3,2699	0,0268	-0,3400	-0,3668
-2,22	-0,1	247,54	13,94	-32,1004	0,0300	-0,2713	-0,3013
-34,95	-0,1	247,54	13,94	-63,4786	0,0286	-0,1142	-0,1428
-61,55	-0,1	247,54	13,94	-87,0827	0,0256	0,0994	0,0738
-76,69	-0,1	247,54	13,94	-100,5194	0,0239	0,3218	0,2979
-77,57	-0,1	247,54	13,94	-103,2059	0,0257	0,5004	0,4747
-64,59	-0,1	247,54	13,94	-96,3530	0,0319	0,5919	0,5600
-41,36	-0,1	247,54	13,94	-82,5968	0,0413	0,5723	0,5310
-13,78	-0,1	247,54	13,94	-65,1861	0,0515	0,4433	0,3918
11,56	-0,1	247,54	13,94	-47,0398	0,0587	0,2318	0,1731
29,04	-0,1	247,54	13,94	-30,1503	0,0593	-0,0166	-0,0759
35,46	-0,1	247,54	13,94	-15,2612	0,0508	-0,2490	-0,2998
30,71	-0,1	247,54	13,94	-2,0022	0,0328	-0,4176	-0,4504

17,57	-0,1	247,54	13,94	10,6690	0,0070	-0,4917	-0,4987
0,92	-0,1	247,54	13,94	24,0074	-0,0230	-0,4641	-0,4411
-13,53	-0,1	247,54	13,94	38,9470	-0,0524	-0,3521	-0,2997
-20,64	-0,1	247,54	13,94	55,6431	-0,0762	-0,1925	-0,1163
-17,2	-0,1	247,54	13,94	73,1095	-0,0902	-0,0313	0,0589
-2,91	-0,1	247,54	13,94	89,1586	-0,0920	0,0880	0,1800
19,36	-0,1	247,54	13,94	100,7984	-0,0813	0,1361	0,2174
44,13	-0,1	247,54	13,94	104,9471	-0,0607	0,1048	0,1655
64,7	-0,1	247,54	13,94	99,3079	-0,0345	0,0085	0,0430
75	-0,1	247,54	13,94	83,1020	-0,0080	-0,1196	-0,1116
71,21	-0,1	247,54	13,94	57,3114	0,0140	-0,2368	-0,2508
52,76	-0,1	247,54	13,94	24,5133	0,0283	-0,3027	-0,3310
22,46	-0,1	247,54	13,94	-11,5861	0,0341	-0,2898	-0,3239
-14,14	-0,1	247,54	13,94	-46,7331	0,0327	-0,1909	-0,2236
-50	-0,1	247,54	13,94	-76,8171	0,0269	-0,0219	-0,0488
-78,05	-0,1	247,54	13,94	-98,4953	0,0205	0,1821	0,1616
-92,75	-0,1	247,54	13,94	-109,8024	0,0171	0,3756	0,3585
-91,4	-0,1	247,54	13,94	-110,5042	0,0192	0,5135	0,4943
-74,92	-0,1	247,54	13,94	-102,0750	0,0272	0,5622	0,5350
-47,61	-0,1	247,54	13,94	-87,0781	0,0396	0,5083	0,4687
-16,11	-0,1	247,54	13,94	-68,4248	0,0524	0,3617	0,3093
12,4	-0,1	247,54	13,94	-48,5908	0,0611	0,1528	0,0917
32,08	-0,1	247,54	13,94	-29,1749	0,0613	-0,0743	-0,1356
39,81	-0,1	247,54	13,94	-10,8564	0,0508	-0,2730	-0,3238
35,75	-0,1	247,54	13,94	6,4005	0,0294	-0,4049	-0,4343
23,07	-0,1	247,54	13,94	23,0662	0,0001	-0,4490	-0,4491

6,98	-0,1	247,54	13,94	39,6857	-0,0326	-0,4056	-0,3730
-6,55	-0,1	247,54	13,94	56,5635	-0,0630	-0,2954	-0,2324
-12,32	-0,1	247,54	13,94	73,3421	-0,0856	-0,1537	-0,0681
-7,31	-0,1	247,54	13,94	88,7337	-0,0960	-0,0207	0,0753
8,32	-0,1	247,54	13,94	100,5558	-0,0921	0,0690	0,1611
31,07	-0,1	247,54	13,94	106,2322	-0,0751	0,0947	0,1698
54,9	-0,1	247,54	13,94	103,5469	-0,0486	0,0550	0,1036
72,85	-0,1	247,54	13,94	91,3543	-0,0184	-0,0327	-0,0143
78,99	-0,1	247,54	13,94	69,9688	0,0091	-0,1374	-0,1465
70,05	-0,1	247,54	13,94	41,1302	0,0290	-0,2225	-0,2515
46,26	-0,1	247,54	13,94	7,6638	0,0387	-0,2562	-0,2949
11,29	-0,1	247,54	13,94	-26,9523	0,0383	-0,2197	-0,2580
-28,58	-0,1	247,54	13,94	-59,0426	0,0306	-0,1128	-0,1434
-65,77	-0,1	247,54	13,94	-85,2050	0,0195	0,0464	0,0269
-93,01	-0,1	247,54	13,94	-102,8714	0,0100	0,2248	0,2148
-104,96	-0,1	247,54	13,94	-110,7966	0,0059	0,3828	0,3769
-99,53	-0,1	247,54	13,94	-109,2665	0,0098	0,4841	0,4743
-78,52	-0,1	247,54	13,94	-99,8840	0,0215	0,5041	0,4826
-47,19	-0,1	247,54	13,94	-84,9163	0,0378	0,4360	0,3982
-12,87	-0,1	247,54	13,94	-66,5835	0,0538	0,2926	0,2388
17	-0,1	247,54	13,94	-46,5884	0,0637	0,1030	0,0393
36,76	-0,1	247,54	13,94	-26,0125	0,0629	-0,0945	-0,1574
43,79	-0,1	247,54	13,94	-5,4629	0,0493	-0,2611	-0,3104
38,9	-0,1	247,54	13,94	14,7544	0,0242	-0,3666	-0,3908
25,8	-0,1	247,54	13,94	34,4243	-0,0085	-0,3961	-0,3876
10,12	-0,1	247,54	13,94	53,3615	-0,0432	-0,3527	-0,3095

-2,05	-0,1	247,54	13,94	71,1438	-0,0731	-0,2557	-0,1826
-5,72	-0,1	247,54	13,94	86,8406	-0,0925	-0,1352	-0,0427
1,56	-0,1	247,54	13,94	98,8662	-0,0972	-0,0242	0,0730
18,81	-0,1	247,54	13,94	105,1862	-0,0863	0,0497	0,1360
41,74	-0,1	247,54	13,94	103,9582	-0,0621	0,0712	0,1333
63,78	-0,1	247,54	13,94	94,1312	-0,0303	0,0405	0,0708
77,98	-0,1	247,54	13,94	75,9199	0,0021	-0,0273	-0,0294
78,95	-0,1	247,54	13,94	50,7603	0,0283	-0,1065	-0,1348
64,34	-0,1	247,54	13,94	20,9809	0,0434	-0,1681	-0,2115
35,45	-0,1	247,54	13,94	-10,5987	0,0461	-0,1874	-0,2335
-3,14	-0,1	247,54	13,94	-41,0641	0,0380	-0,1504	-0,1884
-44,45	-0,1	247,54	13,94	-67,5562	0,0232	-0,0581	-0,0813
-80,63	-0,1	247,54	13,94	-87,6859	0,0071	0,0739	0,0668
-104,6	-0,1	247,54	13,94	-99,9101	-0,0046	0,2185	0,2231
-111,69	-0,1	247,54	13,94	-103,8540	-0,0077	0,3441	0,3518
-100,88	-0,1	247,54	13,94	-100,3255	-0,0005	0,4217	0,4222
-75,12	-0,1	247,54	13,94	-90,8563	0,0158	0,4320	0,4162
-40,63	-0,1	247,54	13,94	-77,1118	0,0366	0,3700	0,3334
-5,17	-0,1	247,54	13,94	-60,3520	0,0553	0,2462	0,1909
23,97	-0,1	247,54	13,94	-41,3843	0,0654	0,0844	0,0190
41,78	-0,1	247,54	13,94	-20,7531	0,0626	-0,0842	-0,1468
46,52	-0,1	247,54	13,94	0,9591	0,0457	-0,2278	-0,2735
39,81	-0,1	247,54	13,94	22,9935	0,0169	-0,3210	-0,3379
26,03	-0,1	247,54	13,94	44,5041	-0,0184	-0,3505	-0,3321
11,08	-0,1	247,54	13,94	64,5211	-0,0534	-0,3172	-0,2638
0,92	-0,1	247,54	13,94	81,8884	-0,0809	-0,2356	-0,1547

-0,01	-0,1	247,54	13,94	95,1404	-0,0951	-0,1295	-0,0344
9,8	-0,1	247,54	13,94	102,4973	-0,0926	-0,0262	0,0664
28,37	-0,1	247,54	13,94	102,3513	-0,0739	0,0502	0,1241
50,58	-0,1	247,54	13,94	93,8297	-0,0432	0,0848	0,1280
69,63	-0,1	247,54	13,94	77,3056	-0,0076	0,0745	0,0821
78,93	-0,1	247,54	13,94	54,3343	0,0247	0,0286	0,0039
74,05	-0,1	247,54	13,94	27,3265	0,0468	-0,0340	-0,0808
53,85	-0,1	247,54	13,94	-1,0721	0,0550	-0,0901	-0,1451
20,78	-0,1	247,54	13,94	-28,3654	0,0492	-0,1182	-0,1674
-19,68	-0,1	247,54	13,94	-52,3877	0,0328	-0,1041	-0,1369
-60,15	-0,1	247,54	13,94	-71,3720	0,0113	-0,0447	-0,0560
-92,84	-0,1	247,54	13,94	-84,0867	-0,0087	0,0509	0,0596
-111,33	-0,1	247,54	13,94	-90,1588	-0,0211	0,1636	0,1847
-112,08	-0,1	247,54	13,94	-90,1121	-0,0219	0,2682	0,2901
-95,42	-0,1	247,54	13,94	-85,1125	-0,0102	0,3400	0,3502
-65,53	-0,1	247,54	13,94	-76,3973	0,0110	0,3600	0,3490
-29,36	-0,1	247,54	13,94	-64,7783	0,0355	0,3200	0,2845
5,28	-0,1	247,54	13,94	-50,4661	0,0558	0,2246	0,1688
31,74	-0,1	247,54	13,94	-33,3686	0,0652	0,0904	0,0252
46,02	-0,1	247,54	13,94	-13,6149	0,0597	-0,0576	-0,1173
47,48	-0,1	247,54	13,94	8,1514	0,0394	-0,1912	-0,2306
38,65	-0,1	247,54	13,94	30,7552	0,0080	-0,2855	-0,2935
24,42	-0,1	247,54	13,94	52,7044	-0,0282	-0,3241	-0,2959
10,78	-0,1	247,54	13,94	72,3562	-0,0615	-0,3025	-0,2410
3,24	-0,1	247,54	13,94	87,8927	-0,0846	-0,2293	-0,1447
5,32	-0,1	247,54	13,94	97,3980	-0,0920	-0,1233	-0,0313

17,4	-0,1	247,54	13,94	99,1436	-0,0817	-0,0096	0,0721
36,43	-0,1	247,54	13,94	92,1554	-0,0556	0,0865	0,1421
56,71	-0,1	247,54	13,94	76,7610	-0,0200	0,1453	0,1653
71,52	-0,1	247,54	13,94	54,7106	0,0169	0,1572	0,1403
75,12	-0,1	247,54	13,94	28,8031	0,0464	0,1246	0,0782
64,3	-0,1	247,54	13,94	2,0751	0,0623	0,0611	-0,0012
39,28	-0,1	247,54	13,94	-22,7945	0,0622	-0,0123	-0,0745
3,59	-0,1	247,54	13,94	-43,8704	0,0475	-0,0722	-0,1197
-36,63	-0,1	247,54	13,94	-59,9005	0,0234	-0,0990	-0,1224
-73,88	-0,1	247,54	13,94	-70,2451	-0,0035	-0,0817	-0,0782
-100,92	-0,1	247,54	13,94	-74,9657	-0,0259	-0,0212	0,0047
-112,38	-0,1	247,54	13,94	-74,8264	-0,0375	0,0702	0,1077
-106,16	-0,1	247,54	13,94	-71,1372	-0,0349	0,1707	0,2056
-84,06	-0,1	247,54	13,94	-65,2429	-0,0187	0,2550	0,2737
-51,34	-0,1	247,54	13,94	-57,8971	0,0066	0,2998	0,2932
-15,31	-0,1	247,54	13,94	-48,9662	0,0337	0,2901	0,2564
16,67	-0,1	247,54	13,94	-37,6193	0,0544	0,2228	0,1684
38,93	-0,1	247,54	13,94	-23,0645	0,0621	0,1083	0,0462
48,75	-0,1	247,54	13,94	-5,1098	0,0539	-0,0313	-0,0852
46,62	-0,1	247,54	13,94	15,4866	0,0312	-0,1676	-0,1988
35,89	-0,1	247,54	13,94	37,2178	-0,0012	-0,2715	-0,2703
21,76	-0,1	247,54	13,94	58,0876	-0,0362	-0,3205	-0,2843
10,01	-0,1	247,54	13,94	75,9028	-0,0658	-0,3038	-0,2380
5,39	-0,1	247,54	13,94	88,3239	-0,0828	-0,2250	-0,1422
10,31	-0,1	247,54	13,94	93,2090	-0,0828	-0,1019	-0,0191
23,91	-0,1	247,54	13,94	89,0433	-0,0650	0,0383	0,1033

42,24	-0,1	247,54	13,94	75,6592	-0,0333	0,1643	0,1976
59,35	-0,1	247,54	13,94	54,5848	0,0049	0,2489	0,2440
69,06	-0,1	247,54	13,94	28,8168	0,0403	0,2746	0,2343
66,74	-0,1	247,54	13,94	2,0054	0,0648	0,2385	0,1737
50,62	-0,1	247,54	13,94	-22,4557	0,0732	0,1525	0,0793
22,16	-0,1	247,54	13,94	-42,1665	0,0644	0,0404	-0,0240
-14,19	-0,1	247,54	13,94	-55,8104	0,0417	-0,0678	-0,1095
-51,98	-0,1	247,54	13,94	-63,0970	0,0112	-0,1434	-0,1546
-83,99	-0,1	247,54	13,94	-64,5135	-0,0194	-0,1661	-0,1467
-103,88	-0,1	247,54	13,94	-61,3316	-0,0425	-0,1296	-0,0871
-107,65	-0,1	247,54	13,94	-55,3634	-0,0522	-0,0429	0,0093
-94,79	-0,1	247,54	13,94	-48,5607	-0,0461	0,0713	0,1174
-68,43	-0,1	247,54	13,94	-42,2464	-0,0261	0,1823	0,2084
-34,59	-0,1	247,54	13,94	-36,6179	0,0021	0,2593	0,2572
-0,46	-0,1	247,54	13,94	-30,6222	0,0303	0,2788	0,2485
27,39	-0,1	247,54	13,94	-22,6310	0,0501	0,2313	0,1812
44,57	-0,1	247,54	13,94	-11,2865	0,0559	0,1240	0,0681
49,65	-0,1	247,54	13,94	3,7996	0,0459	-0,0200	-0,0659
44,17	-0,1	247,54	13,94	21,8476	0,0224	-0,1675	-0,1899
32,07	-0,1	247,54	13,94	41,1678	-0,0090	-0,2825	-0,2735
18,63	-0,1	247,54	13,94	59,4906	-0,0408	-0,3354	-0,2946
9,13	-0,1	247,54	13,94	74,2407	-0,0650	-0,3105	-0,2455
7,35	-0,1	247,54	13,94	82,7447	-0,0753	-0,2103	-0,1350
14,47	-0,1	247,54	13,94	82,7766	-0,0682	-0,0552	0,0130
28,55	-0,1	247,54	13,94	73,2187	-0,0446	0,1206	0,1652
45,03	-0,1	247,54	13,94	54,7085	-0,0096	0,2773	0,2869

58,12	-0,1	247,54	13,94	29,8148	0,0284	0,3789	0,3505
62,49	-0,1	247,54	13,94	2,4138	0,0602	0,4022	0,3420
54,83	-0,1	247,54	13,94	-23,3314	0,0783	0,3424	0,2641
34,7	-0,1	247,54	13,94	-44,0238	0,0788	0,2144	0,1356
4,64	-0,1	247,54	13,94	-57,6065	0,0623	0,0495	-0,0128
-30,36	-0,1	247,54	13,94	-63,4219	0,0332	-0,1123	-0,1455
-63,84	-0,1	247,54	13,94	-61,9918	-0,0018	-0,2322	-0,2304
-89,25	-0,1	247,54	13,94	-54,8634	-0,0343	-0,2822	-0,2479
-101,4	-0,1	247,54	13,94	-44,3639	-0,0569	-0,2520	-0,1951
-97,81	-0,1	247,54	13,94	-33,2148	-0,0645	-0,1521	-0,0876
-79,45	-0,1	247,54	13,94	-23,8175	-0,0555	-0,0104	0,0451
-50,51	-0,1	247,54	13,94	-17,4064	-0,0330	0,1338	0,1668
-17,29	-0,1	247,54	13,94	-13,6175	-0,0036	0,2407	0,2443
13,49	-0,1	247,54	13,94	-10,7274	0,0243	0,2799	0,2556
36,33	-0,1	247,54	13,94	-6,5259	0,0429	0,2385	0,1956
48,17	-0,1	247,54	13,94	0,7558	0,0475	0,1250	0,0775
48,76	-0,1	247,54	13,94	11,7306	0,0371	-0,0326	-0,0697
40,47	-0,1	247,54	13,94	25,7678	0,0148	-0,1933	-0,2081
27,59	-0,1	247,54	13,94	41,2478	-0,0136	-0,3136	-0,3000
15,22	-0,1	247,54	13,94	55,8410	-0,0405	-0,3584	-0,3179
7,94	-0,1	247,54	13,94	66,7759	-0,0587	-0,3105	-0,2518
8,49	-0,1	247,54	13,94	71,2209	-0,0626	-0,1754	-0,1128
16,91	-0,1	247,54	13,94	66,9912	-0,0500	0,0193	0,0693
30,44	-0,1	247,54	13,94	53,3781	-0,0228	0,2301	0,2529
44,3	-0,1	247,54	13,94	31,6891	0,0127	0,4080	0,3953
53,18	-0,1	247,54	13,94	5,1817	0,0481	0,5104	0,4623

52,79	-0,1	247,54	13,94	-21,7912	0,0747	0,5118	0,4371
41,08	-0,1	247,54	13,94	-44,9212	0,0861	0,4105	0,3244
18,72	-0,1	247,54	13,94	-60,9711	0,0798	0,2290	0,1492
-11	-0,1	247,54	13,94	-68,2087	0,0573	0,0090	-0,0483
-42,88	-0,1	247,54	13,94	-66,4785	0,0237	-0,1989	-0,2226
-70,81	-0,1	247,54	13,94	-56,9890	-0,0137	-0,3477	-0,3340
-89,1	-0,1	247,54	13,94	-42,1309	-0,0469	-0,4051	-0,3582
-93,88	-0,1	247,54	13,94	-25,1769	-0,0686	-0,3620	-0,2934
-84,08	-0,1	247,54	13,94	-9,5513	-0,0744	-0,2345	-0,1601
-61,89	-0,1	247,54	13,94	1,9996	-0,0638	-0,0596	0,0042
-32,14	-0,1	247,54	13,94	8,3321	-0,0404	0,1145	0,1549
-1,04	-0,1	247,54	13,94	10,1647	-0,0111	0,2404	0,2515
25,45	-0,1	247,54	13,94	9,6519	0,0159	0,2840	0,2681
43,02	-0,1	247,54	13,94	9,4323	0,0337	0,2338	0,2001
49,75	-0,1	247,54	13,94	11,5757	0,0383	0,1035	0,0652
46,37	-0,1	247,54	13,94	17,0922	0,0294	-0,0707	-0,1001
35,83	-0,1	247,54	13,94	25,7585	0,0102	-0,2398	-0,2500
22,53	-0,1	247,54	13,94	36,2722	-0,0137	-0,3542	-0,3405
11,22	-0,1	247,54	13,94	46,4498	-0,0351	-0,3769	-0,3418
5,71	-0,1	247,54	13,94	53,4768	-0,0477	-0,2936	-0,2459
7,8	-0,1	247,54	13,94	54,4964	-0,0466	-0,1169	-0,0703
16,62	-0,1	247,54	13,94	47,3846	-0,0307	0,1157	0,1464
28,91	-0,1	247,54	13,94	31,6958	-0,0027	0,3511	0,3538
40,02	-0,1	247,54	13,94	9,1237	0,0310	0,5332	0,5022
45,3	-0,1	247,54	13,94	-16,8125	0,0622	0,6169	0,5547
41,49	-0,1	247,54	13,94	-41,6568	0,0832	0,5795	0,4963

27,54	-0,1	247,54	13,94	-61,2159	0,0888	0,4268	0,3380
4,93	-0,1	247,54	13,94	-72,3850	0,0774	0,1917	0,1143
-22,71	-0,1	247,54	13,94	-73,6645	0,0510	-0,0733	-0,1243
-50,25	-0,1	247,54	13,94	-65,1723	0,0150	-0,3091	-0,3241
-72,16	-0,1	247,54	13,94	-48,6251	-0,0234	-0,4642	-0,4408
-83,73	-0,1	247,54	13,94	-27,1102	-0,0565	-0,5076	-0,4511
-82,29	-0,1	247,54	13,94	-4,6284	-0,0776	-0,4361	-0,3585
-67,97	-0,1	247,54	13,94	14,7880	-0,0827	-0,2748	-0,1921
-43,78	-0,1	247,54	13,94	28,0992	-0,0718	-0,0702	0,0016
-14,79	-0,1	247,54	13,94	34,1321	-0,0488	0,1216	0,1704
13,19	-0,1	247,54	13,94	33,7468	-0,0205	0,2496	0,2701
35,05	-0,1	247,54	13,94	29,2994	0,0058	0,2810	0,2752
47,51	-0,1	247,54	13,94	23,7134	0,0239	0,2098	0,1859
49,62	-0,1	247,54	13,94	19,5217	0,0302	0,0583	0,0281
42,79	-0,1	247,54	13,94	18,3344	0,0245	-0,1287	-0,1532
30,31	-0,1	247,54	13,94	20,5883	0,0098	-0,2956	-0,3054
16,56	-0,1	247,54	13,94	25,5333	-0,0089	-0,3904	-0,3815
5,88	-0,1	247,54	13,94	31,2660	-0,0253	-0,3789	-0,3536
1,42	-0,1	247,54	13,94	35,0516	-0,0335	-0,2539	-0,2204
4,18	-0,1	247,54	13,94	33,9585	-0,0297	-0,0380	-0,0083
12,75	-0,1	247,54	13,94	25,8873	-0,0130	0,2215	0,2345
23,7	-0,1	247,54	13,94	10,4145	0,0134	0,4640	0,4506
32,69	-0,1	247,54	13,94	-10,7840	0,0436	0,6304	0,5868
35,75	-0,1	247,54	13,94	-34,3011	0,0701	0,6783	0,6082
30,4	-0,1	247,54	13,94	-55,8846	0,0864	0,5923	0,5059
16,27	-0,1	247,54	13,94	-71,4902	0,0878	0,3887	0,3009

-4,8	-0,1	247,54	13,94	-78,1010	0,0734	0,1115	0,0381
-29,09	-0,1	247,54	13,94	-74,1814	0,0452	-0,1784	-0,2236
-51,8	-0,1	247,54	13,94	-59,9757	0,0083	-0,4174	-0,4257
-68,03	-0,1	247,54	13,94	-37,5122	-0,0304	-0,5555	-0,5251
-73,99	-0,1	247,54	13,94	-10,4344	-0,0635	-0,5677	-0,5042
-67,98	-0,1	247,54	13,94	16,6641	-0,0846	-0,4604	-0,3758
-50,98	-0,1	247,54	13,94	39,2090	-0,0901	-0,2686	-0,1785
-26,41	-0,1	247,54	13,94	53,8356	-0,0802	-0,0469	0,0333
0,73	-0,1	247,54	13,94	59,1744	-0,0584	0,1447	0,2031
25,15	-0,1	247,54	13,94	56,0180	-0,0308	0,1447	0,1755
42,51	-0,1	247,54	13,94	46,8120	-0,0042	0,1447	0,1489
50,31	-0,1	247,54	13,94	34,7996	0,0156	0,1447	0,1291
48,26	-0,1	247,54	13,94	23,1475	0,0252	0,1447	0,1195
38,24	-0,1	247,54	13,94	14,3439	0,0240	0,1447	0,1207
23,75	-0,1	247,54	13,94	9,7065	0,0141	0,1447	0,1306
9,09	-0,1	247,54	13,94	9,1362	0,0000	0,1447	0,1447
-1,72	-0,1	247,54	13,94	11,0746	-0,0127	0,1447	0,1574
-6,01	-0,1	247,54	13,94	12,8525	-0,0188	0,1447	0,1635
-3,23	-0,1	247,54	13,94	11,4520	-0,0146	0,1447	0,1593
4,95	-0,1	247,54	13,94	4,5795	0,0005	0,1447	0,1442
15,15	-0,1	247,54	13,94	-8,4764	0,0237	0,1447	0,1210
23,37	-0,1	247,54	13,94	-26,4170	0,0499	0,1447	0,0948
26,11	-0,1	247,54	13,94	-46,2514	0,0725	0,1447	0,0722
21,31	-0,1	247,54	13,94	-64,0501	0,0854	0,1447	0,0593
8,88	-0,1	247,54	13,94	-75,8470	0,0848	0,1447	0,0599
-9,28	-0,1	247,54	13,94	-78,4979	0,0693	0,1447	0,0754

-29,63	-0,1	247,54	13,94	-70,3012	0,0408	0,1447	0,1039
-47,75	-0,1	247,54	13,94	-51,4585	0,0038	0,1447	0,1409
-59,31	-0,1	247,54	13,94	-24,2041	-0,0350	0,1447	0,1797
-61,21	-0,1	247,54	13,94	7,3908	-0,0685	0,1447	0,2132
-52,41	-0,1	247,54	13,94	38,2094	-0,0905	0,1447	0,2352
-34,34	-0,1	247,54	13,94	63,1743	-0,0974	0,1447	0,2421
-10,52	-0,1	247,54	13,94	78,5027	-0,0889	0,1447	0,2336
14,28	-0,1	247,54	13,94	82,4891	-0,0681	0,1447	0,2128
35,22	-0,1	247,54	13,94	75,7379	-0,0404	0,1447	0,1851
48,48	-0,1	247,54	13,94	60,7809	-0,0122	0,1447	0,1569
52,05	-0,1	247,54	13,94	41,3441	0,0108	0,1447	0,1339
46,08	-0,1	247,54	13,94	21,4856	0,0247	0,1447	0,1200
32,75	-0,1	247,54	13,94	4,7372	0,0281	0,1447	0,1166
15,73	-0,1	247,54	13,94	-6,6214	0,0224	0,1447	0,1223
-0,63	-0,1	247,54	13,94	-11,9851	0,0114	0,1447	0,1333
-12,46	-0,1	247,54	13,94	-12,6237	0,0003	0,1447	0,1444
-17,29	-0,1	247,54	13,94	-11,2046	-0,0060	0,1447	0,1507
-14,73	-0,1	247,54	13,94	-10,9782	-0,0037	0,1447	0,1484
-6,48	-0,1	247,54	13,94	-14,6619	0,0083	0,1447	0,1364
4,19	-0,1	247,54	13,94	-23,5471	0,0278	0,1447	0,1169
13,47	-0,1	247,54	13,94	-36,9651	0,0505	0,1447	0,0942
17,96	-0,1	247,54	13,94	-52,5037	0,0706	0,1447	0,0741
15,64	-0,1	247,54	13,94	-66,4918	0,0822	0,1447	0,0625
6,33	-0,1	247,54	13,94	-74,9065	0,0813	0,1447	0,0634
-8,25	-0,1	247,54	13,94	-74,3266	0,0662	0,1447	0,0785
-24,8	-0,1	247,54	13,94	-62,7566	0,0380	0,1447	0,1067

-39,19	-0,1	247,54	13,94	-40,2690	0,0012	0,1447	0,1435
-47,48	-0,1	247,54	13,94	-9,2600	-0,0381	0,1447	0,1828
-46,97	-0,1	247,54	13,94	25,8323	-0,0727	0,1447	0,2174
-36,91	-0,1	247,54	13,94	59,4398	-0,0963	0,1447	0,2410
-18,86	-0,1	247,54	13,94	85,9809	-0,1048	0,1447	0,2495
3,72	-0,1	247,54	13,94	101,1738	-0,0974	0,1447	0,2421
26,24	-0,1	247,54	13,94	102,8905	-0,0766	0,1447	0,2213
44,1	-0,1	247,54	13,94	91,5670	-0,0474	0,1447	0,1921
53,71	-0,1	247,54	13,94	69,9647	-0,0162	0,1447	0,1609
53,32	-0,1	247,54	13,94	42,5318	0,0109	0,1447	0,1338
43,31	-0,1	247,54	13,94	14,3328	0,0291	0,1447	0,1156
26,15	-0,1	247,54	13,94	-9,9788	0,0362	0,1447	0,1085
5,81	-0,1	247,54	13,94	-27,1669	0,0331	0,1447	0,1116
-13,18	-0,1	247,54	13,94	-36,0736	0,0230	0,1447	0,1217
-26,8	-0,1	247,54	13,94	-37,7389	0,0110	0,1447	0,1337
-32,52	-0,1	247,54	13,94	-34,9660	0,0025	0,1447	0,1422
-29,87	-0,1	247,54	13,94	-31,3891	0,0016	0,1447	0,1431
-20,52	-0,1	247,54	13,94	-30,3844	0,0100	0,1447	0,1347
-7,73	-0,1	247,54	13,94	-34,0071	0,0264	0,1447	0,1183
4,54	-0,1	247,54	13,94	-42,3639	0,0470	0,1447	0,0977
12,63	-0,1	247,54	13,94	-53,5553	0,0663	0,1447	0,0784
14,17	-0,1	247,54	13,94	-64,0620	0,0783	0,1447	0,0664
8,66	-0,1	247,54	13,94	-69,6507	0,0784	0,1447	0,0663
-2,4	-0,1	247,54	13,94	-66,5029	0,0642	0,1447	0,0805
-15,89	-0,1	247,54	13,94	-52,3268	0,0365	0,1447	0,1082
-27,8	-0,1	247,54	13,94	-27,0897	-0,0006	0,1447	0,1453

-34,32	-0,1	247,54	13,94	6,6569	-0,0409	0,1447	0,1856
-32,79	-0,1	247,54	13,94	44,2017	-0,0769	0,1447	0,2216
-22,49	-0,1	247,54	13,94	79,5349	-0,1019	0,1447	0,2466
-4,91	-0,1	247,54	13,94	106,6006	-0,1114	0,1447	0,2561
16,53	-0,1	247,54	13,94	120,6008	-0,1040	0,1447	0,2487
37,23	-0,1	247,54	13,94	119,0310	-0,0817	0,1447	0,2264
52,54	-0,1	247,54	13,94	102,2981	-0,0497	0,1447	0,1944
58,84	-0,1	247,54	13,94	73,6044	-0,0147	0,1447	0,1594
54,41	-0,1	247,54	13,94	38,2180	0,0163	0,1447	0,1284
39,91	-0,1	247,54	13,94	2,3277	0,0377	0,1447	0,1070
18,18	-0,1	247,54	13,94	-28,4009	0,0467	0,1447	0,0980
-6,36	-0,1	247,54	13,94	-49,9744	0,0437	0,1447	0,1010
-28,74	-0,1	247,54	13,94	-60,8261	0,0322	0,1447	0,1125
-44,56	-0,1	247,54	13,94	-61,9277	0,0175	0,1447	0,1272
-51	-0,1	247,54	13,94	-56,3288	0,0054	0,1447	0,1393
-47,43	-0,1	247,54	13,94	-48,2017	0,0009	0,1447	0,1438
-35,55	-0,1	247,54	13,94	-41,6883	0,0062	0,1447	0,1385
-18,91	-0,1	247,54	13,94	-39,7062	0,0209	0,1447	0,1238
-2	-0,1	247,54	13,94	-43,0969	0,0412	0,1447	0,1035
10,92	-0,1	247,54	13,94	-50,3156	0,0613	0,1447	0,0834
16,92	-0,1	247,54	13,94	-57,8161	0,0748	0,1447	0,0699
15,11	-0,1	247,54	13,94	-61,0787	0,0763	0,1447	0,0684
6,83	-0,1	247,54	13,94	-55,9329	0,0629	0,1447	0,0818
-4,78	-0,1	247,54	13,94	-39,8545	0,0352	0,1447	0,1095
-15,59	-0,1	247,54	13,94	-12,7723	-0,0027	0,1447	0,1474
-21,59	-0,1	247,54	13,94	22,6649	-0,0442	0,1447	0,1889

-19,95	-0,1	247,54	13,94	61,4766	-0,0813	0,1447	0,2260
-9,76	-0,1	247,54	13,94	97,3258	-0,1070	0,1447	0,2517
7,52	-0,1	247,54	13,94	123,6952	-0,1161	0,1447	0,2608
28,36	-0,1	247,54	13,94	135,3793	-0,1069	0,1447	0,2516
47,87	-0,1	247,54	13,94	129,6568	-0,0817	0,1447	0,2264
61,07	-0,1	247,54	13,94	107,1116	-0,0460	0,1447	0,1907
64,1	-0,1	247,54	13,94	71,5253	-0,0073	0,1447	0,1520
55,31	-0,1	247,54	13,94	29,0948	0,0263	0,1447	0,1184
35,68	-0,1	247,54	13,94	-13,0519	0,0488	0,1447	0,0959
8,61	-0,1	247,54	13,94	-48,4639	0,0572	0,1447	0,0875
-20,8	-0,1	247,54	13,94	-72,6298	0,0519	0,1447	0,0928
-46,93	-0,1	247,54	13,94	-83,7813	0,0369	0,1447	0,1078
-64,81	-0,1	247,54	13,94	-82,9479	0,0182	0,1447	0,1265
-71,25	-0,1	247,54	13,94	-73,5305	0,0024	0,1447	0,1423
-65,53	-0,1	247,54	13,94	-60,3145	-0,0051	0,1447	0,1498
-49,62	-0,1	247,54	13,94	-48,2282	-0,0013	0,1447	0,1460
-27,7	-0,1	247,54	13,94	-40,9664	0,0134	0,1447	0,1313
-5,12	-0,1	247,54	13,94	-39,9257	0,0349	0,1447	0,1098
13,03	-0,1	247,54	13,94	-43,7374	0,0569	0,1447	0,0878
23,2	-0,1	247,54	13,94	-48,7350	0,0720	0,1447	0,0727
24,24	-0,1	247,54	13,94	-50,1168	0,0744	0,1447	0,0703
17,51	-0,1	247,54	13,94	-43,5104	0,0611	0,1447	0,0836
6,44	-0,1	247,54	13,94	-26,2678	0,0328	0,1447	0,1119
-4,47	-0,1	247,54	13,94	1,6599	-0,0060	0,1447	0,1507
-10,79	-0,1	247,54	13,94	37,5528	-0,0483	0,1447	0,1930
-9,32	-0,1	247,54	13,94	76,3006	-0,0855	0,1447	0,2302

0,99	-0,1	247,54	13,94	111,2880	-0,1102	0,1447	0,2549
18,6	-0,1	247,54	13,94	135,7121	-0,1170	0,1447	0,2617
39,57	-0,1	247,54	13,94	144,1152	-0,1045	0,1447	0,2492
58,45	-0,1	247,54	13,94	133,7990	-0,0753	0,1447	0,2200
69,73	-0,1	247,54	13,94	105,7087	-0,0359	0,1447	0,1806
69,3	-0,1	247,54	13,94	64,2921	0,0051	0,1447	0,1396
55,66	-0,1	247,54	13,94	16,5225	0,0392	0,1447	0,1055
30,31	-0,1	247,54	13,94	-29,8024	0,0602	0,1447	0,0845
-2,58	-0,1	247,54	13,94	-67,7763	0,0653	0,1447	0,0794
-37,06	-0,1	247,54	13,94	-92,6657	0,0557	0,1447	0,0890
-66,7	-0,1	247,54	13,94	-102,6611	0,0361	0,1447	0,1086
-85,91	-0,1	247,54	13,94	-98,9537	0,0131	0,1447	0,1316
-91,18	-0,1	247,54	13,94	-85,3151	-0,0058	0,1447	0,1505
-81,93	-0,1	247,54	13,94	-67,1357	-0,0147	0,1447	0,1594
-60,73	-0,1	247,54	13,94	-50,0286	-0,0106	0,1447	0,1553
-32,73	-0,1	247,54	13,94	-38,2813	0,0056	0,1447	0,1391
-4,33	-0,1	247,54	13,94	-33,5955	0,0294	0,1447	0,1153
18,51	-0,1	247,54	13,94	-34,6342	0,0532	0,1447	0,0915
31,77	-0,1	247,54	13,94	-37,5956	0,0695	0,1447	0,0752
34,24	-0,1	247,54	13,94	-37,5733	0,0719	0,1447	0,0728
27,61	-0,1	247,54	13,94	-30,1355	0,0578	0,1447	0,0869
15,83	-0,1	247,54	13,94	-12,6524	0,0286	0,1447	0,1161
4	-0,1	247,54	13,94	14,9195	-0,0108	0,1447	0,1555
-2,92	-0,1	247,54	13,94	49,8594	-0,0527	0,1447	0,1974
-1,37	-0,1	247,54	13,94	87,0485	-0,0883	0,1447	0,2330
9,74	-0,1	247,54	13,94	119,7994	-0,1100	0,1447	0,2547

28,48	-0,1	247,54	13,94	141,1788	-0,1126	0,1447	0,2573
50,24	-0,1	247,54	13,94	145,7467	-0,0954	0,1447	0,2401
68,79	-0,1	247,54	13,94	131,0340	-0,0622	0,1447	0,2069
78,06	-0,1	247,54	13,94	98,4656	-0,0203	0,1447	0,1650
73,82	-0,1	247,54	13,94	53,0775	0,0208	0,1447	0,1239
54,91	-0,1	247,54	13,94	2,3167	0,0527	0,1447	0,0920
23,57	-0,1	247,54	13,94	-45,7290	0,0694	0,1447	0,0753
-15,1	-0,1	247,54	13,94	-84,0646	0,0691	0,1447	0,0756
-54,19	-0,1	247,54	13,94	-107,9717	0,0539	0,1447	0,0908
-86,43	-0,1	247,54	13,94	-115,7115	0,0294	0,1447	0,1153
-105,7	-0,1	247,54	13,94	-108,6723	0,0031	0,1447	0,1416
-108,41	-0,1	247,54	13,94	-90,9848	-0,0173	0,1447	0,1620
-94,42	-0,1	247,54	13,94	-68,5137	-0,0258	0,1447	0,1705
-67,24	-0,1	247,54	13,94	-47,3653	-0,0198	0,1447	0,1645
-33,19	-0,1	247,54	13,94	-32,1478	-0,0010	0,1447	0,1457
0,25	-0,1	247,54	13,94	-24,6654	0,0250	0,1447	0,1197
26,42	-0,1	247,54	13,94	-23,5474	0,0501	0,1447	0,0946
41,09	-0,1	247,54	13,94	-24,9899	0,0662	0,1447	0,0785
43,32	-0,1	247,54	13,94	-24,1633	0,0676	0,1447	0,0771
35,4	-0,1	247,54	13,94	-16,7481	0,0522	0,1447	0,0925
21,97	-0,1	247,54	13,94	-0,2172	0,0223	0,1447	0,1224
8,84	-0,1	247,54	13,94	25,5354	-0,0166	0,1447	0,1613
1,54	-0,1	247,54	13,94	57,9753	-0,0563	0,1447	0,2010
3,82	-0,1	247,54	13,94	92,1209	-0,0882	0,1447	0,2329
16,53	-0,1	247,54	13,94	121,3935	-0,1048	0,1447	0,2495
37,1	-0,1	247,54	13,94	139,0133	-0,1018	0,1447	0,2465

59,99	-0,1	247,54	13,94	139,7584	-0,0797	0,1447	0,2244
78,19	-0,1	247,54	13,94	121,5972	-0,0433	0,1447	0,1880
85,16	-0,1	247,54	13,94	86,3699	-0,0011	0,1447	0,1458
76,8	-0,1	247,54	13,94	39,4713	0,0374	0,1447	0,1073
52,52	-0,1	247,54	13,94	-11,5844	0,0642	0,1447	0,0805
15,45	-0,1	247,54	13,94	-58,8535	0,0744	0,1447	0,0703
-28,26	-0,1	247,54	13,94	-95,5181	0,0673	0,1447	0,0774
-70,78	-0,1	247,54	13,94	-117,0618	0,0464	0,1447	0,0983
-104,13	-0,1	247,54	13,94	-121,8771	0,0178	0,1447	0,1269
-121,89	-0,1	247,54	13,94	-111,5210	-0,0103	0,1447	0,1550
-120,69	-0,1	247,54	13,94	-90,3639	-0,0302	0,1447	0,1749
-101,2	-0,1	247,54	13,94	-64,5928	-0,0365	0,1447	0,1812
-68,1	-0,1	247,54	13,94	-40,5466	-0,0275	0,1447	0,1722
-28,91	-0,1	247,54	13,94	-22,9004	-0,0059	0,1447	0,1506
7,97	-0,1	247,54	13,94	-13,4506	0,0215	0,1447	0,1232
35,51	-0,1	247,54	13,94	-10,8356	0,0464	0,1447	0,0983
49,64	-0,1	247,54	13,94	-11,4230	0,0612	0,1447	0,0835
50,01	-0,1	247,54	13,94	-10,6438	0,0607	0,1447	0,0840
39,66	-0,1	247,54	13,94	-4,4475	0,0442	0,1447	0,1005
24,08	-0,1	247,54	13,94	9,6889	0,0145	0,1447	0,1302
9,76	-0,1	247,54	13,94	32,0550	-0,0222	0,1447	0,1669
2,63	-0,1	247,54	13,94	60,4481	-0,0577	0,1447	0,2024
6,39	-0,1	247,54	13,94	90,2266	-0,0837	0,1447	0,2284
21,37	-0,1	247,54	13,94	115,1557	-0,0937	0,1447	0,2384
44,09	-0,1	247,54	13,94	128,8093	-0,0846	0,1447	0,2293
68,07	-0,1	247,54	13,94	126,4324	-0,0583	0,1447	0,2030

85,57	-0,1	247,54	13,94	106,3972	-0,0207	0,1447	0,1654
89,93	-0,1	247,54	13,94	70,8750	0,0191	0,1447	0,1256
77,37	-0,1	247,54	13,94	25,1686	0,0523	0,1447	0,0924
48,12	-0,1	247,54	13,94	-23,5156	0,0717	0,1447	0,0730
6,28	-0,1	247,54	13,94	-67,7263	0,0741	0,1447	0,0706
-41,04	-0,1	247,54	13,94	-101,0743	0,0601	0,1447	0,0846
-85,19	-0,1	247,54	13,94	-119,2661	0,0342	0,1447	0,1105
-117,77	-0,1	247,54	13,94	-120,8521	0,0032	0,1447	0,1415
-132,38	-0,1	247,54	13,94	-107,4758	-0,0248	0,1447	0,1695
-126,27	-0,1	247,54	13,94	-83,6533	-0,0425	0,1447	0,1872
-101,19	-0,1	247,54	13,94	-55,6793	-0,0454	0,1447	0,1901
-63,04	-0,1	247,54	13,94	-29,8548	-0,0331	0,1447	0,1778
-20,4	-0,1	247,54	13,94	-10,7670	-0,0095	0,1447	0,1542
17,79	-0,1	247,54	13,94	-0,1473	0,0180	0,1447	0,1267
44,52	-0,1	247,54	13,94	3,2058	0,0414	0,1447	0,1033
56,24	-0,1	247,54	13,94	2,5683	0,0538	0,1447	0,0909
53,4	-0,1	247,54	13,94	2,1001	0,0514	0,1447	0,0933
39,94	-0,1	247,54	13,94	5,6422	0,0344	0,1447	0,1103
22,14	-0,1	247,54	13,94	15,8016	0,0064	0,1447	0,1383
7,05	-0,1	247,54	13,94	33,2445	-0,0261	0,1447	0,1708
0,72	-0,1	247,54	13,94	56,2387	-0,0554	0,1447	0,2001
6,55	-0,1	247,54	13,94	80,7073	-0,0741	0,1447	0,2188
24,07	-0,1	247,54	13,94	100,9277	-0,0768	0,1447	0,2215
48,8	-0,1	247,54	13,94	111,0214	-0,0621	0,1447	0,2068
73,41	-0,1	247,54	13,94	106,7723	-0,0333	0,1447	0,1780
89,75	-0,1	247,54	13,94	86,9085	0,0029	0,1447	0,1418

91,3	-0,1	247,54	13,94	53,5809	0,0378	0,1447	0,1069
74,91	-0,1	247,54	13,94	11,6672	0,0633	0,1447	0,0814
41,7	-0,1	247,54	13,94	-32,3281	0,0741	0,1447	0,0706
-3,29	-0,1	247,54	13,94	-71,6560	0,0685	0,1447	0,0762
-52,16	-0,1	247,54	13,94	-100,4394	0,0484	0,1447	0,0963
-95,76	-0,1	247,54	13,94	-114,6544	0,0190	0,1447	0,1257
-125,59	-0,1	247,54	13,94	-112,9408	-0,0126	0,1447	0,1573
-135,7	-0,1	247,54	13,94	-97,0038	-0,0386	0,1447	0,1833
-124,27	-0,1	247,54	13,94	-71,3635	-0,0528	0,1447	0,1975
-94,22	-0,1	247,54	13,94	-42,1829	-0,0519	0,1447	0,1966
-52,59	-0,1	247,54	13,94	-15,5761	-0,0369	0,1447	0,1816
-8,65	-0,1	247,54	13,94	4,0713	-0,0126	0,1447	0,1573
28,53	-0,1	247,54	13,94	14,9973	0,0136	0,1447	0,1311
52,39	-0,1	247,54	13,94	18,1139	0,0344	0,1447	0,1103
60,19	-0,1	247,54	13,94	16,2313	0,0440	0,1447	0,1007
53,29	-0,1	247,54	13,94	13,0885	0,0403	0,1447	0,1044
36,5	-0,1	247,54	13,94	12,4298	0,0242	0,1447	0,1205
16,75	-0,1	247,54	13,94	17,1214	-0,0003	0,1447	0,1450
1,42	-0,1	247,54	13,94	28,3754	-0,0269	0,1447	0,1716
-3,6	-0,1	247,54	13,94	45,0759	-0,0486	0,1447	0,1933
4,49	-0,1	247,54	13,94	63,8089	-0,0592	0,1447	0,2039
24,28	-0,1	247,54	13,94	79,4961	-0,0551	0,1447	0,1998
50,42	-0,1	247,54	13,94	86,9601	-0,0365	0,1447	0,1812
74,95	-0,1	247,54	13,94	82,4462	-0,0074	0,1447	0,1521
89,7	-0,1	247,54	13,94	64,8693	0,0249	0,1447	0,1198
88,58	-0,1	247,54	13,94	36,0148	0,0527	0,1447	0,0920

69,25	-0,1	247,54	13,94	0,0286	0,0693	0,1447	0,0754
33,69	-0,1	247,54	13,94	-37,5159	0,0713	0,1447	0,0734
-12,3	-0,1	247,54	13,94	-70,6587	0,0584	0,1447	0,0863
-60,33	-0,1	247,54	13,94	-94,0428	0,0338	0,1447	0,1109
-101,13	-0,1	247,54	13,94	-103,9056	0,0029	0,1447	0,1418
-126,5	-0,1	247,54	13,94	-98,9584	-0,0275	0,1447	0,1722
-131,29	-0,1	247,54	13,94	-80,9173	-0,0503	0,1447	0,1950
-114,78	-0,1	247,54	13,94	-54,1710	-0,0605	0,1447	0,2052
-81,05	-0,1	247,54	13,94	-24,6435	-0,0563	0,1447	0,2010
-37,94	-0,1	247,54	13,94	1,8863	-0,0397	0,1447	0,1844
5	-0,1	247,54	13,94	21,1946	-0,0161	0,1447	0,1608
39,06	-0,1	247,54	13,94	31,4337	0,0077	0,1447	0,1370
58,44	-0,1	247,54	13,94	33,1130	0,0254	0,1447	0,1193
61,35	-0,1	247,54	13,94	28,5660	0,0329	0,1447	0,1118
50,08	-0,1	247,54	13,94	21,2672	0,0289	0,1447	0,1158
30,15	-0,1	247,54	13,94	15,0297	0,0152	0,1447	0,1295
8,92	-0,1	247,54	13,94	13,1534	-0,0041	0,1447	0,1488
-6,22	-0,1	247,54	13,94	17,4610	-0,0236	0,1447	0,1683
-9,77	-0,1	247,54	13,94	27,5558	-0,0372	0,1447	0,1819
0,25	-0,1	247,54	13,94	40,6924	-0,0404	0,1447	0,1851
21,59	-0,1	247,54	13,94	52,5663	-0,0309	0,1447	0,1756
48,18	-0,1	247,54	13,94	58,6076	-0,0103	0,1447	0,1550
71,9	-0,1	247,54	13,94	55,4954	0,0165	0,1447	0,1282
84,87	-0,1	247,54	13,94	42,0363	0,0429	0,1447	0,1018
81,68	-0,1	247,54	13,94	19,4052	0,0624	0,1447	0,0823
60,8	-0,1	247,54	13,94	-9,1998	0,0701	0,1447	0,0746

24,94	-0,1	247,54	13,94	-39,1695	0,0642	0,1447	0,0805
-19,66	-0,1	247,54	13,94	-65,3351	0,0458	0,1447	0,0989
-64,48	-0,1	247,54	13,94	-82,8138	0,0184	0,1447	0,1263
-100,49	-0,1	247,54	13,94	-88,0661	-0,0123	0,1447	0,1570
-120,23	-0,1	247,54	13,94	-79,9674	-0,0402	0,1447	0,1849
-119,56	-0,1	247,54	13,94	-60,1985	-0,0593	0,1447	0,2040
-98,89	-0,1	247,54	13,94	-32,9545	-0,0658	0,1447	0,2105
-63,2	-0,1	247,54	13,94	-3,8072	-0,0593	0,1447	0,2040
-20,74	-0,1	247,54	13,94	21,8021	-0,0425	0,1447	0,1872
19,16	-0,1	247,54	13,94	39,8025	-0,0206	0,1447	0,1653
48,51	-0,1	247,54	13,94	48,1924	0,0004	0,1447	0,1443
62,44	-0,1	247,54	13,94	47,0749	0,0155	0,1447	0,1292
60,14	-0,1	247,54	13,94	38,4646	0,0218	0,1447	0,1229
44,66	-0,1	247,54	13,94	25,7422	0,0190	0,1447	0,1257
22,05	-0,1	247,54	13,94	13,0183	0,0091	0,1447	0,1356
-0,21	-0,1	247,54	13,94	4,0811	-0,0042	0,1447	0,1489
-14,98	-0,1	247,54	13,94	1,3758	-0,0163	0,1447	0,1610
-17,38	-0,1	247,54	13,94	5,1533	-0,0224	0,1447	0,1671
-6,2	-0,1	247,54	13,94	13,3860	-0,0195	0,1447	0,1642
15,6	-0,1	247,54	13,94	22,4538	-0,0068	0,1447	0,1515
41,66	-0,1	247,54	13,94	28,3814	0,0134	0,1447	0,1313
64,02	-0,1	247,54	13,94	28,0381	0,0361	0,1447	0,1086
75,4	-0,1	247,54	13,94	19,9435	0,0555	0,1447	0,0892
71,18	-0,1	247,54	13,94	4,5413	0,0667	0,1447	0,0780
50,52	-0,1	247,54	13,94	-15,9442	0,0666	0,1447	0,0781
16,55	-0,1	247,54	13,94	-37,8342	0,0545	0,1447	0,0902

-24,35	-0,1	247,54	13,94	-56,6119	0,0324	0,1447	0,1123
-63,92	-0,1	247,54	13,94	-67,8550	0,0040	0,1447	0,1407
-93,8	-0,1	247,54	13,94	-68,3683	-0,0253	0,1447	0,1700
-107,47	-0,1	247,54	13,94	-57,1940	-0,0502	0,1447	0,1949
-101,89	-0,1	247,54	13,94	-36,0097	-0,0658	0,1447	0,2105
-78,47	-0,1	247,54	13,94	-8,8168	-0,0696	0,1447	0,2143
-42,69	-0,1	247,54	13,94	19,2302	-0,0618	0,1447	0,2065
-2,75	-0,1	247,54	13,94	43,0254	-0,0457	0,1447	0,1904
32,61	-0,1	247,54	13,94	58,6050	-0,0259	0,1447	0,1706
56,34	-0,1	247,54	13,94	63,8435	-0,0074	0,1447	0,1521
64,56	-0,1	247,54	13,94	58,6132	0,0060	0,1447	0,1387
57,28	-0,1	247,54	13,94	44,8056	0,0126	0,1447	0,1321
38,12	-0,1	247,54	13,94	25,9546	0,0123	0,1447	0,1324
13,35	-0,1	247,54	13,94	6,5285	0,0069	0,1447	0,1378
-9,67	-0,1	247,54	13,94	-9,2029	-0,0004	0,1447	0,1451
-24,25	-0,1	247,54	13,94	-18,2824	-0,0059	0,1447	0,1506
-26,18	-0,1	247,54	13,94	-19,9183	-0,0062	0,1447	0,1509
-14,91	-0,1	247,54	13,94	-15,5378	0,0007	0,1447	0,1440
6,22	-0,1	247,54	13,94	-8,1538	0,0145	0,1447	0,1302
30,94	-0,1	247,54	13,94	-1,2880	0,0323	0,1447	0,1124
51,79	-0,1	247,54	13,94	1,9861	0,0499	0,1447	0,0948
62,23	-0,1	247,54	13,94	-0,2024	0,0625	0,1447	0,0822
58,34	-0,1	247,54	13,94	-8,1478	0,0666	0,1447	0,0781
39,76	-0,1	247,54	13,94	-20,4489	0,0603	0,1447	0,0844
9,74	-0,1	247,54	13,94	-34,1781	0,0440	0,1447	0,1007
-25,6	-0,1	247,54	13,94	-45,4381	0,0199	0,1447	0,1248

-58,6	-0,1	247,54	13,94	-50,3114	-0,0082	0,1447	0,1529
-81,8	-0,1	247,54	13,94	-46,0304	-0,0357	0,1447	0,1804
-89,74	-0,1	247,54	13,94	-31,9157	-0,0577	0,1447	0,2024
-80,4	-0,1	247,54	13,94	-9,7026	-0,0706	0,1447	0,2153
-55,83	-0,1	247,54	13,94	16,8600	-0,0726	0,1447	0,2173
-21,64	-0,1	247,54	13,94	42,9898	-0,0645	0,1447	0,2092
14,41	-0,1	247,54	13,94	63,9141	-0,0494	0,1447	0,1941
44,46	-0,1	247,54	13,94	75,8674	-0,0313	0,1447	0,1760
62,4	-0,1	247,54	13,94	76,6995	-0,0142	0,1447	0,1589
65,25	-0,1	247,54	13,94	66,3242	-0,0010	0,1447	0,1457
53,62	-0,1	247,54	13,94	46,7583	0,0070	0,1447	0,1377
31,43	-0,1	247,54	13,94	21,8183	0,0097	0,1447	0,1350
4,93	-0,1	247,54	13,94	-3,6852	0,0087	0,1447	0,1360
-18,82	-0,1	247,54	13,94	-25,1440	0,0064	0,1447	0,1383
-33,71	-0,1	247,54	13,94	-39,3384	0,0057	0,1447	0,1390
-36,09	-0,1	247,54	13,94	-45,0864	0,0091	0,1447	0,1356
-25,82	-0,1	247,54	13,94	-43,3597	0,0176	0,1447	0,1271
-6,23	-0,1	247,54	13,94	-36,6600	0,0305	0,1447	0,1142
16,78	-0,1	247,54	13,94	-28,2282	0,0451	0,1447	0,0996
36,46	-0,1	247,54	13,94	-21,1239	0,0577	0,1447	0,0870
46,97	-0,1	247,54	13,94	-17,5855	0,0646	0,1447	0,0801
44,91	-0,1	247,54	13,94	-18,4637	0,0635	0,1447	0,0812
30,08	-0,1	247,54	13,94	-22,9878	0,0532	0,1447	0,0915
5,54	-0,1	247,54	13,94	-28,8165	0,0344	0,1447	0,1103

DOKUMENTASI LAPANGAN







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 : Ismail Ramelan Muhammad Sofyan / Sartika

Nim : 105811119018/1058111109218

Program Studi : Teknik Pengairan

Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Ambang Batas
1	Bab 1	8 %	10 %
2	Bab 2	24 %	25 %
3	Bab 3	10%	10 %
4	Bab 4	10 %	10 %
5	Bab 5	5 %	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, 05 Februari 2024

Mengetahui

Kepala UPT- Perpustakaan dan Penerbitan,



Ismail Ramelan Muhammad
Sofyan/Sartika
105811119018/105811109218



Submission date: 06-Nov-2023 08:22AM (UTC+0700)

Submission ID: 2218509703

File name: revisi_bab_1_1.docx (99.7K)

Word count: 1579

Character count: 12786

ORIGINALITY REPORT

8%

SIMILARITY INDEX

11%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

6%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

Submitted to Ateneo de Manila University
Student Paper

3%

2

alyuhian.blogspot.com
Internet Source

2%

3

repository.unbari.ac.id
Internet Source

2%

4

digilib.isi.ac.id
Internet Source

2%

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 2%



Ismail Ramelan Muhammad
Sofyan/Sartika
105811119018/105811109218



Submission date: 06-Nov-2023 08:23AM (UTC+0700)

Submission ID: 2218511435

File name: revisi_bab_2_1.docx (2.06M)

Word count: 4011

Character count: 25150

ORIGINALITY REPORT

24%
SIMILARITY INDEX

24%
INTERNET SOURCES

6%
PUBLICATIONS

14%
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repository.umi.ac.id Internet Source	20%
2	kartikaputrikl17.wordpress.com Internet Source	2%
3	www.sarjanasipil.my.id Internet Source	2%

Exclude quotes

0%

Exclude matches

0.2%

Exclude bibliography

0%



Ismail Ramelan Muhammad
Sofyan/Sartika
105811119018/105811109218



BAB III

by Tahap Tutup

Submission date: 06-Nov-2023 08:24AM (UTC+0700)

Submission ID: 2218512954

File name: revisi_bab_3_1.docx (2.89M)

Word count: 295

Character count: 1837

ORIGINALITY REPORT

10%

SIMILARITY INDEX

10%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

media.neliti.com

Internet Source

3%

2

conference.binadarma.ac.id

Internet Source

2%

3

nanopdf.com

Internet Source

2%

4

digilib.uinsby.ac.id

Internet Source

2%

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 2%



Ismail Ramelan Muhammad
Sofyan/Sartika
105811119018/105811109218



Submission date: 06-Nov-2023 08:26AM (UTC+0700)

Submission ID: 2218516167

File name: revisi_bab_4_1.docx (3.76M)

Word count: 4417

Character count: 23143

Ismail Ramelan Muhammad Sofyan/Sartika
105811119018/105811109218 BAB IV

ORIGINALITY REPORT

10%

SIMILARITY INDEX

10%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

2%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1 digilibadmin.unismuh.ac.id
Internet Source

10%

Exclude quotes

On

Exclude matches

Exclude bibliography

On



Ismail Ramelan Muhammad
Sofyan/Sartika
105811119018/105811109218

BAB V

by Tahap Tutup

Submission date: 03-Nov-2023 11:43AM (UTC+0700)

Submission ID: 2215997307

File name: bab_5_-_2023-11-03T124054.031.docx (26.91K)

Word count: 142

Character count: 874

Ismail Ramelan Muhammad Sofyan/Sartika
105811119018/105811109218 BAB V

ORIGINALITY REPORT

5%

SIMILARITY INDEX

5%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

MATCHED SOURCE

1

repository.ummetro.ac.id

Internet Source

5%

5%

★ repository.ummetro.ac.id

Internet Source



Exclude quotes

On

Exclude matches

< 2%

Exclude bibliography

On