

SKRIPSI

PROSES ABRASI AKIBAT KARAKTERISTIK GELOMBANG

DI PANTAI UJUNG BATU KABUPATEN BARRU



ANDI MAPPATOBA

105811119719

MUH FAJAR

105811120919

PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2024

**PROSES ABRASI AKIBAT KARAKTERISTIK GELOMBANG
DI PANTAI UJUNG BATU KABUPATEN BARRU**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Memperoleh

Gelar Sarjana Teknik Pengairan Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Makassar

Disusun Dan Diajukan Oleh :

ANDI MAPPATOBA
105811119719

MUH FAJAR
105811120919

PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2024



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 : PROSES ABRASI AKIBAT KARAKTERISTIK GELOMBANG DI PANTAI UJUNG BATU KABUPATEN BARRU

Nama . : 1. ANDI MAPPATOBA
2. MUH FAJAR

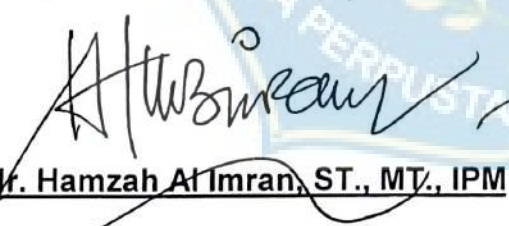
Stambuk : 1. 105 81 11197 19
2. 105 81 11209 19

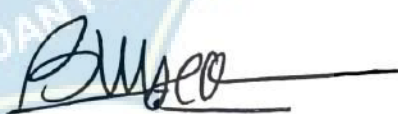
Makassar, 30 Mei 2024

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. Aguslim, ST., MT

NBM : 947 993



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama Andi Mappatoba dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 11197 19 dan Muh Fajar dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 11209 19, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0004/SK-Y/22202/091004/2024, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 25 Mei 2024.

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

Makassar, 22 Dzulqaidah 1445 H
30 Mei 2024 M

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. Marupah, SP., MP

b. Sekretaris : Fausiah Latif, ST., MT

3. Anggota

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

2. Kasmawati, ST., MT.

3. Indriyanti, ST., MT

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. Nurhawayti, ST., MT., IPM
NBM : 795 108

PROSES ABRASI AKIBAT KARAKTERISTIK GELOMBANG DI PANTAI UJUNG BATU KAUPATEN BARRU

Andi Mappatoba¹, Muh Fajar², Hamzah Al Imran³, Andi Makbul Syamsuri⁴

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

Email: jurnal.ajup@ardenjaya.com

ABSTRAK

Abrasi di daerah Pantai Ujung Batu sudah meresahkan masyarakat seperti hilangnya lahan perkebunan kelapa dan halaman rumah masyarakat. Abrasi yang terjadi di Pantai Ujung Batu disebabkan oleh faktor gelombang, laju kecepatan abrasi juga sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik pantai dan lingkungannya. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui karakteristik gelombang yang mempengaruhi abrasi dan pemodelan perubahan garis pantai hasil abrasi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode deskriptik analitik untuk mendeskripsikan subjek penelitian dengan data yang dikumpulkan, mengelola data pasang surut menggunakan metode admiralty, dan melakukan pemodelan perubahan garis pantai menggunakan Google Earth dan ArcGIS dengan perangkat lunak Digital Shoreline Analysis System (DSAS). Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini adalah proses abrasi yang terjadi di Pantai Ujung Batu disebabkan oleh refraksi gelombang yang terjadi akibat perubahan kedalaman air saat mendekati pantai. Refraksi gelombang memfokuskan energi pada bagian tertentu khususnya Pantai Ujung Batu yang termasuk jenis pantai berpasir (Sandy Beach) sehingga mempercepat proses abrasi. Proses abrasi juga dipengaruhi oleh pasang surut campuran condong harian ganda yang mengalami dua kali pasang dan dua kali surut dalam satu hari. Serta, perubahan garis pantai dengan panjang ± 840 m, dalam jangka waktu 2013-2020 didapatkan luas abrasi 256.87 m^2 .

Kata Kunci: Abrasi, ArcGIS, Gelombang, Pasang Surut

ABSTRACT

Abrasion in the Ujung Batu Beach area has disturbed the community, such as the loss of coconut plantation land and people's home gardens. The abrasion that occurs at Ujung Batu Beach is caused by wave factors, the rate of abrasion speed is also greatly influenced by the physical condition of the beach and its environment. The aim of this research is to determine the characteristics of waves that influence abrasion and modeling changes in coastlines resulting from abrasion. The method used in this research is the analytical descriptive method to describe the research subject with the data collected, managing tidal data using the admiralty method, and modeling coastline changes using Google Earth and ArcGIS with Digital Shoreline Analysis System (DSAS) software. The results obtained in this research are that the abrasion process that occurs at Ujung Batu Beach is caused by wave refraction that occurs due to changes in water depth when approaching the beach.

Wave refraction focuses energy on certain parts, especially Ujung Batu Beach, which is a sandy beach, thereby speeding up the abrasion process. The abrasion process is also influenced by double daily mixed tides which experience two highs and two lows in one day. Also, changes to the coastline with a length of ± 840 m, in the 2013-2020 period, resulted in an abrasion area of 256.87 m².

Keywords: Abrasion, ArcGIS, Wave, Tidal



KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nyalah sehingga dapat menyusun tugas akhir yang berjudul “PROSES ABRASI AKIBAT KARAKTERISTIK GELOMBANG DI PANTAI UJUNG BATU KABUPATEN BARRU”.

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, S.T., M.T., IPM. Sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak M. Agusalm, S.T., M.T. Sebagai Ketua Prodi Teknik Sipil Pengairan dan Ibu Kasmawati S.T., M.T. Sebagai Sekretaris Prodi Teknik Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

4. Bapak Dr. Ir. Hamzah Al Imran, S.T., M.T., IPM. Sebagai pembimbing I dan Bapak Dr. Ir. Andi Makbul Syamsuri, S.T., M.T., IPM. Sebagai pembimbing II yang banyak meluangkan waktunya dalam membimbing kami.
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 Jurusan Pengairan, KOORDINAT 2019 khususnya kelas F yang telah berjuang bersama dan selalu memberikan do'a 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 diatas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT. dan penelitian sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan-rekan, masyarakat serta bangsa dan negara, Aamiin. ***“Billahi Fii Sabilil Haq Fastabikul Khaerat”***.

Makassar, Mei 2024

Tim Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR PERSAMAAN.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	3
E. Batasan Masalah.....	5
F. Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Pantai.....	7

1. Pengertian Pantai.....	7
2. Manfaat Pantai.....	7
3. Jenis-Jenis Pantai.....	8
B. Abrasi	9
1. Pengertian Abrasi	9
2. Faktor Penyebab Abrasi	10
3. Dampak Abrasi.....	13
C. Karakteristik Gelombang	13
1. Koefisien Pemantulan (Refleksi)	14
2. Koefisien Pembiasan (Refraksi).....	15
3. Koefisien Pelenturan (Difraksi)	16
D. Angin.....	17
1. Distribusi Kecepatan Angin	18
2. Pembangkitan Gelombang Oleh Angin.....	18
3. Kecepatan Angin	18
4. Peramalan Gelombang	19
5. Arus	22
E. Pasang Surut	23
1. Tipe Pasang Surut.....	24
2. Metode Admiralty	25

F.	WRPLOT View (<i>Wind Rose Plats for Meterogical Data</i>)	30
1.	Mawar Angin (<i>Wind Rose</i>)	31
2.	Mawar Gelombang (<i>Wave Rose</i>)	31
G.	ArcGIS	32
1.	Pengertian ArcGIS.....	32
2.	Fungsi ArcGIS.....	32
3.	Komponen ArcGIS.....	34
4.	Fitur ArcGIS.....	34
5.	Jenis-Jenis ArcGIS	35
6.	Kelebihan ArcGIS	36
BAB III METODE PENELITIAN.....		38
A.	Lokasi Penelitian	38
B.	Jenis Penelitian dan Sumber Data	38
C.	Alat dan Bahan	39
D.	Teknik Pengambilan Data	39
1.	Tahap Penentuan Lokasi Penelitian.....	40
2.	Tahap Pengambilan Data Pendukung.....	40
E.	WRPLOT View	40
1.	Tahap Persiapan.....	40

2. Membuat Mawar Angin (<i>Wind Rose</i>) dan Mawar Gelombang (<i>Wave Rose</i>).....	41
F. Google Earth Pro	44
1. Tahap Persiapan.....	44
2. Membuat Garis Perubahan Garis Pantai	44
G. ArcGIS	47
H. Diagram Alir Penelitian.....	54
BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL	55
A. Data Angin.....	55
B. Fetch.....	58
C. Analisa Data Gelombang	60
1. Mawar gelombang.....	63
D. Pasang Surut.....	64
1. Skema-I	64
2. Skema-II.....	66
3. Skema-III.....	68
4. Skema-IV	70
5. Skema-V, VI dan VII.....	71
E. Proses Abrasi Pantai	76
F. Pemodelan Perubahan Garis Pantai Pada Aplikasi ArcGIS	78

1. Garis pantai yang telah di digitasi pada <i>Google Earth Pro</i> Tahun 2013, 2018, 2020	78
2. Tampak garis pantai Ujung Batu yang telah di <i>export</i> ke ArcGIS	80
3. Membuat <i>Baseline</i> dan <i>Shoreline</i> dengan menggunakan pembagian zona UTM wilayah Indonesia.	81
4. Pembuatan <i>transect</i> (patok).....	83
5. Tabel analisis pada ArcGIS	84
6. Hasil analisis dari pemodelan perubahan garis pantai	85
BAB V PENUTUP	87
A. Kesimpulan.....	87
B. Saran.....	87
DAFTAR PUSTAKA	89
LAMPIRAN.....	91
DOKUMENTASI.....	109

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 : Refraksi gelombang	16
Gambar 2 : Difraksi gelombang dibelakang rintangan	17
Gambar 3 : Faktor koreksi angin terhadap stabilitas, B. Triadmojo (1999).....	21
Gambar 4 : Tampilan WRPLOT View	30
Gambar 5 : Tampilan ArcGIS.....	37
Gambar 6 : Lokasi penelitian (Google Earth Pro)	38
Gambar 7 : Kolom pencarian <i>Google Earth Pro</i>	45
Gambar 8 : <i>Add path</i> untuk menambahkan garis dalam proses digitasi	45
Gambar 9 : Pencarian historis dalam memilih tahun yang akan digitasi	46
Gambar 10 : Menyimpan file garis pantai yang sudah di digitasi.....	46
Gambar 11 : Cari kmz to layer lalu konversi	47
Gambar 12 : Pilih filenya dan pilih penyimpanan setelah dikonversi	47
Gambar 13 : Export data garis pantai.....	48
Gambar 14 : Garis pantai setelah di export.....	48
Gambar 15 : Tampilan WGS 1984 UTM Zone 50S.....	49
Gambar 16 : <i>Field Name</i> yang ditambahkan pada <i>Baseline</i>	49
Gambar 17 : <i>Field Name</i> yang ditambahkan pada <i>Shoreline</i>	50
Gambar 18 : Pilih dan centang pada <i>Attribute Automator</i>	50
Gambar 19 : <i>Default parameter</i> disesuaikan dengan daratan Pantai Ujung Batu	51
Gambar 20 : Pembuatan <i>Transect</i> (patok).....	51
Gambar 21 : Tampilan menu <i>Calculates Rates</i>	52
Gambar 22 : Tampilan <i>Open Attribute Table</i>	52

Gambar 23 : Tabel hasil analisis pada ArcGIS.....	53
Gambar 24 : <i>Flowchart</i> (Bagan Penelitian)	54
Gambar 25 : Mawar angin (<i>Windrose</i>).....	57
Gambar 26 : Distribusi frekuensi kelas angin.....	57
Gambar 27 : Panjang fetch yang berpotensi menimbulkan gelombang dari arah Barat Daya, Barat, Barat laut dan Utara.....	58
Gambar 28 : Mawar gelombang (<i>Waverose</i>).....	63
Gambar 29 : Ilustrasi ketinggian air pasang surut.....	73
Gambar 30 : Grafik pasang surut Desember 2023 dan prediksi pasang surut Desember 2024.....	75
Gambar 31 : Pasir pantai Ujung Batu	76
Gambar 32 : Garis pantai yang telah didigitasi pada tahun 2013	78
Gambar 33 : Garis pantai yang telah didigitasi pada tahun 2018	78
Gambar 34 : Garis pantai yang telah didigitasi pada tahun 2020	79
Gambar 35 : Garis pantai yang telah di <i>Export</i> ke ArcGIS.....	80
Gambar 36 : Peta pembagian zona UTM Wilayah Indonesia	81
Gambar 37 : Tampilan garis <i>baseline</i> dan <i>shoreline</i>	82
Gambar 38 : Tampilan garis <i>transect</i> (patok).....	83
Gambar 39 : Pemodelan perubahan garis pantai.....	86
Gambar 40 : Abrasi yang terjadi di Pantai Ujung Batu.....	109
Gambar 41 : Upaya masyarakat untuk mengurangi dampak abrasi di sekitar pemukiman.....	109

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 1 : $U = 2,16 Us$	19
Persamaan 2 : $U(10)L = U(z)(10z)$	20
Persamaan 3 : $UL = RTU(10)L$	20
Persamaan 4 : $f_{eff} = xi \cdot \cos\alpha \sum \cos\alpha$	22
Persamaan 5 : $F = AK1 + A01AM2 + AS2$	25
Persamaan 6 : $(PR)^2 = (PR\cos r)^2 + (PR\sin r)^2 AM2 + AS2$	28
Persamaan 7 : $PR = ((PR\cos r)^2 + (PR\sin r)^2)$	28
Persamaan 8 : $r = \tan^{-1} PR\sin r / PR\cos r$	28
Persamaan 9 : $g = V + u + w + p + r$	29
Persamaan 10 : $A = PR(Pxfx1 + w)$	29
Persamaan 11 : $HHWL = SO + (AM2 + AS2 + AK2 + AK1 + A01 + AP1)$...	30
Persamaan 12 : $LLWL = SO - (AM2 + AS2 + AK2 + AK1 + A01 + AP1)$	30
Persamaan 13 : $Z_o = AK1 + A01 + AM2 + AS2)$	30

DAFTAR TABEL

Tabel 1 : Jumlah data kecepatan angin dan interval kecepatan berdasarkan arah datangnya angin	55
Tabel 2 : Persentasi kejadian angin berdasarkan interval kecepatan.....	56
Tabel 3 : Perhitungan fetch efektif arah utara	59
Tabel 4 : Perhitungan fetch efektif arah Barat Daya	59
Tabel 5 : Perhitungan fetch efektif arah Barat	59
Tabel 6 : Perhitungan fetch efektif arah Barat Laut	60
Tabel 7 : Data kecepatan angin, arah, dan gelombang.....	61
Tabel 8 : Data pasang surut bulan desember 2023	64
Tabel 9 : Konstanta pengali untuk menyusun skema-II	66
Tabel 10 : Hasil skema-II	67
Tabel 11 : Hasil skema-III	69
Tabel 12 : Hasil skema-IV.....	70
Tabel 13 : Hasil skema V, VI dan VII	71
Tabel 14 : Nilai komponen harmonik pasang surut	72
Tabel 15 : Nilai hasil perhitungan muka air laut	72
Tabel 16 : Hasil analisis pada ArcGIS.....	84
Tabel 17 : Hasil analisis perubahan garis pantai keseluruhan.....	85

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Data kecepatan angin rata – rata perbulan dari tahun 2019 – 2023.	91
Lampiran 2 : Data pasang surut bulan Desember 2023	93



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pantai adalah bagian dari wilayah pesisir yang selalu berubah, yang berarti bahwa ruang pantai (bentuk dan lokasi) berubah dengan cepat sebagai respons terhadap proses alam dan aktivitas manusia. Beberapa faktor yang mempengaruhi dinamisnya lingkungan pantai termasuk iklim (temperatur, hujan), hidro-oseanografi (gelombang, arus, pasang surut), pasokan sedimen (sungai, erosi pantai), perubahan muka air laut (tektonik, pemanasan global), dan aktivitas manusia seperti reklamasi pantai dan penambangan pasir (Solihuddin, 2011).

Abrasi adalah proses pengikisan pantai oleh tenaga gelombang laut dan arus laut atau pasang surut arus laut yang bersifat merusak (Aprilia, 2019). Fenomena alam yang selalu menimbulkan masalah di daerah pantai adalah abrasi. Proses abrasi dipengaruhi oleh dua faktor. Faktor pertama adalah faktor alam. Ini disebabkan oleh angin yang bergerak di laut yang menghasilkan gelombang dan arus menuju pantai, yang pada gilirannya memiliki kekuatan untuk menggerus pinggir pantai secara bertahap. Batuan akan terlepas dari daratan untuk waktu yang lama, atau gelombang akan mengalir di sepanjang pantai. Badai dapat mempercepat abrasi karena kekuatan gelombang tertinggi terjadi saat badai terjadi. Contoh abrasi yang disebabkan oleh faktor alam termasuk tanah lot asli pulau Bali yang terus terkikis; kedua adalah abrasi yang disebabkan oleh faktor manusia termasuk aktivitas manusia di pantai, yang menyebabkan pantai mengalami abrasi dengan cepat. Pengrusakan terumbu karang, penebangan

mangrove, penambangan pasir pantai, dan tindakan lain yang dilakukan oleh manusia adalah salah satu contohnya.

Kabupaten Barru merupakan dataran rendah, dengan ketinggian bervariasi antara 0 - 6,1 meter di atas permukaan laut dengan kondisi pantai yang landai dan surut terendah cukup jauh dari garis pinggir pantai. Sebagian besar merupakan tanah organosol, yaitu jenis tanah yang banyak mengandung bahan organik. Terdapat sungai, tasik (danau) serta pulau besar dan kecil. Sesuai dengan kondisi topografi dan morfologinya yang terdiri dari banyak sungai dan pantai hampir sebagian daerah di tepi sungai dan pantai Kabupaten Barru mengalami abrasi akibat gelombang laut.

Diindikasikan bahwasanya tingginya tingkat abrasi pantai Barru, disebabkan oleh 3 (tiga) penyebab utama yaitu ; (a) besarnya energi gelombang dari Selat Malaka di wilayah pantai Utara Kabupaten Barru, dimana wilayahnya sebagian besar menghadap ke utara atau ke arah Selat Malaka sehingga angin utara sangat dominan dalam mempengaruhi abrasi; (b) laju kecepatan abrasi juga sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik pantai dan lingkungannya; (c) rusaknya ekosistem mangrove/tumbuhan pantai, karakteristik daratan pantai umumnya berupa gambut dan aluvial yang sangat rentan terhadap penggerusan oleh gelombang laut.

Abrasi di daerah Pantai Ujung Batu sudah meresahkan masyarakat seperti hilangnya lahan perkebunan kelapa dan halaman rumah masyarakat. Abrasi yang terjadi di Pantai Ujung Batu disebabkan oleh faktor gelombang, laju kecepatan abrasi juga sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik pantai dan lingkungannya.

Dengan demikian, penulis merasa tertarik untuk melakukan penelitian tentang abrasi yang terjadi di wilayah penelitian. Untuk mencapai tujuan ini, penulis melakukan penelitian yang berjudul **“Proses Abrasi Akibat Karakteristik Gelombang di Pantai Ujung Batu Kabupaten Barru”**.

B. Rumusan Masalah

Masalah yang dibahas dalam penelitian ini dapat dijabarkan dalam rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik gelombang yang mempengaruhi proses abrasi Pantai Ujung Batu.
2. Bagaimana perubahan garis pantai akibat abrasi menggunakan aplikasi ArcGIS.

C. Tujuan Penelitian

Terkait dengan masalah yang telah dirumuskan sebelumnya, maka tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui karakteristik gelombang yang mempengaruhi proses abrasi Pantai Ujung Batu.
2. Memetakan dan memodelkan perubahan garis pantai akibat abrasi menggunakan aplikasi ArcGIS.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu menyediakan data dasar dan temuan yang bermanfaat bagi pemerintah daerah dan masyarakat umum, terutama dalam memahami sejauh mana dampak abrasi pantai terhadap kerusakan pantai dan

keadaan lingkungan dasar laut di perairan tersebut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumbangan untuk pengelolaan wilayah Pantai Ujung Batu di Kecamatan Barru, Kabupaten Barru, Provinsi Sulawesi Selatan . Selain itu manfaat lainnya dari penelitian ini yaitu:

1. Akademis

Dapat dijadikan sebagai eksplorasi hasil penelitian lapangan dan studi literatur yang berguna bagi pengetahuan teknik perencanaan wilayah dan kota serta menambah khazanah ilmu pengetahuan obyek permasalahan dibidang abrasi pantai di wilayah pesisir.

2. Pemerintah

Hasil penelitian ini diharapkan menjadi salah satu masukan bagi Pemerintah Kabupaten Barru untuk mengkaji kembali pemanfaatan ruang kawasan pesisir Barru saat ini dan upaya pengendaliannya. Bermanfaat untuk pemerintah dan pemangku kepentingan dalam hal menangani wilayah pesisir, sebagai referensi untuk pembuatan kebijakan dan langkah - langkah pengendalian dalam upaya untuk mengatasi abrasi pantai dalam rangka melestarikan lingkungan dapat dipertahankan. Analisis kerusakan daerah pantai saat ini dapat menjadi masukan dalam meninjau kembali Rencana Tata Ruang Wilayah 2011-2031.

3. Swasta

Diharapkan dapat menambah alternatif pendekatan atau metode yang ada untuk menganalisis kerusakan dan perubahan pantai, serta prioritas penanganan kerusakan pantai untuk pengelolaan pantai berkelanjutan. Serta

dapat memberikan peluang kerja sama antara pihak swasta dan pemerintah setempat dalam pembangunan Kabupaten Barru.

4. Masyarakat

Memberikan informasi dan pengetahuan mengenai abrasi pantai yang ada di Kecamatan Barru serta menumbuhkan rasa kepedulian sehingga masyarakat bersinergi untuk lingkungan di wilayah pesisir di Kabupaten Barru.

E. Batasan Masalah

Batasan masalah untuk studi abrasi di Pantai Ujung Batu, Kabupaten Barru dapat meliputi:

1. Lokasi penelitian

Fokus pada Pantai ujung Batu, Kabupaten Barru, sebagai lokasi utama untuk memahami proses abrasi, mengabaikan pantai-pantai lain di daerah sekitarnya.

2. Karakteristik gelombang laut

Studi difokuskan pada analisis karakteristik gelombang, seperti tinggi gelombang, frekuensi gelombang, arah gelombang, dan kekuatan gelombang, yang berkontribusi terhadap proses abrasi di Pantai tersebut.

3. Faktor-faktor lokal yang mempengaruhi abrasi

Analisis terhadap faktor-faktor seperti arus laut, komposisi material pantai, topografi pantai yang memengaruhi tingkat abrasi di Pantai Ujung Batu.

4. Keterbatasan waktu dan sumberdaya

Penelitian ini terbatas oleh ketersediaan waktu, sumber daya, dan akses informasi yang memengaruhi kedalaman analisis serta luasnya cakupan studi.

F. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan disusun agar sebuah metode atau urutan dalam menyelesaikan sebuah penelitian tetap terarah pada tujuan yang ingin dicapai. Sistematika penulisan yang ditulis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Bab I Pendahuluan : Bagian ini memuat latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan permasalahan penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka : Pada bagian ini akan membahas tinjauan pustaka yang relevan tentang abrasi pantai, karakteristik gelombang laut, dan aplikasi ArcGIS dalam konteks pemetaan pesisir.

Bab III Metode Penelitian : Pada bagian ini menjelaskan tentang lingkup penelitian, waktu dan tempat penelitian, tahapan penelitian, alat dan bahan penelitian, dan diagram alir penelitian.

Bab IV Pembahasan : Bab ini berisikan tentang hasil dari penelitian atau uraian dari pekerjaan yang telah dilaksanakan, termasuk kendala-kendala yang terjadi dalam proses penelitian, baik kendala teknis ataupun non-teknis, serta pembahasan tentang hasil dari penelitian.

Bab V Kesimpulan Dan Saran : Bab ini merupakan kesimpulan yang diperoleh dari pelaksanaan pekerjaan dan saran yang dapat menjadi sebuah acuan kedepan agar lebih baik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pantai

1. Pengertian Pantai

Pantai ialah daerah yang jadi pembatas antara daratan serta lautan. Pesisir pantai ialah wilayah tepi laut yang dipengaruhi oleh kondisi pasang surut air laut, pantai ialah jalan antara darat serta laut yang jadi batasan serta bisa diukur disaat pasang paling tinggi serta surut terendah yang dipengaruhi oleh kondisi wujud laut dan juga sosial ekonomi bahari, sebaliknya ke arah darat dibatasi oleh proses natural serta aktivitas manusia di wilayah darat.

Sementara itu (Triatmodjo, 2016) menyatakan kalau pesisir laut ialah wilayah di tepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang paling tinggi serta terendah. Sementara itu pesisir ialah wilayah di dekat tepi laut yang dipengaruhi oleh pasang surut laut, angin laut dan perembesan air laut..

2. Manfaat Pantai

Pantai sendiri merupakan suatu area yang memiliki berbagai manfaat bagi makhluk hidup disekitarnya. Berikut manfaat pantai :

1. Sebagai objek wisata
2. Sebagai sumber protein hewani
3. Area tambak garam
4. Sebagai daerah pertanian pasang surut
5. Pengembangan kerajinan tangan bagi masyarakat yang tinggal disekitarnya

3. Jenis-Jenis Pantai

Bersumber pada material penyusunnya, pantai dapat dibedakan menjadi (Triatmodjo, 2016) :

1. Pantai Batu (rocky shore), ialah pantai yang tersusun dari material batuan induk yang keras semacam batuan beku ataupun sedimen yang keras.
2. Beach, merupakan suatu wilayah pesisir yang terbentuk oleh material lepas. Jenis pantai ini dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori, yaitu: Pantai Pasir (Sandy Beach), yang terdiri dari endapan pasir atau material kecil seperti poraminivera atau sedimen vulkanik. Pantai gravel (Gravelly Beach), yang terbentuk oleh batuan lepas seperti kerakal.
3. Pantai bervegetasi, yaitu pantai yang ditumbuhi oleh vegetasi pantai. Di daerah tropis, vegetasi pantai yang dijumpai tumbuh di sepanjang garis pantai adalah mangrove, sehingga dapat disebut Pantai Mangrove.

Selanjutnya, berdasarkan morfologinya, pantai dapat dibedakan menjadi:

1. Pantai bertebing (cliffed Coast) merujuk pada pantai yang memiliki tebing vertikal. Keberadaan tebing ini mengindikasikan bahwa pantai mengalami proses ero sional. Tebing tersebut dapat berasal dari batuan induk atau endapan pasir.
2. Pantai Berlereng (non-cliffed coast) merujuk pada pantai yang memiliki lereng. Pantai berlereng ini umumnya terdiri dari pasir.

B. Abrasi

1. Pengertian Abrasi

Abrasi merupakan proses disintegrasi tanah yang disebabkan oleh gelombang laut dan pasang surut air laut. Baik gelombang laut maupun pasang surut memiliki sifat yang dapat menyebabkan kerusakan. Melalui proses ini, daratan di tepi pantai dapat mengalami kerusakan jika terus-menerus terpapar oleh gelombang dan pasang surut air laut.

Menurut Triatmodjo dalam (Ukkas, 2009) Abrasi dan sedimentasi memang merupakan proses yang terjadi secara normal dalam setiap perairan dan membentuk siklus, proses ini tergantung pada dinamika perairan yang berbeda pada waktu-waktu tertentu. Menurut Setiyono (1996) dalam (Israil, et al., 2023) Abrasi adalah proses pengikisan pantai yang terjadi akibat tenaga gelombang laut dan arus laut yang bersifat merusak, sering disebut juga erosi pantai. Sedangkan sedimentasi atau akresi adalah proses perkembangan gisik, gosong atau bura ke arah laut melalui pengendapan sedimen yang dibawa oleh hanyutan litoral.

Menurut Fajar dalam V.Putri (2013) abrasi adalah suatu proses pengikisan yang disebabkan oleh tenaga gelombang laut dan arus laut yang bersifat merusak. Kerusakan garis pantai yang terjadi akibat abrasi dipicu oleh terganggunya keseimbangan alam di daerah pantai tersebut (Setiawan, 2022). Kemudian menurut Undang-Undang Nomor 24 (2007) abrasi adalah proses pengikisan pantai oleh tenaga gelombang laut dan arus laut yang bersifat merusak yang dipicu oleh terganggunya keseimbangan alam daerah pantai tersebut.

2. Faktor Penyebab Abrasi

Proses terjadinya abrasi atau penyebab terjadinya abrasi dapat dibedakan menjadi dua, yaitu disebabkan oleh faktor alamiah dan disebabkan oleh variable sosial manusia.

1. Faktor alam

Arus laut dapat diartikan sebagai gelombang atau ombak yang terus menerus merusak pantai, menyebabkan gangguan atau penyusutan garis pantai. Gelombang laut atau ombak ini dapat timbul karena perbedaan fokus pada perairan laut dan aliran udara. Dengan adanya kedua faktor tersebut, ombak atau gelombang laut dapat mencapai pesisir pantai. Jika gelombang laut menjadi besar, batuan sedimen di sekitar laut akan cepat tererosi. Selain itu, gelombang laut yang semakin besar dapat membawa pasir laut dan material laut lainnya ke laut. Oleh karena itu, disintegrasi pantai akibat erosi kawasan tersebut akan semakin membesar seiring berjalannya waktu.

Selain aliran laut, erosi juga dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Gelombang pasang surut ini merupakan fenomena yang tidak dapat dihindari. Oleh karena itu, pasang surut air laut pasti akan terjadi, dan meskipun terjadi erosi di tepi laut akibat air pasang, kerusakan yang timbul dapat dibatasi. Pasang surut terjadi karena adanya interaksi gravitasi antara bumi dan bulan yang mengelilingi bumi. Peristiwa pasang surut air laut secara terus-menerus akan mengubah bentuk pantai karena membawa material dari samping laut ke dalam lautan, menyebabkan kehilangan material di tepi laut dan mengakibatkan disintegrasi di sisi laut tersebut.

Alasan berikutnya untuk terjadinya abrasi adalah perubahan lingkungan. Perubahan lingkungan hidup yang terjadi saat ini dapat dikatakan sangat serius karena sifatnya yang meragukan sehingga sulit untuk diantisipasi. Perubahan lingkungan yang aneh ini dapat meningkatkan permukaan laut, sehingga dapat menurunkan wilayah tepi laut. Pesisir pantai yang semula luas, seiring waktu akan mengalami penyusutan akibat proses terkikis.

Badai adalah salah satu faktor yang dapat menyebabkan disintegrasi atau kerusakan pada tepi laut. Jika terjadi badai di kawasan tepi laut, maka kehancuran tanah pun akan semakin meningkat. Faktanya, badai badai dapat membawa banyak material tepi pantai. Badai yang lebih besar memiliki potensi untuk menyebabkan disintegrasi pantai yang lebih nyata dan serius.

2. Faktor manusia

Penyalahgunaan aset kelautan dapat menjadi alasan terjadinya abrasi. Hal ini terjadi karena ketika gelombang laut datang, tidak ada hambatan yang menghalanginya sehingga gelombang tersebut langsung mencapai pantai. Selain itu, penyalahgunaan aset laut juga berpotensi merusak ekosistem air laut, mengakibatkan gangguan pertumbuhan ikan, biota laut, dan terumbu karang. Aset laut yang dimanfaatkan antara lain pengumpulan ikan laut yang tidak wajar, pemusnahan terumbu karang, dan pengambilan ikan laut yang tidak perlu, perusakan terumbu karang, dan pengumpulan biota laut secara berlebihan. Penyalahgunaan aset kelautan harus dikurangi semaksimal mungkin agar lingkungan laut dapat bertahan lebih lama. Yang lebih penting lagi, berkurangnya

penyalahgunaan aset kelautan dapat mencegah terjadinya erosi akibat aktivitas manusia di wilayah pesisir.

Pemanasan global adalah salah satu penyebab terjadinya abrasi karena cara berperilaku manusia. Terjadinya pemanasan global disebabkan oleh perilaku manusia yang buruk sehingga intensitas panas bumi tidak kembali ke udara, sehingga suhu panas bumi meningkat dari tahun ke tahun. Alasan peningkatan pemanasan global, seperti penggunaan kendaraan bermotor, penggunaan hutan yang tidak perlu, pabrik industry, dan lain-lain. Kehadiran kendaraan bermotor ini menghasilkan karbondioksida yang menyulitkan intensitas panas bumi untuk dipantulkan ke bumi. Dengan asumsi intensitas panas bumi terus berlanjut, es di kutub tersebut akan mencair, sehingga permukaan laut akan naik. Ketika permukaan laut terus meningkat, wilayah di sekitar pantai akan menjadi lebih rendah.

Penyebab ketiga terjadinya disintegrasi pantai yang bermula dari perilaku manusia adalah penambangan pasir dalam skala besar. Pasir pantai yang diambil dalam skala besar akan mengurangi pasir pantai dengan cepat, sehingga gelombang laut akan mudah menerjang daerah tepi pantai. Secara keseluruhan, berkurangnya pasir di pantai atau berkurangnya luas pantai secara signifikan akan menyebabkan kekuatan gelombang laut ke pantai semakin besar. Kalau sudah seperti itu, maka abrasi tidak bisa lagi dihindari.

3. Dampak Abrasi

Dalam (Rahmawati, 2018), Adnan Sofyan merincikan dampak kerusakan fisik yang ditimbulkan akibat abrasi, diantaranya sebagai berikut:

1. Rusaknya fasilitas rekreasi yang berupa tempat duduk dan rumah tempat istirahat.
2. Berubahnya daratan menjadi laut atau pergeseran garis pantai sehingga menyempitkan lahan bagi penduduk yang tinggal di wilayah pesisir, disebabkan oleh erosi gelombang laut yang secara terus menerus.
3. Terancamnya permukiman dari terjangan ombak dan abrasi.
4. Penumpukan material berupa batu karang yang sejajar dengan garis pantai. Penumpukan batu karang disebabkan oleh gelombang yang membawa material dari daerah lepas pantai yang berupa batu karang.

C. Karakteristik Gelombang

Gelombang dicirikan sebagai getaran yang merambat, baik melalui perantara tertentu maupun melalui ruang hampa. Tentunya, ada beberapa karakteristik dan sifat gelombang seperti yang ditunjukkan berdasarkan teorinya, antara lain pemantulan gelombang, pembiasan gelombang, penguraian gelombang, dan efek doppler.

Secara umum pengertian gelombang adalah getaran yang merambat tanpa menggerakkan material peralihannya. Gelombang dapat merambat melalui medium tertentu atau tanpa medium melalui ruang hampa. Saat timbul, gelombang

memindahkan energi mulai dari satu tempat lalu ke tempat berikutnya tanpa menggerakkan medium yang dilaluinya.

Ada beberapa macam gelombang. Apabila dipisahkan berdasarkan arah rambatnya, gelombang terdiri dari gelombang transversal dan longitudinal. Dengan asumsi diatur oleh mediumnya, gelombang dibagi menjadi gelombang mekanik dan elektromagnetik. Sementara itu, menurut amplitudonya, ada dua jenis gelombang yaitu gelombang stasioner (diam) dan gelombang berjalan.

Gelombang mempunyai beberapa karakteristik tertentu. Sifat-sifat gelombang ini dapat terjadi dengan asumsi keadaan atau memenuhi standar tertentu, misalnya sifat pemantulan gelombang dapat terjadi ketika gelombang bertemu dengan bidang batas dua medium, hingga gelombang kemudian dipantulkan. Selain itu, sifat dan karakteristik gelombang juga berbeda-beda.

Karakteristik gelombang berikut ini akan dijelaskan satu per satu, karakteristik dan sifat gelombang secara keseluruhan serta penjelasan lengkapnya.

1. Koefisien Pemantulan (Refleksi)

Karakteristik gelombang yang pertama adalah pemantulan atau refleksi gelombang. Proses pemantulan gelombang adalah pergeseran arah rambat gelombang ketika bertemu bidang batas dua medium. Hukum pemantulan gelombang berlaku untuk berbagai macam gelombang, termasuk juga gelombang suara.

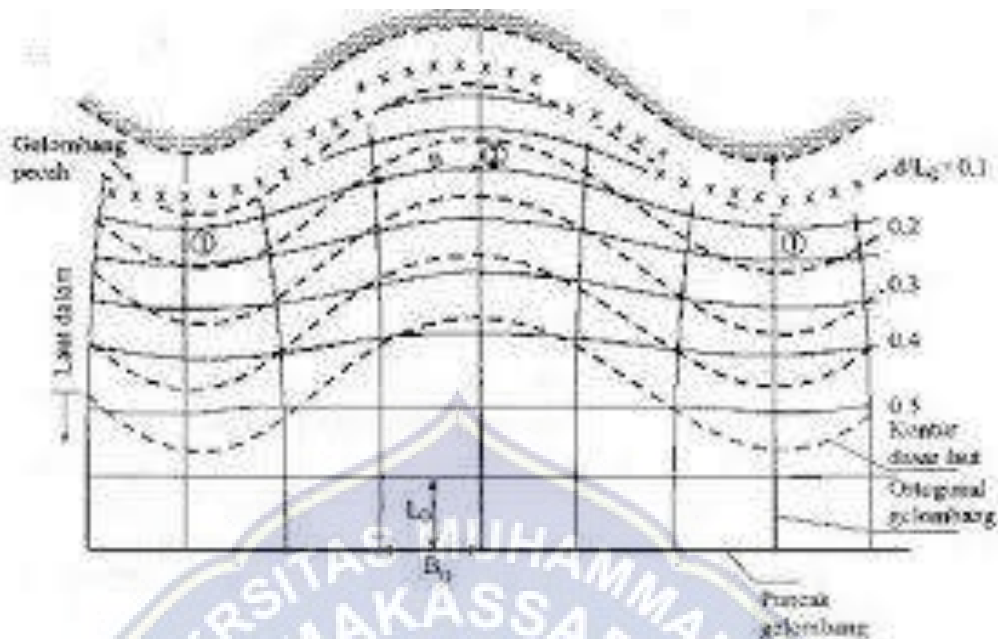
Gelombang datang yang mengenai / membentur suatu rintangan akan dipantulkan sebagian dan seluruhnya. Tinjauan refleksi gelombang penting di

dalam perencanaan bangunan pantai, terutama pada bangunan pelabuhan. Refleksi gelombang didalam pelabuhan akan menyebabkan ketidaktenangan di dalam perairan pelabuhan. Untuk mendapatkan ketenangan di kolam pelabuhan, maka bangunan-bangunan yang ada di pelabuhan harus dapat menyerap/ menghancurkan energi gelombang. Suatu bangunan yang mempunyai sisi miring dan terbuat dari tumpukan batu akan bisa menyerap energi gelombang lebih banyak dibanding dengan bangunan tegak dan massif. Pada bangunan vertikal, halus dan dinding tidak permeable, gelombang akan dipantulkan seluruhnya (Triatmodjo, 1999).

2. Koefisien Pembiasan (Refraksi)

Karakteristik gelombang selanjutnya adalah pembiasan gelombang atau refraksi. Pembiasan gelombang ini merupakan peristiwa pengalihan arah gelombang karena melalui dua medium yang berbeda. Jika medium yang dilaluinya berbeda, maka indeks bias medium tersebut juga berbeda.

Refraksi terjadi karena pengaruh perubahan kedalaman laut. Di daerah dimana kedalaman air lebih besar dari setengah panjang gelombang, yaitu di laut dalam, gelombang menjalar tanpa dipengaruhi dasar laut. Tetapi di laut transisi dan dangkal, dasar laut mempengaruhi gelombang. Di daerah ini, apabila ditinjau suatu garis puncak gelombang, bagian dari puncak gelombang yang berada di air yang lebih dalam. Akibatnya garis puncak gelombang akan membelok dan berusaha untuk sejajar dengan garis kontur dasar laut. Garis ortogonal gelombang, yaitu garis yang tegak lurus dengan garis puncak gelombang dan menunjukkan arah penjalaran gelombang juga akan membelok dan berusaha untuk menuju tegak lurus dengan garis kontur dasar laut (Triatmodjo, 1999).



Gambar 1 : Refraksi gelombang

3. Koefisien Pelenturan (Difraksi)

Berikutnya adalah pelenturan gelombang atau difraksi. Yang dimaksud pelenturan gelombang adalah perambatan gelombang melalui celah sempit. Adapun besarnya difraksi juga bergantung pada ukuran penghalang dan panjang gelombang yang dilalui gelombang tersebut.

Menurut Triatmodjo (1999) dalam (Muhammad, 2015) Difraksi gelombang terjadi bila gelombang datang terhalang oleh suatu rintangan seperti pemecah gelombang atau pulau, maka gelombang tersebut akan membelok di sekitar ujung rintangan dan masuk di daerah terlindung di belakangnya. Difraksi terjadi apabila tinggi gelombang di suatu titik pada garis puncak gelombang lebih besar daripada titik di dekatnya, yang menyebabkan perpindahan energi sepanjang puncak gelombang ke arah tinggi gelombang yang lebih kecil. Difraksi terjadi apabila suatu deret gelombang terhalang oleh rintangan seperti pemecah gelombang atau pulau.



Gambar 2 : Difraksi gelombang dibelakang rintangan

D. Angin

Angin adalah sirkulasi udara yang bergerak sejajar dengan permukaan bumi, dan gerakannya dipengaruhi oleh perubahan temperature di atmosfer. Variasi temperatur ini dapat disebabkan oleh perbedaan penyerapan panas oleh tanah dan air, perbedaan suhu di daerah pegunungan dan lembah, perubahan harian antara siang dan malam, serta perbedaan suhu antara belahan bumi bagian utara dan selatan karena perubahan musim dingin dan panas. Karena daratan cenderung lebih cepat menyerap dan melepaskan panas, maka terjadi angin laut pada siang hari karena naiknya udara di daratan yang digantikan oleh udara dari laut. Sebaliknya, pada malam hari, terjadi angin darat karena naiknya udara di laut dan digantikan oleh udara dari daratan.

1. Distribusi Kecepatan Angin

Sirkulasi kecepatan angin di atas permukaan laut dibagi menjadi tiga wilayah sesuai kenaikan permukaan. Di daerah geostropik yang berada di atas 1000 m kecepatan angin stabil. Dibawah ketinggian tersebut terdapat dua wilayah, yaitu wilayah Ekman yang berada pada elevasi 100 m sampai 1000 m dan wilayah yang tekanannya stabil yaitu pada ketinggian 10 sampai 100 m di kedua wilayah tersebut, kecepatan dan arah angin berubah seiring naiknya angin, karena adanya kontak dengan permukaan laut dan perbedaan suhu antara air dan udara.

2. Pembangkitan Gelombang Oleh Angin

Tinggi dan periode gelombang yang ditentukan oleh kecepatan angin, jangka waktu hembusan angin, arah angin, dan fetch yaitu jarak dari mana angin bertiup. Angin yang bertiup di atas permukaan air akan menggerakkan energinya dengan sangat tinggi. Kecepatan angin akan menimbulkan tekanan pada permukaan laut sehingga permukaan air yang semula tenang akan terganggu dan muncul gelombang kecil di atas permukaan air. Apabila kecepatan angin meningkat, maka gelombang akan semakin besar, dan angin terus bertiup maka pada akhirnya akan membentuk gelombang . Semakin panjang dan kuat angin bertiup, semakin besar pula gelombang yang terbentuk .

3. Kecepatan Angin

Data angin dapat diperoleh dari pencatatan ketinggian arus dengan menggunakan kapal jelajah yang sedang berlayar atau pengukuran di darat yang umumnya dilakukan di bandara. Pengukuran data angin dipermukaan laut

merupakan cara paling masuk akal untuk peramalan gelombang. Data angin dengan pengukuran dari kapal di revisi dengan persamaan berikut :

$$\text{Persamaan 1 : } U = 2,16 U_s$$

Dimana:

U_s = Kecepatan angin yang diukur kapal (knot)

U = Kecepatan angin terkoreksi (knot)

4. Peramalan Gelombang

Angin menyebabkan gelombang laut, dengan cara ini data angin dapat dimanfaatkan untuk memperkirakan tingkat dan arah gelombang di lokasi penelitian. Data angin diperlukan sebagai informasi dalam hindcasting atau peramalan gelombang untuk mendapatkan rencana tinggi gelombang. Arah angin dinyatakan dalam delapan penjuruan mata angin (utara, timur laut, timur, tenggara, selatan, barat daya, barat dan barat laut). Kecepatan angin disajikan dalam bentuk satuan knot, dimana 1 knot = 1 mil/jam atau 1 mil laut = 6080 feet (1853,18 meter), jadi 1 knot = 0,515 meter/detik. Dalam proses hindcasting atau peramalan gelombang, ada parameter yang harus dihitung terlebih dahulu yakni fetch efektif dan juga wind stress factor.

a. Wind Stress Factor

Wind stress factor adalah parameter yang digunakan untuk menghitung tinggi gelombang yang dibangkitkan dalam sistem hindcasting. Parameter ini pada dasarnya adalah kecepatan angin yang disesuaikan. Sebelum mengubah kecepatan angin menjadi wind stress factor, diperlukan perbaikan dan

transformasi terhadap data kecepatan angin. Berikut ini adalah perubahan yang harus dilakukan pada data angin untuk mendapatkan nilai wind stres factor:

1) Koreksi Terhadap Elevasi

Wind stres factor ditentukan dari perkiraan kecepatan angin diukur pada ketinggian 10 m di atas permukaan. Apabila data angin diukur tidak pada Tingkat ini, maka perbaikan harus dilakukan dengan persamaan berikut.

(persamaan ini dapat dipakai untuk $Z > 20$ m)

$$\text{Persamaan 2 : } U(10)_L = U(z)\left(\frac{10}{z}\right)$$

Dimana:

$U(10)$: Kecepatan angin pada elevasi 10 m (m/s)

$U(z)$: Kecepatan angin pada ketinggian pengukuran (m/s)

Z : Ketinggian pengukuran (m)

2) Koreksi Stabilitas

Koreksi stabilitas ini berkaitan dengan perbedaan temperature udara tempat bertiupnya angin dan air tempat terbentuknya gelombang.

Persamaan koreksi stabilitas ini adalah sebagai berikut:

$$\text{Persamaan 3 : } U_L = R_T U(10)_L$$

Dimana:

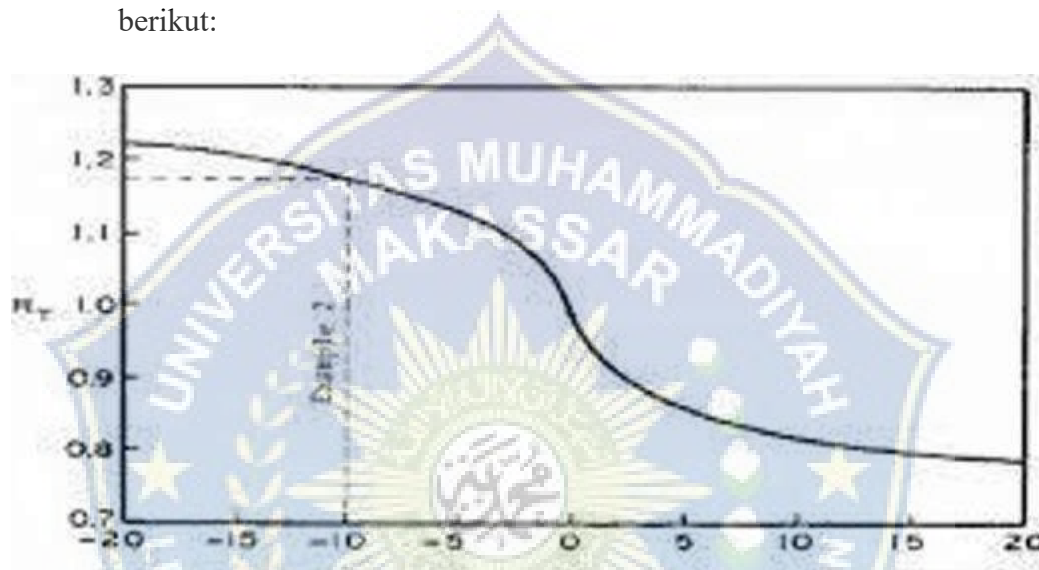
U_L : Kecepatan angin setelah dikoreksi (m/s)

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

R_T : Koefisien stabilitas, nilainya didapat dari grafik

3) Koreksi Efek Lokasi

Koreksi ini diperlukan apabila data angin yang diperoleh berasal dari stasiun darat, tidak diukur langsung diatas permukaan laut ataupun di pesisir pantai. Untuk mengubah kecepatan angin yang bertiup di darat menjadi kecepatan angin yang bertiup diatas air, digunakan gambar berikut:



Gambar 3 : Faktor koreksi angin terhadap stabilitas, B. Triadmojo (1999)

b. Fetch

Fetch adalah daerah pembentukan gelombang yang diasumsikan memiliki kecepatan dan arah angin relatif konstan. Dalam tinjauan pembangkitan gelombang di laut, fetch dibatasi oleh bentuk daratan yang mengelilingi laut. Di daerah pembentukan gelombang, gelombang tidak hanya dibangkitkan dalam arah yang sama dengan arah angin tetapi juga dalam berbagai sudut terhadap arah angin, maka panjang fetch diukur dari titik pengamatan dengan interval 6° .

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

$$\text{Persamaan 4 : } f_{eff} = \frac{\sum xi \cdot \cos \alpha}{\sum \cos \alpha}$$

Dimana:

f_{eff} : Fetch efektif yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung akhir fetch.

X_i : Segmen fetch yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung akhir fetch.

α : Deviasi pada kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan penambahan 5° sampai sudut sebesar 45° pada kedua sisi dari arah angin.

5. Arus

Arus laut merupakan pergerakan air secara vertikal maupun horizontal yang disebabkan oleh beberapa faktor seperti angin, salinitas, perbedaan densitas dan lainnya.

Arus di perairan dangkal atau di sekitar pantai adalah longshore current dan crossshore current. Longshore Current adalah arus laut yang sejajar dengan garis pantai. Arus ini dapat membentuk pantai menjadi berkelok-kelok. Longshore current terjadi diantara daerah gelombang pecah dan garis pantai, dimana bila gelombang muncul membentuk sudut miring dengan garis pantai pecah maka akan terjadi longshore current akibat gradien momentum flux di daerah surf zone.

Arus sejajar pantai umumnya memiliki kecepatan yang kecil, rata-rata 0,3 m/det. Meskipun arus sejajar pantai ini Sebagian besar memiliki kecepatan yang rendah, tetapi dampaknya sangat signifikan terhadap proses litoral transport karena bergerak sepanjang pantai dalam waktu yang cukup lama dan tanpa henti selama ada gelombang, sehingga mampu memindahkan sedimen. Maka penting untuk dibahas kecepatan arus sejajar pantai sebagai penggerak utama.

Rip Current merupakan suatu arus yang alur gerakannya tegak lurus dengan garis pantai. Arus ini dimulai dari gelombang yang datang dari laut menuju pantai. Setelah muncul di pantai, arus tersebut kemudian akan menelusuri arahnya kembali ke arah laut. Arus ini umumnya terjadi di daerah yang sempit, misalnya di pantai yang terdapat gosong pasir tau dermaga. *Rip Current* sangat berbahaya karena dapat menyeret wisatawan ke laut. Di Indonesia contoh pantai yang sering terjadi *rip current* adalah Pantai Parangtritis.

E. Pasang Surut

Pasang surut atau yang sering disebut pasut adalah fluktuasi muka air laut karena adanya gaya tarik menarik benda-benda langit, terutama matahari dan bulan terhadap masa air laut di bumi. Meskipun masa bulan jauh lebih kecil dari masa matahari, tetapi karena jaraknya terhadap bumi lebih dekat, maka pengaruh gaya tarik bulan terhadap masa air laut di bumi lebih besar daripada gaya tarik matahari. Gaya tarik bulan yang mempengaruhi pasang surut ada 2,2 kali lebih besar daripada gaya tarik matahari. (Sangkop & M.I. Jasin, 2015).

1. Tipe Pasang Surut

Bentuk pasang surut di berbagai daerah tidak sama. Di suatu daerah dalam satu hari dapat terjadi satu kali atau dua kali pasang surut. Secara umum, pasang surut di berbagai daerah dapat dibedakan dalam empat tipe dengan menggunakan angka pasang surut “F” (*Tide Form Number “Fromzhal”*). Empat tipe pasang surut yaitu pasang surut harian Tunggal (*diurnal tide*), pasang surut harian ganda (*semidiurnal tide*) dan dua jenis campuran. Berikut penjelasan mengenai empat tipe pasang surut tersebut:

- a. Pasang surut harian ganda (*semidiurnal tide*) : $0 < F \leq 0.25$, yaitu pasang surut yang memiliki sifat dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan juga dua kali surut dengan tinggi yang hampir sama dan pasang surut terjadi berurutan secara teratur.
- b. Pasang surut harian Tunggal (*diurnal tide*) : $F > 3$, yaitu tipe pasang surut yang apabila dalam satu hari hanya terjadi satu kali pasang dan satu kali surut.
- c. Pasang surut campuran condong harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*) : $0.25 < F < 1.5$, yaitu pasang surut yang dalam sehari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda.
- d. Pasang surut campuran condong ke harian Tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*) : $1.5 < F < 3$, yaitu dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut, tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda.

Dimana angka pasang surut “F” (*tide form number “Formzhal”*) didapat dengan persamaan berikut :

Persamaan 5 :
$$F = \frac{AK1+A01}{AM2+AS2}$$

Keterangan :

F : Angka pasang surut

A(K1) : Amplitudo dari konstanta pasut K1

A(O1) : Amplitudo dari konstanta pasut O1

A(M2) : Amplitudo dari konstanta pasut M2

A(S2) : Amplitudo dari konstanta pasut S2

2. Metode Admiralty

Metode admiralty merupakan metode empiris berdasarkan tabel-tabel pasang surut yang dikembangkan pada awal abad ke 20. Metode ini terbatas untuk menguraikan data pasang surut selama 15 atau 29 hari dengan interval pencatatan 1 jam. Metode ini menghitung amplitudo dan ketertinggalan *phasa* dari sembilan komponen pasut serta muka laut rata-rata (MSL). Tinggi muka air laut rata-rata (MSL) biasanya ditetapkan dari suatu *bench mark* tertentu yang dijadikan acuan leveling di daerah survey.

Proses perhitungan analisa harmonik Metode *Admiralty* dilakukan pengembangan perhitungan sistem formula dengan bantuan perangkat lunak Microsoft Office Excel, yang menghasilkan harga beberapa parameter yang ditabelkan sehingga perhitungan pada metode ini akan menjadi efisien dan memiliki keakuratan yang tinggi serta *fleksibel* untuk waktu kapanpun.

Adapun tahap-tahap perhitungan adalah:

a. Penyusunan skema 1

Data pengamatan yang diukur disusun menurut skema 1. Dari skema tersebut ditentukanlah waktu pertengahan pengamatan dan standar waktu yang ditentukan dihitung terhadap GMT. Tentukanlah bacaan tertinggi dan bacaan terendah. Untuk bacaan tertinggi menunjukkan kedudukan air tertinggi dan bacaan terendah menunjukkan kedudukan air terendah.

b. Penyusunan skema 2

Untuk setiap hari pengamatan, ditentukan bacaan positif (+) dan negatif (-) untuk X_1 , Y_1 , X_2 , Y_2 , X_4 dan Y_4 yang disusun dalam skema 2 (lihat tabel 4). Besaran positif (+) dan negatif (-) dari suatu konstanta pada saat tertentu diperoleh dengan mengalikan besaran untuk konstanta tersebut pada tabel IV.2 dengan pengamatan pada saat atau tanggal tersebut.

c. Penyusunan skema 3

Kolom pada skema ini berisi penjumlahan secara aljabar dari perhitungan skema 2 (tabel IV.4). Jumlah dari penjumlahan bilangan yang negatif (-) ditambahkan dengan suatu jumlah B, sehingga hasilnya positif (+). Besarnya B tersebut merupakan suatu kelipatan dari 100 atau kalau dijumlahkan masih negatif (-), dalam analisis ini ditambahkan dengan $B=1000$. Jumlah besaran B yang akan ditambahkan itu diletakkan diatas kolom.

d. Penyusunan skema 4

Untuk pengamatan 15 piantan, besaran-besaran yang telah ditambahkan dengan B akan dapat ditentukan, dan selanjutnya adalah menghitung besaran-

besaran dari X_{10} , X_{12} , X_{1b} dan seterusnya. Nilai dari besaran tersebut diperoleh dengan mengalikan besaran yang telah ditambah B dengan besaran-besaran yang diberikan pada kolom 0, 2, b dan seterusnya. Dalam perhitungannya perlu diperhatikan mengenai lamanya pengamatan.

- 1) Menentukan besaran X_{00} . X_{00} ditentukan dari jumlah X_0 selama 15 hari. Tanda yang diberi indeks 0, semua menyatakan bilangan 1.
- 2) Penentuan besaran X_{10} dan Y_{10} . Untuk pengamatan ini semua pengali sama dengan 1, maka X_{10} dan Y_{10} semuanya positif (+), sedangkan dibelakang tanda negatif (-) diberikan bilangan penambah (B) yang dikalikan dengan jumlah hari sesuai dengan periode hari pengamatan yang dianalisa. Jadi bilangan 15000 dalam perhitungan adalah hasil kali bilangan 1000 kali 15 hari, hingga harga X_{10} , Y_{10} , X_{20} , dan Y_{20} yang sebenarnya haruslah dikurangi dengan 15 kali bilangan penambahnya.
- 3) Penentuan besaran X_{12} dan Y_{12} . Untuk pengamatan ini, indeks kedua sama dengan 2, besaran X_{12} dan Y_{12} diperoleh dengan penjumlahan dengan bilangan penambah B .
- 4) Penentuan Besaran X_{1b} dan Y_{1b} Untuk pengamatan ini dengan indeks kedua b , ditentukan harga B (bilangan penambah) = 0, jadi hanya diisi 2 baris saja. Kalikan semua konstanta dengan harga-harga pengamatan.
- 5) Penentuan Besaran X_{13} dan Y_{13} Untuk pengamatan ini dengan indeks kedua sama dengan 3, ditentukan kolom ketiga = $5B$, jadi diisi 3 baris. Kalikan semua konstanta dengan harga-harga pengamatan. Demikianlah seterusnya untuk menentukan besaran-besaran yang lain. Untuk

menentukan dan diperoleh dengan menjumlahkan nilai dari X dan Y sesuai dengan Indeks-indeks yang ada.

e. Penyusunan skema 5

Untuk pengamatan skema 5 ini, ada hal-hal yang harus diperhatikan yaitu :

- 1) Untuk menentukan besaran dari X didapat dari mengurangkan nilai X daripada indeks awal dengan Y pada indeks berikutnya.
- 2) Untuk menentukan besaran dari Y didapat dari mengurangkan nilai dari Y pada indeks awal dengan X pada indeks berikutnya.

f. Penyusunan skema 6

Pengamatan skema 6 ini, hanya mengalikan besaran-besaran yang diperoleh dari skema 5 dengan konstanta pengali.

g. Penyusunan skema 7

- 1) Besarnya PR untuk setiap konstanta, dihitung melalui persamaan berikut:

$$\text{Persamaan 6 : } (PR)^2 = \frac{(PR \cos r)^2 + (PR \sin r)^2}{AM^2 + AS^2}$$

$$\text{Persamaan 7 : } PR = \sqrt{((PR \cos r)^2 + (PR \sin r)^2)}$$

Baris r diisi sebagai hasil perhitungan :

$$\text{Persamaan 8 : } r = \tan^{-1} \left(\frac{PR \sin r}{PR \cos r} \right)$$

- 2) Menentukan besaran f

Besaran-besaran f yang diperoleh dimasukkan pada baris ke 5, dengan catatan:

- F(M2), f(K1), f(O1) dan f(K2) didapat pada lampiran
- F(S2) = 1 (tetap)
- F(P1) = 1 (tetap)

- $F(N2) = f(M2)$
- $F(M4) = (f(M2))^2$
- $F(MS4) = f(M2)$

3) Penentuan harga V untuk komponen komponen dilakukan melalui perhitungan sebagai berikut :

- $V(M2) = V'(M2) + V''(M2) + V'''(M2)$
- $V(SO) = 0$
- $V(N2) = V'(N2) + V''(N2) + V'''(N2)$
- $V(K1) = V'(K1) + V''(K1) + V'''(K1)$
- $V(O1) = V'(O1) + V''(O1) + V'''(O1)$
- $V(M4) = 2 * V(M2)$
- $V(MS4) = V(M2)$

4) Penentuan harga g

Besaran g untuk konstanta ditentukan melalui persamaan :

$$\text{Persamaan 9 : } g = V + u + w + p + r$$

5) Menentukan amplitudo (A)

$$\text{Persamaan 10 : } A = \frac{PR}{(Pxfx(1+w))}$$

h. Penyusunan skema 8

Skema 8 ini merupakan hasil akhir yang diperoleh yaitu nilai dari A (amplitudo) dan g° (beda fasa), sesuai yang ada pada skema 7. Dari hasil yang diperoleh pada skema 8 ini diperoleh juga nilai nilai dari tipe pasang surut, MSL, HHWL, LLWL dan ZO.

Berikut persamaan untuk mencari HHWL, LLWL dan ZO :

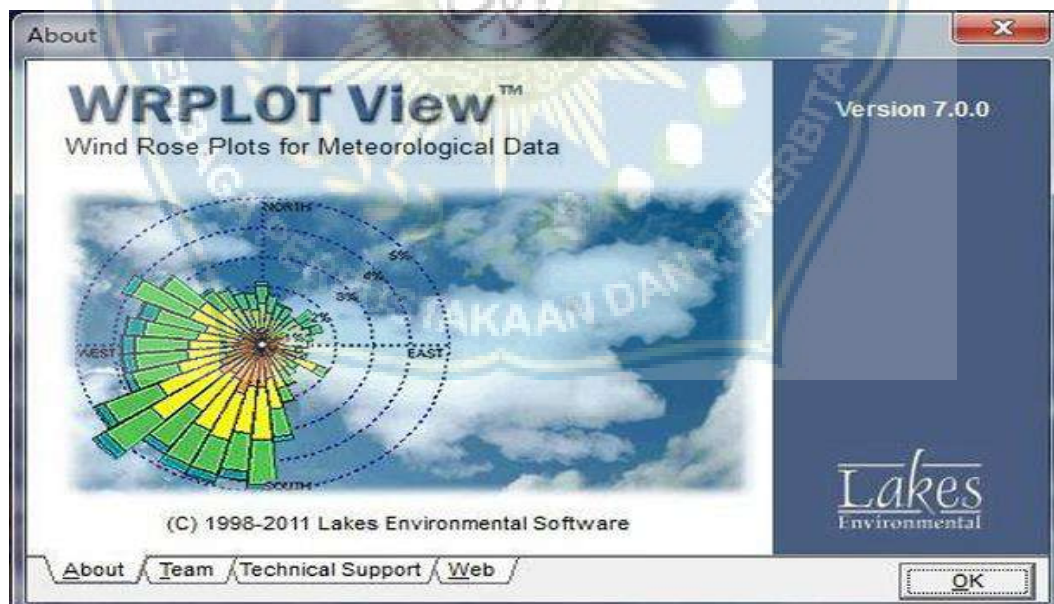
Persamaan 11 : $HHWL = SO + (AM2 + AS2 + AK2 + AK1 + AO1 + AP1)$

Persamaan 12 : $LLWL = SO - (AM2 + AS2 + AK2 + AK1 + AO1 + AP1)$

Persamaan 13 : $Z_o = AK1 + AO1 + AM2 + AS2$

F. WRPLOT View (*Wind Rose Plats for Meterogical Data*)

WRPLOT *view* adalah program yang memiliki kemampuan untuk data kecepatan angin dalam bentuk mawar angin sebagai data meteorologi. WRPLOT memberikan gambaran kejadian angin pada kecepatan tertentu dari berbagai arah, persentase kecepatan angin, kecepatan angin minimum dan maksimum. Mawar angin menampilkan distribusi kecepatan angin dalam satuan (knots) dan (m/s). Distribusi tersebut di tandai dengan pengaturan warna yang berbeda di setiap kecepatan angin pada lokasi dan jangka waktu tertentu.



Gambar 4 : Tampilan WRPLOT View

1. Mawar Angin (*Wind Rose*)

Mawar angin adalah gambar berbentuk lingkaran sebagai tingkatan angin, mempunyai penyebaran kelopak seperti bunga mirip mawar di titik fokus lingkarannya dengan berbagai variasi warna berbeda menandakan perbedaan kecepatan angin yang terjadi atau gambar yang pada dasarnya memetakan kecepatan dan arah angin dengan sederhana.

Wind rose menggambarkan frekuensi kejadian di setiap arah mata angin dan kelas kecepatan angin (knots atau m/s) pada lokasi dan waktu yang telah ditentukan sebelumnya. *Wind rose* juga dijelaskan dengan menunjukkan secara cepat diagram pola arah angin dan lajunya dalam suatu ruang.

2. Mawar Gelombang (*Wave Rose*)

Mawar gelombang adalah gambar berbentuk lingkaran sebagai tingkatan gelombang, mempunyai sebaran kelopak bunga seperti mawar di tengah lingkaran tersebut dengan berbagai macam variasi yang berbeda menandakan perbedaan tingkati gelombang yang terjadi atau gambar yang memetakan tinggi dan arah gelombang.

Wave rose menggambarkan kejadian yang berulang di setiap arah mata angin dan kelas tinggi gelombang pada suatu wilayah dan waktu yang telah ditentukan. *Wave rose* juga dijelaskan dengan menunjukkan secara cepat diagram pola perkembangan gelombang dan arah pergerakan gelombang dan persentasenya pada wilayah dengan cepat. *Wave rose* menghasilkan kualitas tinggi gelombang air laut dalam centimeter (cm) atau meter (m).

G. ArcGIS

1. Pengertian ArcGIS

ArcGIS adalah pemrograman yang berkemampuan sebagai sistem informasi geografis. *Environment Science & Research Institute* (ESRI) adalah Perusahaan yang mengembangkan perangkat lunak ini. Keunggulan dari perangkat lunak ini terletak pada kemampuannya yang bervariasi dan dapat disesuaikan sesuai dengan kebutuhan penggunanya.

Secara umum perangkat lunak ini berperan dalam pengumpulan, penyimpanan, dan analisis berbagai fenomena atau objek geografis bumi. Keberhasilan *software* ini telah memberikan kontribusi signifikan bagi para ahli dalam melakukan penelitian, evaluasi, dan pembuatan kesimpulan berdasarkan data yang terhimpun.

2. Fungsi ArcGIS

Dengan berbagai komponennya, perangkat ini dapat memberikan bantuan melalui beberapa fungsinya.

1. Dapat membantu dalam pembuatan dan modifikasi peta.

Salah satu kemampuannya adalah untuk membuat dan mengubah peta. Peta seringkali dibuat dengan tema dan tujuan tertentu yang disesuaikan dengan kebutuhan pembuatnya. Secara umum, jenis mata pelajaran ini sering disebut sebagai kartografi.

Sebagai contoh, topik panduan yang sedang beredar belakangan ini adalah penyebaran Covid-19. Namun, karena adanya pembaruan jaringan jalan,

perubahan wilayah, dan berbagai alasan lainnya, peta juga dapat dihasilkan dalam bentuk peta dasar.

2. Memberikan GIS yang relevan.

Sistem informasi yang menangani data spasial dan nonspasial dikenal dengan sistem informasi geografis. Salah satu kewajiban perangkat ini adalah menjamin bahwa data tersebut dapat diterapkan pada kerangka data geografis di suatu wilayah. Sekurang-kurangnya berupa informasi dasar geografis tentang wilayah yang diteliti, seperti kontur, bentang alam, koordinat wilayah, dan sebagainya.

3. Visualisasi data dan media berbagi data.

Visualisasi adalah inti dari perangkat lunak ini. Tentunya tujuan dari semua proses yang dilakukan perangkat ini adalah untuk menghasilkan visualisasi seperti peta yang dapat dilihat oleh banyak orang. Bentuk visualisasinya bisa dua dimensi atau tiga dimensi tergantung kebutuhan pembuat visualisasi. Hasilnya dibagikan sebagai pedoman atau data, sehingga dapat dijadikan bahan pemeriksaan tambahan.

4. Digunakan sebagai analisis spasial.

ArcGIS juga dapat dimanfaatkan untuk analisis spasial. Kita dapat menyimpulkan bahwa ArcGIS tidak hanya mampu menggambar peta, tetapi juga menangani data yang tidak murni bersifat spasial. Oleh karena itu, tidak mengherankan jika input data yang diterima ArcGIS bisa dalam beberapa format standar.

Program ini dapat menggunakan berbagai data yang ada untuk memproyeksikan keadaan sosial ke masa depan secara bebas. Sejalan dengan hal ini, pengambilan keputusan juga dapat melihat kondisi seperti apa yang akan terjadi selanjutnya apa akibat dari berbagai kesalahan pengambilan keputusan.

3. Komponen ArcGIS

Produk utama ArcGIS terdiri dari tiga bagian mendasar yaitu:

1. Arcview

Kemampuan utama bagian ini adalah dari adalah mengelola data yang komprehensif, melakukan pemetaan, dan melanjutkan penyelidikan.

2. ArcEditor

Bagian ini berfungsi dalam mengolah atau mengedit isi data spasial.

3. ArcInfo

Bagian terakhir ini berfungsi untuk menyediakan fitur yang ada di dalam GIS dan mencakup kebutuhan analisa dari fitur *geoprocessing*.

4. Fitur ArcGIS

Dalam mengelola data, jangan hanya mengandalkan pada ketiga komponen diatas. Sebab ada empat unsur yang juga mampu membantu keberhasilan hasil data.

1. ArcGlobe

ArcGlobe adalah aplikasi yang menggunakan citra satelite untuk menampilkan peta 3D bumi, seperti dengan tampilan *Google Earth Pro*.

2. ArcMap

ArcMap adalah aplikasi utama perangkat lunak ini, Aplikasi ini digunakan untuk mengolah data, mengedit, membuat peta tematik, mencetak, dan membuat peta dan berbagai fungsi lainnya yang berkaitan dengan bumi.

3. ArcCatalog

ArcCatalog adalah aplikasi yang memungkinkan kita untuk mencari, mengorganisasi, menempatkan dan mendokumentasikan data, serta menampilkan data pada *software*.

4. ArcScene

ArcScene menampilkan peta yang telah dimodifikasi dalam format 3D.

5. Jenis-Jenis ArcGIS

1. ArcGIS Desktop

Jenis ini mungkin yang paling terkenal. Seperti namanya, program ini harus diinstal pada perangkat yang digunakan. Desktop di ArcGIS adalah ArcMAP dan ArcGIS Pro.

Penggunaan ArcGIS Desktop memungkinkan pemrosesan data spasial yang fleksibel dan integrasi dengan ArcGIS Online dan Enterprise. Selain itu, program desktop ini memiliki banyak alat bawaan yang memudahkan manipulasi data. ArcGIS Desktop inilah yang digunakan dalam penelitian ini.

2. ArcGIS Online dan Enterprise

Jenis ini merupakan platform GIS yang dapat diakses melalui website. Secara fungsi, digunakan untuk membuat peta dan mengolah data spasial, keduanya tersedia secara online melalui platform website dan API.

3. ArcGIS Apps

Selain kedua jenis ArcGIS sebelumnya, kita juga dapat mengakses ArcGIS melalui aplikasi. Jenis aplikasinya sangat beragam dan masing-masing memiliki fungsi yang berbeda dan dirancang khusus untuk memenuhi tujuan tertentu.

Contohnya adalah ArcGIS Navigator sebagai aplikasi navigasi penunjuk arah dan ArcGIS Survey123 yang bisa digunakan untuk survei dan pengumpulan data secara *mobile*.

4. ArcGIS API dan SDK

Selain program “siap pakai” yang dapat digunakan segera, software ini dapat deprogram secara individual. Ini karena versi ArcGIS yang ada kadang-kadang tidak dapat menangani data yang dibutuhkan dan memerlukan aplikasi khusus. Oleh karena itu, *software* ini dapat memudahkan dan menyesuaikan aplikasi pemetaan dan pemrosesan data spasial sesuai kebutuhan dengan menggunakan ArcGIS API dan SDK, program aplikasi pemetaan ini dapat dibangun sesuai permintaan.

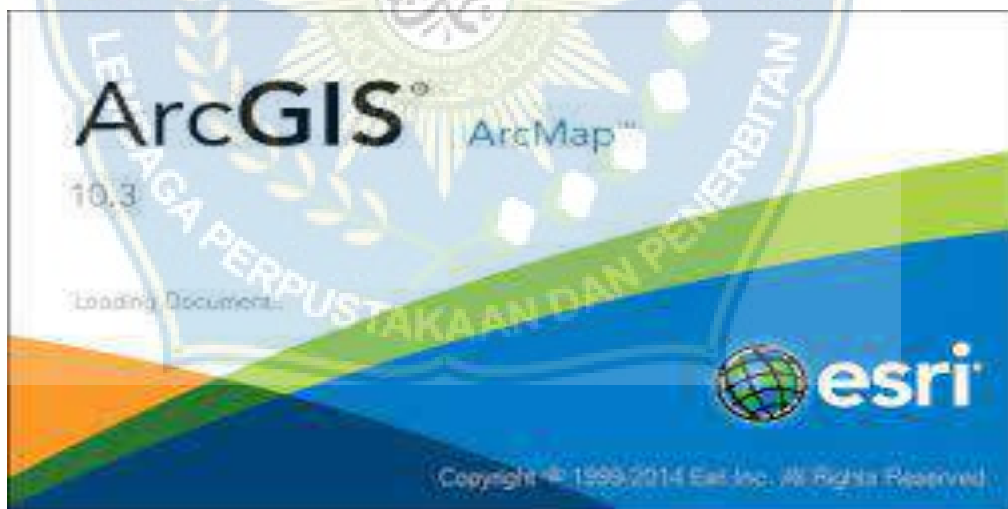
5. ArcGIS for Developers Tool

Jenis ini adalah kelanjutan dari jenis sebelumnya, dimana pengguna dapat mengelola dan memantau aplikasi yang dibuat dalam satu panel, sehingga mereka tidak perlu menjalankan setiap aplikasi untuk menyiapkannya.

6. Kelebihan ArcGIS

Dapat disimpulkan sebagai software, ArcGIS memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan software sejenisnya. Berikut ini beberapa keunggulannya.

1. Versi yang lebih lengkap dari SIG
2. Perangkat ini dapat menyediakan fasilitas pendukung yang memiliki lebih dari 800 fungsi untuk memenuhi kebutuhan dalam berbagai bidang ilmu.
3. Software ini dapat mengelola database yang sangat besar dengan kapasitas 256 *terabyte*. Yang sangat mampu dalam menyimpan berbagai informasi.
4. Perangkat lunak ini telah didukung oleh lebih dari 300 ahli GIS dari berbagai negara diseluruh dunia. Oleh karena itu, dikategorikan sebagai teknologi perangkat lunak dinamis yang berkembang karena perubahan dalam teknologi informasi maupun teknologi informasi internet. Perubahan teknologi dan persyaratan analisis yang berkembang. Sains dan perubahan yang terjadi dalam paradigma pemikiran ahli saat ini.



Gambar 5 : Tampilan ArcGIS

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian kami berada di pesisir Pantai Ujung Batu, Kelurahan Sumpang Binangae, Kecamatan Barru, Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan dengan panjang lokasi penelitian ± 840 m pada titik koordinat ($119^{\circ}36'3.24''$ BT dan $4^{\circ}24'29.52''$ LS).



Gambar 6 : Lokasi penelitian (Google Earth Pro)

B. Jenis Penelitian dan Sumber Data

Penelitian deskriptik analitik digunakan untuk mendeskripsikan atau menggambarkan subjek penelitian dengan menggunakan data yang dikumpulkan tanpa menganalisisnya dan mencapai kesimpulan yang dapat diterima secara umum. Penelitian deskriptik analitik mengambil masalah dan fokus pada masalah yang sedang terjadi selama penelitian. Hasil penelitian kemudian diolah dan

dianalisis untuk membuat kesimpulan. Penulis menggunakan pendekatan deskriptik analitis karena pendekatan ini sangat cocok untuk mempelajari fenomena alam yang sedang terjadi.

Penelitian ini akan menggunakan data dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Data ini termasuk kecepatan angin, gelombang laut, dan pasang surut.

C. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perangkat keras (*Hardware*)

- a. Laptop
- b. Printer
- c. HP (*Handphone*)

2. Perangkat lunak (*Software*)

- a. *Google Earth Pro*
- b. ArcGIS
- c. AutoCAD
- d. *WRPLOT View*
- e. *Microsoft Office*

D. Teknik Pengambilan Data

Adapun Langkah-langkah untuk melakukan penelitian berlangsung. Tahap pertama yang dilakukan adalah penentuan lokasi penelitian. Tahap kedua yaitu, pengumpulan data yang diperoleh dari BMKG. Tahap ketiga yaitu, pengolahan

data, data yang diperoleh dari BMKG. Data-data ini dimasukkan kedalam program WRPLOT View dan *Google Earth*. Adapun tahapan mengolahnya sebagai berikut:

1. Tahap Penentuan Lokasi Penelitian

Lokasi yang dipilih dalam menentukan titik perubahan garis pantai akibat abrasi dan akresi menggunakan *Google Earth Pro* adalah pantai Ujung Batu, Kecamatan Barru, Kabupaten Barru.

2. Tahap Pengambilan Data Pendukung

Pengambilan data kecepatan angin, data gelombang laut diambil dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) yang diambil adalah data 5 tahun terakhir.

E. WRPLOT View

1. Tahap Persiapan

Tahapan persiapan adalah rangkaian kegiatan sebelum memulai pengolahan data. Dalam tahap ini disusun beberapa hal penting untuk memaksimalkan waktu dan kegiatan yang dilakukan:

a. Persiapan Membuat Mawar Angin (*Wind Rose*)

- 1) Mengumpulkan data kecepatan angin dari stasiun Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG).
- 2) Menyiapkan data kecepatan angin dalam bentuk *Microsoft Excel* dengan isi judul kolom 1-7, yaitu kolom *stnid (station)*, *year*, *month*, *day*, *hour*, *wdir (wind direction)*, *wspd (windspeed)*.
- 3) Menghapus data kecepatan angin yang bernilai 0 (nol) knots.

b. Persiapan Membuat Mawar Gelombang (*Wave Rose*)

- 1) Mengumpulkan data kecepatan angin dari stasiun Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG).
- 2) Menentukan titik lokasi penelitian yaitu Pantai Ujung Batu Kabupaten Barru. Dalam menentukan lokasi penelitian, titik lokasi diletakkan agak maju dari pinggir pantai. Hal ini dilakukan melihat titik ekstrim (hempasan gelombang besar). Letak titik agak maju dari bibir pantai, berpengaruh juga terhadap jumlah dan panjang *fetch*.
- 3) Menyiapkan data kecepatan angin dalam bentuk *Microsoft office excel* dengan isi judul kolom 1-7 kolom, yaitu *stnid (station), year, month, day, hour, wdir (wind direction), wspd (wind speed)*.
- 4) Menghapus data kecepatan angin yang bernilai 0 (nol) knots.

2. Membuat Mawar Angin (*Wind Rose*) dan Mawar Gelombang (*Wave Rose*)

a. Membuat mawar angin (*Wind Rose*)

Setelah tahap persiapan dilakukan yaitu menghapus nilai 0 (nol) pada *wind speed*, selanjutnya mawar angin dapat dibuat yaitu dengan meng-*copy* seluruh kolom data pada tahun yang sama, karena bentuk *wind rose* yang di olah pertahun (2013 - 2023) meng-*copy* ke dalam bentuk *text document – add file* di WRPLOT – *wind classes* di ganti sesuai maksimum *wind speed* – posisi *orientation* di *direction (blowing from)*.

Sebelum nilai STNID s/d WSPD dimasukkan, *copy* kalimat informasi LAKES FORMAT dari WRPLOT_Samples (contoh bawaan dari WRPLOT).

Kemudian, nilai tersebut dapat mengikuti di bawahnya. Jika kalimat informasi tidak dimasukkan, maka pembacaan oleh WRPLOT tidak lengkap berakibat gambar *wind rose* hilang sebagian pada *wind direction* (0° - 360°).

Berikut ini langkah-langkah untuk membuat *wind rose*:

- 1) *File notepad* dimasukkan kedalam WRPLOT *View* atau *add file* untuk visualisasi *wind rose*.
 - 2) Jika *Wind rose* sudah terbentuk, lalu mengatur *wind classes* (dalam knots) disesuaikan dengan kecepatan angin minimum dan maksimum diikuti dengan pengaturan warna *direction* yang diinginkan.
 - 3) Untuk tampilan *wind rose*, *orientation* pada posisi *direction* (*blowing from*) lalu *wind rose* di *save* dalam bentuk kertas A4 (agar mudah dibaca).
- b. Membuat mawar gelombang (*Wave Rose*)

Tahap ini mencari tinggi gelombang dibantu oleh visualisasi dalam bentuk mawar gelombang (*wave rose*) dan perhitungan periode gelombang (T_s).

Tahap pembuatan *wave rose* antara lain:

- 1) Menentukan Panjang angin bertiup (*fetch*) dan kedalam perairan pada *fetch*.
- 2) Mengkonversi kecepatan angin di darat (U_L) menjadi kecepatan angin dipermukaan laut (U_w).
- 3) Mencari faktor tegangan angin di laut (U_A) dicari dengan persamaan 2
- 4) Memasukkan data kecepatan angin persatu tahun ke dalam perhitungan *wave rose*, dan data kecepatan angin diurutkan berdasarkan sudut arah

angin kecil ke besar (0° - 360°). Tujuannya untuk mempermudah memasukkan nilai *fetch* sesuai sudutnya.

- 5) Menghitung nilai tinggi gelombang (H) dan periode gelombang (T_s) berdasarkan nilai F (*fetch*), U_A , dan d dengan rumus perkiraan gelombang di laut dangkal (SPM, 1984) atau dengan menggunakan gambar grafik perkiraan gelombang.
- 6) Proses perhitungan U_A , tinggi gelombang (H), dan periode gelombang (T_s) dibantu dengan *Microsoft office excel*. Data yang dihitung terdiri dari ribuan data kecepatan angin. Oleh karena itu, lebih cepat dan efisien dibantu komputerisasi dalam penyelesaiannya.
- 7) Proses visualisasi *wave rose* pada WRPLOT hampir sama dengan *wind rose*, hanya saja *wave rose* di WRPLOT dalam (m/s).
- 8) *File notepad* dimasukkan kedalam WRPLOT atau di *add file* untuk visualisasi *wave rose*.
- 9) Mengatur *wind classes* (dalam m/s) menyesuaikan dengan tinggi gelombang minimum dan maksimum diikuti dengan pengaturan warna *direction* yang diinginkan.
- 10) Untuk tampilan *wave rose* di *orientation* pada posisi *direction (blowing from)* lalu *Wave rose* di *save* dalam bentuk kertas A4.
- 11) Mencari *wave rose* pada 2 titik yang lain (lokasi 2 dan 3).

F. Google Earth Pro

1. Tahap Persiapan

Data yang digunakan dalam penelitian ini untuk mendapatkan luas laju abrasi dan akresi dengan melakukan pengamatan perubahan garis pantai, sepenuhnya berasal dari *Citra Satelit* pada *Google Earth*, dengan pertimbangan ketersediaan data, resolusi yang baik dan kemudahan dalam mengakses data. Proses digitasi dilakukan pada tahun 2013, 2016, 2017, 2019, 2020 dan 2021. Pemilihan tahun pengamatan disesuaikan dengan ketersediaan data pada *Google Earth*.

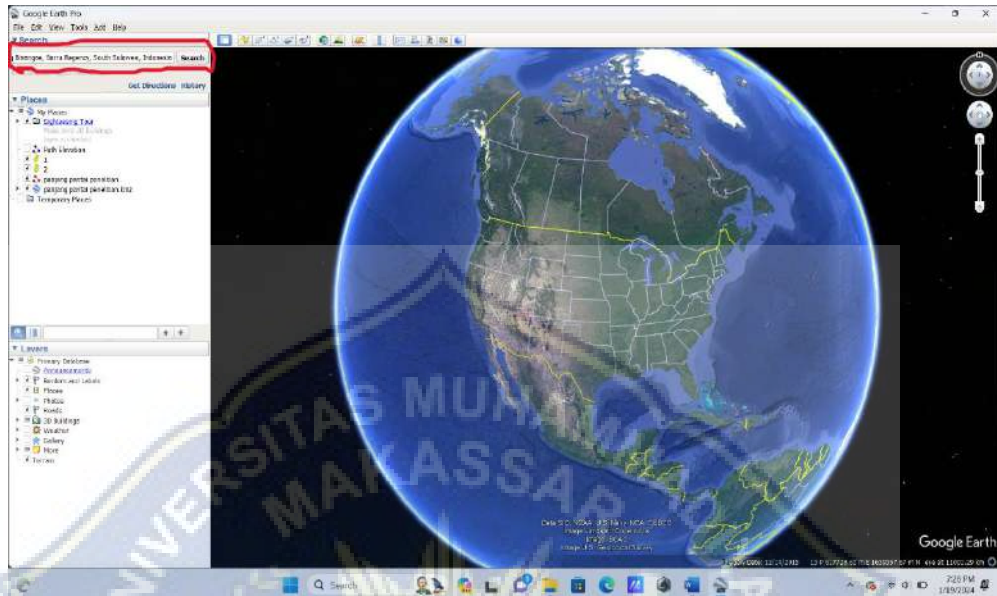
2. Membuat Garis Perubahan Garis Pantai

Proses interpretasi dilakukan secara manual dengan metode digitasi *on screen* dengan perangkat lunak *Google Earth Pro*. Fitur “*add polygon*” di perangkat lunak ini memudahkan proses interpretasi dan digitasi tanpa perlu mengunduh *citra satelit* terlebih dahulu.

Beberapa tahap yang dilakukan adalah :

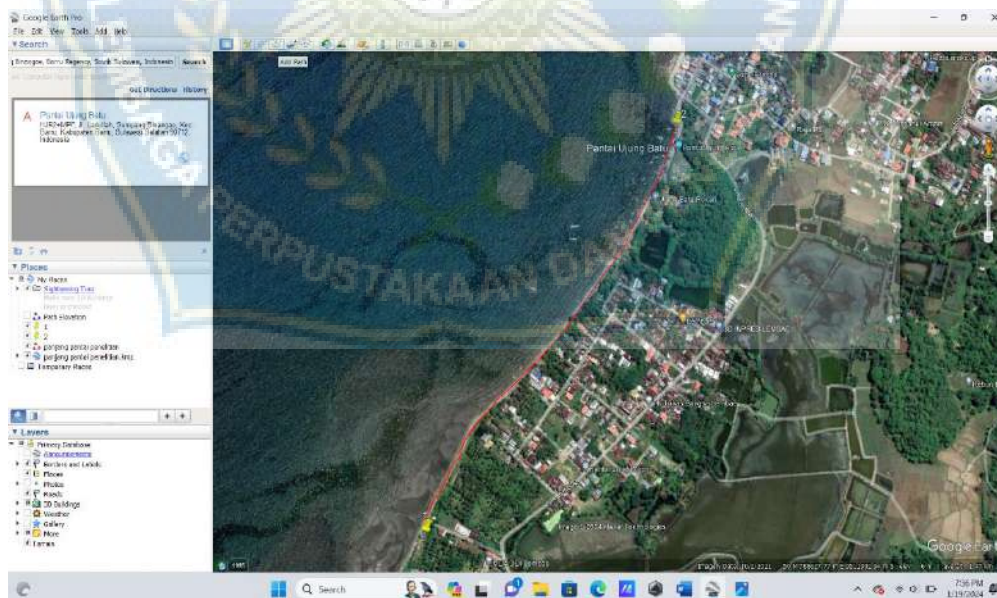
- a. Membuka *Google Earth Pro* sebagai *software* untuk mengakses data *citra satelit*.

- b. Mencari lokasi penelitian pada kotak pencarian, dengan cara menetik nama lokasi yang di interpretasi.



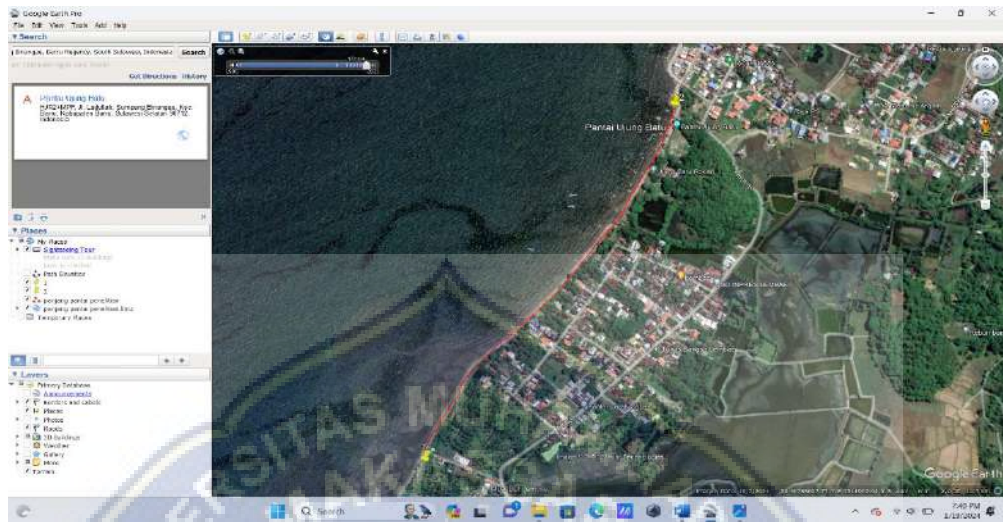
Gambar 7 : Kolom pencarian *Google Earth Pro*

- c. Setelah lokasi penelitian didapatkan maka dilakukan proses digitasi berdasarkan pengamatan secara visual.



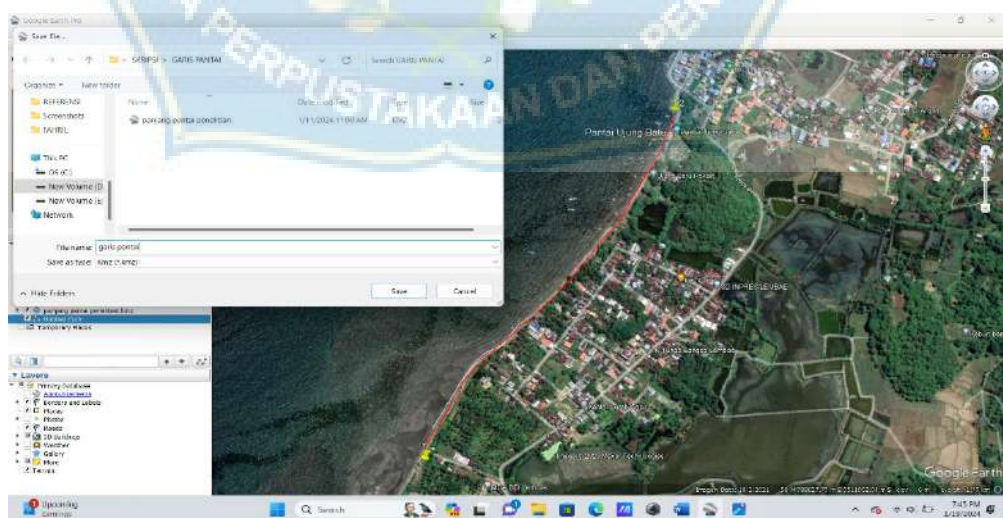
Gambar 8 : *Add path* untuk menambahkan garis dalam proses digitasi

- d. Memilih tahun yang akan di digitasin dengan fitur “pencarian historis” yang dimiliki oleh *Google Earth Pro*.



Gambar 9 : Pencarian historis dalam memilih tahun yang akan digitasi

- e. Dengan memilih pilihan “tambahkan *polygon*”, maka proses digitasi dapat dilakukan. Proses ini dimudahkan dengan fitur *zoom out* sehingga proses interpretasi dan digitasi dapat dilakukan lebih mudah, karena fitur ini mampu memperlihatkan penampakan objek di citra satelit dengan lebih jelas.
- f. Setelah proses digitasi dilakukan. Kemudian disimpan dalam format (.kmz).



Gambar 10 : Menyimpan file garis pantai yang sudah di digitasi

- g. File garis pantai yang sudah di simpan dibuka di aplikasi ArcGIS.

G. ArcGIS

Berikut Langkah-langkah yang dilakukan dalam aplikasi ArcGIS untuk mengetahui perubahan garis pantai :

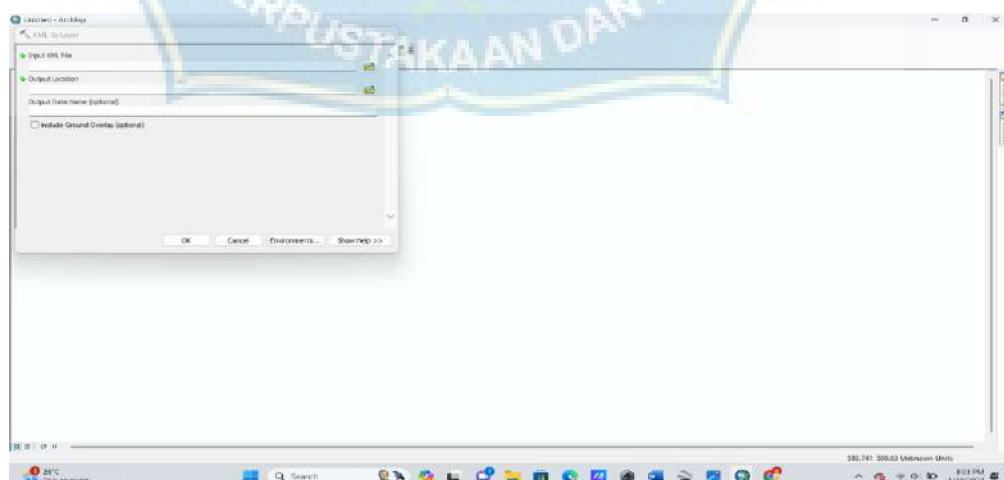
1. Buka aplikasi ArcGIS.
2. Kemudian buka *toolbox* KMZ to layer.



Gambar 11 : Cari kmz to layer lalu konversi

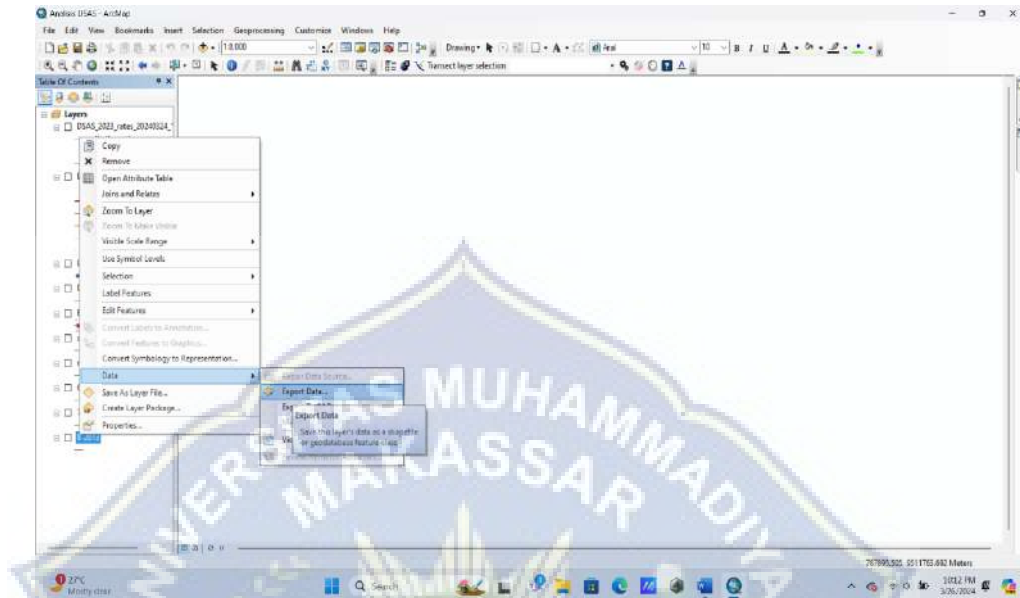
Buka kolom pencarian dan ketik di pencarian KMZ to Layer dan pilih file yang sudah didigitasi

3. Buka file garis pantai dan pilih penyimpanannya. Kemudian klik ok.



Gambar 12 : Pilih filenya dan pilih penyimpanan setelah dikonversi

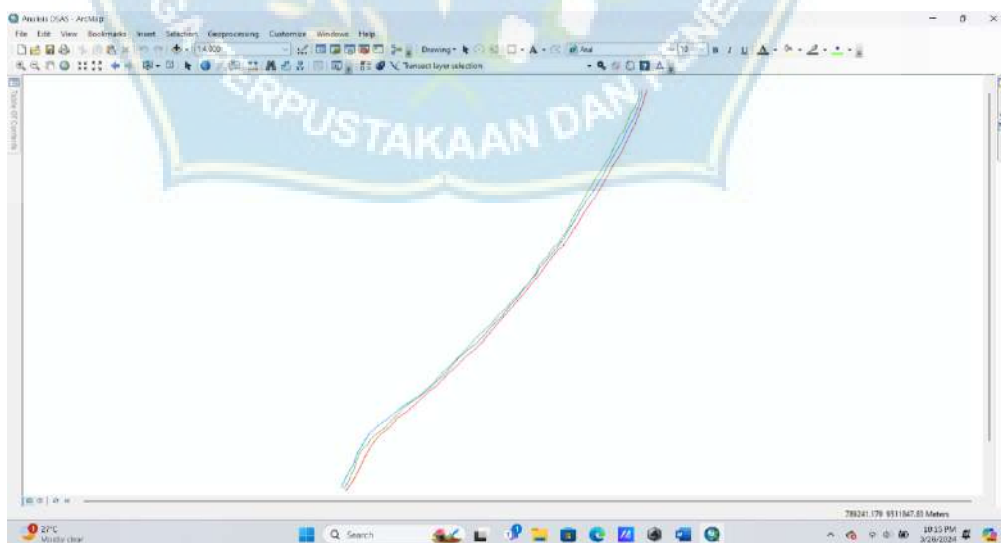
4. Jika file garis pantai sudah ada pada layer. Selanjutnya pilih *polyline* dan *data* lalu *export data*.



Gambar 13 : Export data garis pantai

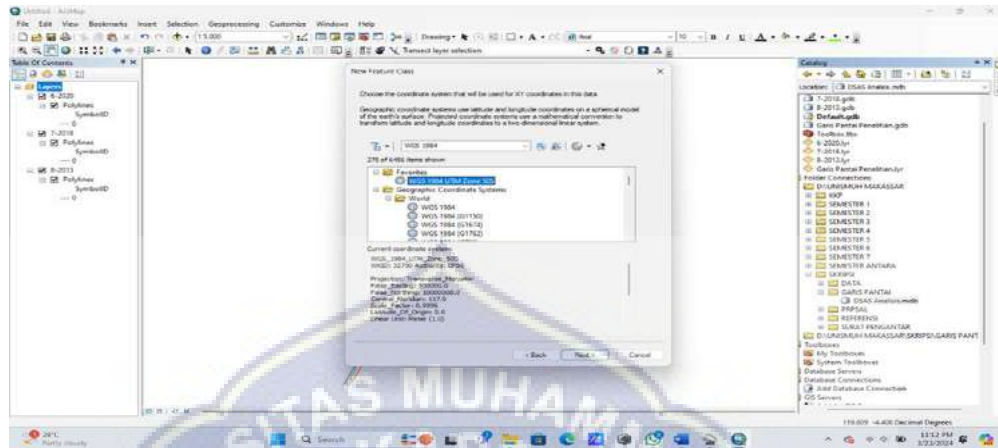
Klik kanan lalu pilih data dan export data untuk menampilkan garis pantai yang telah didigitasi.

5. Setelah di export maka garis pantai akan muncul pada ArcGIS.



Gambar 14 : Garis pantai setelah di export

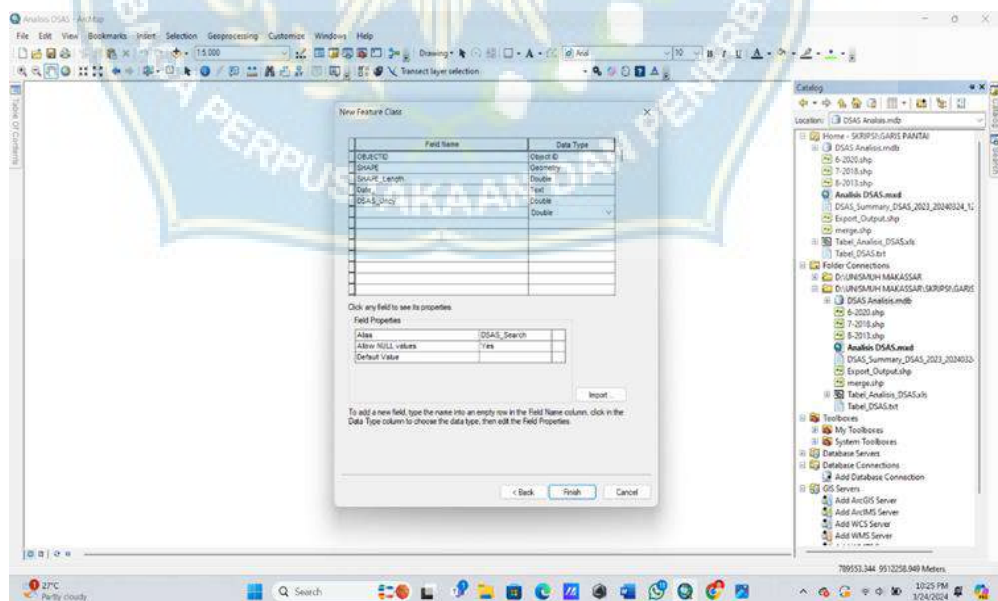
6. Pembuatan *Baseline* dan *Shoreline* menggunakan zona UTM Wilayah Indonesia.



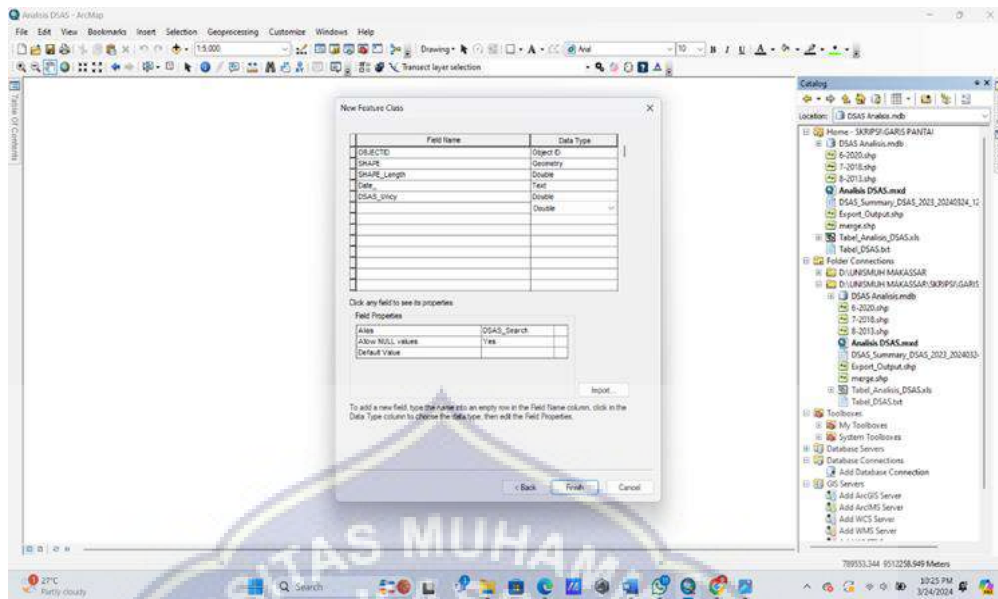
Gambar 15 : Tampilan WGS 1984 UTM Zone 50S

Dalam pembuatan garis shoreline dan baseline digunakan peta Zona Wilayah Indonesia agar hasil analisis lebih akurat.

7. Menambahkan *Field Name* pada *Feature Class* dalam pembuatan *Baseline* dan *Shoreline*.



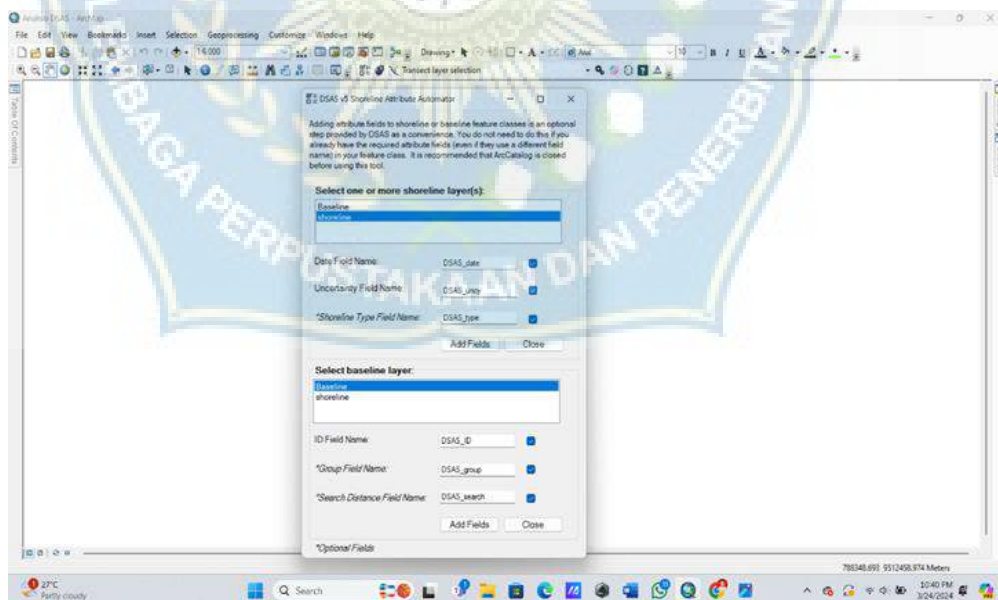
Gambar 16 : *Field Name* yang ditambahkan pada *Baseline*



Gambar 17 : Field Name yang ditambahkan pada *Shoreline*

Pada field name tambahkan (*Shape_Length, Date, DSAS_Uncy*) dan data Type.

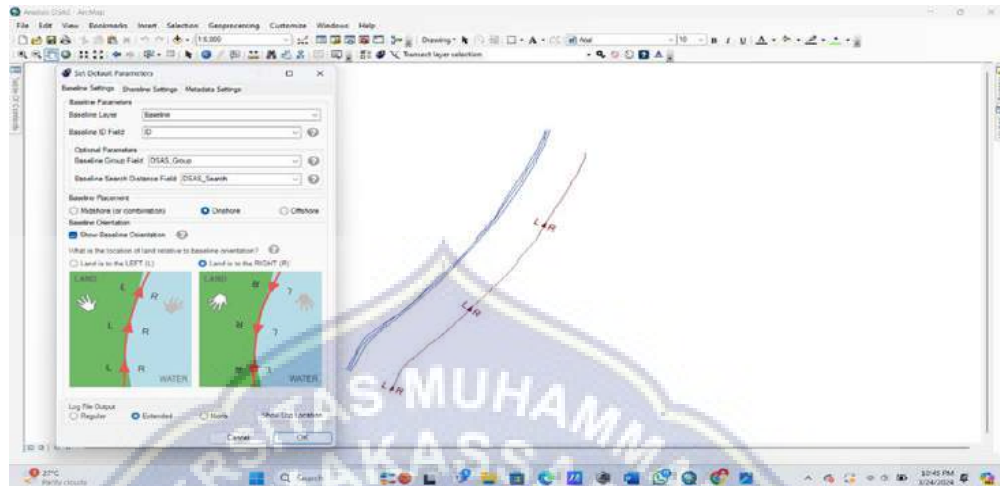
8. Melakukan analisis menggunakan DSAS pada *Attribute Automator*



Gambar 18 : Pilih dan centang pada *Attribute Automator*

Dalam *attribute automator* silahkan di centang semua pilihan yang ada di *Shoreline* dan *Baseline*.

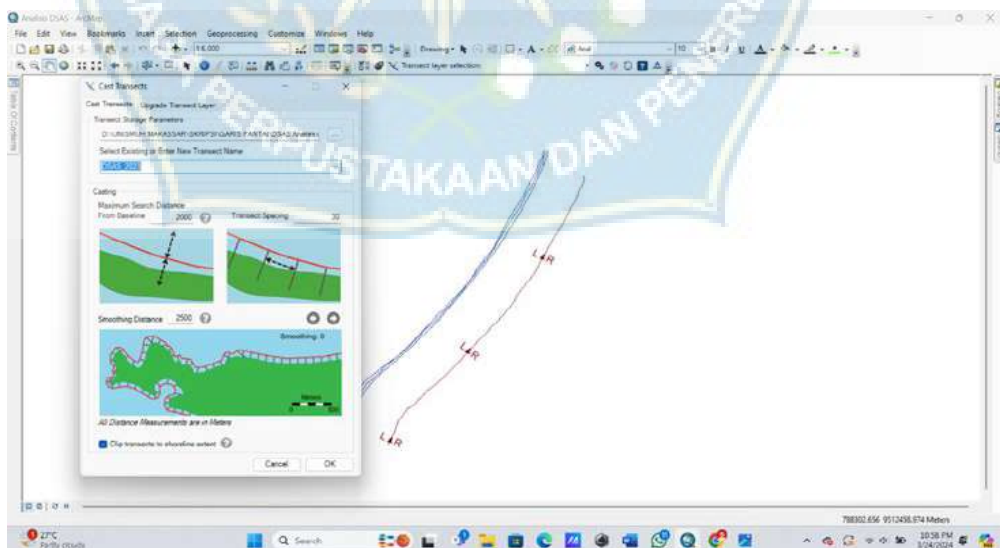
9. Membuat analisis menggunakan DSAS pada *Default Parameters* disesuaikan dengan daratan Pantai Ujung Batu



Gambar 19 : *Default parameter* disesuaikan dengan daratan Pantai Ujung Batu

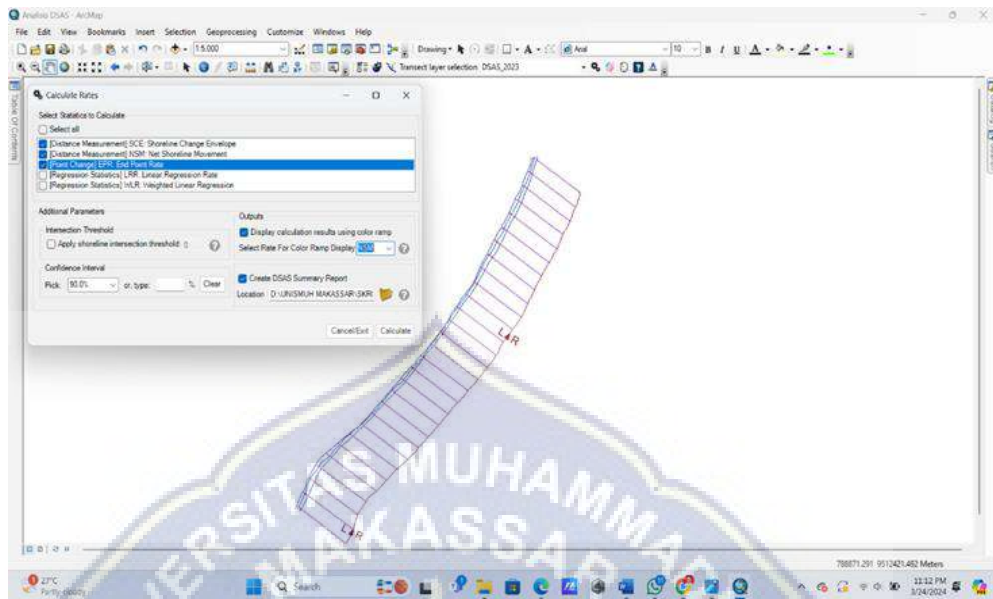
- Default Parameter* digunakan untuk menyesuaikan antara daratan dan perairan di lokasi penelitian.

10. Pembuatan *Transect* (patok) pada menu *Cast Transect*, dengan jarak antar *Transect* 30 meter.



Gambar 20 : Pembuatan *Transect* (patok)

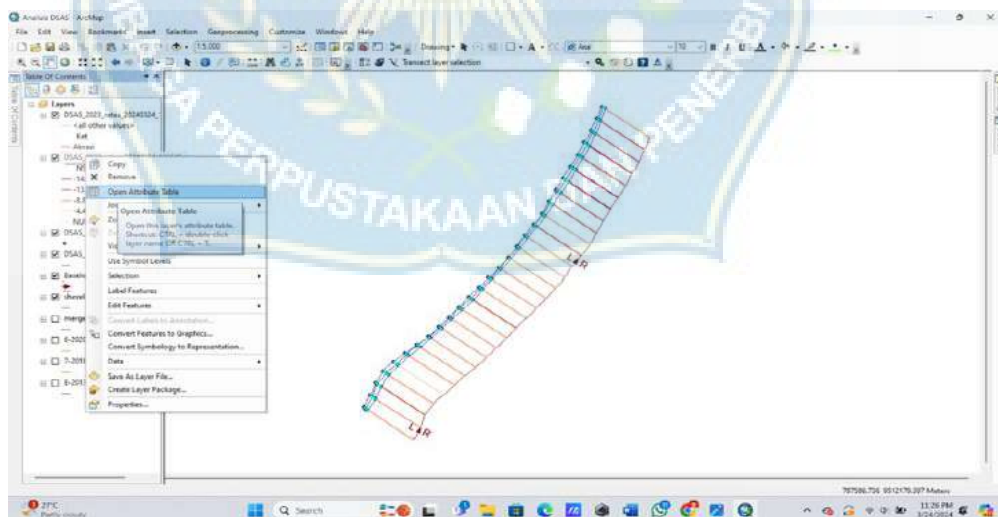
11. Centang nilai apa saja yang diutuhkan pada menu *Calculates Rates*.



Gambar 21 : Tampilan menu *Calculates Rates*

Pada menu *calculates rates* silahkan di centang NSM, SCE, NSM.

12. Klik pada menu *Open Attribute Table* untuk menampilkan tabel hasil analisis perubahan garis pantai.



Gambar 22 : Tampilan *Open Attribute Table*

Dalam menu *Open Attribute Table* digunakan untuk menampilkan tabel hasil analisis perubahan garis pantai.

13. Tampilan tabel hasil analisis

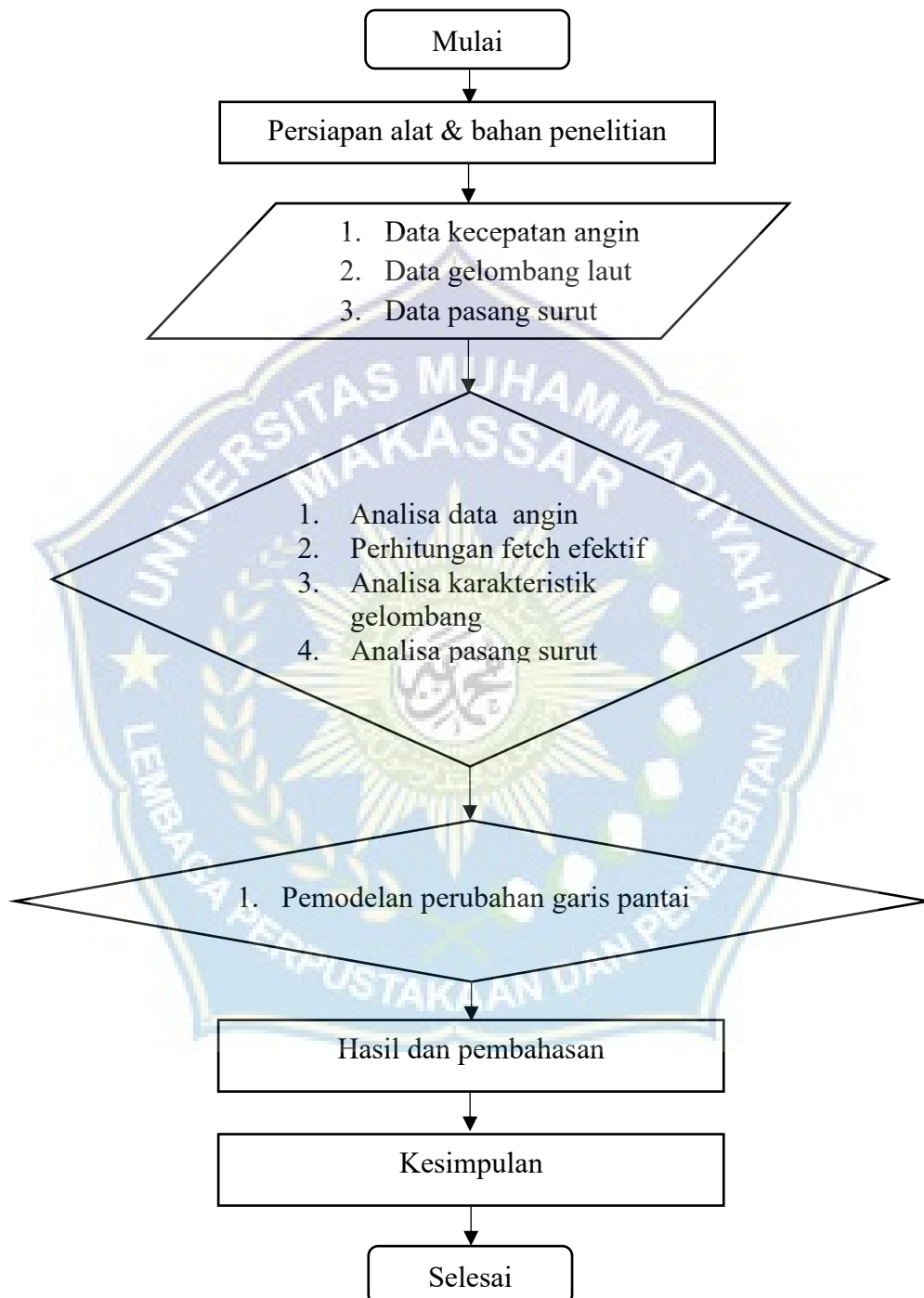
object identifier	geometry	TransactID	BaselineID	GroupID	TransactOrder	Azimuth	SlopeCount	TCO	NSM	Length	SCE	RSM	EPR	EPRmax
1	Polyline	1	1	1	1	125.24	3	0	124.251029	19.25	-1.18	-2.70	2.07	
2	Polyline	2	1	1	2	125.24	3	30	125.153968	13.25	-1.90	-1.16	2.07	
3	Polyline	3	1	1	3	125.24	3	60	122.526077	14.67	-16.82	-1.6	2.07	
4	Polyline	4	1	1	4	125.24	3	90	125.576572	14.33	-7.36	-1.66	2.07	
5	Polyline	5	1	1	5	125.24	3	120	126.576190	13.60	-4.36	-0.64	2.07	
6	Polyline	6	1	1	6	125.24	3	150	123.447954	19.97	-4.7	-0.89	2.07	
7	Polyline	7	1	1	7	125.24	3	180	118.40599	6.6	-8.1	-0.89	2.07	
8	Polyline	8	1	1	8	125.24	2	210	118.548028	5.44	-8.44	-0.8	2.07	
9	Polyline	9	1	1	9	125.24	3	240	117.904860	7.47	-7.47	-1.09	2.07	
10	Polyline	10	1	1	10	125.24	3	270	117.204148	7.63	-7.63	-1.1	2.07	
11	Polyline	11	1	1	11	125.24	3	300	117.696890	7.98	-7.98	-1.16	2.07	
12	Polyline	12	1	1	12	125.24	3	330	118.544653	11.26	-11.26	-1.68	2.07	
13	Polyline	13	1	1	13	125.24	3	360	117.499296	8.95	-8.95	-1.29	2.07	
14	Polyline	14	1	1	14	125.24	3	390	118.24019	9.38	-9.38	-1.23	2.07	
15	Polyline	15	1	1	15	125.24	3	420	118.433201	6.27	-6.27	-0.82	2.07	
16	Polyline	16	1	1	16	125.24	3	450	117.860236	5.99	-6.59	-0.82	2.07	
17	Polyline	17	1	1	17	125.24	3	480	118.309168	5.8	-5.8	-0.85	2.07	
18	Polyline	18	1	1	18	125.24	3	510	118.328132	4.18	-4.18	-1.12	2.07	
19	Polyline	19	1	1	19	125.24	3	540	117.896730	8.81	-8.81	-1.29	2.07	

Gambar 23 : Tabel hasil analisis pada ArcGIS

Tabel hasil analisis yang menampilkan nilai NSM, SCE, dan EPR yang kemudian di export ke excel.

H. Diagram Alir Penelitian

Tahapan pengolahan data dijelaskan pada diagram alir pada gambar 3.19



Gambar 24 : *Flowchart* (Bagan Penelitian)

BAB IV

PEMBAHASAN DAN HASIL

A. Data Angin

Data angin yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Stasiun Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah IV Makassar. Stasiun ini terletak pada koordinat 119°36'6.47"BT dan 4°24'29.15"LS, berlokasi di Pantai Ujung Batu, Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan. Ketinggian elevasi stasiun dari permukaan tanah adalah 5 m. data yang digunakan meliputi data angin selama lima tahun terakhir, mulai dari tahun 2019 hingga 2023. Dari hasil pengukuran, dilakukan analisis terhadap jumlah angin yang mencapai lokasi penelitian, serta presentasinya dari setiap arah mata angin.

Tabel 1 : Jumlah data kecepatan angin dan interval kecepatan berdasarkan arah datangnya 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
1	337.5 - 22.5	0	0	1	0	0	0	1
2	22.5 - 67.5	0	0	0	0	0	0	0
3	67.5 - 112.5	0	2	2	0	0	0	4
4	112.5 - 157.5	4	9	10	1	0	0	24
5	157.5 - 202.5	5	2	0	1	0	0	8
6	202.5 - 247.5	4	4	2	0	0	0	10
7	247.5 - 292.5	1	2	9	0	0	0	12
8	292.5 - 337.5	0	0	1	0	0	0	1
	Sub-Total	14	19	25	2	0	0	60
	Calms							0
	Missing/Incomplete							0
	Total							60

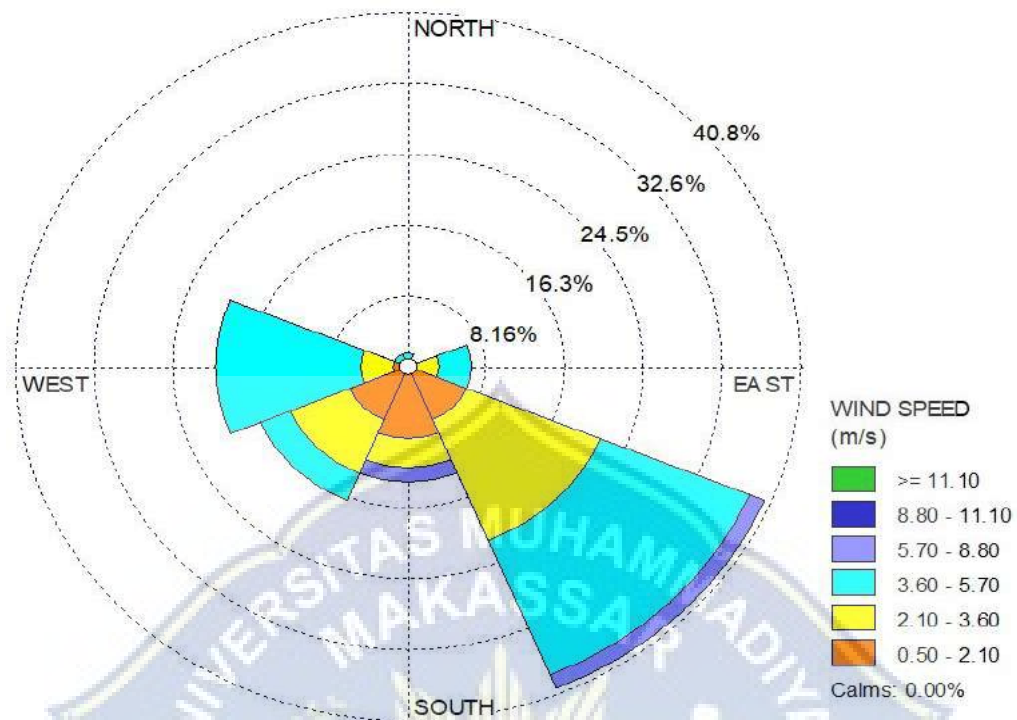
Sumber : Stasiun BMKG Paotere Makassar

Tabel 2 : Persentasi kejadian angin berdasarkan interval kecepatan

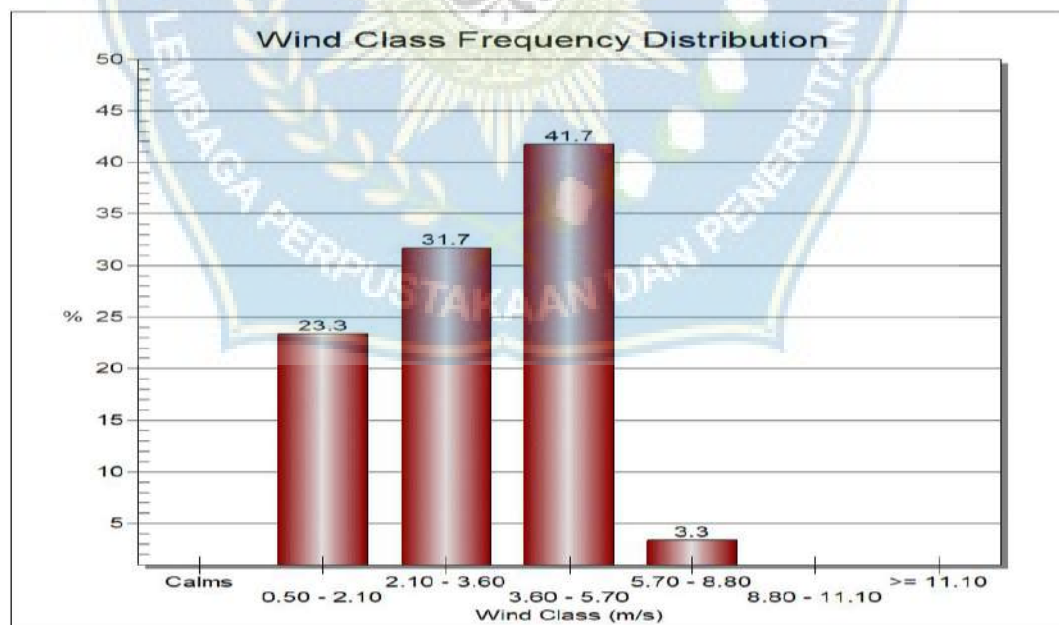
	Directions / Wind Classes (m/s)	0.50 - 2.10	2.10 - 3.60	3.60 - 5.70	5.70 - 8.80	8.80 - 11.10	>= 11.10	Total %
1	337.5 - 22.5	0	0	1.67	0	0	0	1.67
2	22.5 - 67.5	0	0	0	0	0	0	0
3	67.5 - 112.5	0	3.33	3.33	0	0	0	6.67
4	112.5 - 157.5	6.67	15	16.67	1.67	0	0	40
5	157.5 - 202.5	8.33	3.33	0	1.67	0	0	13.33
6	202.5 - 247.5	6.67	6.67	3.33	0	0	0	16.67
7	247.5 - 292.5	1.67	3.33	15	0	0	0	20
8	292.5 - 337.5	0	0	1.67	0	0	0	1.67
	Sub-Total	23.33	31.67	41.67	3.33	0	0	100
	Calms							0
	Missing/Incomplete							0
	Total							100

Berdasarkan tabel yang disajikan, terlihat bahwa angin yang paling dominan atau sering terjadi adalah yang bertiup dari arah Tenggara (40%). Diikuti oleh angin dari arah Barat (20%), Barat Daya (16.67%), Selatan (13.33%), Timur (6.67%) dan Utara, Barat Laut masing-masing (1.67%).

Berdasarkan potensi gelombang yang dihasilkan oleh arah mata angin, terdapat empat arah utama, yaitu: Selatan, Barat Daya, Barat dan Barat Laut. Data angin disajikan melalui mawar angin, seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 25 : Mawar angin (*Windrose*)

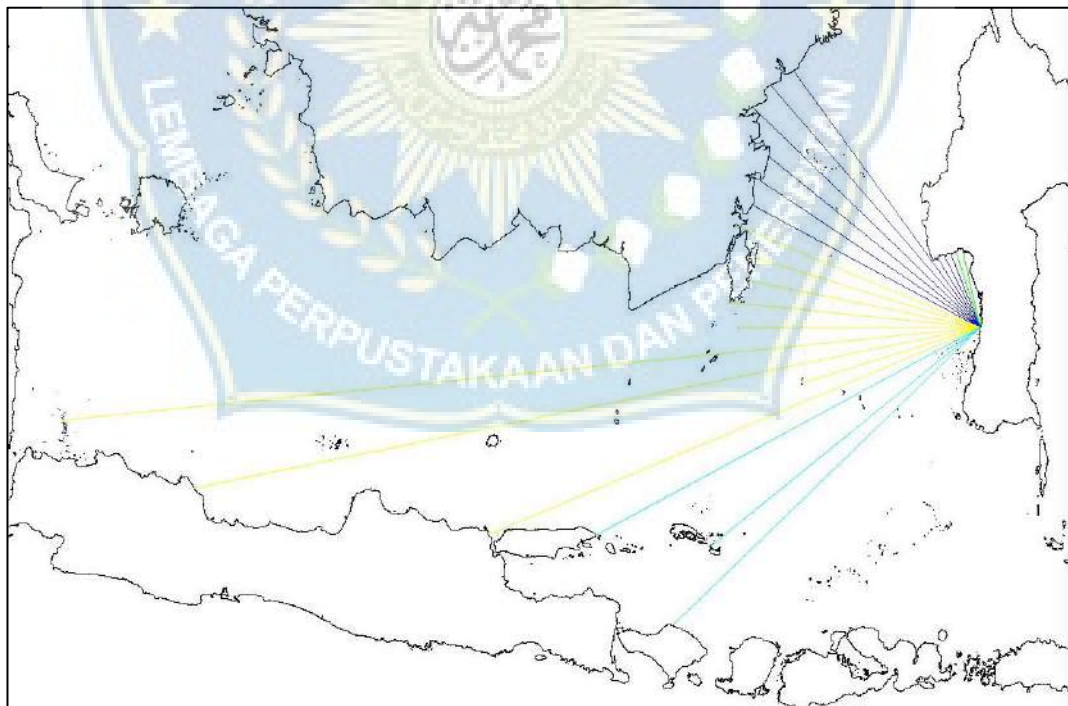


Gambar 26 : Distribusi frekuensi kelas angin

Informasi mengenai arah dan kecepatan angin digunakan untuk menentukan arah dan tinggi gelombang. Data yang diperlukan berasal dari Stasiun BMKG Paotere Makassar. Setelah itu, data tersebut disusun dalam bentuk tabel dan digambarkan dalam bentuk *windrose*, seperti yang terlihat pada ilustrasi diatas.

B. Fetch

Berdasarkan kondisi geografis lokasi penelitian, arah angin yang mungkin menciptakan gelombang di lokasi tersebut adalah dari Barat Daya, Barat, Barat Laut dan Utara. Arah Tenggara dan Timur tidak dianggap dalam perhitungan efektivitas fetch karena angin yang bertiup melewati daratan. Oleh karena itu, hanya keempat arah tersebut yang diperhitungkan dalam menentukan fetch efektif. Ilustrasi penentuan fetch pada lokasi studi dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 27 : Panjang fetch yang berpotensi menimbulkan gelombang dari arah Barat Daya, Barat, Barat laut dan Utara.

Berikut adalah tabel perhitungan fetch efektif untuk setiap arah peramalan gelombang laut:

Tabel 3 : Perhitungan fetch efektif arah utara

Direction (Main)	Direction (Degree)	Xi Length (m)	α	$\cos \alpha$	F . $\cos \alpha$	F effective (m)
NORTH	340	100450	-20	0.939692621	94392.12376	97703
	345	95030	-15	0.965925826	91791.93127	
Total				1.905618447	186184.055	

$$f_{eff} = \frac{\sum xi \cdot \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} = \frac{186184.055}{1.905618447} = 97703$$

Tabel 4 : Perhitungan fetch efektif arah Barat Daya

Direction (Main)	Direction (Degree)	Xi Length (m)	α	$\cos \alpha$	F . $\cos \alpha$	F effective (m)
SOUTH WEST	230	400000	5	0.99619	398478	314502
	235	400000	10	0.98481	393923	
	240	55980	15	0.96593	54072.5	
	245	400000	20	0.93969	375877	
Total				3.88662	1222351	

$$f_{eff} = \frac{\sum xi \cdot \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} = \frac{1222351}{3.88662} = 314502$$

Tabel 5 : Perhitungan fetch efektif arah Barat

Direction (Main)	Direction (Degree)	Xi Length (m)	α	$\cos \alpha$	F . $\cos \alpha$	F effective (m)
WEST	250	400000	-20	0.93969	375877	355352
	255	263100	-15	0.96593	254135	
	260	400000	-10	0.98481	393923	
	265	400000	-5	0.99619	398478	
	270	343060	0	1	343060	
	275	357140	5	0.99619	355781	
	280	333280	10	0.98481	328217	
	285	331140	15	0.96593	319857	
	290	370610	20	0.93969	348259	
Total				8.77324	3117587	

$$f_{eff} = \frac{\sum xi \cdot \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} = \frac{3117587}{8.77324} = 355352$$

Tabel 6 : Perhitungan fetch efektif arah Barat Laut

Direction (Main)	Direction (Degree)	Xi Length (m)	α	$\cos \alpha$	F . $\cos \alpha$	F effective (m)
NORTH WEST	295	358120	-20	0.93969	336523	290758
	300	369060	-15	0.96593	356485	
	305	367930	-10	0.98481	362340	
	310	400000	-5	0.99619	398478	
	315	400000	0	1	400000	
	320	400000	5	0.99619	398478	
	325	105100	10	0.98481	103503	
	330	103650	15	0.96593	100118	
	335	101060	20	0.93969	94965.3	
Total				8.77324	2550890	

$$f_{eff} = \frac{\sum xi \cdot \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} = \frac{2550890}{8.77324} = 290758$$

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

Xi = Segmen fetch yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung akhir fetch.

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

C. Analisa Data Gelombang

Berdasarkan data gelombang di perairan pantai Ujung Batu kabupaten Barru selama Januari 2019 – Desember 2023 yang sudah di rata – ratakan perbulannya seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 7 : Data kecepatan angin, arah, dan gelombang

Tahun	Bulan	Kecepatan (knot)	Arah	Gelombang (m)
2019	Januari	5.1	270	1.50
	Februari	2.9	250	1.35
	Maret	3.7	260	1.50
	April	0.9	160	1.00
	Mei	4.0	120	0.20
	Juni	4.0	120	0.15
	Juli	4.0	130	0.20
	Agustus	3.8	140	0.30
	september	3.5	150	0.35
	Oktober	2.5	160	0.40
	November	2.3	180	0.35
	Desember	1.7	250	0.35
2020	Januari	4.0	255	1.40
	Februari	3.3	230	1.20
	Maret	2.2	220	0.60
	April	1.2	170	0.80
	Mei	1.6	140	0.20
	Juni	3.6	120	0.10
	Juli	4.0	120	0.15
	Agustus	3.6	120	0.15
	september	2.7	140	0.30
	Oktober	1.6	150	0.30
	November	1.4	220	0.30
	Desember	3.9	250	1.40

2021	Januari	4.6	260	1.30
	Februari	4.6	240	1.00
	Maret	2.7	225	0.60
	April	2.1	210	1.00
	Mei	2.6	140	0.05
	Juni	2.4	140	0.10
	Juli	2.9	110	0.20
	Agustus	3.7	120	0.15
	september	2.8	115	0.30
	Oktober	1.9	190	0.30
	November	0.9	245	0.50
	Desember	4.4	260	2.20
2022	Januari	4.9	247	1.20
	Februari	4.5	259	1.30
	Maret	2.0	237	0.85
	April	1.1	164	0.25
	Mei	1.3	133	0.70
	Juni	2.5	124	0.15
	Juli	2.9	116	0.10
	Agustus	2.8	116	0.20
	september	1.7	155	0.30
	Oktober	0.7	196	0.50
	November	1.1	226	0.55
	Desember	5.8	172	0.20
2023	Januari	4.2	290	1.80
	Februari	5.4	300	1.30
	Maret	5.2	360	1.00
	April	5.1	290	0.90
	Mei	3.2	90	0.25
	Juni	4.0	100	0.25
	Juli	4.7	120	0.25
	Agustus	5.6	110	0.25
	september	6.0	120	0.25
	Oktober	4.8	120	0.15
	November	2.7	140	0.15
	Desember	3.2	250	0.50

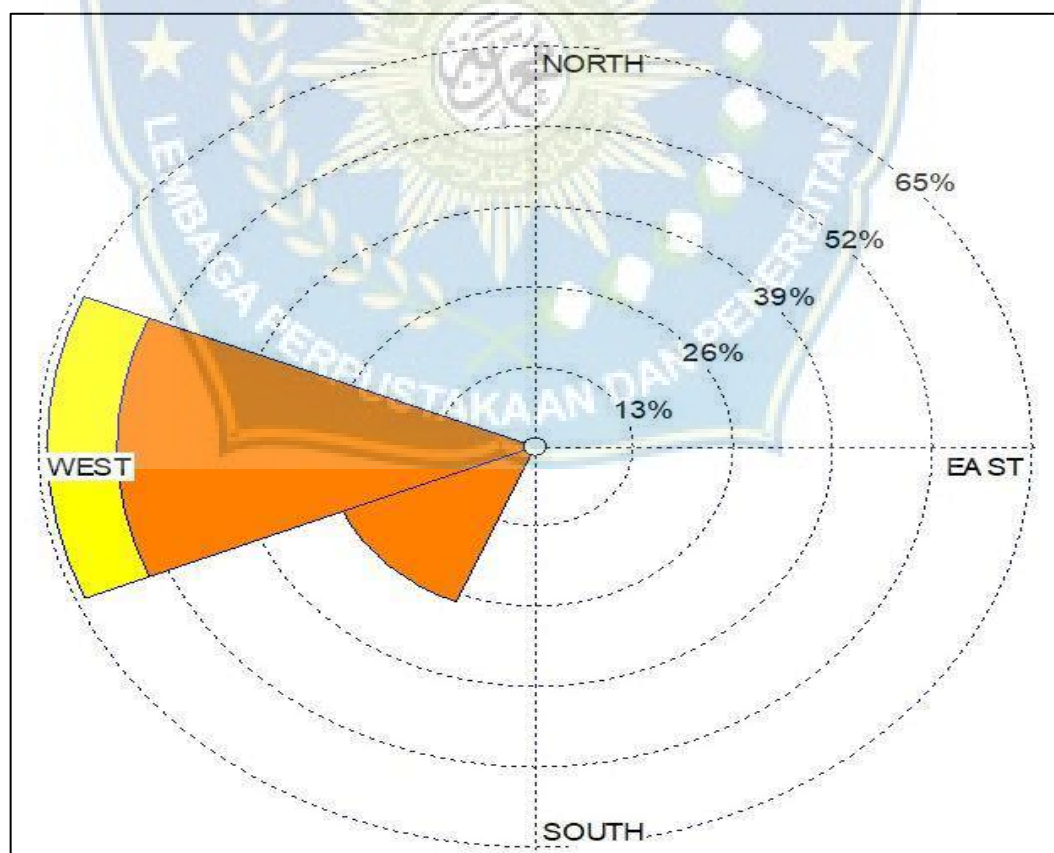
Sumber : Stasiun BMKG Paotere Makassar

1. Mawar gelombang

Mawar gelombang atau *Waverose* merupakan suatu teknik memvisualisasikan data mengenai frekuensi kejadian gelombang laut berdasarkan arah mata angin dan kelas ketinggian gelombang pada lokasi dan waktu tertentu. *Waverose* mengukur tinggi gelombang air laut dalam satuan centimeter (m) atau meter (m).

Hasil analisis *Waverose* menunjukkan bahwa arah gelombang yang berasal dari Barat dan Barat Daya lebih mendominasi dengan persentase gelombang 63.64% dan 27.27%. Diperoleh informasi gelombang di perairan ini relatif sedang dengan ketinggian maksimal 1.50 m.

Berikut adalah representasi visual dari mawar gelombang (*Waverose*):



Gambar 28 : Mawar gelombang (*Waverose*)

D. Pasang Surut

1. Skema-I

Tabel 8 : Data pasang surut bulan desember 2023

JAM TGL	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	-0.4328	-0.5802	-0.6811	-0.697	-0.6065	-0.4134	-0.1461	0.1508	0.4277	0.6402	0.7572	0.7654	0.6722	0.5054	0.307	0.122	-0.0143	-0.0865	-0.1013	-0.0822	-0.0596	-0.0617	-0.1071	-0.2008
2	-0.3317	-0.4736	-0.5894	-0.641	-0.6012	-0.4632	-0.2439	0.0211	0.2864	0.5081	0.6522	0.6998	0.6505	0.5226	0.3496	0.1721	0.0267	-0.0645	-0.0989	-0.092	-0.0693	-0.0581	-0.0792	-0.1422
3	-0.2429	-0.3635	-0.4746	-0.5428	-0.5399	-0.4522	-0.2862	-0.0671	0.1677	0.3786	0.5318	0.6054	0.5929	0.5043	0.3639	0.2051	0.0617	-0.0414	-0.0947	-0.105	-0.0909	-0.0754	-0.0788	-0.1132
4	-0.18	-0.2688	-0.3592	-0.4248	-0.4404	-0.3902	-0.2734	-0.1054	0.0863	0.2691	0.413	0.4964	0.5093	0.455	0.3492	0.2169	0.0862	-0.0192	-0.0862	-0.1145	-0.115	-0.1046	-0.0998	-0.1127
5	-0.1476	-0.2006	-0.2594	-0.3062	-0.3219	-0.2924	-0.2137	-0.0936	0.0495	0.192	0.3104	0.3866	0.4102	0.3805	0.3063	0.2041	0.0944	-0.0033	-0.0756	-0.1183	-0.1354	-0.1366	-0.133	-0.1337
6	-0.1436	-0.1622	-0.1845	-0.2009	-0.2004	-0.174	-0.118	-0.0365	0.0596	0.1556	0.2363	0.2894	0.3076	0.2892	0.2384	0.1647	0.0806	-0.0009	-0.0694	-0.1196	-0.1509	-0.1666	-0.1713	-0.169
7	-0.1624	-0.1524	-0.1383	-0.1179	-0.0886	-0.0485	0.0018	0.0587	0.1157	0.1654	0.2012	0.2186	0.2157	0.193	0.1532	0.1008	0.0416	-0.0188	-0.0754	-0.1249	-0.1653	-0.1949	-0.2119	-0.2142
8	-0.2	-0.1691	-0.1226	-0.0638	0.0027	0.0706	0.1329	0.1824	0.2135	0.2235	0.2134	0.1872	0.1503	0.1078	0.064	0.0214	-0.0193	-0.0588	-0.0988	-0.1407	-0.1839	-0.2245	-0.2555	-0.268
9	-0.2547	-0.2115	-0.1394	-0.0445	0.0629	0.1692	0.2596	0.3207	0.3436	0.327	0.2769	0.2053	0.1261	0.0512	-0.0112	-0.0582	-0.0913	-0.1157	-0.1393	-0.1693	-0.2096	-0.2573	-0.3023	-0.3299
10	-0.3256	-0.2798	-0.191	-0.0659	0.0815	0.2317	0.3628	0.4537	0.4893	0.4648	0.388	0.2766	0.1532	0.038	-0.0548	-0.1193	-0.1572	-0.1763	-0.1884	-0.2066	-0.2404	-0.291	-0.3488	-0.3951
11	-0.4083	-0.3714	-0.2775	-0.1319	0.0497	0.2438	0.4224	0.5574	0.6256	0.6157	0.5323	0.395	0.233	0.076	-0.0539	-0.1457	-0.1993	-0.2233	-0.2319	-0.242	-0.2686	-0.3187	-0.3866	-0.4532
12	-0.4915	-0.4761	-0.3922	-0.2403	-0.0357	0.1958	0.4217	0.6079	0.7242	0.7505	0.6841	0.5418	0.3555	0.1626	-0.0051	-0.1291	-0.2056	-0.2423	-0.2546	-0.2618	-0.2827	-0.3301	-0.4042	-0.4894
13	-0.5572	-0.5748	-0.5177	-0.3783	-0.1677	0.0878	0.3529	0.589	0.76	0.8379	0.8108	0.6877	0.4981	0.2833	0.0839	-0.072	-0.1739	-0.2271	-0.2475	-0.2555	-0.2726	-0.3155	-0.3909	-0.4895
14	-0.5853	-0.6423	-0.627	-0.5207	-0.3263	-0.0667	0.2217	0.4972	0.7193	0.8541	0.881	0.799	0.6298	0.4131	0.1948	0.0127	-0.1135	-0.1836	-0.2123	-0.2216	-0.2345	-0.2707	-0.3416	-0.4448
15	-0.5609	-0.6554	-0.6895	-0.6337	-0.4789	-0.2402	0.0488	0.3452	0.6053	0.7909	0.8749	0.8471	0.7186	0.5219	0.3026	0.105	-0.0409	-0.1264	-0.1622	-0.1704	-0.1759	-0.2009	-0.2602	-0.3574

16	-0.4806	-0.6016	-0.6815	-0.6838	-0.5872	-0.3944	-0.1314	0.1613	0.4384	0.6589	0.7913	0.8183	0.7414	0.5826	0.381	0.1824	0.0243	-0.0742	-0.1163	-0.1211	-0.1149	-0.1224	-0.1618	-0.2412
17	-0.3555	-0.4848	-0.5957	-0.6501	-0.6182	-0.4894	-0.2775	-0.0158	0.2527	0.4854	0.6482	0.7192	0.6923	0.5796	0.4104	0.2255	0.0653	-0.0428	-0.0917	-0.0942	-0.0745	-0.0596	-0.0709	-0.1208
18	-0.21	-0.3265	-0.4452	-0.5328	-0.5565	-0.4961	-0.3516	-0.1446	0.0888	0.3082	0.4782	0.5741	0.585	0.5151	0.384	0.2239	0.0718	-0.0409	-0.098	-0.1027	-0.0736	-0.0363	-0.0151	-0.0266
19	-0.0767	-0.1605	-0.2617	-0.3549	-0.4113	-0.4067	-0.3311	-0.1923	-0.0153	0.1664	0.3193	0.4178	0.4477	0.4082	0.3112	0.1795	0.0431	-0.0684	-0.1339	-0.1473	-0.1179	-0.0662	-0.0157	0.0138
20	0.0112	-0.0248	-0.0862	-0.1565	-0.2148	-0.2398	-0.2173	-0.1449	-0.0345	0.0915	0.206	0.2853	0.3141	0.2881	0.2138	0.1067	-0.0115	-0.1169	-0.189	-0.2159	-0.1978	-0.1459	-0.0786	-0.0152
21	0.0293	0.0479	0.0412	0.0169	-0.013	-0.0349	-0.0369	-0.0126	0.0363	0.0997	0.1612	0.2036	0.2131	0.1838	0.1185	0.0271	-0.0754	-0.1723	-0.2477	-0.2894	-0.2913	-0.2552	-0.1902	-0.1103
22	-0.0301	0.0392	0.0916	0.1268	0.1478	0.1593	0.1661	0.1721	0.1794	0.1875	0.1921	0.1864	0.1626	0.116	0.0472	-0.0381	-0.1304	-0.2191	-0.2945	-0.3481	-0.3729	-0.3642	-0.3212	-0.248
23	-0.1536	-0.0493	0.0547	0.1508	0.2338	0.2995	0.344	0.364	0.3591	0.3322	0.2885	0.2327	0.1673	0.0931	0.0109	-0.0762	-0.1633	-0.245	-0.3174	-0.3775	-0.4218	-0.4439	-0.436	-0.3917
24	-0.3096	-0.1951	-0.0587	0.0874	0.2306	0.3587	0.4589	0.5195	0.5327	0.4987	0.4259	0.3283	0.2203	0.1121	0.0094	-0.0855	-0.1709	-0.2462	-0.3125	-0.3724	-0.4278	-0.4755	-0.5056	-0.5038
25	-0.4575	-0.3611	-0.2192	-0.0447	0.1452	0.3309	0.4919	0.6081	0.6629	0.6491	0.5723	0.4502	0.3064	0.163	0.0345	-0.073	-0.1594	-0.228	-0.2848	-0.3374	-0.3934	-0.4552	-0.5157	-0.5581
26	-0.5607	-0.5058	-0.3872	-0.2119	0.002	0.2301	0.445	0.619	0.7275	0.7543	0.6974	0.5722	0.4066	0.2326	0.076	-0.0491	-0.1401	-0.2026	-0.2468	-0.2854	-0.3313	-0.3931	-0.4696	-0.5462
27	-0.5977	-0.5965	-0.5234	-0.375	-0.1642	0.0835	0.3362	0.5598	0.7225	0.7994	0.7799	0.672	0.5023	0.3078	0.1247	-0.022	-0.123	-0.1826	-0.2137	-0.2336	-0.2604	-0.3087	-0.3841	-0.4779
28	-0.5665	-0.6174	-0.6006	-0.4997	-0.3178	-0.0759	0.193	0.4504	0.6584	0.7852	0.8112	0.7356	0.5787	0.3774	0.1742	0.0045	-0.1124	-0.1753	-0.1968	-0.1973	-0.1996	-0.2241	-0.283	-0.375
29	-0.482	-0.5721	-0.6089	-0.5648	-0.4302	-0.2173	0.0445	0.3157	0.5543	0.7227	0.7939	0.7582	0.6273	0.4333	0.22	0.0303	-0.1065	-0.1804	-0.1997	-0.185	-0.1627	-0.1578	-0.1891	-0.2627
30	-0.3682	-0.4782	-0.5555	-0.5651	-0.4859	-0.3184	-0.0844	0.1797	0.4309	0.6277	0.7374	0.7422	0.6451	0.4703	0.2587	0.0559	-0.1007	-0.1915	-0.2174	-0.1961	-0.1542	-0.1204	-0.1189	-0.1627
31	-0.2495	-0.3593	-0.4585	-0.5094	-0.4828	-0.368	-0.1764	0.0622	0.3073	0.5165	0.6532	0.6936	0.6324	0.4852	0.2863	0.0802	-0.0915	-0.2011	-0.2409	-0.2224	-0.17	-0.1133	-0.0798	-0.0885

Sumber : Stasiun BMKG Paotere Makassar

Sebelum melakukan pengolahan data pasang surut, langkah pertama yang harus dilakukan adalah melakukan smoothing pada data lapangan yang diperoleh dari pengukuran alat. Hal ini dilakukan untuk menghilangkan noise. Setelah itu, data tersebut dimasukkan ke dalam kolom-kolom dalam skema-I. Kolom tersebut menggambarkan waktu pengamatan dari pukul 00.00 sampai 23.00 yang memanjang ke arah horizontal. Sedangkan kolom yang memanjang arah vertikal mencakup tanggal selama 29 hari, mulai dari tanggal 1 Desember sampai 29 Desember.

2. Skema-II

Tabel 9 : Konstanta pengali untuk menyusun skema-II

JAM	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
X1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Y1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
X2	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1
Y2	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
X4	1	0	-1	-1	0	1	1	0	-1	-1	0	1	1	0	-1	-1	0	1	1	0	-1	-1	0	1
Y4	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1

Isi setiap kolom-kolom pada skema-II ini dengan bantuan daftar konstanta skema-II pada **Tabel 9** dengan mengalikan nilai pengamatan dengan harga pengali pada daftar konstanta skema-II untuk setiap hari pengamatan. Karena pengali dalam daftar hanya berisi bilangan 1 dan -1 kecuali X4 ada bilangan 0 (nol) yang tidak dimasukkan dalam perkalian, maka lakukan perhitungan dengan menjumlahkan bilangan yang harus dikalikan dengan 1 dan diisikan pada kolom yang bertanda (+) dibawah kolom X1, Y1, X2, Y2, Y1, X4, dan Y4.

Tabel 10 : Hasil skema-II

Waktu	X1		Y1		X2		Y2		X4		Y4	
	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
01-Dec-23	414.58	-406.85	-21.19	28.92	43.02	-35.29	-239.2	246.9	-1.42	3.28	-0.87	8.6
02-Dec-23	372.57	-378.48	13.51	-19.42	78.97	-84.88	-210.5	204.6	-4.59	-2.04	-6.35	0.44
03-Dec-23	320.82	-336.54	29.27	-44.99	98.76	-114.48	-166	150.3	-6.22	-5.97	-9.97	-5.75
04-Dec-23	267.06	-288.34	27.53	-48.81	99.45	-120.73	-115.5	94.21	-6.4	-8.44	-11.58	-9.7
05-Dec-23	216.15	-239.88	10.18	-33.91	81.76	-105.49	-68.78	45.05	-5.87	-9.68	-11.77	-12
06-Dec-23	171.46	-196.1	-21.84	-2.8	49.41	-74.05	-33.74	9.1	-5.25	-10.2	-11.37	-13.3
07-Dec-23	136.97	-161.75	-67.92	43.14	8.54	-33.32	-14.95	-9.83	-4.59	-10.43	-10.69	-14.1
08-Dec-23	118.66	-142.19	-125.6	102.1	-33.49	9.96	-13.3	-10.23	-3.52	-10.21	-9.2	-14.3
09-Dec-23	123.51	-142.68	-188.8	169.59	-69.22	50.05	-26.82	7.65	-1.72	-8.68	-5.85	-13.3
10-Dec-23	156.76	-166.82	-246.6	236.49	-92.45	82.39	-51.87	41.81	0.73	-4.79	-0.3	-9.76
11-Dec-23	218.09	-214.23	-285.6	289.41	-99.22	103.08	-84.3	88.16	3.52	1.55	6.5	-2.64
12-Dec-23	298.99	-278.65	-293.4	313.72	-88.39	108.73	-120.1	140.4	6.37	8.96	12.78	7.56
13-Dec-23	383.02	-347.9	-263.5	298.57	-61.66	96.78	-155.1	190.2	8.83	15.04	16.77	18.4
14-Dec-23	449.16	-405.98	-198.7	241.91	-23.13	66.31	-185	228.2	10.03	17.5	17.44	25.7
15-Dec-23	478.2	-437.46	-112.6	153.31	21.3	19.44	-204.9	245.6	8.56	15.62	14.51	26.2
16-Dec-23	458.94	-432.19	-26.22	52.97	64.65	-37.9	-210	236.8	3.43	10.17	7.93	18.8
17-Dec-23	392.83	-389.12	37.08	-33.37	99.74	-96.03	-196.9	200.7	-4.76	2.56	-2.11	5.82
18-Dec-23	294.56	-317.3	59.16	-81.9	120.41	-143.15	-165.3	142.5	-13.33	-5.86	-14.17	-8.57
19-Dec-23	188.33	-233.62	32.97	-78.26	122.8	-168.09	-118.7	73.36	-18.59	-13.98	-25.08	-20.2
20-Dec-23	100.87	-158.16	-35.1	-22.19	106.39	-163.68	-64.82	7.53	-17.85	-20.31	-30.64	-26.7
21-Dec-23	53.53	-108.59	-127.3	72.25	74.21	-129.27	-14.48	-40.58	-11.25	-22.89	-27.71	-27.4
22-Dec-23	56.12	-95.37	-220.3	181.09	32.45	-71.7	21.19	-60.44	-1.67	-19.97	-16.35	-22.9
23-Dec-23	104.59	-119.1	-292.2	277.73	-10.88	-3.63	33.56	-48.07	7.06	-11.41	-0.39	-14.1
24-Dec-23	183.18	-171.29	-328.8	340.72	-47.49	59.38	18.82	-6.93	12.12	0.51	14.48	-2.59
25-Dec-23	270.13	-237.43	-326.5	359.2	-70.29	102.99	-20.47	53.17	12.86	11.86	23.36	9.34
26-Dec-23	344.7	-301.41	-291.6	334.92	-74.57	117.86	-75.78	119.1	10.45	18.99	24.56	18.7
27-Dec-23	392.71	-350.18	-237.1	279.65	-58.99	101.52	-134.8	177.4	6.46	20.23	19.46	23.1
28-Dec-23	409.11	-376.39	-177.4	210.11	-26.06	58.78	-184.7	217.4	2.15	16.39	11.14	21.6
29-Dec-23	396.91	-378.81	-124.2	142.33	18.34	-0.24	-215.2	233.3	-1.8	9.85	2.5	15.6

3. Skema-III

Untuk mengisi kolom-kolom pada skema-III, setiap kolom pada skema-III merupakan penjumlahan dari perhitungan pada skema-II.

- a. Untuk X_0 (+) merupakan penjumlahan antara X_1 (+) dengan X_1 (-) tanpa melihat tanda (+) dan (-) mulai tanggal 1 Desember sampai 29 Desember 2023.
- b. Untuk X_1 , Y_1 , X_2 , Y_1 , X_4 , dan Y_4 merupakan penjumlahan tanda (+) dan (-), untuk mengatasi hasilnya tidak ada yang negatife maka ditambahkan dengan 2000 untuk kolom X_1 , Y_1 , X_2 , Y_2 , X_4 , Y_4 .



Tabel 11 : Hasil skema-III

Waktu	Xo	X1	Y1	X2	Y2	X4	Y4
		2000	2000	2000	2000	2000	2000
01-Dec-23	7.73	2821.4	1949.9	2078.3	1513.9	1995.3	1990.5
02-Dec-23	-5.91	2751.1	2032.9	2163.9	1585	1997.5	1993.2
03-Dec-23	-15.72	2657.4	2074.3	2213.2	1683.7	1999.8	1995.8
04-Dec-23	-21.28	2555.4	2076.3	2220.2	1790.3	2002	1998.1
05-Dec-23	-23.73	2456	2044.1	2187.3	1886.2	2003.8	2000.2
06-Dec-23	-24.64	2367.6	1981	2123.5	1957.2	2005	2001.9
07-Dec-23	-24.78	2298.7	1888.9	2041.9	1994.9	2005.8	2003.4
08-Dec-23	-23.53	2260.9	1772.3	1956.6	1996.9	2006.7	2005.1
09-Dec-23	-19.17	2266.2	1641.7	1880.7	1965.5	2007	2007.5
10-Dec-23	-10.06	2323.6	1517	1825.2	1906.3	2005.5	2009.5
11-Dec-23	3.86	2432.3	1425	1797.7	1827.5	2002	2009.1
12-Dec-23	20.34	2577.6	1392.9	1802.9	1739.5	1997.4	2005.2
13-Dec-23	35.12	2730.9	1438	1841.6	1654.7	1993.8	1998.4
14-Dec-23	43.18	2855.1	1559.4	1910.6	1586.8	1992.5	1991.7
15-Dec-23	40.74	2915.7	1734.1	2001.9	1549.5	1992.9	1988.3
16-Dec-23	26.75	2891.1	1920.8	2102.6	1553.2	1993.3	1989.1
17-Dec-23	3.71	2782	2070.5	2195.8	1602.4	1992.7	1992.1
18-Dec-23	-22.74	2611.9	2141.1	2263.6	1692.2	1992.5	1994.4
19-Dec-23	-45.29	2422	2111.2	2290.9	1808	1995.4	1995.1
20-Dec-23	-57.29	2259	1987.1	2270.1	1927.7	2002.5	1996
21-Dec-23	-55.06	2162.1	1800.4	2203.5	2026.1	2011.6	1999.6
22-Dec-23	-39.25	2151.5	1598.6	2104.2	2081.6	2018.3	2006.6
23-Dec-23	-14.51	2223.7	1430	1992.8	2081.6	2018.5	2013.7
24-Dec-23	11.89	2354.5	1330.5	1893.1	2025.8	2011.6	2017.1
25-Dec-23	32.7	2507.6	1314.3	1826.7	1926.4	2001	2014
26-Dec-23	43.29	2646.1	1373.5	1807.6	1805.2	1991.5	2005.8
27-Dec-23	42.53	2742.9	1483.2	1839.5	1687.8	1986.2	1996.4
28-Dec-23	32.72	2785.5	1612.5	1915.2	1597.9	1985.8	1989.6
29-Dec-23	18.1	2775.7	1733.4	2018.6	1551.5	1988.4	1986.9
Jumlah	-40.3	73585	50435	58769	52005	57996	57994

4. Skema-IV

Tabel 12 : Hasil skema-IV

Index	Tanda	X	Y	X	Y
		Tambahhan		Jumlah	
00	+	-40.3		-40	
10	+	73585.32	50434.74		
	-	58000	58000	15585.32	-7565.26
12	+	41100	26593		
	-	32486	23842		
(29)	(-)	2000	2000	6614.2	750.7
1b	+	30446.01	17517.85		
	-	30214.16	24128.6	231.85	-6610.75
13	+	38984.59	25718.77		
	-	34600.73	24715.97		
(29)	(-)	2000	2000	2383.86	-997.2
1c	+	34988.09	24139.37		
	-	35681.57	24561.25	-693.48	-421.88
20	+	58769.02	52005.12		
	-	58000	58000	769.02	-5994.88
22	+	30375.12	24593.48		
	-	28393.9	27411.64		
(29)	(-)	2000	2000	-18.78	-4818.16
2b	+	22333.41	21804.97		
	-	26276.16	21506.7	-3942.75	298.27
23	+	30197.95	26785.47		
	-	28571.07	25219.65		
(29)	(-)	2000	2000	-373.12	-434.18
2c	+	28679.11	25410.21		
	-	28088.05	25045.43	591.06	364.78
42	+	29901.48	29915.52		
	-	28094.61	28078.84		
(29)	(-)	2000	2000	-193.13	-163.32
4b	+	23992.71	24058.01		
	-	24001.8	23958.96	-9.09	99.05
44	+	30030.05	29984.18		
	-	27966.04	28010.18		
(29)	(-)	2000	2000	64.01	-26
4d	+	23971.27	23983.39		
	-	24023	24034	-52	-50

5. Skema-V, VI dan VII

Tabel 13 : Hasil skema V, VI dan VII

		So	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4
V	$X_{00} = -40.3$	-40.3							
	$X_{10} = 15585.32$					15585.32	-1246.8256		
	$X_{12} - Y_{1b} = 13224.95$		925.7465			-264.499	13224.95		264.499
	$X_{13} - Y_{1c} = 2805.74$								
	$X_{20} = 769.02$		-23.0706	769.02	-23.0706				
	$X_{22} - Y_{2b} = -317.05$		-317.05	-4.75575	-10.46265	-0.6341	18.3889		11.09675
	$X_{23} - Y_{2c} = -737.9$		44.274		-737.9				
	$X_{42} - Y_{4b} = -292.18$		-8.7654						-292.18
	$X_{44} - Y_{4d} = 114.2$							114.2	9.136
VI	$Y_{10} = -7565.26$					-7565.26	605.2208		
	$Y_{12} + X_{1b} = 982.55$		68.7785			-19.651	982.55		29.4765
	$Y_{13} + X_{1c} = -1690.68$								
	$Y_{20} = -5994.88$		179.8464	-5994.88	179.8464				
	$Y_{22} + X_{2b} = -8760.91$		-8760.91	-131.41365	-280.34912		508.13278		306.63185
	$Y_{23} + X_{2c} = 156.88$		-9.4128		156.88				
	$Y_{42} + X_{4b} = -172.41$		-5.1723					-1.7241	-172.41
	$Y_{44} + X_{4d} = -77.97$							-77.97	-6.2376
VII	g		189.118	272.162	124.164	140.778	122.509	155.99	2.71
	A	-0.058	15.834	18.385	1.678	27.621	18.382	0.294	0.407

Mengisi kolom-kolom pada skema -V dan kolom skema-VI dengan bantuan daftar faktor analisa pengamatan 29 hari (29 piantan) yang mempunyai 10 kolom. Kolom kedua diisi pertama kali sesuai dengan perintah pada kolom 1 dan angkanya dilihat pada skema-V. Untuk kolom 3,4,5,6,7,8,9, dan 10 dengan melihat angka pada kolom 2 dikalikan dengan faktor pengali sesuai dengan kolom yang ada pada daftar faktor analisa pengamatan 29 hari.

Hasil olahan data pasang surut mencakup nilai komponen harmonik pasang surut, yang selanjutnya digunakan untuk menentukan level muka air laut, seperti nilai muka air laut rerata (*Mean Sea level*), nilai muka air tinggi tertinggi (*Highest Hight Water level*), nilai air rendah terendah (*Lowest Low Water Level*), dan nilai *Formzhal*. Hasil dari pengolahan data pasang surut ini menghasilkan informasi sebagai berikut.

Tabel 14 : Nilai komponen harmonik pasang surut

	So	M2	S2	N2	K2	K1	O1	P1	M4	MS4
A cm	-0.1	15.8	18.4	1.7	4.2	27.6	18.4	9.1	0.3	0.4
g		189.1	272.2	124.2	272.2	140.8	122.5	140.8	156.0	2.7

Tabel 15 : Nilai hasil perhitungan muka air laut

Elevasi Muka Air Laut	Ketinggian Muka Air Laut
Z0	80.22
MSL	-0.1
HHWL	93.5
LLWL	-93.6
FORMZHAL	1.34

$$\begin{aligned}
 Z_0 &= (K1 + O1 + M2 + S2) \\
 &= (27.6 + 18.4 + 15.8 + 18.4) \\
 &= 80.22
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 MSL &= S_0 \\
 &= -0.1
 \end{aligned}$$

$$HHWL = S_0 + (AM2 + AS2 + AK2 + AK1 + AO1 + AP1)$$

$$HHWL = (-0.1) + (15.8 + 18.4 + 4.2 + 27.6 + 18.4 + 9.1)$$

$$HHWL = 93.5$$

$$LLWL = S_0 - (AM_2 + AS_2 + AK_2 + AK_1 + AO_1 + AP_1)$$

$$LLWL = (-0.1) - (15.8 + 18.4 + 4.2 + 27.6 + 18.4 + 9.1)$$

$$LLWL = -93.5$$



Gambar 29 : Ilustrasi ketinggian air pasang surut

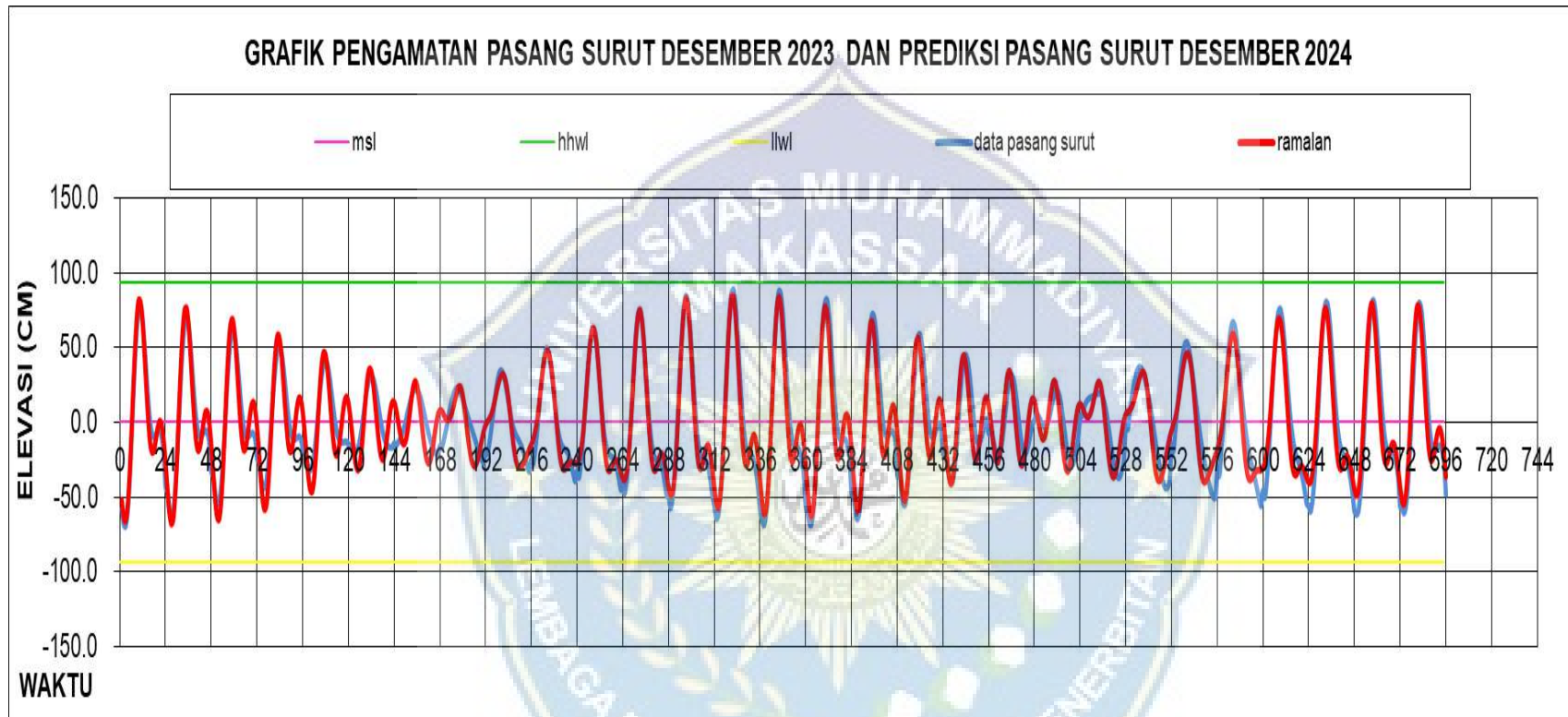
Berdasarkan nilai hasil perhitungan muka air laut, didapatkan nilai Z_0 muka air surut sebesar 80.22 cm, nilai ketinggian nilai muka air laut rata-rata (MSL) sebesar -0.1 cm, nilai muka air tinggi tertinggi (HHWL) sebesar 93.5 cm, nilai air rendah terendah (LLWL) sebesar -93.6 cm, dan nilai *Formzhal* didapat sebesar 1.34. Berdasarkan nilai *formzhal* yang didapat sebesar 1.34 menandakan bahwa perairan Pantai Ujung Batu masuk kedalam tipe pasang surut campuran condong harian ganda (*Mixed Tide Prevailing Semidiurnal*).

Kondisi oseanografi perairan berdasarkan tipe pasang surut yaitu tipe campuran condong harian ganda (*Mixed, Predominantly semi diurnal tide*), dengan kondisi dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut, terkadang terjadi satu pasang surut dalam satu hari dengan tinggi dan periode berbeda. Hal ini sesuai

dengan penelitian Arifin *et al* (2012) yang menyatakan tipe pasang surut perairan Kabupaten Barru adalah campuran yang cenderung (diurnal) maupun semidiurnal (ganda) (Rizaki, Hariyadi, & Arifin, 2021).

Menurut Bambang Triatmodjo, Pasang surut campuran condong harian ganda (*Mixed Tide Prevailing Semidiurnal*) dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali surut tetapi tinggi dan periodenya berbeda. pasang surut jenis ini banyak terdapat di perairan Indonesia Timur.





Gambar 30 : Grafik pasang surut Desember 2023 dan prediksi pasang surut Desember 2024

E. Proses Abrasi Pantai

Proses pantai dominan di daerah penelitian adalah abrasi (pengikisan pantai), hampir disepanjang Pantai Ujung Batu yang menjadi titik lokasi penelitian terjadi proses abrasi dengan intensitas yang berbeda. Hal utama yang menyebabkan abrasi adalah gelombang laut. Berdasarkan data kecepatan angin, arah angin dan data gelombang yang diperoleh menunjukkan bahwa gelombang dominan dari arah Barat dan Barat Daya.

Berdasarkan kriteria Dolan, et al (1975) dalam (Solihuddin, 2011) Karakteristik pantai daerah penelitian secara keseluruhan termasuk jenis pantai berpasir (*Sandy Beach*) dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 31 : Pasir pantai Ujung Batu

Berdasarkan pengamatan secara langsung dan arah gelombang yang telah di analisis. Karakteristik gelombang di Pantai ujung Batu termasuk kedalam gelombang refraksi. Gelombang refraksi adalah fenomena pembelokan arah

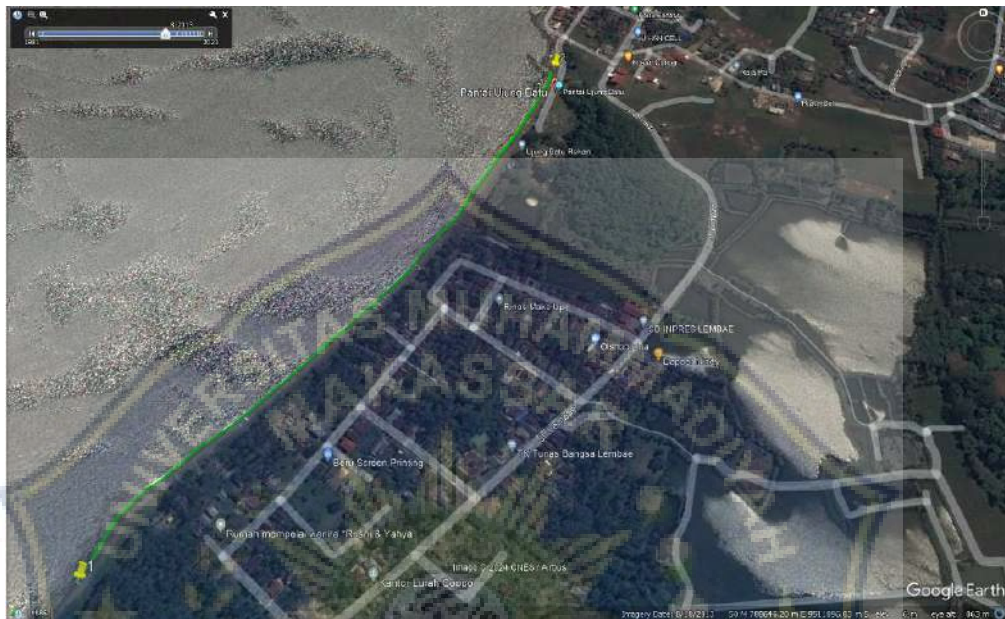
gelombang laut saat mendekati pantai akibat perubahan kedalaman air. Ketika gelombang bergerak dari lautan dalam ke perairan yang lebih dangkal, kecepatan gelombang berkurang dan arah pergerakannya berubah. Ini menyebabkan energi gelombang terfokus pada bagian tertentu dari pantai.

Gelombang laut mengalami perubahan kecepatan ketika mendekati pantai karena perubahan kedalaman. Pada perairan dalam, gelombang bergerak lebih cepat, sedangkan pada perairan dangkal gelombang melambat. Saat gelombang memasuki perairan yang lebih dangkal pada sudut tertentu, satu bagian dari gelombang melambat lebih dulu dibandingkan bagian lainnya. Hal ini menyebabkan gelombang membelok menuju garis pantai.

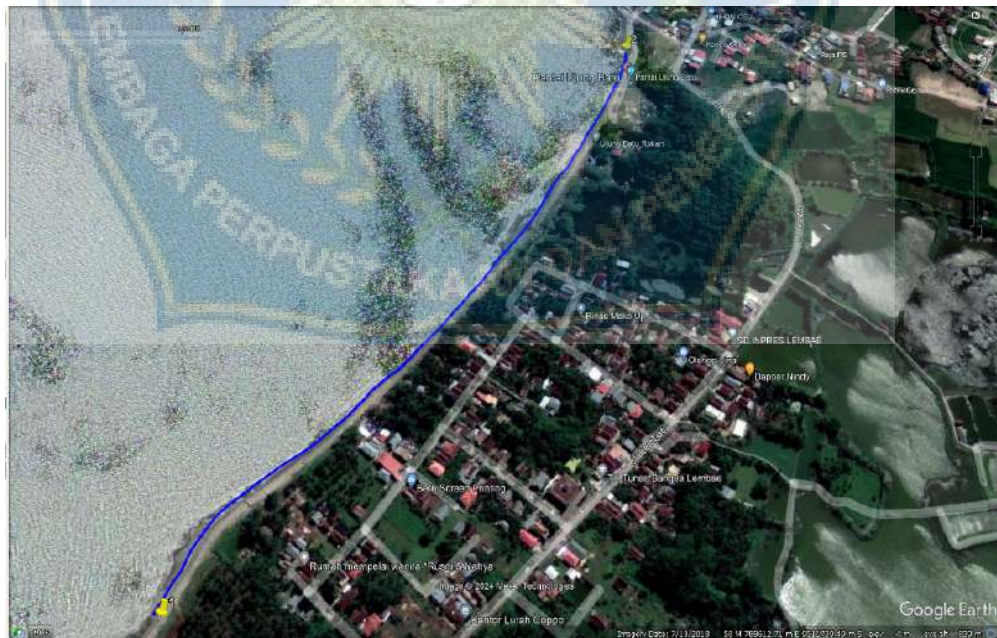
Refraksi menyebabkan energi gelombang terfokus pada area tertentu. Bagian pantai yang menerima energi gelombang yang terfokus akan mengalami abrasi lebih cepat. Proses ini dapat menyebabkan abrasi dan kerusakan lingkungan di pesisir pantai.

F. Pemodelan Perubahan Garis Pantai Pada Aplikasi ArcGIS

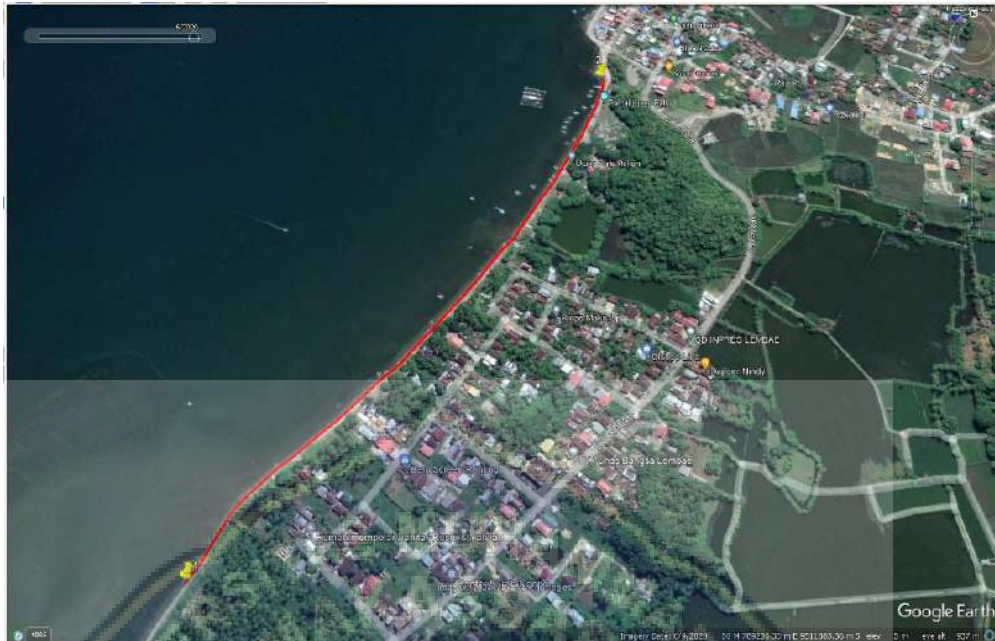
1. Garis pantai yang telah di digitasi pada *Google Earth Pro* Tahun 2013, 2018, 2020



Gambar 32 : Garis pantai yang telah didigitasi pada tahun 2013



Gambar 33 : Garis pantai yang telah didigitasi pada tahun 2018



Gambar 34 : Garis pantai yang telah didigitasi pada tahun 2020



2. Tampak garis pantai Ujung Batu yang telah di *export* ke ArcGIS



Gambar 35 : Garis pantai yang telah di *Export* ke ArcGIS

3. Membuat *Baseline* dan *Shoreline* dengan menggunakan pembagian zona UTM wilayah Indonesia.

Sistem proyeksi (UTM) *Universal Transverse Mercator* digunakan untuk mempertahankan bentuk, distorsi minimal pada sudut bukan pada luas dan jarak. Masyarakat di Indonesia menggunakan proyeksi UTM tidak hanya diperlukan untuk perhitungan panjang garis pantai, akan tetapi digunakan juga untuk penentuan luas dan visualisasi peta. Oleh karena itu, kita harus mencari dahulu Pantai Ujung Batu berada pada zona UTM berapa.



Gambar 36 : Peta pembagian zona UTM Wilayah Indonesia

Berdasarkan pembagian zona UTM wilayah Indonesia, Pantai Ujung Batu berada pada zona 50S. Sehingga yang digunakan dalam pembuatan baseline menggunakan WGS 1984 UTM Zone 50S.

Dalam pembuatan *shoreline* hampir sama dengan pembuatan *baseline*. *Baseline* menggunakan garis pantai tahun pertama (2013). Sedangkan, *shoreline* tidak. Perbedaan juga ada pada penginputan *Field Name* pada *Feature Class*.



Gambar 37 : Tampilan garis *baseline* dan *shoreline*

Garis yang berwarna merah merupakan garis *baseline* yang diambil dari tahun awal garis pantai. Sedangkan, garis yang berwarna biru merupakan garis *shoreline* yang diambil dari garis pantai tahun 2013, 2018, dan 2020. *Baseline* dijadikan patokan untuk menghitung perubahan garis pantai, dan *shoreline* digunakan untuk menghitung seberapa besar perubahan garis pantai.

4. Pembuatan *transect* (patok)

Dalam pembuatan *transect* (patok) yang berada diantara garis *baseline* dan *shoreline* digunakan jarak antar *transect* (patok) sepanjang 30 meter dengan jumlah *transect* (patok) sebanyak 29.



Gambar 38 : Tampilan garis *transect* (patok)

5. Tabel analisis pada ArcGIS

Berikut ini tabel hasil analisis garis pantai pada aplikasi ArcGIS.

Tabel 16 : Hasil analisis pada ArcGIS

object identifier *	geometry *	TransectID	BaselineID	GroupID	TransOrder	Azimuth	ShrCount	TCD	SHAPE_Length	SCE	NSM	EPR	EPRunc
1	Polyline	1	1	1	1	125.24	3	0	124.213108	10.23	-5.18	-0.76	2.07
2	Polyline	2	1	1	2	125.24	3	30	125.155088	13.25	-7.93	-1.16	2.07
3	Polyline	3	1	1	3	125.24	3	60	123.528677	14.87	-10.92	-1.6	2.07
4	Polyline	4	1	1	4	125.24	3	90	125.578572	14.33	-7.36	-1.08	2.07
5	Polyline	5	1	1	5	125.24	3	120	126.578599	13.68	-4.36	-0.64	2.07
6	Polyline	6	1	1	6	125.24	3	150	123.447954	10.07	-4.7	-0.69	2.07
7	Polyline	7	1	1	7	125.24	3	180	119.44059	8.8	-8.8	-0.99	2.07
8	Polyline	8	1	1	8	125.24	3	210	118.048028	5.44	-5.44	-0.8	2.07
9	Polyline	9	1	1	9	125.24	3	240	117.804865	7.47	-7.47	-1.09	2.07
10	Polyline	10	1	1	10	125.24	3	270	117.328438	7.53	-7.53	-1.1	2.07
11	Polyline	11	1	1	11	125.24	3	300	117.698699	7.96	-7.96	-1.16	2.07
12	Polyline	12	1	1	12	125.24	3	330	118.044553	11.25	-11.25	-1.65	2.07
13	Polyline	13	1	1	13	125.24	3	360	117.491295	8.55	-8.55	-1.25	2.07
14	Polyline	14	1	1	14	125.24	3	390	118.285976	8.38	-8.38	-1.23	2.07
15	Polyline	15	1	1	15	125.24	3	420	118.403281	6.27	-6.27	-0.92	2.07
16	Polyline	16	1	1	16	125.24	3	450	117.988236	5.59	-5.59	-0.82	2.07
17	Polyline	17	1	1	17	125.24	3	480	118.397916	5.8	-5.8	-0.85	2.07
18	Polyline	18	1	1	18	125.24	3	510	118.326132	8.18	-8.18	-1.2	2.07
19	Polyline	19	1	1	19	125.24	3	540	117.656738	8.8	-8.8	-1.29	2.07
20	Polyline	20	1	1	20	125.24	3	570	119.117288	8.15	-8.15	-1.19	2.07
21	Polyline	21	1	1	21	125.24	3	600	119.308312	11.52	-11.52	-1.69	2.07
22	Polyline	22	1	1	22	125.24	3	630	119.051248	13.09	-13.09	-1.92	2.07
23	Polyline	23	1	1	23	125.24	3	660	119.090751	14.85	-14.85	-2.17	2.07
24	Polyline	24	1	1	24	125.24	3	690	119.15482	13.36	-13.36	-1.95	2.07
25	Polyline	25	1	1	25	125.24	3	720	119.592413	12.44	-12.44	-1.82	2.07
26	Polyline	26	1	1	26	125.24	3	750	119.830153	14.41	-14.41	-2.11	2.07
27	Polyline	27	1	1	27	125.24	3	780	119.943166	11.57	-11.57	-1.69	2.07
28	Polyline	28	1	1	28	125.24	3	810	119.105933	10.46	-10.46	-1.53	2.07
29	Polyline	29	1	1	29	125.24	2	840	116.997591	8.55	-8.55	-4.45	7.36

Tabel hasil yang telah dianalisis pada ArcGIS akan ditambahkan keterangan jika nilai $NSM < 0$ maka terjadi abrasi, dan jika $NSM > 0$ maka terjadi akresi.

6. Hasil analisis dari pemodelan perubahan garis pantai

Berdasarkan pemodelan perubahan garis pantai menggunakan aplikasi ArcGIS dengan perangkat lunak *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)*, maka didapatkan hasil perubahan garis pantai sebagai berikut :

Tabel 17 : Hasil analisis perubahan garis pantai keseluruhan

No.	TCD	SCE	NSM	EPR	Ket.
1	0	10.23	-5.18	-0.76	Abrasi
2	30	13.25	-7.93	-1.16	Abrasi
3	60	14.67	-10.92	-1.6	Abrasi
4	90	14.33	-7.36	-1.08	Abrasi
5	120	13.68	-4.36	-0.64	Abrasi
6	150	10.07	-4.7	-0.69	Abrasi
7	180	8.8	-6.8	-0.99	Abrasi
8	210	5.44	-5.44	-0.8	Abrasi
9	240	7.47	-7.47	-1.09	Abrasi
10	270	7.53	-7.53	-1.1	Abrasi
11	300	7.96	-7.96	-1.16	Abrasi
12	330	11.25	-11.25	-1.65	Abrasi
13	360	8.55	-8.55	-1.25	Abrasi
14	390	8.38	-8.38	-1.23	Abrasi
15	420	6.27	-6.27	-0.92	Abrasi
16	450	5.59	-5.59	-0.82	Abrasi
17	480	5.8	-5.8	-0.85	Abrasi
18	510	8.18	-8.18	-1.2	Abrasi
19	540	8.8	-8.8	-1.29	Abrasi
20	570	8.15	-8.15	-1.19	Abrasi
21	600	11.52	-11.52	-1.69	Abrasi
22	630	13.09	-13.09	-1.92	Abrasi
23	660	14.85	-14.85	-2.17	Abrasi
24	690	13.36	-13.36	-1.95	Abrasi
25	720	12.44	-12.44	-1.82	Abrasi
26	750	14.41	-14.41	-2.11	Abrasi
27	780	11.57	-11.57	-1.69	Abrasi
28	810	10.46	-10.46	-1.53	Abrasi
29	840	8.55	-8.55	-4.45	Abrasi
Jumlah		294.65	-256.87	-40.8	

Keterangan :

- a. *Shoreline Change Envelope* (SCE) menunjukkan jarak perubahan garis pantai dari tahun pertama ke tahun terakhir.
- b. *Net Shoreline Movement* (NSM) menunjukkan informasi tentang seberapa jauh abrasi dan akresi yang terjadi.
- c. *End Point Rate* (EPR) menunjukkan data perubahan rata-rata pertahun pada setiap transect.



Gambar 39 : Pemodelan perubahan garis pantai

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan pengamatan dan hasil analisis arah gelombang yang menyebabkan abrasi dan pemodelan perubahan garis Pantai Ujung Batu, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan pengamatan langsung dan hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa proses abrasi di Pantai Ujung Batu disebabkan oleh refraksi gelombang yang terjadi akibat perubahan kedalaman air saat mendekati pantai. Gelombang yang mengalami refraksi memfokuskan energi pada bagian tertentu. Khususnya Pantai Ujung Batu yang termasuk jenis pantai berpasir (*Sandy Beach*) sehingga mempercepat proses abrasi. Proses abrasi juga dipengaruhi oleh pasang surut campuran condong harian ganda (*Mixed Tide Prevailing Semidiurnal*) yang mengalami dua kali pasang dan dua kali surut dalam satu hari.
2. Hasil analisis perubahan garis pantai menggunakan ArcGIS dengan *software* DSAS (*Digital Shoreline Analysis System*) dengan panjang ± 840 m, dalam jangka waktu 2013 -2020 didapatkan luas abrasi 256.87 m^2 .

B. Saran

1. Penelitian ini memanfaatkan data kecepatan angin dari tahun 2019 hingga 2023, merupakan data kecepatan angin selama 5 tahun. Disarankan untuk penelitian berikutnya sebaiknya menggunakan data kecepatan angin dengan

rentang tahun yang lebih panjang agar hasil yang diperoleh menjadi lebih optimal.

2. Untuk pemodelan perubahan garis pantai selanjutnya, disarankan untuk menggunakan citra satelit dengan resolusi yang lebih tinggi. Hal ini akan meningkatkan kemudahan dan kualitas interpretasi serta memungkinkan digitalisasi yang lebih maksimal dalam prosesnya.



DAFTAR PUSTAKA

- Aprilia, K. D. (2019, 6 10). *wikipedia*. Retrieved from wikipedia: <https://id.wikipedia.org/wiki/Abrasi>
- Ekoviputro, H. (2019). *KARAKTERISTIK PANTAI DAN PROSES ABRASI DI PANTAI UJUNG PANDARAN, KOTAWARINGIN TIMUR, KALIMANTAN TENGAH*.
- Fadhilla, A. (2023). *Mengenal ArcGIS Sebagai Solusi Sistem Informasi Geografis*. Retrieved February 14, 2023, from <https://solarindustri.com/blog/apa-itu-arcgis/>
- Harris, M. (2021). *Pengertian abrasi: Penyebab, Dampak, dan Cara Mencegahnya*. Retrieved from Gramedia: <https://www.gramedia.com/literasi/pengertian-abrasi/>
- Hisan, N. K., Prakoso, S. S., Chania, D. F., & Arhananta. (2020). *KONTROL GEOMORFOLOGI DAN KARAKTERISTIK PANTAI TERHADAP KERENTANAN TSUNAMI DI YOGYAKARTA INTERNATIONAL AIRPORT, KABUPATEN KULONPROGO*, 485-487.
- Israil, Imran, H. A., Haidir, Lisdawati, Rahmat, A., & Virlyani, A. (2023). Analisis Karakteristik Gelombang Dan Proses Abrasi Di Pesisir Pantai Popo Galesong Selatan. *Analisis Karakteristik Gelombang Dan Proses Abrasi Di Pesisir Pantai Popo Galesong Selatan*, 71-80.
- Muhammad, F. (2015). *STUDI KARAKTERISTIK REFRAKSI GELOMBANG DI PANTAI SANUR, KOTA DENPASAR, BALI*.
- Pasaribu, R. P., Sewiko, R., & Arifin. (2022). *Penerapan Metode Admiralty Untuk Mengolah Data Pasang Surut Di Perairan Selat Nasik - Bangka Belitung*, 146-160.
- Prasetyo, A. A., Zakaria, A., & Welly, M. (2016). *Analisa Kesalahan Pemodelan Data Pasang Surut Stasiun Tanjung Priok*, 423-434.
- Prof. Dr. Hj. Enok Maryani, M. (2019). *Seminar Nasional Pendidikan Geografi Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia*. Bandung: Program Studi Magister Pendidikan Geografi Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia.
- Rahmawati. (2018). *ANALISIS ABRASI PANTAI DENGAN MENGGUNAKAN PENGINDERAAN JAUH (STUDI KASUS DI PANTAI MARUNDA KELURAHAN MARUNDA KECAMATAN CILINCING PROVINSI DKI*

JAKARTA). 35. Retrieved from
<https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/43168/2/RAHMAWATI-FITK.pdf>

Rizaki, I., Hariyadi, S., & Arifin, T. (2021). KARAKTERISTIK LINGKUNGAN PERAIRAN DAN KESESUAIAN BUDIDAYA TIRAM MUTIARA (*Pinctada maxima*) DI KABUPATEN BARRU. *COJ (Coastal and Ocean Journal)*, 37-53.

Sangkok, N., & M.I. Jasin, J. M. (2015). *Analisis Pasang Surut Di Pantai Bulu Desa Rerer Kecamatan Kombi Kabupaten Minahasa Dengan Metode Admiralty*, 60-69.

Setiawan, A. (2022). PENILAIAN RISIKO BENCANA ABRASI DAN BANJIR ROB DI PULAU BENGKALIS.

Solihuddin. (2011). KARAKTERISTIK PANTAI DAN PROSES ABRASI DI PESISIR PADANG PARIAMAN, SUMATERA BARAT. *KARAKTERISTIK PANTAI DAN PROSES ABRASI DI PESISIR PADANG PARIAMAN, SUMATERA BARAT*, 113-121.

Triatmodjo, B. (2016). *TEKNIK PANTAI*. Indonesia: BETA.

Ukkas, M. (2009). STUDI ABRASI DAN SEDIMENTASI DI PERAIRAN BUA-PASSIMARANNU KECAMATAN SINJAI TIMUR KABUPATEN SINJAI. 21-29.

LAMPIRAN

Lampiran 1 : Data kecepatan angin rata – rata perbulan dari tahun 2019 – 2023

Lokasi : Pantai Ujung Batu Kabupaten Barru

Latitude : -4.4082

Longitude : 119.6009

Tahun	Bulan	Parameter		
		Angin (knot)		Gelombang (m)
		Kec	Arah	
2019	Januari	5.1	270	1.50
	Februari	2.9	250	1.35
	Maret	3.7	260	1.50
	April	0.9	160	1.00
	Mei	4.0	120	0.20
	Juni	4.0	120	0.15
	Juli	4.0	130	0.20
	Agustus	3.8	140	0.30
	September	3.5	150	0.35
	Oktober	2.5	160	0.40
	November	2.3	180	0.35
	Desember	1.7	250	0.35
2020	Januari	4.0	255	1.40
	Februari	3.3	230	1.20
	Maret	2.2	220	0.60
	April	1.2	170	0.80
	Mei	1.6	140	0.20
	Juni	3.6	120	0.10
	Juli	4.0	120	0.15
	Agustus	3.6	120	0.15
	September	2.7	140	0.30
	Oktober	1.6	150	0.30
	November	1.4	220	0.30
	Desember	3.9	250	1.40
2021	Januari	4.6	260	1.30
	Februari	4.6	240	1.00
	Maret	2.7	225	0.60
	April	2.1	210	1.00
	Mei	2.6	140	0.05
	Juni	2.4	140	0.10
	Juli	2.9	110	0.20
	Agustus	3.7	120	0.15
	September	2.8	115	0.30
	Oktober	1.9	190	0.30
	November	0.9	245	0.50
	Desember	4.4	260	2.20

Tahun	Bulan	Parameter		
		Angin (knot)		Gelombang (m)
		Kec	Arah	
2022	Januari	4.9	247	1.20
	Februari	4.5	259	1.30
	Maret	2.0	237	0.85
	April	1.1	164	0.25
	Mei	1.3	133	0.70
	Juni	2.5	124	0.15
	Juli	2.9	116	0.10
	Agustus	2.8	116	0.20
	September	1.7	155	0.30
	Oktober	0.7	196	0.50
	November	1.1	226	0.55
	Desember	5.8	172	0.20
2023	Januari	4.2	290	1.80
	Februari	5.4	300	1.30
	Maret	5.2	360	1.00
	April	5.1	290	0.90
	Mei	3.2	90	0.25
	Juni	4.0	100	0.25
	Juli	4.7	120	0.25
	Agustus	5.6	110	0.25
	September	6.0	120	0.25
	Oktober	4.8	120	0.15
	November	2.7	140	0.15
	Desember	3.2	250	0.50

Lampiran 2 : Data pasang surut bulan Desember 2023

Lokasi : Pantai Ujung Batu Kabupaten Barru

Latitude : -4.4082

Longitude : 119.6009

Tanggal	Waktu (UTC)	Water Level (m)
01-Dec-23	0:59:59	-0.4328
01-Dec-23	1:59:59	-0.5802
01-Dec-23	2:59:59	-0.6811
01-Dec-23	3:59:59	-0.697
01-Dec-23	4:59:59	-0.6065
01-Dec-23	5:59:59	-0.4134
01-Dec-23	6:59:59	-0.1461
01-Dec-23	7:59:59	0.1508
01-Dec-23	8:59:59	0.4277
01-Dec-23	9:59:59	0.6402
01-Dec-23	10:59:59	0.7572
01-Dec-23	11:59:59	0.7654
01-Dec-23	12:59:59	0.6722
01-Dec-23	13:59:59	0.5054
01-Dec-23	14:59:59	0.307
01-Dec-23	15:59:59	0.122
01-Dec-23	16:59:59	-0.0143
01-Dec-23	17:59:59	-0.0865
01-Dec-23	18:59:59	-0.1013
01-Dec-23	19:59:59	-0.0822
01-Dec-23	20:59:59	-0.0596
01-Dec-23	21:59:59	-0.0617
01-Dec-23	22:59:59	-0.1071
01-Dec-23	23:59:59	-0.2008
02-Dec-23	0:59:59	-0.3317
02-Dec-23	1:59:59	-0.4736
02-Dec-23	2:59:59	-0.5894
02-Dec-23	3:59:59	-0.641
02-Dec-23	4:59:59	-0.6012
02-Dec-23	5:59:59	-0.4632
02-Dec-23	6:59:59	-0.2439
02-Dec-23	7:59:59	0.0211
02-Dec-23	8:59:59	0.2864
02-Dec-23	9:59:59	0.5081
02-Dec-23	10:59:59	0.6522
02-Dec-23	11:59:59	0.6998
02-Dec-23	12:59:59	0.6505
02-Dec-23	13:59:59	0.5226
02-Dec-23	14:59:59	0.3496
02-Dec-23	15:59:59	0.1721
02-Dec-23	16:59:59	0.0267
02-Dec-23	17:59:59	-0.0645
02-Dec-23	18:59:59	-0.0989
02-Dec-23	19:59:59	-0.092

02-Dec-23	20:59:59	-0.0693
02-Dec-23	21:59:59	-0.0581
02-Dec-23	22:59:59	-0.0792
02-Dec-23	23:59:59	-0.1422
03-Dec-23	0:59:59	-0.2429
03-Dec-23	1:59:59	-0.3635
03-Dec-23	2:59:59	-0.4746
03-Dec-23	3:59:59	-0.5428
03-Dec-23	4:59:59	-0.5399
03-Dec-23	5:59:59	-0.4522
03-Dec-23	6:59:59	-0.2862
03-Dec-23	7:59:59	-0.0671
03-Dec-23	8:59:59	0.1677
03-Dec-23	9:59:59	0.3786
03-Dec-23	10:59:59	0.5318
03-Dec-23	11:59:59	0.6054
03-Dec-23	12:59:59	0.5929
03-Dec-23	13:59:59	0.5043
03-Dec-23	14:59:59	0.3639
03-Dec-23	15:59:59	0.2051
03-Dec-23	16:59:59	0.0617
03-Dec-23	17:59:59	-0.0414
03-Dec-23	18:59:59	-0.0947
03-Dec-23	19:59:59	-0.105
03-Dec-23	20:59:59	-0.0909
03-Dec-23	21:59:59	-0.0754
03-Dec-23	22:59:59	-0.0788
03-Dec-23	23:59:59	-0.1132
04-Dec-23	0:59:59	-0.18
04-Dec-23	1:59:59	-0.2688
04-Dec-23	2:59:59	-0.3592
04-Dec-23	3:59:59	-0.4248
04-Dec-23	4:59:59	-0.4404
04-Dec-23	5:59:59	-0.3902
04-Dec-23	6:59:59	-0.2734
04-Dec-23	7:59:59	-0.1054
04-Dec-23	8:59:59	0.0863
04-Dec-23	9:59:59	0.2691
04-Dec-23	10:59:59	0.413
04-Dec-23	11:59:59	0.4964
04-Dec-23	12:59:59	0.5093
04-Dec-23	13:59:59	0.455
04-Dec-23	14:59:59	0.3492
04-Dec-23	15:59:59	0.2169
04-Dec-23	16:59:59	0.0862
04-Dec-23	17:59:59	-0.0192
04-Dec-23	18:59:59	-0.0862

04-Dec-23	19:59:59	-0.1145
04-Dec-23	20:59:59	-0.115
04-Dec-23	21:59:59	-0.1046
04-Dec-23	22:59:59	-0.0998
04-Dec-23	23:59:59	-0.1127
05-Dec-23	0:59:59	-0.1476
05-Dec-23	1:59:59	-0.2006
05-Dec-23	2:59:59	-0.2594
05-Dec-23	3:59:59	-0.3062
05-Dec-23	4:59:59	-0.3219
05-Dec-23	5:59:59	-0.2924
05-Dec-23	6:59:59	-0.2137
05-Dec-23	7:59:59	-0.0936
05-Dec-23	8:59:59	0.0495
05-Dec-23	9:59:59	0.192
05-Dec-23	10:59:59	0.3104
05-Dec-23	11:59:59	0.3866
05-Dec-23	12:59:59	0.4102
05-Dec-23	13:59:59	0.3805
05-Dec-23	14:59:59	0.3063
05-Dec-23	15:59:59	0.2041
05-Dec-23	16:59:59	0.0944
05-Dec-23	17:59:59	-0.0033
05-Dec-23	18:59:59	-0.0756
05-Dec-23	19:59:59	-0.1183
05-Dec-23	20:59:59	-0.1354
05-Dec-23	21:59:59	-0.1366
05-Dec-23	22:59:59	-0.133
05-Dec-23	23:59:59	-0.1337
06-Dec-23	0:59:59	-0.1436
06-Dec-23	1:59:59	-0.1622
06-Dec-23	2:59:59	-0.1845
06-Dec-23	3:59:59	-0.2009
06-Dec-23	4:59:59	-0.2004
06-Dec-23	5:59:59	-0.174
06-Dec-23	6:59:59	-0.118
06-Dec-23	7:59:59	-0.0365
06-Dec-23	8:59:59	0.0596
06-Dec-23	9:59:59	0.1556
06-Dec-23	10:59:59	0.2363
06-Dec-23	11:59:59	0.2894
06-Dec-23	12:59:59	0.3076
06-Dec-23	13:59:59	0.2892
06-Dec-23	14:59:59	0.2384
06-Dec-23	15:59:59	0.1647
06-Dec-23	16:59:59	0.0806
06-Dec-23	17:59:59	-0.0009

06-Dec-23	18:59:59	-0.0694
06-Dec-23	19:59:59	-0.1196
06-Dec-23	20:59:59	-0.1509
06-Dec-23	21:59:59	-0.1666
06-Dec-23	22:59:59	-0.1713
06-Dec-23	23:59:59	-0.169
07-Dec-23	0:59:59	-0.1624
07-Dec-23	1:59:59	-0.1524
07-Dec-23	2:59:59	-0.1383
07-Dec-23	3:59:59	-0.1179
07-Dec-23	4:59:59	-0.0886
07-Dec-23	5:59:59	-0.0485
07-Dec-23	6:59:59	0.0018
07-Dec-23	7:59:59	0.0587
07-Dec-23	8:59:59	0.1157
07-Dec-23	9:59:59	0.1654
07-Dec-23	10:59:59	0.2012
07-Dec-23	11:59:59	0.2186
07-Dec-23	12:59:59	0.2157
07-Dec-23	13:59:59	0.193
07-Dec-23	14:59:59	0.1532
07-Dec-23	15:59:59	0.1008
07-Dec-23	16:59:59	0.0416
07-Dec-23	17:59:59	-0.0188
07-Dec-23	18:59:59	-0.0754
07-Dec-23	19:59:59	-0.1249
07-Dec-23	20:59:59	-0.1653
07-Dec-23	21:59:59	-0.1949
07-Dec-23	22:59:59	-0.2119
07-Dec-23	23:59:59	-0.2142
08-Dec-23	0:59:59	-0.2
08-Dec-23	1:59:59	-0.1691
08-Dec-23	2:59:59	-0.1226
08-Dec-23	3:59:59	-0.0638
08-Dec-23	4:59:59	0.0027
08-Dec-23	5:59:59	0.0706
08-Dec-23	6:59:59	0.1329
08-Dec-23	7:59:59	0.1824
08-Dec-23	8:59:59	0.2135
08-Dec-23	9:59:59	0.2235
08-Dec-23	10:59:59	0.2134
08-Dec-23	11:59:59	0.1872
08-Dec-23	12:59:59	0.1503
08-Dec-23	13:59:59	0.1078
08-Dec-23	14:59:59	0.064
08-Dec-23	15:59:59	0.0214
08-Dec-23	16:59:59	-0.0193

08-Dec-23	17:59:59	-0.0588
08-Dec-23	18:59:59	-0.0988
08-Dec-23	19:59:59	-0.1407
08-Dec-23	20:59:59	-0.1839
08-Dec-23	21:59:59	-0.2245
08-Dec-23	22:59:59	-0.2555
08-Dec-23	23:59:59	-0.268
09-Dec-23	0:59:59	-0.2547
09-Dec-23	1:59:59	-0.2115
09-Dec-23	2:59:59	-0.1394
09-Dec-23	3:59:59	-0.0445
09-Dec-23	4:59:59	0.0629
09-Dec-23	5:59:59	0.1692
09-Dec-23	6:59:59	0.2596
09-Dec-23	7:59:59	0.3207
09-Dec-23	8:59:59	0.3436
09-Dec-23	9:59:59	0.327
09-Dec-23	10:59:59	0.2769
09-Dec-23	11:59:59	0.2053
09-Dec-23	12:59:59	0.1261
09-Dec-23	13:59:59	0.0512
09-Dec-23	14:59:59	-0.0112
09-Dec-23	15:59:59	-0.0582
09-Dec-23	16:59:59	-0.0913
09-Dec-23	17:59:59	-0.1157
09-Dec-23	18:59:59	-0.1393
09-Dec-23	19:59:59	-0.1693
09-Dec-23	20:59:59	-0.2096
09-Dec-23	21:59:59	-0.2573
09-Dec-23	22:59:59	-0.3023
09-Dec-23	23:59:59	-0.3299
10-Dec-23	0:59:59	-0.3256
10-Dec-23	1:59:59	-0.2798
10-Dec-23	2:59:59	-0.191
10-Dec-23	3:59:59	-0.0659
10-Dec-23	4:59:59	0.0815
10-Dec-23	5:59:59	0.2317
10-Dec-23	6:59:59	0.3628
10-Dec-23	7:59:59	0.4537
10-Dec-23	8:59:59	0.4893
10-Dec-23	9:59:59	0.4648
10-Dec-23	10:59:59	0.388
10-Dec-23	11:59:59	0.2766
10-Dec-23	12:59:59	0.1532
10-Dec-23	13:59:59	0.038
10-Dec-23	14:59:59	-0.0548
10-Dec-23	15:59:59	-0.1193

10-Dec-23	16:59:59	-0.1572
10-Dec-23	17:59:59	-0.1763
10-Dec-23	18:59:59	-0.1884
10-Dec-23	19:59:59	-0.2066
10-Dec-23	20:59:59	-0.2404
10-Dec-23	21:59:59	-0.291
10-Dec-23	22:59:59	-0.3488
10-Dec-23	23:59:59	-0.3951
11-Dec-23	0:59:59	-0.4083
11-Dec-23	1:59:59	-0.3714
11-Dec-23	2:59:59	-0.2775
11-Dec-23	3:59:59	-0.1319
11-Dec-23	4:59:59	0.0497
11-Dec-23	5:59:59	0.2438
11-Dec-23	6:59:59	0.4224
11-Dec-23	7:59:59	0.5574
11-Dec-23	8:59:59	0.6256
11-Dec-23	9:59:59	0.6157
11-Dec-23	10:59:59	0.5323
11-Dec-23	11:59:59	0.395
11-Dec-23	12:59:59	0.233
11-Dec-23	13:59:59	0.076
11-Dec-23	14:59:59	-0.0539
11-Dec-23	15:59:59	-0.1457
11-Dec-23	16:59:59	-0.1993
11-Dec-23	17:59:59	-0.2233
11-Dec-23	18:59:59	-0.2319
11-Dec-23	19:59:59	-0.242
11-Dec-23	20:59:59	-0.2686
11-Dec-23	21:59:59	-0.3187
11-Dec-23	22:59:59	-0.3866
11-Dec-23	23:59:59	-0.4532
12-Dec-23	0:59:59	-0.4915
12-Dec-23	1:59:59	-0.4761
12-Dec-23	2:59:59	-0.3922
12-Dec-23	3:59:59	-0.2403
12-Dec-23	4:59:59	-0.0357
12-Dec-23	5:59:59	0.1958
12-Dec-23	6:59:59	0.4217
12-Dec-23	7:59:59	0.6079
12-Dec-23	8:59:59	0.7242
12-Dec-23	9:59:59	0.7505
12-Dec-23	10:59:59	0.6841
12-Dec-23	11:59:59	0.5418
12-Dec-23	12:59:59	0.3555
12-Dec-23	13:59:59	0.1626
12-Dec-23	14:59:59	-0.0051

12-Dec-23	15:59:59	-0.1291
12-Dec-23	16:59:59	-0.2056
12-Dec-23	17:59:59	-0.2423
12-Dec-23	18:59:59	-0.2546
12-Dec-23	19:59:59	-0.2618
12-Dec-23	20:59:59	-0.2827
12-Dec-23	21:59:59	-0.3301
12-Dec-23	22:59:59	-0.4042
12-Dec-23	23:59:59	-0.4894
13-Dec-23	0:59:59	-0.5572
13-Dec-23	1:59:59	-0.5748
13-Dec-23	2:59:59	-0.5177
13-Dec-23	3:59:59	-0.3783
13-Dec-23	4:59:59	-0.1677
13-Dec-23	5:59:59	0.0878
13-Dec-23	6:59:59	0.3529
13-Dec-23	7:59:59	0.589
13-Dec-23	8:59:59	0.76
13-Dec-23	9:59:59	0.8379
13-Dec-23	10:59:59	0.8108
13-Dec-23	11:59:59	0.6877
13-Dec-23	12:59:59	0.4981
13-Dec-23	13:59:59	0.2833
13-Dec-23	14:59:59	0.0839
13-Dec-23	15:59:59	-0.072
13-Dec-23	16:59:59	-0.1739
13-Dec-23	17:59:59	-0.2271
13-Dec-23	18:59:59	-0.2475
13-Dec-23	19:59:59	-0.2555
13-Dec-23	20:59:59	-0.2726
13-Dec-23	21:59:59	-0.3155
13-Dec-23	22:59:59	-0.3909
13-Dec-23	23:59:59	-0.4895
14-Dec-23	0:59:59	-0.5853
14-Dec-23	1:59:59	-0.6423
14-Dec-23	2:59:59	-0.627
14-Dec-23	3:59:59	-0.5207
14-Dec-23	4:59:59	-0.3263
14-Dec-23	5:59:59	-0.0667
14-Dec-23	6:59:59	0.2217
14-Dec-23	7:59:59	0.4972
14-Dec-23	8:59:59	0.7193
14-Dec-23	9:59:59	0.8541
14-Dec-23	10:59:59	0.881
14-Dec-23	11:59:59	0.799
14-Dec-23	12:59:59	0.6298
14-Dec-23	13:59:59	0.4131

14-Dec-23	14:59:59	0.1948
14-Dec-23	15:59:59	0.0127
14-Dec-23	16:59:59	-0.1135
14-Dec-23	17:59:59	-0.1836
14-Dec-23	18:59:59	-0.2123
14-Dec-23	19:59:59	-0.2216
14-Dec-23	20:59:59	-0.2345
14-Dec-23	21:59:59	-0.2707
14-Dec-23	22:59:59	-0.3416
14-Dec-23	23:59:59	-0.4448
15-Dec-23	0:59:59	-0.5609
15-Dec-23	1:59:59	-0.6554
15-Dec-23	2:59:59	-0.6895
15-Dec-23	3:59:59	-0.6337
15-Dec-23	4:59:59	-0.4789
15-Dec-23	5:59:59	-0.2402
15-Dec-23	6:59:59	0.0488
15-Dec-23	7:59:59	0.3452
15-Dec-23	8:59:59	0.6053
15-Dec-23	9:59:59	0.7909
15-Dec-23	10:59:59	0.8749
15-Dec-23	11:59:59	0.8471
15-Dec-23	12:59:59	0.7186
15-Dec-23	13:59:59	0.5219
15-Dec-23	14:59:59	0.3026
15-Dec-23	15:59:59	0.105
15-Dec-23	16:59:59	-0.0409
15-Dec-23	17:59:59	-0.1264
15-Dec-23	18:59:59	-0.1622
15-Dec-23	19:59:59	-0.1704
15-Dec-23	20:59:59	-0.1759
15-Dec-23	21:59:59	-0.2009
15-Dec-23	22:59:59	-0.2602
15-Dec-23	23:59:59	-0.3574
16-Dec-23	0:59:59	-0.4806
16-Dec-23	1:59:59	-0.6016
16-Dec-23	2:59:59	-0.6815
16-Dec-23	3:59:59	-0.6838
16-Dec-23	4:59:59	-0.5872
16-Dec-23	5:59:59	-0.3944
16-Dec-23	6:59:59	-0.1314
16-Dec-23	7:59:59	0.1613
16-Dec-23	8:59:59	0.4384
16-Dec-23	9:59:59	0.6589
16-Dec-23	10:59:59	0.7913
16-Dec-23	11:59:59	0.8183
16-Dec-23	12:59:59	0.7414

16-Dec-23	13:59:59	0.5826
16-Dec-23	14:59:59	0.381
16-Dec-23	15:59:59	0.1824
16-Dec-23	16:59:59	0.0243
16-Dec-23	17:59:59	-0.0742
16-Dec-23	18:59:59	-0.1163
16-Dec-23	19:59:59	-0.1211
16-Dec-23	20:59:59	-0.1149
16-Dec-23	21:59:59	-0.1224
16-Dec-23	22:59:59	-0.1618
16-Dec-23	23:59:59	-0.2412
17-Dec-23	0:59:59	-0.3555
17-Dec-23	1:59:59	-0.4848
17-Dec-23	2:59:59	-0.5957
17-Dec-23	3:59:59	-0.6501
17-Dec-23	4:59:59	-0.6182
17-Dec-23	5:59:59	-0.4894
17-Dec-23	6:59:59	-0.2775
17-Dec-23	7:59:59	-0.0158
17-Dec-23	8:59:59	0.2527
17-Dec-23	9:59:59	0.4854
17-Dec-23	10:59:59	0.6482
17-Dec-23	11:59:59	0.7192
17-Dec-23	12:59:59	0.6923
17-Dec-23	13:59:59	0.5796
17-Dec-23	14:59:59	0.4104
17-Dec-23	15:59:59	0.2255
17-Dec-23	16:59:59	0.0653
17-Dec-23	17:59:59	-0.0428
17-Dec-23	18:59:59	-0.0917
17-Dec-23	19:59:59	-0.0942
17-Dec-23	20:59:59	-0.0745
17-Dec-23	21:59:59	-0.0596
17-Dec-23	22:59:59	-0.0709
17-Dec-23	23:59:59	-0.1208
18-Dec-23	0:59:59	-0.21
18-Dec-23	1:59:59	-0.3265
18-Dec-23	2:59:59	-0.4452
18-Dec-23	3:59:59	-0.5328
18-Dec-23	4:59:59	-0.5565
18-Dec-23	5:59:59	-0.4961
18-Dec-23	6:59:59	-0.3516
18-Dec-23	7:59:59	-0.1446
18-Dec-23	8:59:59	0.0888
18-Dec-23	9:59:59	0.3082
18-Dec-23	10:59:59	0.4782
18-Dec-23	11:59:59	0.5741

18-Dec-23	12:59:59	0.585
18-Dec-23	13:59:59	0.5151
18-Dec-23	14:59:59	0.384
18-Dec-23	15:59:59	0.2239
18-Dec-23	16:59:59	0.0718
18-Dec-23	17:59:59	-0.0409
18-Dec-23	18:59:59	-0.098
18-Dec-23	19:59:59	-0.1027
18-Dec-23	20:59:59	-0.0736
18-Dec-23	21:59:59	-0.0363
18-Dec-23	22:59:59	-0.0151
18-Dec-23	23:59:59	-0.0266
19-Dec-23	0:59:59	-0.0767
19-Dec-23	1:59:59	-0.1605
19-Dec-23	2:59:59	-0.2617
19-Dec-23	3:59:59	-0.3549
19-Dec-23	4:59:59	-0.4113
19-Dec-23	5:59:59	-0.4067
19-Dec-23	6:59:59	-0.3311
19-Dec-23	7:59:59	-0.1923
19-Dec-23	8:59:59	-0.0153
19-Dec-23	9:59:59	0.1664
19-Dec-23	10:59:59	0.3193
19-Dec-23	11:59:59	0.4178
19-Dec-23	12:59:59	0.4477
19-Dec-23	13:59:59	0.4082
19-Dec-23	14:59:59	0.3112
19-Dec-23	15:59:59	0.1795
19-Dec-23	16:59:59	0.0431
19-Dec-23	17:59:59	-0.0684
19-Dec-23	18:59:59	-0.1339
19-Dec-23	19:59:59	-0.1473
19-Dec-23	20:59:59	-0.1179
19-Dec-23	21:59:59	-0.0662
19-Dec-23	22:59:59	-0.0157
19-Dec-23	23:59:59	0.0138
20-Dec-23	0:59:59	0.0112
20-Dec-23	1:59:59	-0.0248
20-Dec-23	2:59:59	-0.0862
20-Dec-23	3:59:59	-0.1565
20-Dec-23	4:59:59	-0.2148
20-Dec-23	5:59:59	-0.2398
20-Dec-23	6:59:59	-0.2173
20-Dec-23	7:59:59	-0.1449
20-Dec-23	8:59:59	-0.0345
20-Dec-23	9:59:59	0.0915
20-Dec-23	10:59:59	0.206

20-Dec-23	11:59:59	0.2853
20-Dec-23	12:59:59	0.3141
20-Dec-23	13:59:59	0.2881
20-Dec-23	14:59:59	0.2138
20-Dec-23	15:59:59	0.1067
20-Dec-23	16:59:59	-0.0115
20-Dec-23	17:59:59	-0.1169
20-Dec-23	18:59:59	-0.189
20-Dec-23	19:59:59	-0.2159
20-Dec-23	20:59:59	-0.1978
20-Dec-23	21:59:59	-0.1459
20-Dec-23	22:59:59	-0.0786
20-Dec-23	23:59:59	-0.0152
21-Dec-23	0:59:59	0.0293
21-Dec-23	1:59:59	0.0479
21-Dec-23	2:59:59	0.0412
21-Dec-23	3:59:59	0.0169
21-Dec-23	4:59:59	-0.013
21-Dec-23	5:59:59	-0.0349
21-Dec-23	6:59:59	-0.0369
21-Dec-23	7:59:59	-0.0126
21-Dec-23	8:59:59	0.0363
21-Dec-23	9:59:59	0.0997
21-Dec-23	10:59:59	0.1612
21-Dec-23	11:59:59	0.2036
21-Dec-23	12:59:59	0.2131
21-Dec-23	13:59:59	0.1838
21-Dec-23	14:59:59	0.1185
21-Dec-23	15:59:59	0.0271
21-Dec-23	16:59:59	-0.0754
21-Dec-23	17:59:59	-0.1723
21-Dec-23	18:59:59	-0.2477
21-Dec-23	19:59:59	-0.2894
21-Dec-23	20:59:59	-0.2913
21-Dec-23	21:59:59	-0.2552
21-Dec-23	22:59:59	-0.1902
21-Dec-23	23:59:59	-0.1103
22-Dec-23	0:59:59	-0.0301
22-Dec-23	1:59:59	0.0392
22-Dec-23	2:59:59	0.0916
22-Dec-23	3:59:59	0.1268
22-Dec-23	4:59:59	0.1478
22-Dec-23	5:59:59	0.1593
22-Dec-23	6:59:59	0.1661
22-Dec-23	7:59:59	0.1721
22-Dec-23	8:59:59	0.1794
22-Dec-23	9:59:59	0.1875

22-Dec-23	10:59:59	0.1921
22-Dec-23	11:59:59	0.1864
22-Dec-23	12:59:59	0.1626
22-Dec-23	13:59:59	0.116
22-Dec-23	14:59:59	0.0472
22-Dec-23	15:59:59	-0.0381
22-Dec-23	16:59:59	-0.1304
22-Dec-23	17:59:59	-0.2191
22-Dec-23	18:59:59	-0.2945
22-Dec-23	19:59:59	-0.3481
22-Dec-23	20:59:59	-0.3729
22-Dec-23	21:59:59	-0.3642
22-Dec-23	22:59:59	-0.3212
22-Dec-23	23:59:59	-0.248
23-Dec-23	0:59:59	-0.1536
23-Dec-23	1:59:59	-0.0493
23-Dec-23	2:59:59	0.0547
23-Dec-23	3:59:59	0.1508
23-Dec-23	4:59:59	0.2338
23-Dec-23	5:59:59	0.2995
23-Dec-23	6:59:59	0.344
23-Dec-23	7:59:59	0.364
23-Dec-23	8:59:59	0.3591
23-Dec-23	9:59:59	0.3322
23-Dec-23	10:59:59	0.2885
23-Dec-23	11:59:59	0.2327
23-Dec-23	12:59:59	0.1673
23-Dec-23	13:59:59	0.0931
23-Dec-23	14:59:59	0.0109
23-Dec-23	15:59:59	-0.0762
23-Dec-23	16:59:59	-0.1633
23-Dec-23	17:59:59	-0.245
23-Dec-23	18:59:59	-0.3174
23-Dec-23	19:59:59	-0.3775
23-Dec-23	20:59:59	-0.4218
23-Dec-23	21:59:59	-0.4439
23-Dec-23	22:59:59	-0.436
23-Dec-23	23:59:59	-0.3917
24-Dec-23	0:59:59	-0.3096
24-Dec-23	1:59:59	-0.1951
24-Dec-23	2:59:59	-0.0587
24-Dec-23	3:59:59	0.0874
24-Dec-23	4:59:59	0.2306
24-Dec-23	5:59:59	0.3587
24-Dec-23	6:59:59	0.4589
24-Dec-23	7:59:59	0.5195
24-Dec-23	8:59:59	0.5327

24-Dec-23	9:59:59	0.4987
24-Dec-23	10:59:59	0.4259
24-Dec-23	11:59:59	0.3283
24-Dec-23	12:59:59	0.2203
24-Dec-23	13:59:59	0.1121
24-Dec-23	14:59:59	0.0094
24-Dec-23	15:59:59	-0.0855
24-Dec-23	16:59:59	-0.1709
24-Dec-23	17:59:59	-0.2462
24-Dec-23	18:59:59	-0.3125
24-Dec-23	19:59:59	-0.3724
24-Dec-23	20:59:59	-0.4278
24-Dec-23	21:59:59	-0.4755
24-Dec-23	22:59:59	-0.5056
24-Dec-23	23:59:59	-0.5038
25-Dec-23	0:59:59	-0.4575
25-Dec-23	1:59:59	-0.3611
25-Dec-23	2:59:59	-0.2192
25-Dec-23	3:59:59	-0.0447
25-Dec-23	4:59:59	0.1452
25-Dec-23	5:59:59	0.3309
25-Dec-23	6:59:59	0.4919
25-Dec-23	7:59:59	0.6081
25-Dec-23	8:59:59	0.6629
25-Dec-23	9:59:59	0.6491
25-Dec-23	10:59:59	0.5723
25-Dec-23	11:59:59	0.4502
25-Dec-23	12:59:59	0.3064
25-Dec-23	13:59:59	0.163
25-Dec-23	14:59:59	0.0345
25-Dec-23	15:59:59	-0.073
25-Dec-23	16:59:59	-0.1594
25-Dec-23	17:59:59	-0.228
25-Dec-23	18:59:59	-0.2848
25-Dec-23	19:59:59	-0.3374
25-Dec-23	20:59:59	-0.3934
25-Dec-23	21:59:59	-0.4552
25-Dec-23	22:59:59	-0.5157
25-Dec-23	23:59:59	-0.5581
26-Dec-23	0:59:59	-0.5607
26-Dec-23	1:59:59	-0.5058
26-Dec-23	2:59:59	-0.3872
26-Dec-23	3:59:59	-0.2119
26-Dec-23	4:59:59	0.002
26-Dec-23	5:59:59	0.2301
26-Dec-23	6:59:59	0.445
26-Dec-23	7:59:59	0.619

26-Dec-23	8:59:59	0.7275
26-Dec-23	9:59:59	0.7543
26-Dec-23	10:59:59	0.6974
26-Dec-23	11:59:59	0.5722
26-Dec-23	12:59:59	0.4066
26-Dec-23	13:59:59	0.2326
26-Dec-23	14:59:59	0.076
26-Dec-23	15:59:59	-0.0491
26-Dec-23	16:59:59	-0.1401
26-Dec-23	17:59:59	-0.2026
26-Dec-23	18:59:59	-0.2468
26-Dec-23	19:59:59	-0.2854
26-Dec-23	20:59:59	-0.3313
26-Dec-23	21:59:59	-0.3931
26-Dec-23	22:59:59	-0.4696
26-Dec-23	23:59:59	-0.5462
27-Dec-23	0:59:59	-0.5977
27-Dec-23	1:59:59	-0.5965
27-Dec-23	2:59:59	-0.5234
27-Dec-23	3:59:59	-0.375
27-Dec-23	4:59:59	-0.1642
27-Dec-23	5:59:59	0.0835
27-Dec-23	6:59:59	0.3362
27-Dec-23	7:59:59	0.5598
27-Dec-23	8:59:59	0.7225
27-Dec-23	9:59:59	0.7994
27-Dec-23	10:59:59	0.7799
27-Dec-23	11:59:59	0.672
27-Dec-23	12:59:59	0.5023
27-Dec-23	13:59:59	0.3078
27-Dec-23	14:59:59	0.1247
27-Dec-23	15:59:59	-0.022
27-Dec-23	16:59:59	-0.123
27-Dec-23	17:59:59	-0.1826
27-Dec-23	18:59:59	-0.2137
27-Dec-23	19:59:59	-0.2336
27-Dec-23	20:59:59	-0.2604
27-Dec-23	21:59:59	-0.3087
27-Dec-23	22:59:59	-0.3841
27-Dec-23	23:59:59	-0.4779
28-Dec-23	0:59:59	-0.5665
28-Dec-23	1:59:59	-0.6174
28-Dec-23	2:59:59	-0.6006
28-Dec-23	3:59:59	-0.4997
28-Dec-23	4:59:59	-0.3178
28-Dec-23	5:59:59	-0.0759
28-Dec-23	6:59:59	0.193

28-Dec-23	7:59:59	0.4504
28-Dec-23	8:59:59	0.6584
28-Dec-23	9:59:59	0.7852
28-Dec-23	10:59:59	0.8112
28-Dec-23	11:59:59	0.7356
28-Dec-23	12:59:59	0.5787
28-Dec-23	13:59:59	0.3774
28-Dec-23	14:59:59	0.1742
28-Dec-23	15:59:59	0.0045
28-Dec-23	16:59:59	-0.1124
28-Dec-23	17:59:59	-0.1753
28-Dec-23	18:59:59	-0.1968
28-Dec-23	19:59:59	-0.1973
28-Dec-23	20:59:59	-0.1996
28-Dec-23	21:59:59	-0.2241
28-Dec-23	22:59:59	-0.283
28-Dec-23	23:59:59	-0.375
29-Dec-23	0:59:59	-0.482
29-Dec-23	1:59:59	-0.5721
29-Dec-23	2:59:59	-0.6089
29-Dec-23	3:59:59	-0.5648
29-Dec-23	4:59:59	-0.4302
29-Dec-23	5:59:59	-0.2173
29-Dec-23	6:59:59	0.0445
29-Dec-23	7:59:59	0.3157
29-Dec-23	8:59:59	0.5543
29-Dec-23	9:59:59	0.7227
29-Dec-23	10:59:59	0.7939
29-Dec-23	11:59:59	0.7582
29-Dec-23	12:59:59	0.6273
29-Dec-23	13:59:59	0.4333
29-Dec-23	14:59:59	0.22
29-Dec-23	15:59:59	0.0303
29-Dec-23	16:59:59	-0.1065
29-Dec-23	17:59:59	-0.1804
29-Dec-23	18:59:59	-0.1997
29-Dec-23	19:59:59	-0.185
29-Dec-23	20:59:59	-0.1627
29-Dec-23	21:59:59	-0.1578
29-Dec-23	22:59:59	-0.1891
29-Dec-23	23:59:59	-0.2627
30-Dec-23	0:59:59	-0.3682
30-Dec-23	1:59:59	-0.4782
30-Dec-23	2:59:59	-0.5555
30-Dec-23	3:59:59	-0.5651
30-Dec-23	4:59:59	-0.4859
30-Dec-23	5:59:59	-0.3184

30-Dec-23	6:59:59	-0.0844
30-Dec-23	7:59:59	0.1797
30-Dec-23	8:59:59	0.4309
30-Dec-23	9:59:59	0.6277
30-Dec-23	10:59:59	0.7374
30-Dec-23	11:59:59	0.7422
30-Dec-23	12:59:59	0.6451
30-Dec-23	13:59:59	0.4703
30-Dec-23	14:59:59	0.2587
30-Dec-23	15:59:59	0.0559
30-Dec-23	16:59:59	-0.1007
30-Dec-23	17:59:59	-0.1915
30-Dec-23	18:59:59	-0.2174
30-Dec-23	19:59:59	-0.1961
30-Dec-23	20:59:59	-0.1542
30-Dec-23	21:59:59	-0.1204
30-Dec-23	22:59:59	-0.1189
30-Dec-23	23:59:59	-0.1627
31-Dec-23	0:59:59	-0.2495
31-Dec-23	1:59:59	-0.3593
31-Dec-23	2:59:59	-0.4585
31-Dec-23	3:59:59	-0.5094
31-Dec-23	4:59:59	-0.4828
31-Dec-23	5:59:59	-0.368
31-Dec-23	6:59:59	-0.1764
31-Dec-23	7:59:59	0.0622
31-Dec-23	8:59:59	0.3073
31-Dec-23	9:59:59	0.5165
31-Dec-23	10:59:59	0.6532
31-Dec-23	11:59:59	0.6936
31-Dec-23	12:59:59	0.6324
31-Dec-23	13:59:59	0.4852
31-Dec-23	14:59:59	0.2863
31-Dec-23	15:59:59	0.0802
31-Dec-23	16:59:59	-0.0915
31-Dec-23	17:59:59	-0.2011
31-Dec-23	18:59:59	-0.2409
31-Dec-23	19:59:59	-0.2224
31-Dec-23	20:59:59	-0.17
31-Dec-23	21:59:59	-0.1133
31-Dec-23	22:59:59	-0.0798
31-Dec-23	23:59:59	-0.0885

DOKUMENTASI



Gambar 40 : Abrasi yang terjadi di Pantai Ujung Batu



Gambar 41 : Upaya masyarakat untuk mengurangi dampak abrasi di sekitar pemukiman



**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 : Muh. Fajar / Andi Mappatoba
Nim : 105811120919 / 105811117919
Program Studi : Teknik Sipil Pengairan

Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Ambang Batas
1	Bab 1	10 %	10 %
2	Bab 2	19 %	25 %
3	Bab 3	1 %	10 %
4	Bab 4	10 %	10 %
5	Bab 5	3 %	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, 15 Mei 2024

Mengetahui,

Kepala UPT- Perpustakaan dan Penerbitan,


Nursinah Ghifrah, M.I.P
NBM. 904 591

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

BAB I Muh. Fajar/Andi
mappatoba -
105811120919/105811117919

by Tahap Tutup



Submission date: 15-May-2024 02:11PM (UTC+0700)

Submission ID: 2379880016

File name: BAB_I_tur.docx (39.64K)

Word count: 1085

Character count: 7298

BAB I Muh. Fajar/Andi mappatoba -

105811120919/105811117919

ORIGINALITY REPORT

10%

SIMILARITY INDEX

10%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	bengkaliskab.go.id Internet Source	2%
2	hilllovea.wordpress.com Internet Source	2%
3	www.scribd.com Internet Source	2%
4	eprints.walisongo.ac.id Internet Source	2%
5	edoc.pub Internet Source	2%

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 2%

BAB II Muh. Fajar/Andi
mappatoba -
105811120919/105811117919

by Tahap Tutup



Submission date: 15-May-2024 02:18PM (UTC+0700)

Submission ID: 2379882498

File name: BAB_II_tur.docx (578.51K)

Word count: 4210

Character count: 28081

BAB II Muh. Fajar/Andi mappatoba -
105811120919/105811117919

ORIGINALITY REPORT



19%

SIMILARITY INDEX

19%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	docplayer.info Internet Source	5%
2	geograph88.blogspot.com Internet Source	4%
3	repository.unhas.ac.id Internet Source	3%
4	eprints.unmas.ac.id Internet Source	3%
5	solarindustri.com Internet Source	2%
6	digilibadmin.unismuh.ac.id Internet Source	2%

Exclude quotes Off

Exclude matches < 2%

Exclude bibliography Off

BAB III Muh. Fajar/Andi
mappatoba -
105811120919/105811117919

by Tahap Tutup



Submission date: 15-May-2024 02:21PM (UTC+0700)

Submission ID: 2379883996

File name: BAB_III_tur.docx (8.69M)

Word count: 1506

Character count: 10596

SAB III Muh. Fajar/Andi mappatoba -
105811120919/105811117919

ORIGINALITY REPORT



1 %

SIMILARITY INDEX

1 %

INTERNET SOURCES

0 %

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

jtam.ulm.ac.id

Internet Source

1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off



BAB IV Muh. Fajar/Andi
mappatoba -
105811120919/105811117919

by Tahap Tutup



Submission date: 14-May-2024 07:57AM (UTC+0700)

Submission ID: 2378744477

File name: BAB_IV_-_2024-05-14T085334.603.docx (7.25M)

Word count: 1531

Character count: 9003

BAB IV Muh. Fajar/Andi mappatoba -

105811120919/105811117919

ORIGINALITY REPORT

100%

SIMILARITY INDEX

10%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

ejournal.unsrat.ac.id

Internet Source

4%

2

es.scribd.com

Internet Source

3%

3

digilibadmin.unismuh.ac.id

Internet Source

2%

4

repository.ub.ac.id

Internet Source

2%

Exclude quotes On

Exclude matches < 2%

Exclude bibliography On

BAB V Muh. Fajar/Andi
mappatoba -
105811120919/105811117919

by Tahap Tutup



Submission date: 14-May-2024 07:58AM (UTC+0700)

Submission ID: 2378744845

File name: BAB_V_-_2024-05-14T085331.052.docx (31.08K)

Word count: 270

Character count: 1546

BAB V Muh. Fajar/Andi mappatoba -
105811120919/105811117919

ORIGINALITY REPORT

3% SIMILARITY INDEX
3% INTERNET SOURCES
0% PUBLICATIONS
% STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1 www.scilit.net **3%**
Internet Source

Exclude quotes On Exclude matches < 2%
Exclude bibliography On





Arus Jurnal Sains dan Teknologi (AJST)

Website: <http://jurnal.ardenjaya.com/index.php/ajst>
Email: jurnal.ajst@ardenjaya.com



SURAT KETERANGAN PENERIMAAN NASKAH (LETTER OF ACCEPTANCE)

No: 0016/AJST-AC/2024

Salam,

Dear, Andi Mappatoba, Muh Fajar, Hamzah Al Imran, & Andi Makbul Syamsuri.

Kami memberitahukan bahwa naskah anda telah dinyatakan 'DITERIMA' di Arus Jurnal Sains dan Teknologi (AJST) dan sedang melalui proses Editorial dan akan diterbitkan pada bulan April 2024 untuk Vol. 2, No. 1.

We would like to inform you that your manuscript has been stated as 'ACCEPTED' at the Arus Jurnal Sains dan Teknologi (AJST) and being processed by the Editorial Team and planned to be published on April 2024 for Vol. 2, No. 1.

Berikut informasi naskah anda.

The following is your manuscript information.

Nama penulis : Andi Mappatoba, Muh Fajar, Hamzah Al Imran, & Andi Makbul Syamsuri.

Author's name

Judul naskah : Proses Abrasi Akibat Karakteristik Gelombang di Pantai Ujung Batu Kabupaten Barru

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya. Terima kasih atas kerja sama yang baik.

Here is the Letter of Acceptance issued to be used as appropriate. Thank you for your great cooperation.

Konawe Selatan, 29 April 2024

Pimpinan Redaksi

Editor in Chief



[Signature]
Dr. Ahmad Rustam, M.Pd