

SKRIPSI
ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI PESISIR KELURAHAN
KALUMEME KABUPATEN BULUKUMBA BERDASARKAN CITRA
SATELIT



Oleh:
PUTRI MAULIDDIYAH DIFINUBUN
105811104021

PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
2025



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

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

Judul Skripsi : **ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI PESISIR KELURAHAN KALUMEME KABUPATEN BULUKUMBA BERDASARKAN CITRA SATELIT**

Nama : PUTRI MAULIDDIYAH DIFINUBUN

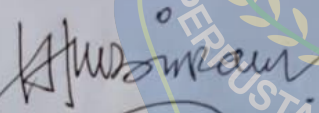
Stambuk : 105 81 11040 21

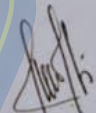
Makassar, Sabtu 20 Desember 2025

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing:

Pembimbing I

Pembimbing II

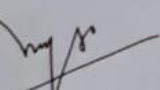

Dr. Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT, IPM


Kasmawati, ST., MT

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Pengairan




Ir. M. Aguslim, ST., MT.

NBM : 947 993





MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama Putri Mauliddiyah Dfinubun dengan nomor induk Mahasiswa 105811104021 dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0015/SK-Y/22202/091004/2025, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu 20 Desember 2025.

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

Makassar,

29 Jumadil Akhir, 1447 H
20 Desember 2025 M

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

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

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

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

2. Penguji

a. Ketua

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

b. Sekretaris

Dr. Fithriyah Arief Wangsa, ST., MT

3. Anggota

1. Dr. Marupah, SP., MP

2. Faridah Gaffar, ST., MM., IPM

3. Andi Bunga Tonggeng, ST., MT

Mengetahui

Pembimbing I

Pembimbing II

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

Kasmawati, ST., MT

Dekan

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

NBM : 975 288

Gedung Menara Iqra Lantai 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Web: <https://teknik.unismuh.ac.id/>, e-mail: teknik@unismuh.ac.id



**ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI PESISIR KELURAHAN
KALUMEME KABUPATEN BULUKUMBA BERDASARKAN CITRA
SATELIT**
**ANALYSIS OF SHORLINE CHANGES ALONG THE COASTAL AREA OF
KALUMEME VILLAGE, BULUKUMBA REGENCY, BASED ON
SATELITTE IMAGERY**

Hamzah Al Imran 1¹, Putri Mauliddiyah Dfinubun 2², Kasmawati 3³.

¹Universitas Muhammadiyah Makassar. Indonesia/ Teknik Pengairan-Fakultas Teknik

Alamatkorespondensi :

email: hamzah@unismuh.ac.id

²Universitas Muhammadiyah Makassar. Indonesia/ Teknik Pengairan-Fakultas Teknik

Alamatkorespondensi :

email: kasma08@unismuh.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan garis pantai di Pesisir Kelurahan Kalumeme, Kabupaten Bulukumba, selama periode 2020–2024 menggunakan perangkat lunak Digital Shoreline Analysis System (DSAS). Data yang digunakan terdiri atas data primer berupa hasil pengukuran garis pantai di lapangan serta data sekunder berupa angin, gelombang, dan pasang surut yang diperoleh dari BMKG. Garis pantai dari berbagai tahun didigitasi melalui Google Earth Pro dan diolah pada ArcGIS sebagai input DSAS. Analisis perubahan dilakukan menggunakan parameter Net Shoreline Movement (NSM) dan End Point Rate (EPR). Hasil penelitian menunjukkan bahwa garis pantai di wilayah pesisir Kalumeme bersifat dinamis, di mana beberapa transek mengalami abrasi dan sebagian lainnya mengalami akresi. Akresi terbesar tercatat pada Transect 13 dengan nilai 19,50 meter, sedangkan abrasi terbesar terjadi pada Transect 7 dengan nilai –3,19 meter. Perubahan ini dipengaruhi oleh kondisi hidroceanografi setempat, terutama gelombang, arus, dan variasi pasang surut yang berperan dalam proses erosi maupun sedimentasi di kawasan pesisir.

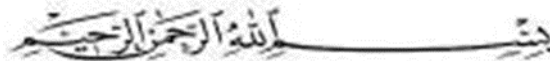
Kata kunci : Perubahan garis pantai, abrasi, akresi, DSAS, NSM, EPR, Kalumeme

Abstract

This study aims to analyze shoreline changes along the coastal area of Kalumeme Village, Bulukumba Regency, during the period 2020–2024 using the Digital Shoreline Analysis System (DSAS). The research employs primary data obtained from direct field measurements of the shoreline and secondary data consisting of wind, wave, and tidal information collected from the Meteorology, Climatology, and Geophysics Agency (BMKG). Shorelines from multiple years were digitized using Google Earth Pro and processed in ArcGIS as DSAS inputs. Shoreline change analysis was conducted using the Net Shoreline Movement (NSM) and End Point Rate (EPR) parameters. The results indicate that the shoreline in Kalumeme is dynamic, with several transects experiencing abrasion while others exhibit accretion. The highest accretion was found at Transect 13 with a value of 19.50 meters, whereas the highest abrasion occurred at Transect 7 with – 3,19 meters. These shoreline changes are influenced by local hydro-oceanographic conditions, particularly waves, currents, and tidal variations that drive erosion and sedimentation processes along the coast.

Keywords: shoreline change, abrasion, accretion, DSAS, NSM, EPR, Kalumeme.

KATA PENGANTAR



Assalamu 'Alaikum Warahmatullahi. Wabarakatuh. Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Proposal ini.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan yang harus dipenuhi dalam rangka menyelesaikan Program Studi pada Jurusan Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir saya adalah : **“ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI PESISIR KELURAHAN KALUMEME KABUPATEN BULUKUMBA BERDASARKAN CITRA SATELIT”**

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis mendapatkan banyak masukan yang berguna dari berbagai pihak sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu dengan segala ketulusan serta keikhlasan hati, kami mengucapkan terima kasih dengan penghargaan setinggi tingginya kepada :

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

Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

4. Bapak **Dr. Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT., IPM.** selaku pembimbing I dan Ibu **Kasmawati, ST., MT.** selaku pembimbing II, yang telah meluangkan banyak waktu, memberikan bimbingan dan pengarahan sehingga terwujudnya tugas akhir ini.
5. Bapak dan Ibu dosen serta staf pegawai pada fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani kami selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Ayahanda dan ibunda tercinta yang senantiasa memberikan limpahan kasih sayang, doa, serta pengorbanan kepada penulis.
7. Rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik, terkhusus saudara-saudariku angkatan 2021 dengan rasa persaudaraan yang tinggi banyak membantu dan memberikan dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Pada akhir penulis tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penulis meminta saran dan kritik yang bersifat membangun sehingga laporan tugas akhir ini dapat menjadi lebih baik dan menambah pengetahuan kami dalam menulis laporan selanjutnya. Semoga laporan tugas akhir ini dapat berguna bagi penulis khususnya dan untuk pembaca pada umumnya. *Wassalamu'Alaikum, Warahmatullahi Wabarakatuh.*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR NOTASI SINGKATAN	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	4
E. Batasan Masalah	4
F. Sistematika Penulisan	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
A. Pantai.....	6
B. Perubahan Garis Pantai dan Penyebabnya	6
C. Analisis Statistik Gelombang.....	8
D. Deformasi Gelombang.....	12
E. Angin.....	23
F. Program Digital Shoreline Analisis System (DSAS).....	28

G. Penelitian Terdahulu.....	30
BAB III METODE PENELITIAN.....	35
A. Lokasi dan waktu penelitian.....	35
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data	35
C. Alat dan Bahan.....	36
D. Metode Pengambilan Data	37
E. Simulasi Program Digital Shoreline Analisis System (DSAS)	38
BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL.....	49
A. Data Koordinat Awal Pantai.....	49
B. Kondisi Parameter Hidroseonografi.....	51
C. Analisa Data Gelombang.....	65
D. Pasang Surut.....	83
E. Perbandingan Data Primer dan Sekunder (BMKG).....	102
F. Perubahan Garis Pantai dan Mengetahui Abrasi dan Akresi Pada Aplikasi ArcGIS.....	103
G. Hasil Analisa Menggunakan Perangkat Lunak Digital Shoreline Analisis System.....	113
BAB V PENUTUP	117
A. Kesimpulan.....	117
B. Saran.....	117

DAFTAR PUSTAKA	118
LAMPIRAN	121



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Terminologi Wilayah Pesisir (Pernetta and Milliman, 1995)	8
Gambar 2. Refraksi gelombang (Triatmodjo, 1999).....	13
Gambar 3. Hukum Snell untuk refraksi gelombang (Triatmodjo, 1999)	14
Gambar 4. Difraksi gelombang di belakang rintangan (Triatmodjo, 1999)	17
Gambar 5. Mawar Angin	24
Gambar 6. Distribusi vertikal kecepatan angin	25
Gambar 7. Hubungan antara kecepatan angin di laut dan darat	26
Gambar 8. Parameter yang di butuhkan DSAS	29
Gambar 9. Tampilan Perangkat Lunak DSAS.....	29
Gambar 10. Peta Lokasi Penelitian.....	35
Gambar 11. Add Data	38
Gambar 12. Connect to folder	39
Gambar 13. Connect to folder DSAS sample data	40
Gambar 14. Add data DSAS sample data.....	40
Gambar 15. Add data Baseline dan Shoreline	41
Gambar 16. Simple data baseline	41
Gambar 17. Simple data shoreline.....	42
Gambar 18. Penampilan layer pada properties shoreline	42
Gambar 19. Pengaturan menampilkan seluruh informasi waktu garis pantai	43
Gambar 20. Tampilan informasi waktu pada tiap garis pantai	43
Gambar 21. Set/Edit default parameters.....	44
Gambar 22. Pengaturan Cast Transect Settings.....	44

Gambar 23. Shoreline calculation settings	45
Gambar 24. Konfigurasi metadada	46
Gambar 25. Mengimpor file teks hasil perhitungan ke dalam Microsoft Excel...	46
Gambar 26. output perhitungan transect intersect	47
Gambar 27. Flow Chart	48
Gambar 28. Peta lokasi penelitian	49
Gambar 29. Panjang fetch yang berpotensi menimbulkan gelombang dari arah Utara, Timur barat, Timur, Barat laut, Barat	51
Gambar 30. Tipe mawar angin di tahun 2020	57
Gambar 31. Tipe mawar angin di tahun 2021	59
Gambar 32. Tipe mawar angin di tahun 2022	61
Gambar 33. Tipe mawar angin di tahun 2023	63
Gambar 34. Tipe mawar angin di tahun 2024	64
Gambar 35. Grafik Tinggi Gelombang di pantai Kalumeme	69
Gambar 36. Mawar Gelombang (Waferose).....	70
Gambar 37. Hubungan antara kecepatan angin di laut dan darat	71
Gambar 38. Grafik tinggi gelombang primer	77
Gambar 39. Grafik periode gelombang	78
Gambar 40. Grafik panjang gelombang	79
Gambar 41. Mawar Gelombang (Waferose).....	80
Gambar 42. Grafik perbandingan tinggi gelombang primer dan sekunder	82
Gambar 43. Grafik pasang surut Desember 2024.....	92
Gambar 44. Grafik pasang surut Oktober 2025.....	101

Gambar 45. Garis Pantai Pesisir Kelurahan Kalumeme yang di digitasi pada aplikasi Google Earth Pro dengan seri waktu Agustus 2020	103
Gambar 46. Garis Pantai Pesisir Kelurahan Kalumeme yang di digitasi pada aplikasi Google Earth Pro dengan seri waktu Maret 2024	104
Gambar 47. Tampilan awal DSAS.....	105
Gambar 48. Menu Add Data.....	105
Gambar 49. Garis Pantai Pesisir Kelurahan Kalumeme.....	106
Gambar 50. Peta pembagian zona UTM wilayah Indonesia (Sumber: www.barnosuud.com)	107
Gambar 51. Tampilan menu file UTM zone 51 S pada aplikasi DSAS	107
Gambar 52. Tampilan Garis Baseline (Merah), dan Shoreline (Hijau)	108
Gambar 53. Tampilan menu default parameter	109
Gambar 54. Pembuatan Transect (Patok)	109
Gambar 55. Tampilan Menu Calculate Rates	110
Gambar 56. Menu open Attribute table	110
Gambar 57. Tampilan tabel hasil analisis yang ada pada perangkat lunak DSAS	111
Gambar 58. Tampilan Hasil analisis dari 35 transect menggunakan program DSAS	112

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Koefisien untuk menghitung deviasi standar.....	9
Tabel 2. Titik koordinat patok pada garis pantai	50
Tabel 3. Perhitungan fetch efektif arah timur	52
Tabel 4. Perhitungan fetch efektif barat daya	52
Tabel 5. Perhitungan fetch efektif arah selatan.....	53
Tabel 6. Perhitungan fetch efektif arah tenggara	54
Tabel 7. Perhitungan fetch efektif arah barat.....	54
Tabel 8. Jumlah data kecepatan angin dan interval kecepatan berdasarkan arah datangnya angin di tahun 2020	56
Tabel 9. Persentasi kejadian angin berdasarkan interval kecepatan	57
Tabel 10. Jumlah data kecepatan angin dan interval kecepatan berdasarkan arah datangnya angin di tahun 2021	58
Tabel 11. Jumlah data kecepatan angin dan interval kecepatan berdasarkan arah datangnya angin di tahun 2022	60
Tabel 12. Presentasi kejadian angin berdasarkan interval kecepatan	60
Tabel 13. Jumlah data kecepatan angin dan interval kecepatan berdasarkan arah anginya di tahun 2023	62
Tabel 14. Persentasi kejadian angin berdasarkan interval kecepatan	62
Tabel 15. Jumlah data kecepatan angin dan interval kecepatan berdasarkan arah datangnya angin di tahun 2024.....	63
Tabel 16. Persentasi kejadian angin berdasarkan interval kecepatan	64
Tabel 17. Data Tinggi gelombang dan data angin	66
Tabel 18. Data periode gelombang dan panjang gelombang.....	68

Tabel 19. Data perhitungan gelombang.....	74
Tabel 20. Data tinggi gelombang, kecepatan angin dan arah angin	75
Tabel 21. Data tinggi gelombang, periode gelombang dan panjang gelombang...	77
Tabel 22. Data perbandingan tinggi gelombang primer dan sekunder	81
Tabel 23. Data pasang surut bulan desember 2024	84
Tabel 24. Konstanta pengali untuk menyusun skema-II.....	85
Tabel 25. Hasil skema-III	87
Tabel 26. Hasil skema-IV	88
Tabel 27. Hasil skema-V & VI	89
Tabel 28. Hasil skema VII.....	89
Tabel 29. Data pasang surut bulan Oktober 2025.....	93
Tabel 30. Konstanta pengali untuk menyusun skema-II.....	94
Tabel 31. Hasil skema-III	96
Tabel 32. Hasil skema-IV.....	97
Tabel 33. Hasil skema-V & VI.....	98
Tabel 34. Hasil skema-VII.....	98
Tabel 35. Data perbandingan pasang surut primer dan sekunder	102
Tabel 36. Hasil Analisa Menggunakan DSAS.....	113
Tabel 37. Perubahan yang terjadi pada setiap transect dari tahun 2020-2024.....	115

DAFTAR NOTASI SINGKATAN

$P(H_s \leq H_s^{\wedge})$: Probabilitas bahwa H_s tidak dilampaui

H : Tinggi gelombang representatif

$H^{\wedge}$: Tinggi gelombang dengan nilai tertentu

A : Parameter skala

B : Parameter lokasi

K : Parameter bentuk

$P(H_s \leq H_{sm})$: Probabilitas dari tinggi gelombang representative ke m yang tidak dilampaui

H_{sm} : Tinggi gelombang urutan ke m

m : nomor urut tinggi gelombang signifikan = $1, 2, \dots, N$

N_T : Jumlah kejadian gelombang selama pencatatan (bisa lebih besar dari gelombang representatif)

H_{sr} : Tinggi gelombang signifikan dengan priode ulang

T_r : Periode ulang (tahun)

K : Panjang data (tahun)

L : rerata jumlah kejadian per tahun

H_0 : Tinggi gelombang laut dalam

K' : Koefisien difraksi

- K_r : Koefisien refraksi
- α_1 : Sudut antara garis puncak gelombang dengan kontur dasar di mana gelombang melintas.
- α_2 : Sudut yang sama yang diukur saat garis puncak gelombang melintasi kontur dasar berikutnya.
- C_1 : Kecepatan gelombang pada kedalaman di kontur pertama.
- C_2 : Kecepatan gelombang pada kedalaman di kontur kedua.
- K_s : koefisien pendangkalan (shoaling)
- H_o : Tinggi gelombang di laut dalam.
- H_B : Tinggi gelombang pecah
- d_B : Kedalaman air untuk gelombang pecah
- U^* : Kecepatan geser
- K : Koefisien von Karman (0,4)
- y : Elevasi terhadap permukaan air
- y_0 : Tinggi kekasaran permukaan
- L : Panjang campur yang tergantung pada perbedaan

Ψ : Fungsi yang tergantung pada perbedaan temperatur antara air dan udara

U_s : Kecepatan angin yang diukur oleh kapal (knot)

U : Kecepatan angin terkoreksi (knot)

U_w : Kecepatan angin di atas permukaan laut (m/s)

R_L : Nilai yang diperoleh dari grafik hubungan antara kecepatan angin di darat dan di laut

U_L : Kecepatan angin di atas daratan (m/s)

U : Kecepatan angin dalam m/d

U_A : *Wind stress factor* (faktor tegangan angin) dalam m/d

F_{eff} : Fetch rerata efektif

X_i : Panjang segmen fetch yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung akhir fetch

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

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

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

- Z : Ketinggian pengukuran (m)
- U_f : Kecepatan angin maksimum hasil koreksi elevasi (m/s)
- U_t : Kecepatan angin rata-rata untuk durasi angin yang diinginkan (m/s)
- T : Durasi waktu yang diinginkan (detik)
- U : Kecepatan angin (m/s)
- H_{mo} : Tinggi gelombang signifikan menurut energi spectral
- T_p : Perioda puncak gelombang
- T_d : Durasi angin bertiup (detik)
- F_{eff} : Panjang fetch efektif (m)
- G : Percepatan gravitasi bumi ($9,81 \text{ m/s}^2$)
- F : Formzahl (konstanta pasang surut)
- Z_0 : hasil penjumlahan nilai $S_0, M_2, S_2, N_2, K_2, K_1, O_1, P_1, M_4, MS_4$. MSL Means Sea Level (muka air laut rerata).
- HHWL : Highest High Water Level (air tertinggi pada saat pasang surut purnama).
- LLWL : Lowest Low Water Level (air terendah pada saat pasang surut purnama).
- MHWL : Mean High Water Level (muka air tinggi rerata).
- MLWL : Mean Low Water Level (muka air rendah rerata).

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Garis pantai adalah batas pertemuan antara wilayah laut dan daratan (Usman, M. A. I., & Irbani, 2019). Perubahan garis pantai dapat terjadi dalam bentuk pengikisan (abrasi atau erosi) maupun penambahan daratan (akresi atau sedimentasi). Abrasi atau erosi umumnya dipicu oleh gelombang dan arus laut yang terus-menerus menghantam pantai, terutama di wilayah pantai yang memiliki kemiringan landai. Sementara itu, akresi terjadi akibat akumulasi material sedimen yang terbawa dari daratan dan mengendap di wilayah pesisir, terutama melalui aliran sungai di muara. (Sihombing et al., 2017)

Menurut (Triatmodjo, 1999), Kerusakan di wilayah pesisir umumnya dipengaruhi oleh faktor-faktor alami seperti arus pantai, pergerakan sedimen, kenaikan permukaan air laut, dan aktivitas gelombang laut. Gelombang laut sendiri dapat terbentuk akibat berbagai penyebab, seperti tiupan angin, pasang surut, serta arus laut. Ketika mencapai pantai, gelombang ini datang dalam bentuk deretan gelombang yang berurutan..

Kerusakan pantai bisa terjadi akibat hembusan angin dan arus laut yang membangkitkan gelombang, sehingga memicu perubahan garis pantai. Perubahan ini tidak hanya disebabkan oleh faktor-faktor alami, tetapi juga dipengaruhi oleh aktivitas manusia, seperti pembangunan pelabuhan, kegiatan pertambangan, pengerukan, penghilangan vegetasi pantai, budidaya tambak, pembangunan struktur pelindung pantai, reklamasi, serta aktivitas pariwisata di wilayah pesisir.

(Azhar, 2012)

Gelombang laut merupakan bentuk permukaan air laut yang terdiri dari puncak dan lembah gelombang yang terbentuk akibat gerakan osilasi (gerak ayun), yang disebabkan oleh tiupan angin, letusan gunung berapi, longsor dasar laut, atau aktivitas kapal di perairan. (Sunarto., 2003)

Wilayah pesisir Kelurahan Kalumeme berada di Kecamatan Ujung Bulu, Kabupaten Bulukumba, dengan luas sekitar 4,33 km² dari total luas wilayah Kabupaten Bulukumba.

Abrasi menjadi permasalahan utama di pesisir Pantai Kelurahan Kalumeme, di mana gelombang laut yang kuat mengancam keberadaan vegetasi dan bangunan di sepanjang garis pantai. Abrasi sendiri merupakan proses mundurnya garis pantai di kawasan pesisir yang rentan terhadap berbagai aktivitas baik dari darat maupun laut. Pengikisan daratan ini menyebabkan sedimen terbawa dari lokasi asalnya dan bergerak mengikuti arah datangnya gelombang, sehingga berdampak pada perubahan garis pantai.

Fenomena ini dipicu oleh aktivitas gelombang laut dan pasang surut air laut, yang keduanya memiliki sifat merusak. Jika tanah di sepanjang garis pantai terus-menerus terpapar oleh gelombang dan pasang surut, maka kerusakan akan terjadi secara bertahap. Penyusutan garis pantai yang semakin menjorok ke daratan menunjukkan terjadinya abrasi. Abrasi yang berlangsung secara terus-menerus tidak hanya mengurangi luas daratan, tetapi juga dapat merusak keseimbangan lingkungan pesisir, sehingga berdampak pada penurunan keindahan pantai.

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis perubahan garis pantai di Pantai Pesisir Kelurahan Kalumeme, Kabupaten Bulukumba, pada periode 2020–2024 dengan menggunakan Digital Shoreline Analysis System (DSAS), serta mengkaji keterkaitannya dengan faktor hidroceanografi, khususnya pasang surut dan gelombang laut.

Berdasarkan pemaparan permasalahan di atas, peneliti merasa perlu untuk melakukan kajian lebih lanjut melalui penelitian yang mengusung judul. **“Analisis Perubahan Garis Pantai Pesisir Kelurahan Kalumeme Kab. Bulukumba Berdasarkan Citra Satelit”**.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di uraikan di atas maka dapat di rumuskan permasalahan dalam penelitian ini, sebagai berikut:

1. Bagaimana perubahan garis Pantai Pesisir Kelurahan Kalumem Kab. Bulukumba berdasarkan Digital Shoreline Analysis System (DSAS) selama periode 2020-2024?
2. Pada Transect ke berapa yang mengalami Akresi dan Abrasi terbesar?

C. Tujuan Penelitian

Dengan mempertimbangkan rumusan masalah diatas, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menganalisis perubahan garis pantai di Pesisir Kelurahan Kalumeme selama periode 2020-2024 dengan memanfaatkan perangkat lunak Digital Shoreline Analysis System (DSAS).

2. Untuk mengetahui pada Transect ke berapa Akresi terbesar dan Abrasi terjadi dari tahun 2020-2024.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Mengukur tingkat perubahan garis pantai di Pesisir Kelurahan Kalumeme.
2. Menentukan jenis perubahan garis pantai yang paling dominan terjadi di Pesisir Kelurahan Kalumeme, apakah akresi atau abrasi.
3. Penelitian ini bermanfaat sebagai sumber informasi tambahan mengenai perubahan dan prediksi garis pantai dengan bantuan software DSAS, serta dapat dijadikan bahan evaluasi dan pertimbangan dalam upaya penanganan maupun antisipasi perubahan garis pantai

E. Batasan Masalah

Batasan masalah berikut dibuat oleh penulis agar pembahasan tugas akhir tidak terlalu meluas dan lebih berfokus pada masalah yang dihadapi maka penulisan dibatasi pada:

1. Tempat penelitian berlokasi di kawasan Pantai Pesisir Kelurahan Kalumeme, Kabupaten Bulukumba.
2. Penelitian ini difokuskan pada analisis perubahan garis pantai dengan memanfaatkan data yang diperoleh dari data primer maupun sekunder.
3. Permodelan perubahan Garis Pantai dilakukan dengan software DSAS.
4. Parameter fisik yang tidak dapat diukur langsung diasumsikan berdasarkan kajian literatur yang tersedia.

5. Panjang garis pantai yang menjadi lokasi penelitian ini kurang lebih mencapai 280 meter

F. Sistematika Penulisan

Dalam proses penulisan tugas akhir ini, terdiri dari beberapa bab yang disusun secara sistematis sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN. Bab ini mencakup tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA. Bab ini meninjau kajian literatur yang berkaitan dengan masalah penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN. Bab ini memberikan penjelasan menyeluruh mengenai lokasi penelitian, waktu penelitian, sumber data, metode penelitian, prosedur penelitian, dan bagan alir penelitian.

BAB IV HASIL PEMBAHASAN. Bab ini berisi hasil penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN. Bab ini berisi tentang kesimpulan penelitian dan saran-saran yang berhubungan dengan penelitian

BAB II KAJIAN PUSTAKA

A. Pantai

Pantai merupakan area di mana terjadi interaksi dinamis antara air, angin, dan material penyusun, sehingga membuatnya rentan terhadap berbagai perubahan yang dapat mengakibatkan kerusakan. Dalam bahasa Indonesia, terdapat dua istilah yang sering membingungkan terkait kawasan pantai, yaitu 'pesisir' dan 'pantai'. Pesisir merujuk pada wilayah daratan di tepi laut yang masih dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti pasang surut dan angin laut. (Dauhan et al., 2013)

Pantai umumnya akan menyesuaikan bentuk profilnya sehingga dapat meredam energi gelombang yang datang. Wilayah pantai sangat rentan terhadap perubahan garis pantai, yang terlihat dari pergeseran posisi pantai yang dapat menyebabkan penambahan atau pengurangan daratan berupa mundurnya garis pantai. (Triatmodjo, 1999)

B. Perubahan Garis Pantai dan Penyebabnya

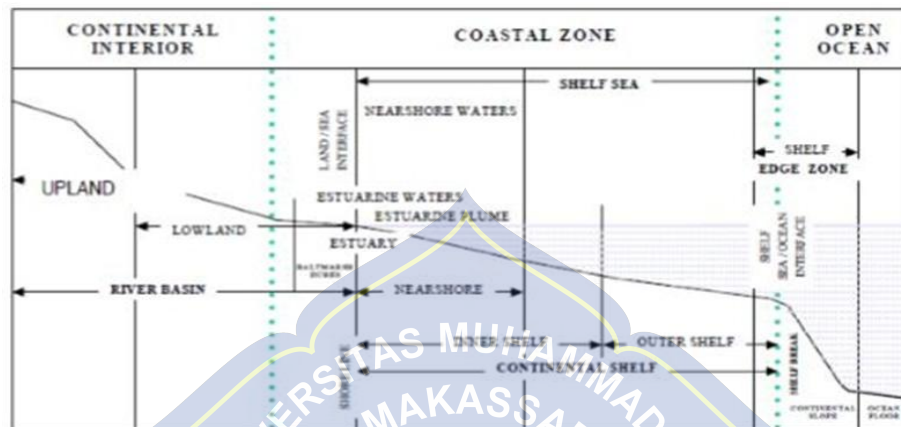
Garis pantai merupakan batas antara daratan dan laut, yang posisinya tidak tetap dan dapat bergeser akibat pasang surut air laut serta proses erosi pantai. Menurut IHO (International Hydrographic Organization), garis pantai adalah garis pertemuan antara daratan dan perairan laut. Meskipun permukaan garis pantai berubah secara periodik, sebuah titik referensi tinggi muka air dipilih untuk menentukan posisi garis pantai. Pada peta laut, garis pantai yang digunakan biasanya berdasarkan muka air pasang tinggi (High Water Level), sementara muka air pasang rendah (Low Water Level) digunakan sebagai acuan untuk pengukuran kedalaman laut. (Priscilla et al., 2025)

Perubahan garis pantai merupakan proses dinamis yang berlangsung terus-menerus di wilayah pesisir. Perubahan ini dapat berupa pengikisan pantai (abrasi) maupun penambahan daratan (sedimentasi atau akresi). Abrasi terjadi karena gelombang dan arus laut yang terus-menerus menghantam bibir pantai, terutama di area dengan kemiringan pantai yang landai. Sementara itu, akresi terjadi akibat akumulasi sedimen yang terbawa dari daratan dan mengendap di sepanjang pantai, khususnya melalui muara sungai (Parenta, 2021)

Perubahan garis pantai terjadi karena sifat kawasan pantai yang dinamis, artinya bentuk dan posisi pantai dapat berubah dengan cepat sebagai respons terhadap proses alam serta aktivitas manusia. Selain itu, perubahan tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor alami, seperti gelombang, arus, abrasi, akresi, sedimentasi, pasang surut, dan pengangkutan sedimen dari daratan. Abrasi yang terjadi di beberapa bagian pantai menjadi perhatian serius, terutama pada pantai-pantai yang digunakan sebagai area wisata maupun permukiman.

Salah satu cara untuk mempelajari perubahan garis pantai adalah dengan menggunakan metode penginderaan jauh (remote sensing) yang dikombinasikan dengan Sistem Informasi Geografis (SIG). Penginderaan jauh adalah ilmu dan teknik untuk mendapatkan informasi tentang suatu objek serta menganalisis data tersebut tanpa melakukan kontak langsung dengan objek yang diamati. Untuk menganalisis perubahan garis pantai, digunakan perangkat lunak Digital Shoreline Analysis System (DSAS) yang berjalan pada platform SIG. DSAS berfungsi sebagai sistem input data peta yang memungkinkan pengguna untuk memasukkan, menampilkan, dan menghasilkan informasi geografis. (Ginanjari et al., 2023)

Garis pantai berbeda dengan garis pesisir (coastline). Garis pesisir terbentuk saat air berada pada posisi pasang tinggi dan cenderung relatif tetap serta berada di lokasi tertentu. Ketika air mencapai tingkat pasang tertinggi (highest water level), posisi garis pantai dan garis pesisir akan berada pada titik yang sama..



Gambar 1. Terminologi Wilayah Pesisir (Pernetta and Milliman, 1995)

C. Analisis Statistik Gelombang

1. Gelombang Respresentatif

Dalam rencana bangunan pantai, penting untuk memilih tinggi periode gelombang secara tepat. Periode gelombang ini digunakan untuk menggambarkan spektrum gelombang tertentu. Nilai rata-rata dari presentase tertinggi gelombang dapat diperoleh dengan mengurutkan data tinggi gelombang dari yang tertinggi ke terendah., atau sebaliknya. Dari pengurutan tersebut, karakteristik gelombang individu dapat dianalisis, misalnya menghitung tinggi rata-rata dari 10 gelombang tertinggi, dalam data pencatatn gelombang disebut H10.

2. Analisis Frekuensi

Berikut ini adalah bentuk dari kedua distribusi tersebut.

- Distribusi Fisher – Tippet Type I

$$P(H \leq H_s) = e^{-\frac{H-B}{A}} \dots\dots\dots(1)$$

- Distribusi Weibull

$$P(H_s \leq H_s) = 1 - e^{-\frac{H-B}{A}} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

- H : Tinggi gelombang yang mewakili kondisi umum.
 $H^{\wedge}$: Tinggi gelombang pada nilai spesifik
 A : Parameter skala
 B : Parameter lokasi
 K : Parameter bentuk

Tabel 1. Koefisien untuk menghitung deviasi standar

Distribusi	α_1	α_1	k	C	€
FT – 1	0,64	9,0	0,93	0,0	1,33
Weibull (k=0,75)	1,65	11,4	0,63	0,0	1,15
Weibull (k= 1,0)	1,92	11,4	0,00	0,3	0,90
Weibull (k= 1,4)	2,05	11,4	0,69	0,4	0,72
Weibull (k= 2,0)	2,24	11,4	1,34	0,5	0,54

Sumber : (Triatmodjo, 1999)

Data diurutkan dari nilai tertinggi ke terendah. Selanjutnya probabilitas ditentukan untuk setiap tinggi gelombang sebagai berikut :

a. Distribusi Fisher-Tippett Type I

$$P(H_s \leq H_{sm}) = \frac{1 - \frac{m-0,44}{Nt+0,12}}{\dots\dots\dots} \quad (3)$$

b. Distribusi Weibull

$$P(H_s \leq H_{sm}) = 1 - \frac{m-0,2 - \frac{0,27}{\sqrt{k}}}{Nt+0,2 + \frac{0,23}{\sqrt{k}}} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

H_{sm} : Tinggi gelombang urutan ke m

M : nomor urut tinggi gelombang signifikan = 1,2,...,N

NT : Total kemunculan gelombang yang tercatat selama periode
selama observasi (dapat melampaui jumlah gelombang representatif)

Nilai parameter A dan B diperoleh menggunakan metode kuadrat terkecil untuk masing-masing jenis distribusi yang diterapkan. Perhitungan ini dilakukan berdasarkan analisis regresi linier terhadap hubungan yang ada.

berikut : $H_m = A y_m + B$

Dimana y_m diberikan oleh bentuk berikut :

Distribusi *Fisher-Tippett type I*

$$y_m = -\ln\{-\ln F(H_s \leq H_{sm})\} \dots\dots\dots (5)$$

Distribusi *Weibull*

$$y_m = [-\ln(1 - F)(H_s \leq H_{sm})]^k \dots\dots\dots (6)$$

Dengan $A^{\wedge}$ dan $B^{\wedge}$ adalah perkiraan parameter skala dan lokal yang diperoleh dari analisis regresi linier

c. Priode Ulang

Perhitungan tinggi gelombang signifikan untuk setiap periode ulang dilakukan dengan menerapkan rumus pada fungsi distribusi probabilitas:

$$H_{sr} = A^{\wedge} y_r + B^{\wedge} \dots \dots \dots (7)$$

Dimana y_r diberikan oleh bentuk berikut : Untuk

distribusi *Fisher-Tippet type I* :

$$y_r = -\ln \left\{ -\ln \left(1 - \frac{1}{L T_r} \right) \right\} \dots \dots \dots (8)$$

Untuk distribusi *Weibull* :

$$y_r = \{ \ln (L T_r) \}^k \dots \dots \dots (9)$$

Keterangan :

H_{sr} : Nilai tinggi gelombang signifikan periode ulang T_r

T_r : Periode ulang (tahun)

K : Panjang data (tahun)

L : rerata jumlah kejadian per tahun

$$\frac{NT}{K} = \dots \dots \dots (10)$$

D. Deformasi Gelombang

Gelombang yang bergerak ke arah pantai akan mengalami perubahan bentuk sebagai akibat dari proses refraksi, pendangkalan, difraksi, refleksi, dan pecahnya gelombang. (Indiani et al., 2018)

1. Gelombang Laut Dalam Ekuivalen

Dalam menganalisis transformasi gelombang, sering digunakan konsep gelombang laut dalam ekuivalen, yaitu kondisi di mana gelombang tidak terpengaruh oleh refraksi, difraksi, maupun bentuk transformasi lainnya. Pendekatan ini memudahkan dalam memperkirakan perubahan bentuk dan transformasi gelombang. Tinggi gelombang laut dalam ekuivalen dinyatakan melalui persamaan berikut:

$$H'_0 = K' K_r H_0 \dots \dots \dots (11)$$

Dalam perhitungan gelombang tanpa adanya difraksi, besarnya dapat diungkapkan melalui persamaan berikut:

$$H'_0 = K_r H_0 \dots \dots \dots (12)$$

Keterangan :

H'_0 = Amplitudo gelombang laut dalam ekuivalen

H_0 = Tinggi gelombang laut dalam

K' = Koefisien difraksi

K_r = Koefisien refraksi

Untuk menganalisis gelombang pecah, limpasan, dan berbagai proses lainnya, digunakan konsep tinggi gelombang laut dalam ekuivalen.

2. Refraksi Gelombang

Refraksi terjadi karena perubahan kedalaman laut. Saat kedalaman air lebih dari setengah panjang gelombang, gelombang bergerak tanpa pengaruh dasar laut. Refraksi dan pendangkalan, yang juga disebut wave shoaling, menentukan tinggi gelombang di suatu tempat. Refraksi bisa mengubah tinggi dan arah gelombang serta menyebarkan energi gelombang sepanjang pantai.



Gambar 2. Refraksi gelombang (Triatmodjo, 1999)

Perubahan arah gelombang akibat refraksi menghasilkan konvergensi (pengumpulan) atau divergensi (penyebaran) energi gelombang, yang pada gilirannya memengaruhi distribusi energi gelombang di suatu lokasi di daerah pantai.

Deretan gelombang di laut dalam dengan panjang gelombang L_0 dan garis puncak sejajar bergerak menuju pantai yang memiliki kontur dasar laut dan garis pantai yang tidak beraturan. Bentuk garis puncak gelombang berubah dan menyesuaikan diri agar sejajar dengan kontur dasar dan garis pantai. Garis ortogonal gelombang membelok menuju arah yang tegak lurus terhadap garis

kontur. Pada lokasi 1, garis ortogonal mengalami konvergensi, sedangkan di lokasi 2 terjadi divergensi.

Karena energi antara dua garis ortogonal tetap konstan sepanjang lintasan, maka energi gelombang per satuan lebar di lokasi 1 lebih besar dibandingkan di lokasi 2. Hal ini disebabkan jarak antar garis ortogonal di lokasi 1 lebih rapat daripada di laut dalam, sementara di lokasi 2 jaraknya lebih renggang.

Sebuah deretan gelombang yang bergerak dari laut dengan kedalaman d_1 menuju kedalaman d_2 mengalami perubahan kedalaman secara tiba-tiba (seperti anak tangga), dengan asumsi tidak terjadi refleksi gelombang pada perubahan tersebut. Akibat perubahan ini, kecepatan dan panjang gelombang berkurang dari C_1 dan L_1 menjadi C_2 dan L_2 . Hal ini sesuai dengan hukum Snell yang berlaku:



Gambar 3. Hukum Snell untuk refraksi gelombang (Triatmodjo, 1999)

$$\sin \alpha_2 = \left[\frac{c_2}{c_1} \right] \sin \alpha_1 \dots \dots \dots (13)$$

Keterangan:

α_1 = Sudut antara garis puncak gelombang dan kontur dasar laut saat gelombang bergerak

α_2 = Sudut serupa yang diukur kembali saat garis puncak gelombang lewat di kontur dasar selanjutnya

C_1 = Kecepatan gelombang pada titik kedalaman di garis

kontur pertama

C_2 = Kecepatan gelombang pada kedalaman di garis

kedua.

Jika dilihat dari gelombang di perairan dalam dan pada titik tertentu yang sedang diamati, maka:

$$\sin \alpha = \left[\frac{C}{C_0} \right] \sin \alpha_0 \dots \dots \dots (14)$$

Di mana α merupakan sudut antara garis puncak gelombang dengan garis kontur dasar laut pada titik yang diamati, dan α_0 adalah sudut antara garis puncak gelombang di perairan dalam dengan garis pantai.

Berdasarkan perumusan tersebut, didapatkan sebuah koefisien yang dikenal sebagai koefisien refraksi (K_r) yang dirumuskan sebagai berikut.: (Saman et al., 2022)

$$K_r = \sqrt{\frac{\cos \theta}{\cos \alpha}} \dots \dots \dots (15)$$

Ketinggian gelombang pada kedalaman tertentu (H'_0) dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$H'_0 = K_r K_s K_o \dots \dots \dots (16)$$

Keterangan :

K_s = Nilai koefisien pendangkalan (shoaling) bisa langsung

diambil dari Tabel L-1(Triatmodjo, 1999)

H_o = Tinggi gelombang di laut dalam.

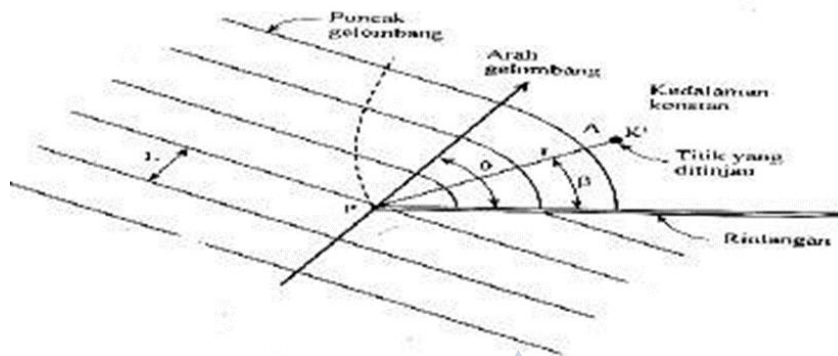
3. Difraksi Gelombang

Difraksi merupakan fenomena perubahan arah gelombang ketika melewati celah sempit atau menghadapi suatu penghalang. Contoh yang mudah diamati adalah gelombang air, di mana air dapat membelok saat menghadapi hambatan serta mampu menembus bukaan di depannya. Difraksi terjadi ketika gelombang datang terhalang oleh objek seperti pulau atau pemecah gelombang. Dalam kondisi tersebut, gelombang akan membelok di sekitar ujung penghalang dan menjangkau area di belakangnya yang terlindung. Akibat dari hambatan tersebut, gelombang mengalami pembelokan ke area yang tidak langsung terkena hantaman gelombang. Selama proses difraksi, energi gelombang dialihkan secara tegak lurus dari arah penjarannya menuju wilayah yang terlindungi di balik penghalang. (Triatmodjo, 1999).

Pada struktur pemecah gelombang tunggal, tinggi gelombang di suatu titik dalam area yang terlindung dipengaruhi oleh jarak titik tersebut terhadap ujung pemecah gelombang (r), sudut antara pemecah gelombang dengan garis yang menghubungkan titik tersebut ke ujung pemecah (β), serta sudut antara arah datangnya gelombang dengan pemecah gelombang (θ). Rasio antara tinggi gelombang di titik terlindung (H_A) dan tinggi gelombang datang (H_P) dikenal sebagai koefisien difraksi, yang dilambangkan dengan K' .

$$K = \frac{H_A}{H_P} \dots \dots \dots (17)$$

$$K' = f(\theta, \beta, \frac{r}{L}) \dots\dots\dots(18)$$



Gambar 4. Difraksi gelombang di belakang rintangan (Triatmodjo, 1999)

Titik A merupakan lokasi yang diamati di belakang penghalang, sedangkan titik P menunjukkan ujung dari pemecah gelombang.

4. Refleksi Gelombang

Gelombang yang menghantam pemecah gelombang (breakwater) akan mengalami pemantulan, baik sebagian maupun seluruh energinya. Kemampuan suatu struktur dalam memantulkan gelombang dinyatakan melalui koefisien refleksi, yaitu rasio antara tinggi gelombang pantulan (H_r) terhadap tinggi gelombang datang (H_i). (Kuswartomo et al., 2021).

$$X = \frac{H_r}{H_i} \dots\dots\dots(19)$$

Nilai koefisien refleksi suatu bangunan ditentukan melalui pengujian model. Dalam Triatmodjo (1999), Untuk bangunan tipe tumpukan batu bersisi miring, koefisien refleksinya ditetapkan antara 0,3 sampai 0,6.

5. Arus di Dekat Pantai

Di wilayah lepas pantai (offshore zone), gelombang menyebabkan gerakan orbit partikel air yang tidak tertutup, sehingga menghasilkan transportasi massa air.

Gelombang yang bergerak menuju pantai disebut onshore, sementara gelombang yang menjauhi pantai disebut offshore. Saat gelombang pecah, terbentuk arus dan turbulensi yang mampu memindahkan sedimen melalui pergerakan massa air tersebut. Arus yang terbentuk di zona surf dan zona swash memiliki peranan penting dalam analisis dinamika pantai, di mana arah arus ini sangat dipengaruhi oleh arah datangnya gelombang.

Untuk onshore, sudut angin diukur relatif terhadap garis pantai, di mana angin darat bertiup langsung dari laut menuju pantai, searah dengan pergerakan gelombang yang datang. Sedangkan angin lepas pantai bergerak dari pantai ke arah laut, berlawanan dengan arah gelombang yang memasuki pantai.

6. Pasang Surut

Pasang surut adalah perubahan naik turun muka air laut yang terjadi akibat gaya tarik gravitasi dari benda-benda langit, terutama matahari dan bulan, terhadap massa air di bumi. Walaupun massa bulan jauh lebih kecil dibandingkan matahari, jarak bulan yang lebih dekat ke bumi menyebabkan pengaruh gaya tariknya terhadap air laut lebih besar daripada gaya tarik matahari. Pengaruh gaya tarik bulan pada pasang surut sekitar 2,2 kali lebih kuat dibandingkan dengan gaya tarik matahari. Interaksi gravitasi antara bumi dan bulan ini membuat keduanya menjadi satu sistem yang bergerak bersama-sama mengelilingi sumbu rotasi mereka. Terbentuknya pasang surut air laut sangat dipengaruhi oleh gerakan utama matahari dan bulan, seperti revolusi bulan mengelilingi bumi, revolusi bumi mengelilingi matahari, dan rotasi bumi pada porosnya. (Raya, 2021)

Periode pasang surut dapat diketahui berdasarkan jenis pasang surutnya. Saat muka air laut naik disebut pasang, sedangkan saat muka air turun disebut surut. Di perairan pantai, khususnya di teluk atau selat yang sempit, pergerakan naik turun muka air ini menimbulkan arus yang dikenal sebagai arus surut. Arus ini melibatkan pergerakan massa air yang sangat besar dengan arah yang cenderung bolak-balik. (Triatmodjo, 1999)

Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya pasang surut berdasarkan teori kesetimbangan adalah rotasi bumi terhadap matahari, revolusi bumi pada sumbunya, revolusi bulan terhadap matahari. Sedangkan berdasarkan teori dinamis adalah kedalaman dan luas perairan, pengaruh rotasi bumi, dan gesekan dasar. Selain itu juga terdapat beberapa faktor lain yang dapat mempengaruhi pasang surut disuatu perairan seperti, topografi dasar laut, lebar selat, bentuk teluk, dan sebagainya, sehingga diberbagai lokasi memiliki ciri pasang surut yang berlainan (Wyrтки, 1961).

a. Tipe Pasang Surut

Secara umum, pasang surut di berbagai wilayah dapat diklasifikasikan menjadi 4 jenis, yaitu:

- **Pasang Surut Harian Ganda (semi-diurnal tide): $0 < F \leq 0.25$** Jenis pasang surut ini ditandai dengan terjadinya dua kali pasang dan dua kali surut dalam satu hari, di mana tinggi muka air pada setiap pasang dan surut hampir sama, serta pola pasang surut berlangsung secara teratur dan berurutan.
- **Pasang Surut Harian Tunggal (diurnal tide): $F > 3$** Tipe pasang surut ini ditandai dengan terjadinya hanya satu kali pasang dan satu kali surut dalam satu hari.

- **Pasang Surut Campuran Condong ke Harian Ganda (mixed tide prevailing semi-diurnal): $0.25 < F < 1.5$** Tipe pasang surut ini terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari, namun dengan tinggi muka air dan periode yang tidak sama. Contoh pasang surut jenis ini dapat ditemukan di sebagian besar perairan timur Indonesia. (STIE STEKOM, 2022)
- **Pasang Surut Campuran Condong ke Harian Tunggal (mixed tide prevailing diurnal): $1.5 < F \leq 3$** Pada tipe pasang surut ini, dalam satu hari biasanya terjadi satu kali pasang dan satu kali surut, namun terkadang untuk periode tertentu dapat muncul dua kali pasang dan dua kali surut dengan perbedaan tinggi dan waktu yang cukup signifikan.

b. Metode Admiralty

Metode Admiralty adalah teknik analisis pasang surut yang digunakan untuk menghitung dua konstanta harmonik, yaitu amplitudo dan perbedaan fase. Metode ini hanya dapat mengolah data pasang surut selama 15 hingga 29 hari dengan interval pengukuran setiap satu jam. Dalam metode ini, konstanta harmonik diperoleh kemudian dianalisis menggunakan bilangan Formzahl, yang merupakan perbandingan antara amplitudo konstanta pasang surut harian utama dan amplitudo konstanta pasang surut ganda utama. Nilai Formzahl inilah yang menentukan tipe pasang surut di suatu perairan. Proses perhitungan metode Admiralty dilakukan dengan bantuan tabel; untuk waktu pengamatan yang tidak tersedia di tabel, digunakan teknik pendekatan dan interpolasi. Agar proses perhitungan harmonik dengan metode ini lebih mudah, telah dikembangkan aplikasi menggunakan Microsoft Excel yang dapat menghasilkan parameter tabel secara otomatis, sehingga

perhitungan menjadi lebih efisien, akurat, dan fleksibel untuk berbagai rentang waktu. (Fabiola et al., 2022)

2. Abrasi dan Akresi

Abrasi adalah proses pengikisan garis pantai yang disebabkan oleh tenaga gelombang dan arus laut yang bersifat merusak. Beberapa orang mengartikan abrasi sebagai bentuk erosi pantai. Kerusakan pada garis pantai akibat abrasi dipengaruhi oleh faktor-faktor alam serta aktivitas manusia. Aktivitas manusia yang mempercepat terjadinya abrasi meliputi pengambilan batu atau pasir dari area pesisir atau sungai untuk keperluan bahan bangunan. Selain itu, penebangan pohon di hutan pantai atau hutan mangrove juga mempercepat laju abrasi pantai. (Annafiyah et al., 2022) Sedangkan akresi atau sedimentasi menurut (Ukkas, 2009) adalah proses pertumbuhan gisik, gosong, atau bura ke arah laut yang terjadi akibat pengendapan material sedimen yang dibawa oleh arus litoral.

Di beberapa wilayah pesisir, abrasi telah menyebabkan kerugian yang signifikan, seperti kerusakan pada pemukiman penduduk, kerusakan infrastruktur jalan, serta berdampak negatif pada sektor ekonomi dan pariwisata. (Tarigan, 2007) Dinyatakan bahwa abrasi pantai merupakan masalah yang cukup serius, yaitu kerusakan garis pantai yang terjadi akibat pengaruh alam seperti angin, hujan, arus, dan gelombang, serta karena kegiatan manusia. Aktivitas manusia seperti pembukaan hutan mangrove, penambangan pasir di laut, dan pengambilan terumbu karang di beberapa daerah turut mempercepat erosi pantai. Hal ini terjadi karena hilangnya perlindungan alami pantai terhadap dampak gelombang dan badai.

Menurut Istiqomah dalam (Annafiyah et al., 2022) Akresi pantai adalah perubahan posisi garis pantai yang meluas ke arah laut terbuka akibat proses pengendapan sedimen yang berasal dari daratan atau sungai dan terbawa menuju laut. Sedimentasi ini bisa terjadi karena berbagai faktor, seperti pembukaan lahan, limpasan air tawar yang besar akibat hujan yang lama, serta pengangkutan sedimen dari sungai ke laut. Proses akresi menyebabkan pendangkalan dasar laut secara bertahap, yang akhirnya membentuk daratan baru seperti delta atau tanah timbul. Akresi biasanya berlangsung di wilayah pantai yang memiliki banyak muara sungai, gelombang yang lemah, dan jarang mengalami badai.

Akresi atau sedimentasi merupakan proses penambahan daratan atau pendangkalan yang terjadi karena pengendapan material sedimen yang dibawa oleh air laut. Proses pengendapan ini dapat berlangsung secara alami melalui sedimentasi dan aliran air tawar, namun juga bisa dipengaruhi oleh aktivitas manusia di daratan, seperti penebangan hutan dan pencemaran lingkungan. (R Shuhendry, 2004). Akresi adalah proses bertambahnya daratan di daerah pesisir akibat pengendapan sedimen. Namun, akresi juga bisa menimbulkan dampak negatif bagi masyarakat pesisir, karena selain dapat mengganggu kestabilan garis pantai, proses ini juga bisa menyebabkan pendangkalan di muara sungai yang menjadi jalur lalu lintas kapal dan perahu. Kondisi sebuah pantai—apakah mengalami abrasi, akresi, atau tetap stabil—bergantung pada jumlah sedimen yang masuk ke atau keluar dari pantai tersebut. (Fadilah, 2013)

(Sasongko, 2005), Perubahan garis pantai melalui proses abrasi dan akresi dapat mengganggu keseimbangan ekosistem, yang pada akhirnya berdampak negatif

pada sektor pariwisata. Meskipun akresi yang menyebabkan penambahan lahan terlihat menguntungkan, dalam konteks pariwisata hal ini justru merugikan karena menurunkan nilai estetika dan kenyamanan lingkungan perairan pantai.

3. Penentuan Garis Pangkal Biasa (normal baseline)

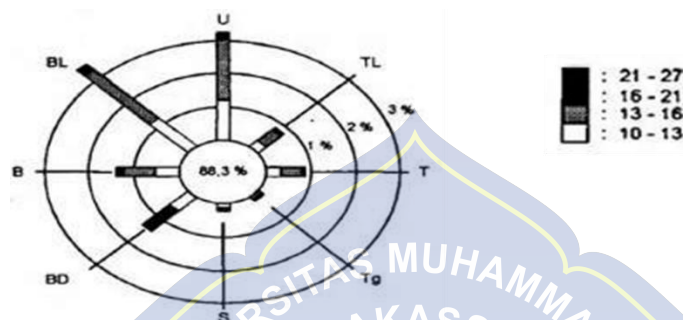
Ketentuan (UNCLOS, 1982) tentang penentuan garis pangkal, garis pangkal memiliki fungsi penting sebagai acuan untuk mengukur batas dari garis pantai terluar. Titik-titik di mana garis pangkal ditetapkan menjadi sangat krusial bagi setiap negara pantai. Negara pantai berhak menentukan garis pangkal secara bergantian dengan metode penarikan yang telah diatur dalam pasal-pasal yang mengatur pengukuran garis pangkal.

E. Angin

Data angin yang digunakan dalam peramalan gelombang merupakan data angin di permukaan laut pada area lokasi pembangkit. Data ini bisa diperoleh melalui pengukuran langsung di atas permukaan laut atau dari pengukuran di daratan yang berada dekat dengan lokasi peramalan, yang kemudian diubah atau disesuaikan menjadi data angin laut. (Suwarta et al., 2017)

Kecepatan angin diukur menggunakan alat yang disebut anemometer dan umumnya dinyatakan dalam satuan knot. Satu knot setara dengan jarak satu menit garis bujur di sepanjang khatulistiwa yang ditempuh dalam satu jam, atau secara konversi sama dengan 1,852 km/jam atau 0,5 meter/detik. Data angin biasanya dicatat setiap jam, sehingga dari pencatatan ini dapat diketahui kecepatan angin dalam durasi tertentu, kecepatan maksimum, arah angin, serta dapat dihitung rata-rata kecepatan angin harian. Karena jumlah data angin yang terekam selama

beberapa tahun sangat besar, maka data tersebut perlu diolah dan disajikan dalam bentuk ringkasan tabel atau diagram yang dikenal sebagai wind rose (mawar angin). Penyajian ini dapat dibuat berdasarkan periode bulanan, tahunan, maupun selama beberapa tahun pengamatan.



Gambar 5. Mawar angin

1. Distribusi Kecepatan Angin

Distribusi kecepatan angin dibedakan menjadi tiga zona berdasarkan ketinggian dari permukaan tanah. Pertama, zona geostropik yang terletak di atas ketinggian 100 meter, di mana kecepatan angin cenderung stabil. Kedua, zona Ekman yang berada pada elevasi antara 100 hingga 1000 meter. Ketiga, zona tegangan konstan yang mencakup ketinggian antara 10 hingga 100 meter. Pada zona tegangan konstan ini, profil vertikal kecepatan angin biasanya dinyatakan dengan rumus tertentu.

$$U_{(y)} = \frac{U_*}{k} \left[\ln \left(\frac{y}{y_0} \right) - \omega \left(\frac{y}{y_0} \right) \right] \dots\dots\dots(20)$$

Keterangan :

U_* = Kecepatan geser

K = Koefisin von karman (0,4)

y = Elevasi terhadap permukaan air

y_0 = Tinggi kekasaran permukaan

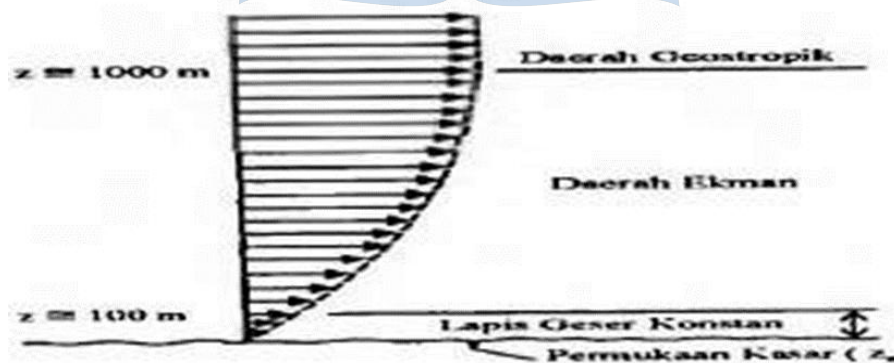
L = Panjang pencampuran yang dipengaruhi oleh selisih suhu antara air dan udara (ΔT_{as}).

Ψ = Fungsi yang tergantung pada perbedaan temperatur antara air dan udara

Dalam memperkirakan dampak kecepatan angin terhadap pembentukan gelombang, diperlukan informasi mengenai parameter (ΔT_{as}), U^* , dan y_0 . Beberapa persamaan atau grafik yang digunakan untuk memprediksi gelombang biasanya didasarkan pada kecepatan angin yang diukur pada ketinggian $y = 10$ meter. Untuk menyederhanakan perhitungan, dapat digunakan rumus yang lebih praktis sebagai berikut. (Kaunang et al., 2016)

$$U(10) = U(y) \left[\frac{10}{y} \right]^{1/7} \dots\dots\dots(21)$$

Yang berlaku untuk y lebih kecil dari 20 m



Gambar 6. Distribusi vertikal kecepatan angin

2. Konversi Kecepatan Angin

Data angin dapat diperoleh melalui pencatatan di permukaan laut menggunakan kapal yang sedang berlayar, atau dari hasil pengukuran di daratan, yang umumnya dilakukan di area bandara (lapangan terbang). Data angin yang diperoleh dari pengukuran menggunakan kapal perlu dikoreksi dengan menggunakan persamaan berikut:

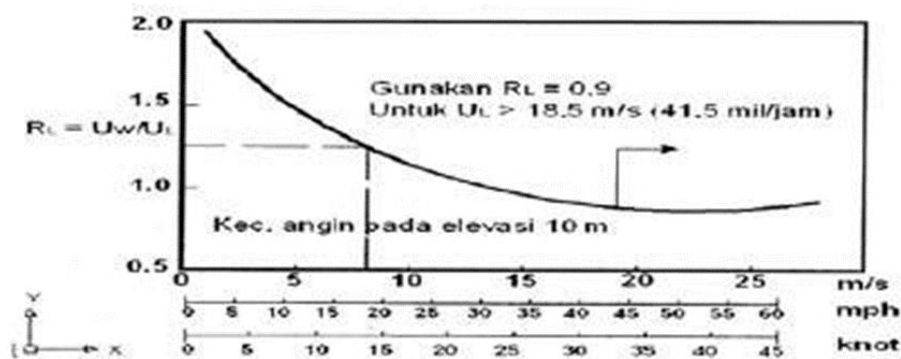
$$U_s = 2,16 U^{7/9} \dots\dots\dots(22)$$

Keterangan :

U_s = Kecepatan angin yang diukur oleh kapal (knot)

U = Kecepatan angin terkoreksi (knot)

Umumnya, pengukuran kecepatan angin dilakukan di daratan, padahal dalam perhitungan pembangkitan gelombang, yang dibutuhkan adalah data angin di atas permukaan laut. Oleh karena itu, perlu dilakukan konversi atau transformasi dari data angin yang diukur di darat (pada lokasi terdekat dengan area studi) menjadi data angin yang mewakili kondisi di atas laut. Hubungan antara kecepatan angin di laut dan di darat dinyatakan dengan rumus $R_L = U_w/U_L$, seperti ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 7. Hubungan antara kecepatan angin di laut dan darat

Keterangan :

U_w = Kecepatan angin di atas permukaan laut (m/s)

R_L = Nilai yang diperoleh dari grafik hubungan antara
kecepatan angin di darat dan di laut

U_L = Kecepatan angin di atas daratan (m/s)

Persamaan dan grafik pembangkitan gelombang melibatkan variabel U_A , yaitu faktor tegangan angin (wind-stress factor) yang diperoleh dari kecepatan angin. Setelah kecepatan angin dikonversi melalui beberapa tahapan, nilai tersebut kemudian diubah menjadi faktor tegangan angin dengan menggunakan rumus berikut:

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

Keterangan:

U = Kecepatan angin dalam m/d

U_A = Faktor tegangan angin dalam m/d

3. Fetch

Fetch adalah wilayah di mana gelombang terbentuk, dengan kecepatan dan arah angin yang relatif stabil. Dalam konteks pembentukan gelombang di laut, fetch dibatasi oleh kontur daratan yang mengelilingi laut tersebut. Gelombang yang terbentuk di area ini tidak hanya mengikuti arah angin secara langsung, tetapi juga muncul pada berbagai sudut terhadap arah angin. Oleh karena itu, panjang fetch diukur dari titik pengamatan dengan interval sudut sebesar 60 derajat.(Wakkary et al., 2017)

Fetch rerata efektif diberikan oleh persamaan sebagai berikut :

$$F_{\text{eff}} = \text{Fetch rerata efektif}$$

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

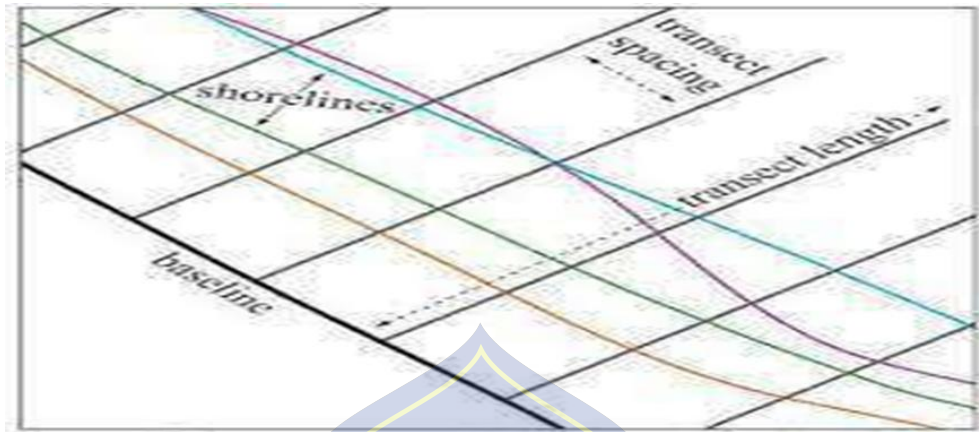
α = Deviasi pada kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan pertambahan 6° sampai sudut sebesar 42° pada kedua sisi dari arah angin.

F. Program Digital Shoreline Analisis System (DSAS)

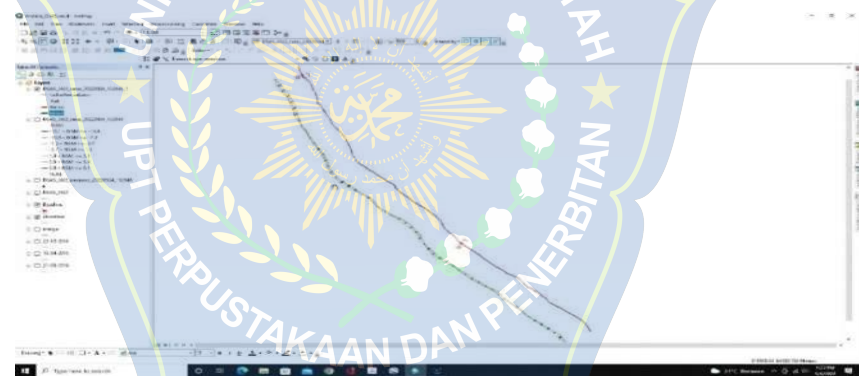
Pemantauan perubahan garis pantai dapat dilakukan melalui Sistem Informasi Geografis (SIG) maupun teknologi penginderaan jauh. Perubahan tersebut dapat dipantau dan dianalisis selama periode waktu tertentu. (Munandar & Kusumawati, 2017) . Penginderaan jauh merupakan metode yang didasarkan pada pemanfaatan gelombang elektromagnetik. Teknologi ini menciptakan citra yang dihasilkan melalui pembentukan hubungan antara fluks yang diterima oleh sensor yang dipasang pada satelit dan karakteristik fisik dari objek yang sedang diamati di permukaan bumi. Penggunaan penginderaan jauh yang merekam tampilan muka bumi secara teratur mampu memantau penambahan dan penyusutan area pesisir dalam jangka waktu yang relatif singkat (Pasaribu et al., 2022)

Parameter yang dibutuhkan dalam DSAS meliputi baseline, yaitu garis acuan atau titik nol yang digunakan sebagai referensi untuk mengukur perubahan garis pantai dan tidak termasuk dalam garis pantai itu sendiri; shorelines, yakni garis pantai yang akan dianalisis perubahannya; serta transects, yaitu garis yang

tegak lurus terhadap baseline dan berfungsi untuk membagi segmen-segmen pada garis pantai.



Gambar 8. Parameter yang di butuhkan DSAS



Gambar 9. Tampilan Perangkat Lunak DSAS

G. Penelitian Terdahulu

Judul Penelitian / Jurnal	Penulis, Sumber, Tahun Terbit	Parameter Penelitian	Metode Penelitian	Output / Hasil Penelitian
Analisis Perubahan Garis Pantai Pada Wilayah Pesisir Kecamatan Amurang Kabupaten Minahasa Selatan, Sulawesi Selatan	Chandra Kirana (Universitas Muslim Indonesia) 2023	Garis pantai tahunan (2018–2022), Luas abrasi (Ha), Luas akresi (Ha), Laju perubahan garis pantai (m/tahun), Faktor penyebab perubahan	Kuantitatif deskriptif, analisis penginderaan jauh & survei lapangan	Perubahan garis pantai di pesisir Kecamatan Amurang selama 5 tahun menunjukkan abrasi rata-rata 1,81 ha/tahun (total 7,23 ha) dan akresi rata-rata 1,47 ha/tahun (total 5,8 ha).
Dinamika Perubahan Garis Pantai di Perairan Teluk Banten dan Sekitarnya	Tubagus Solihuddin (Jurnal Geologi Kelautan) 2020	Garis pantai (1942, 1998, 2008, 2018), Laju perubahan garis pantai, Luas perubahan daratan, Transpor sedimen, Karakteristik pantai, Batas sel pantai	Kuantitatif deskriptif, Citra Landsat, DSAS dan Perangkat Lunak MIKE 21 (HD, SW, MT)	Abrasi di Tanjung Pontang disebabkan oleh ketidakseimbangan sedimen akibat sodetan Sungai Ciujung Lama dan alih fungsi lahan mangrove menjadi tambak. Struktur perlindungan seperti breakwater dan Hybrid Engineering dianggap kurang efektif. Solusi yang disarankan adalah membuka aliran Sungai Ciujung Lama untuk

				menyeimbangkan sedimen, menempatkan alat pemecah gelombang untuk meredam gelombang.
Analisis Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 Oli Tirs (Studi Kasus : Pantai Jolangkung Kabupaten Malang)	Ferryati Masitoh (Universitas Negri Malang) 2022	Perubahan garis pantai	Kuantitatif deskriptif, Ekstraksi garis pantai dari citra satelit menggunakan ENVI dan dibandingkan menggunakan ArcGIS.	Luas perubahan garis pantai: 9.723,9 m ² selama 10 tahun (2011–2021) dengan selisih panjang garis pantai: 5,964 meter.
Analisis Perubahan Garis Pantai Dengan Menggunakan Metode Digital Shoreline Analysis System (DSAS) Tahun 2017-2021 (Studi Kasus : Pantai Parangtritis, Kabupaten Bantul)	Desy Setyoningrum (Universitas Brawijaya, Malang) 2023	Perubahan posisi garis pantai, Jarak perubahan garis pantai	Kuantitatif deskriptif, Menggunakan plugin DSAS dalam ArcGIS.	Pantai Parangtritis mengalami dinamika garis pantai berupa abrasi dan akresi sehingga aktor gelombang memiliki pengaruh lebih dominan dibanding pasang surut terhadap perubahan garis pantai dan Perlu mitigasi terhadap abrasi dan pemantauan berkelanjutan menggunakan data spasial.

Analisis Perubahan Garis Pantai di Pulau Madura Menggunakan Satelit Landsat 8	Normala Sekar Agustin (Universitas Trunojoyo Madura) 2020	Nilai NSM (Net Shoreline Movement) Jarak perubahan garis pantai, Nilai EPR (End Point Rate) Laju perubahan garis pantai	Kuantitatif deskriptif, Menggunakan software DSAS (Digital Shoreline Analysis System) dan Analisis perubahan dilakukan dengan metode NSM dan EPR.	- Bagian Utara Pulau Madura dominan mengalami abrasi. - Bagian Selatan Pulau Madura dominan mengalami akresi. - Faktor penyebab: gelombang tinggi, arah arus ke daratan, reklamasi ilegal, dan penambangan pasir.
---	---	---	---	---

Prediksi Perubahan Garis Pantai Sluke Rembang Jawa Tengah Menggunakan Data Citra Satelit Landsat 8 (2014-2019)	Surya Mahendra Laksono & Zainul Hidayah (Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan) 2021	Perubahan garis pantai: abrasi (penarikan ke arah darat) dan akresi (penambahan daratan ke laut)	Kuantitatif deskriptif, spasial dan temporal dengan pendekatan prediktif	- Proses sedimentasi dari dasar laut ditarik oleh gelombang ke garis pantai (membentuk gosong pasir). - Pembangunan pelabuhan dan reklamasi di Pantai Sluke juga berperan dalam perubahan fisik pantai.
--	---	--	--	--

Analisis Perubahan Garis Pantai Wilayah Pesisir Menggunakan Metode DSAS (Digital Shoreline Analysis System) Di Pantai Tirang, Tugurejo Kota Semarang	Hadimas Lumban Gaol, Muhammad Helmi, Alfi Satriadi (Indonesian Journal of Oceanography (IJOCE) 2025	Perubahan garis pantai: abrasi dan akresi dan Laju perubahan: menggunakan nilai NSM dan EPR	Kuantitatif deskriptif ,Citra Sentinel-2A Level 2A,Software: ArcGIS (dengan plugin DSAS), NDWI, dan analisis band komposit.	- Laju abrasi: rata-rata - 7,92 m/tahun. - NSM rata-rata: -50,09 m (ke arah daratan).
Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Satelit Landsat di Pesisir Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak	Yualita Prasida Ramadhani, Ibnu Praktikto, Chrisna Adhi Suryono (Journal of Marine Research) 2021	Perubahan garis pantai, Luas abrasi dan akresi, Laju perubahan garis pantai, Panjang garis pantai yang mengalami perubahan.	Kuantitatif deskriptif ,Citra Satelit Landsat	- Abrasi lebih dominan dibandingkan akresi. - Desa Bedono mengalami dampak abrasi terparah. - Proses abrasi di Sayung merupakan kombinasi antara faktor alami (hidro-oseanografi) dan aktivitas manusia.
Analisis Perubahan Garis Pantai Pesisir Domas, Serang, Banten dari Tahun 1988 hingga 2023 Berdasarkan Data Citra Satelit Landsat	Rendy Syahril Amanu (Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) 2025	Laju perubahan garis pantai tahunan, Jarak perubahan garis pantai	Kuantitatif deskriptif, ArcGIS + plugin DSAS (Digital Shoreline Analysis System), Shapefile wilayah studi: Untuk masking area	-Total Luas Abrasi (1988–2023) sekitar 388 hektar, atau rata-rata 11,08 ha/tahun. - Perubahan Jarak Garis Pantai (NSM): Rata-rata: -368,76 meter.

				- Seluruh transek (130 titik) menunjukkan abrasi, tidak ada akresi.
Perubahan Garis Pantai Sebagai Akibat Dari Abrasi Dan Akresi Di Kawasan Pesisir Pantai Barat Sumatera Barat	Richi Aldian dkk (Universitas PGRI Sumatera Barat) 2022	Perubahan garis pantai antara 2011–2021 di Pantai Barat Sumatera Barat	Kuantitatif deskriptif, dengan menggunakan Citra Landsat, Pengolahan Citra dan DSAS	- Total perubahan bersih akibat abrasi dan akresi selama 10 tahun: - 1862,71 meter (abrasi lebih dominan secara keseluruhan). - Abrasi terparah: Kabupaten Pasaman Barat (–6290,40 m). - Akresi terparah: Kabupaten Pesisir Selatan (+5831,65 m).



BAB III METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian lapangan dilakukan di kawasan pesisir Kelurahan Kalumeme, Kecamatan Ujung Bulu, Kabupaten Bulukumba. Secara geografis, Kelurahan Kalumeme berada pada koordinat 120°13'40,293" Bujur Timur dan 5°32'1,557" Lintang Selatan. Lokasi yang akan diteliti memiliki panjang sekitar 280 meter dengan durasi pelaksanaan penelitian sekitar $\pm$ 3 bulan.



Gambar 10. Peta lokasi penelitian

B. Jenis Penelitian dan Sumber Data

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian lapangan (field research), di mana data dikumpulkan melalui pengamatan langsung di lokasi penelitian serta didukung oleh kajian literatur yang relevan dengan topik penelitian.

2. Sumber Data

Penelitian ini menggunakan dua sumber data yang terdiri dari:

- a. Data primer adalah data yang diperoleh melalui pengukuran langsung di lapangan. Data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah hasil pengukuran panjang garis pantai secara langsung di lokasi.
- b. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) yang berfungsi sebagai data pendukung dan pelengkap bagi data primer. Data sekunder yang diperlukan meliputi data kecepatan angin, gelombang laut, serta pasang surut.

C. Alat dan Bahan

Terdapat dua tahapan dalam pelaksanaan penelitian, yaitu pengumpulan data di lapangan dan pengolahan data.

Berikut merupakan peralatan dan bahan yang digunakan selama pelaksanaan penelitian. Peralatan dan Bahan untuk Pengambilan Data Lapangan.

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

1. Perangkat keras (Hardware)

- Laptop
- Printer
- HP (Handphone)

2. Perangkat Lunak (Software)

- Google Earth Pro
- ArcGIS
- AutoCAD
- WRPLOT View
- Microsoft Office

D. Metode Pengambilan Data

Penelitian ini dilakukan melalui dua tahapan yang dilaksanakan secara bertahap selama kegiatan berlangsung. Tahap pertama yaitu pengambilan data secara langsung di lapangan, yang bertujuan untuk memperoleh data primer berupa data Panjang garis pantai. Tahap selanjutnya adalah pengolahan data yang telah dikumpulkan. Data tersebut kemudian diolah dan dimasukkan ke dalam aplikasi Digital Shoreline Analysis System (DSAS). Setelah itu, hasil olahan data dari DSAS digunakan untuk memetakan posisi topografi terkait perubahan garis pantai dengan bantuan aplikasi ArcGIS, khususnya di wilayah pesisir Pantai Kelurahan Kalumeme, Kabupaten Bulukumba.

a. Langkah – langkah Pengambilan data di Lapangan

1. Tahap penentuan lokasi penelitian

Lokasi yang dipilih untuk menganalisis perubahan garis pantai menggunakan ArcGIS berada di wilayah Pesisir Pantai Kelurahan Kalumeme, Kabupaten Bulukumba. Setelah lokasi survei ditetapkan, langkah berikutnya adalah melaksanakan survei di area tersebut. Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan selama proses survei adalah sebagai berikut.

- a) Menetapkan titik Benchmark (BM) sebagai acuan awal dalam proses pengukuran.
- b) Menetapkan panjang bentangan garis pantai.
- c) Melaksanakan survei sepanjang garis pantai hingga ditemukan titik-titik batas garis pantai.

b. Data BMKG

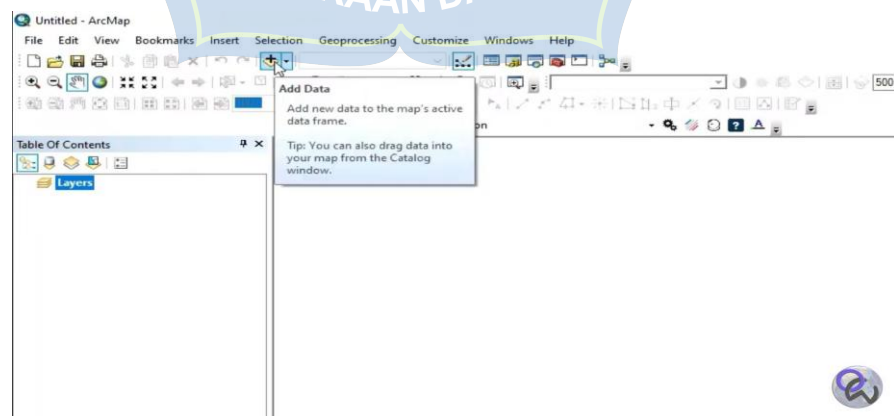
Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) yang berfungsi sebagai data tambahan dan pelengkap bagi data primer. Beberapa data sekunder yang diperlukan meliputi:

- Data kecepatan angin,
- Data gelombang laut
- Data pasang surut

E. Simulasi Program Digital Shoreline Analysis System (DSAS)

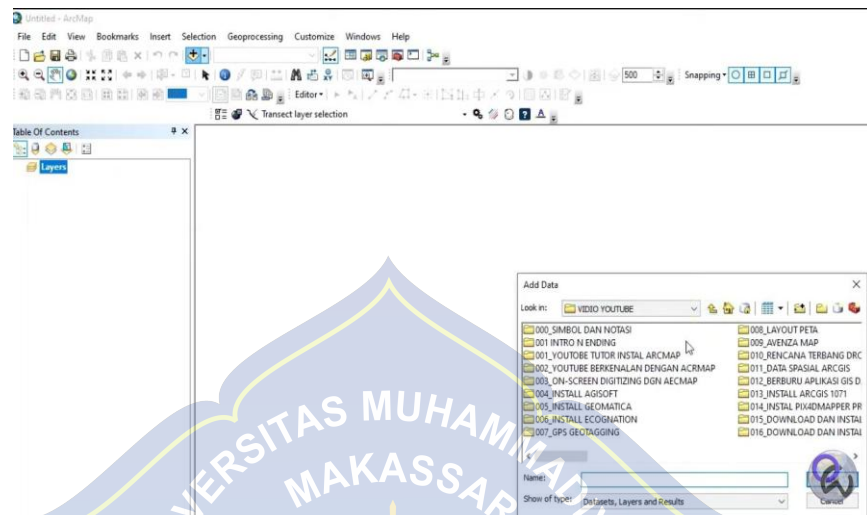
Dalam penelitian ini, data yang diperoleh baik dari pengukuran lapangan maupun dari penelitian laboratorium akan diolah menggunakan perangkat lunak Digital Shoreline Analysis System (DSAS). Berikut adalah langkah-langkah dalam mengolah sampel data menggunakan DSAS:

- a. Pada Menu add data digunakan untuk menambahkan garis pantai yang telah di digitasi melalui google earth pro, yang menjadi data utama dalam pengelolaan perubahan garis pantai pada toolbar ArcGIS



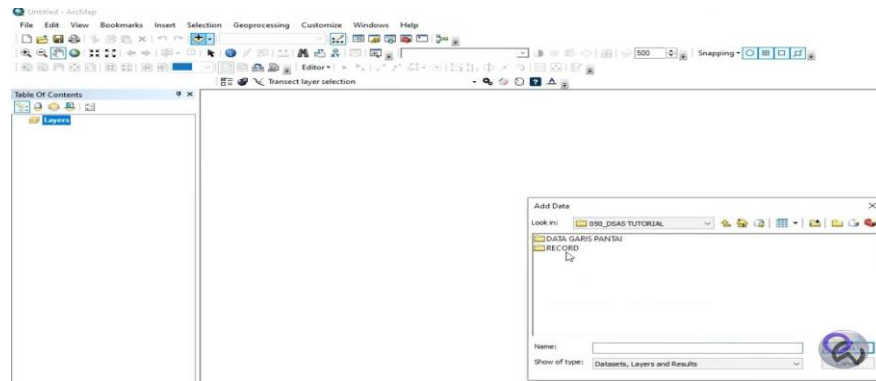
Gambar 11. Add Data

- b. Klik opsi “*Connect to Folder*” berfungsi untuk menghubungkan direktori penyimpanan data agar DSAS dapat membaca data input (shoreline, baseline) dan menyimpan hasil analisis dengan lebih terorganisasi



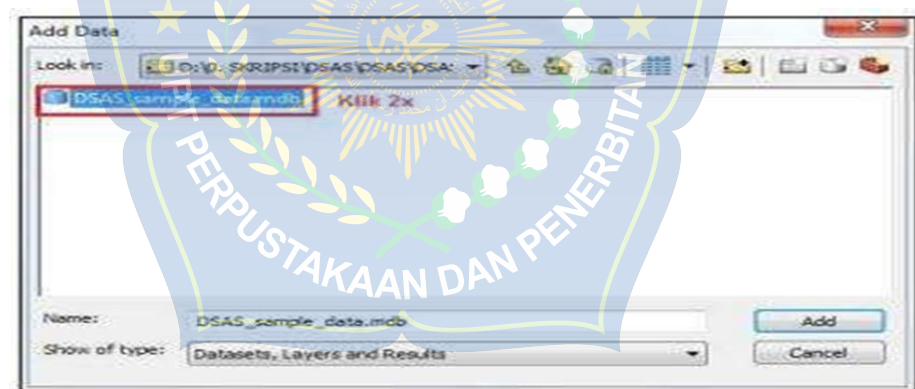
Gambar 12. Connect to folder

- c. pilih folder DSASv. 4.3_sample_data yang telah disimpan dan didigitasi kemudian diolah menjadi baseline dan shoreline sebagai data utama dalam analisis. Baseline berfungsi sebagai garis acuan tetap, sedangkan shoreline menunjukkan posisi garis pantai pada periode tertentu. Kedua data ini menjadi input penting agar sistem dapat memproses dan mengidentifikasi perubahan garis pantai, baik berupa akresi maupun abrasi, sehingga hasil analisis dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai dinamika pesisir dari waktu ke waktu.



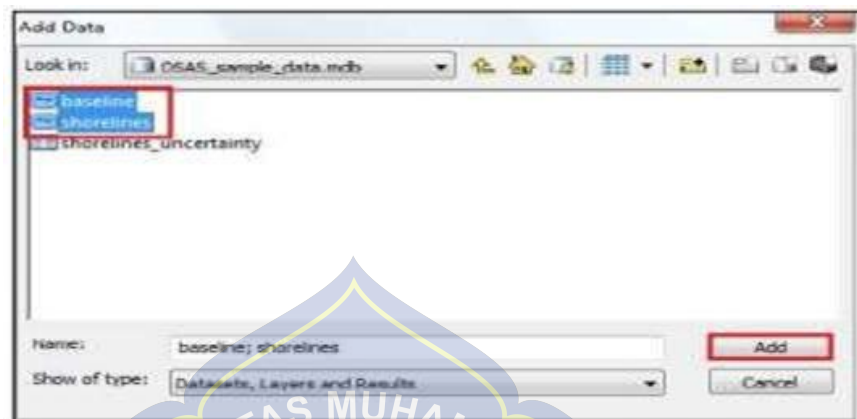
Gambar 13. Connect to folder DSAS sample data

- d. Klik 2x pada folder DSAS_Sample data. Data yang terdapat di dalamnya kemudian dimasukkan ke dalam DSAS sebagai tahapan awal dalam menyiapkan data untuk proses analisis. Proses ini bertujuan agar garis pantai yang telah didigitasi sebelumnya dapat terintegrasi ke dalam sistem dan siap digunakan untuk keperluan analisis selanjutnya. Setelah data berhasil dimasukkan, tahap ini diakhiri dengan menekan tombol OK.



Gambar 14. Add data DSAS sample data

- e. Langkah selanjutnya adalah memilih file “baseline” dan “shoreline” yang telah dimasukkan ke dalam layout DSAS. Setelah itu, tekan tombol Add untuk menambahkan kedua file tersebut agar dapat diproses dalam analisis perubahan garis pantai.



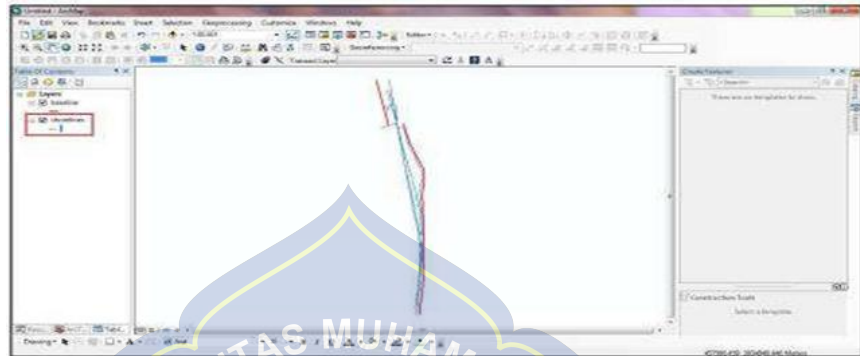
Gambar 15. Add data Baseline dan Shoreline

- f. Setelah itu, pada jendela Table of Contents akan muncul tampilan Baseline dan Shoreline. Contoh tampilan data baseline dapat dilihat pada gambar 16.



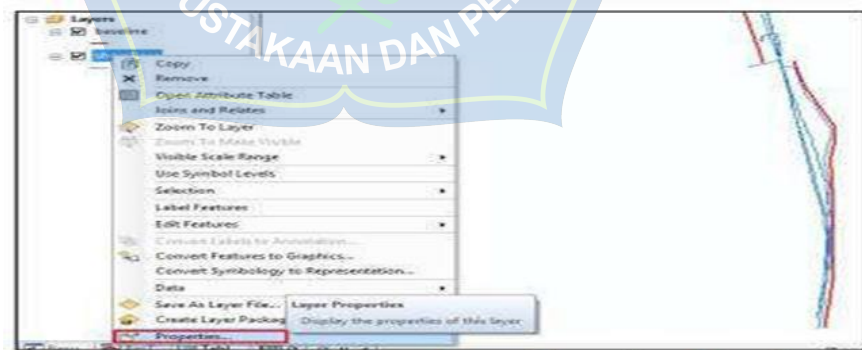
Gambar 16. Simple data baseline

- g. Contoh tampilan data shoreline hasil digitasi yang menggambarkan posisi garis pantai pada periode tertentu. Data ini digunakan sebagai input utama dalam analisis menggunakan DSAS untuk mengidentifikasi dinamika perubahan garis pantai, baik akresi maupun abrasi, di wilayah penelitian pada gambar 17.



Gambar 17. Simple data shoreline

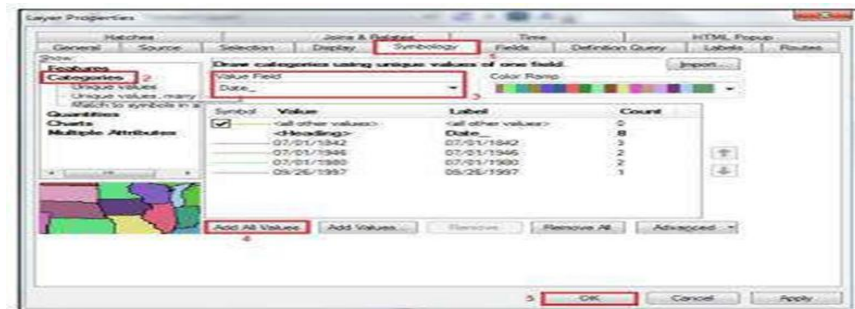
- h. Data shoreline terdiri dari banyak garis yang merepresentasikan informasi garis pantai dari berbagai tahun. Untuk melihat detail informasi setiap garis pantai, klik kanan pada layer "shoreline" dan pilih "properties" seperti yang ditunjukkan pada gambar 18.



Gambar 18. Penampilan layer pada properties shoreline

- i. Selanjutnya, akan muncul jendela Layer Properties — pilih menu Symbolology — pada bagian Show pilih Categories — pada Value

Field pilih Date_ — klik Add All Values — lalu klik OK, seperti yang terlihat pada Gambar 19.



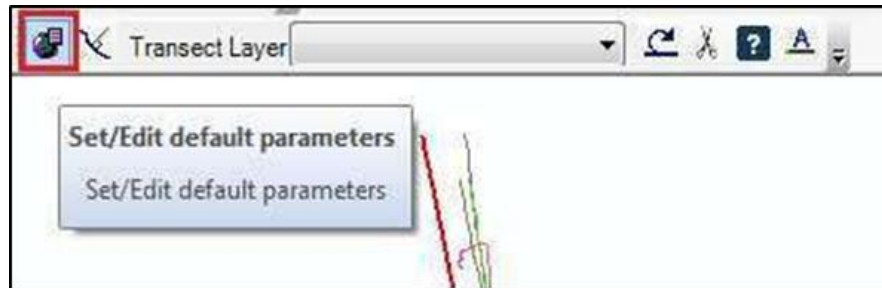
Gambar 19. Pengaturan menampilkan seluruh informasi waktu garis pantai

- j. *Layer shoreline* akan menampilkan informasi tambahan terkait waktu masing-masing garis pantai, dengan setiap periode waktu ditandai oleh warna garis yang berbeda untuk membedakan perubahan garis pantai tiap tahunnya, seperti yang terlihat pada Gambar 20.



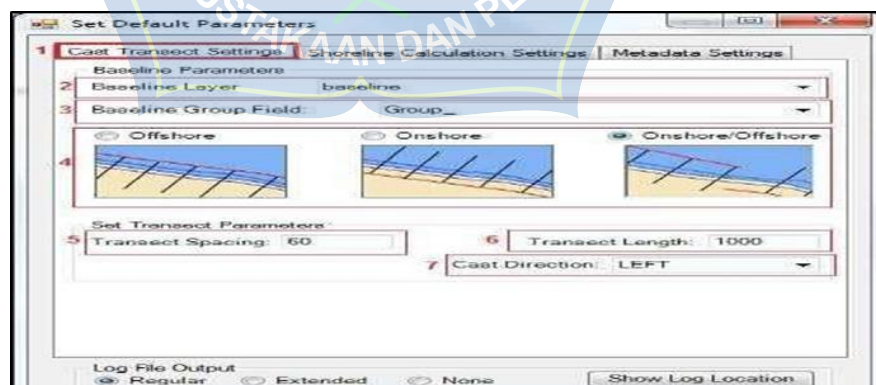
Gambar 20. Tampilan informasi waktu pada tiap garis pantai

- k. Setelah memasukkan baseline dan shoreline, untuk menghitung perubahan garis pantai diperlukan penggunaan transek. Cara membuat transek yaitu dengan memilih ikon “Set/Edit Default Parameters” pada toolbar DSAS, seperti yang terlihat pada Gambar 21.



Gambar 21 Set/Edit default parameters

1. Selanjutnya, akan muncul jendela Set Default Parameters. Pada bagian “Cast Transect Settings,” pilih layer baseline dengan memilih “baseline.” Kemudian, pada Baseline Group Field pilih “Group_.” Tentukan jenis transek yang akan digunakan, seperti Offshore, Onshore, atau Onshore/Offshore. Isi “Transect Spacing” dengan jarak antar transek dalam satuan meter, dan “Transect Length” dengan panjang transek yang diinginkan dalam meter. Pada bagian “Cast Direction,” pilih metode pembacaan transek, apakah dari kiri (“LEFT”) atau kanan (“RIGHT”), seperti yang terlihat pada Gambar 22.



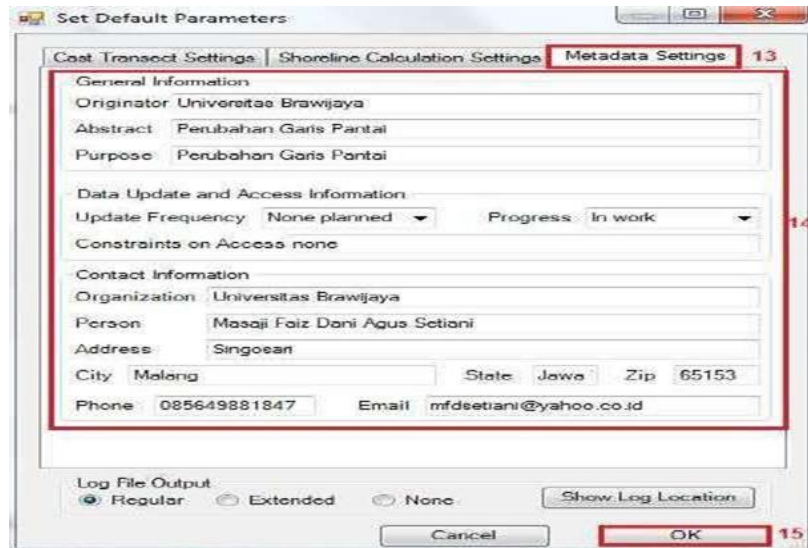
Gambar 22. Pengaturan Cast Transect Settings

- m. Berikutnya, buka menu “*Shoreline Calculation Settings.*” Pada bagian *Shoreline Layer*, pilih “*shorelines.*” Untuk *Shoreline Date Field*, tentukan “*Date_*,” dan pada *Shoreline Uncertainty Field* pilih “*Uncy.*” Pada opsi “*Intersection Parameters,*” pilih antara (*Closest Intersection* atau *Farthest Intersection*), sebagaimana terlihat pada Gambar 23.



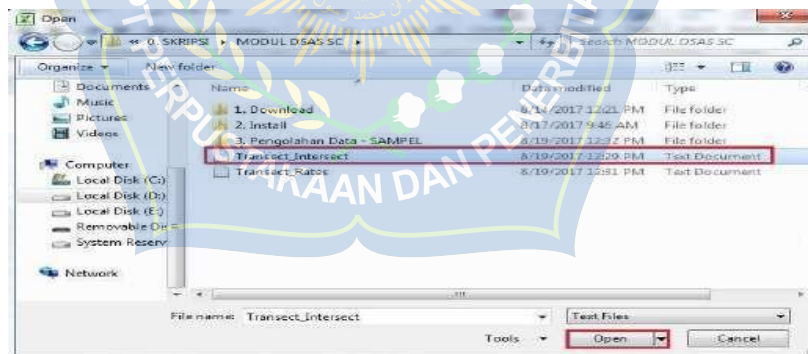
Gambar 23. Shoreline calculation settings

- n. Setelah itu, pilih “*Metadata Settings.*” Pada bagian ini, isilah setiap informasi dengan sejujur dan seakurat mungkin, karena jika data tidak diisi dengan lengkap, proses pembuatan transek bisa gagal atau mengalami error. Setelah selesai mengisi, klik “*OK.*” Contoh pengisian metadata dapat dilihat pada Gambar 24.



Gambar 24. Konfigurasi metadata

- o. Pengolahan data dari hasil perhitungan dapat dilakukan menggunakan Microsoft Excel. Untuk menampilkan hasil pengolahan data dari file teks (*.txt) ke dalam Excel, buka file hasil perhitungan tersebut di Excel seperti yang terlihat pada Gambar 25.



Gambar 25. Mengimpor file teks hasil perhitungan ke dalam Microsoft Excel.

p. Selanjutnya, pada lembar kerja Excel akan ditampilkan hasil perhitungan yang berasal dari DSAS.

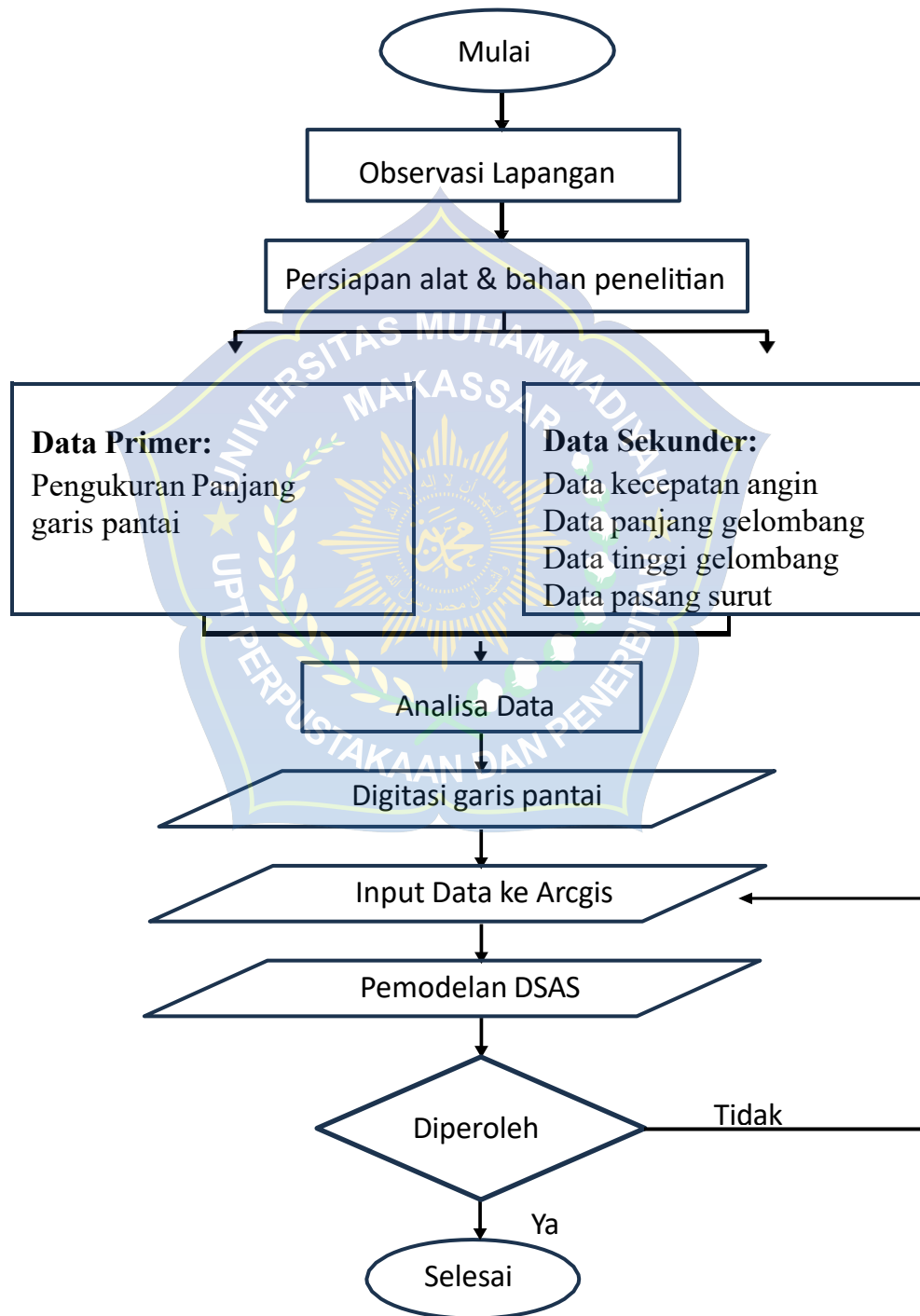
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	OBJECTID	Transect	Baseline	Shoreline	Id	Distance	IntersectX	IntersectY
2	1	3	1	9/26/1997	457.6041	457136.3	3945987	
3	2	4	1	9/26/1997	453.8381	457144.8	3945933	
4	3	5	1	9/26/1997	456.0183	457160.6	3945876	
5	4	6	1	9/26/1997	447.8521	457166.4	3945816	
6	5	7	1	9/26/1997	435.8173	457168.5	3945755	
7	6	8	1	9/26/1997	431.0663	457178.4	3945692	
8	7	9	1	9/26/1997	423.2633	457185	3945625	
9	8	10	1	7/1/1946	303.5144	457080.2	3945541	
10	9	10	1	7/1/1980	398.0109	457172.7	3945560	
11	10	10	1	9/26/1997	418.1763	457192.5	3945565	
12	11	11	1	7/1/1946	302.975	457092.1	3945482	
13	12	11	1	7/1/1980	403.1183	457190.1	3945503	
14	13	11	1	9/26/1997	411.2583	457198	3945504	
15	14	12	1	7/1/1946	299.8755	457101.3	3945423	
16	15	12	1	7/1/1980	391.5369	457191.1	3945442	
17	16	12	1	9/26/1997	404.1913	457203.4	3945444	
18	17	13	1	7/1/1946	302.1338	457115.9	3945365	
19	18	13	1	7/1/1980	386.8783	457198.8	3945382	
20	19	13	1	9/26/1997	398.8357	457210.5	3945384	
21	20	14	1	7/1/1946	294.3738	457120.6	3945304	
22	21	14	1	7/1/1980	392.0551	457216.2	3945324	
23	22	14	1	9/26/1997	391.6074	457215.8	3945324	
24	23	15	1	7/1/1946	290.2287	457128.9	3945245	
25	24	15	1	7/1/1980	394.207	457230.7	3945266	

Gambar 26. output perhitungan transect intersect

Untuk mengekspor file Transect Rate dari data tabel di ArcGIS ke Excel, langkah-langkahnya sama seperti yang telah dilakukan sebelumnya pada Transect Intersect.

2. Flowchart Penelitian

Proses penelitian ini dilaksanakan berdasarkan alur kerja yang di tunjukan padagambar berikut:



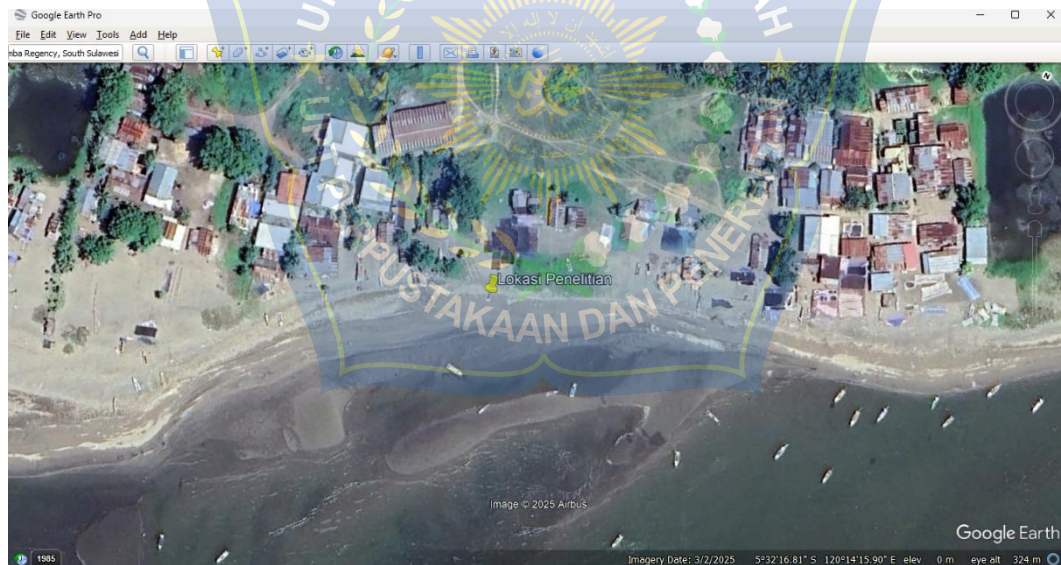
Gambar 27. Flow Chart

BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL

A. Data Koordinat Awal Pantai

Sebelum mengidentifikasi perubahan garis pantai di Pesisir Pantai Kelurahan Kalumeme, terlebih dahulu dilakukan survei garis pantai serta penentuan titik koordinat awal. Lokasi Penelitian terletak di Pantai Pesisir Kelurahan Kalumeme, Kecamatan Ujung Bulu, Kabupaten Bulukumba, dengan titik koordinat awal $5^{\circ}32'8.02''\text{S}$ dan $120^{\circ}13'31.18''\text{E}$.

Setelah dilakukan survei lapangan dengan GPS, terlihat kondisi garis pantai mengalami kerusakan. Patok dipasang di bibir pantai dengan jarak antar patok 8 meter. Dari panjang garis pantai sekitar 280 meter, tercatat 35 titik koordinat sebagai acuan pengukuran.



Gambar 28. Peta lokasi penelitian (Sumber : Google Earth)

Tabel 2. Titik koordinat patok pada garis pantai

No	Jarak antar patok	Longitude Garis Bujur	Longitude garis Lintang
1	8	120°14'12.36"E	5°32'19.26"S
2	16	120°14'12.23"E	5°32'19.54"S
3	24	120°14'12.03"E	5°32'19.82"S
4	32	120°14'11.76"E	5°32'20.03"S
5	40	120°14'11.49"E	5°32'20.22"S
6	48	120°14'11.22"E	5°32'20.42"S
7	56	120°14'10.93"E	5°32'20.60"S
8	64	120°14'10.65"E	5°32'20.81"S
9	72	120°14'10.33"E	5°32'20.92"S
10	80	120°14'10.00"E	5°32'20.91"S
11	88	120°14'9.66"E	5°32'20.91"S
12	96	120°14'9.32"E	5°32'20.91"S
13	104	120°14'8.97"E	5°32'20.99"S
14	112	120°14'8.31"E	5°32'21.05"S
15	120	120°14'7.99"E	5°32'21.04"S
16	128	120°14'7.66"E	5°32'21.02"S
17	136	120°14'7.31"E	5°32'20.98"S
18	144	120°14'6.99"E	5°32'20.92"S
19	152	120°14'6.67"E	5°32'20.86"S
20	160	120°14'6.34"E	5°32'20.79"S
21	168	120°14'6.03"E	5°32'20.69"S
22	176	120°14'5.69"E	5°32'20.62"S
23	184	120°14'5.34"E	5°32'20.55"S
24	192	120°14'5.02"E	5°32'20.53"S
25	200	120°14'4.70"E	5°32'20.46"S
26	208	120°14'4.37"E	5°32'20.42"S
27	216	120°14'4.05"E	5°32'20.37"S
28	224	120°14'3.72"E	5°32'20.31"S
29	232	120°14'3.40"E	5°32'20.25"S
30	240	120°14'3.09"E	5°32'20.21"S
31	248	120°14'2.80"E	5°32'20.10"S
32	256	120°14'2.42"E	5°32'20.11"S
33	264	120°14'2.08"E	5°32'20.06"S
34	272	120°14'1.78"E	5°32'20.05"S
35	280	120°14'1.43"E	5°32'19.99"S

B. Kondisi Parameter Hidroseonografi

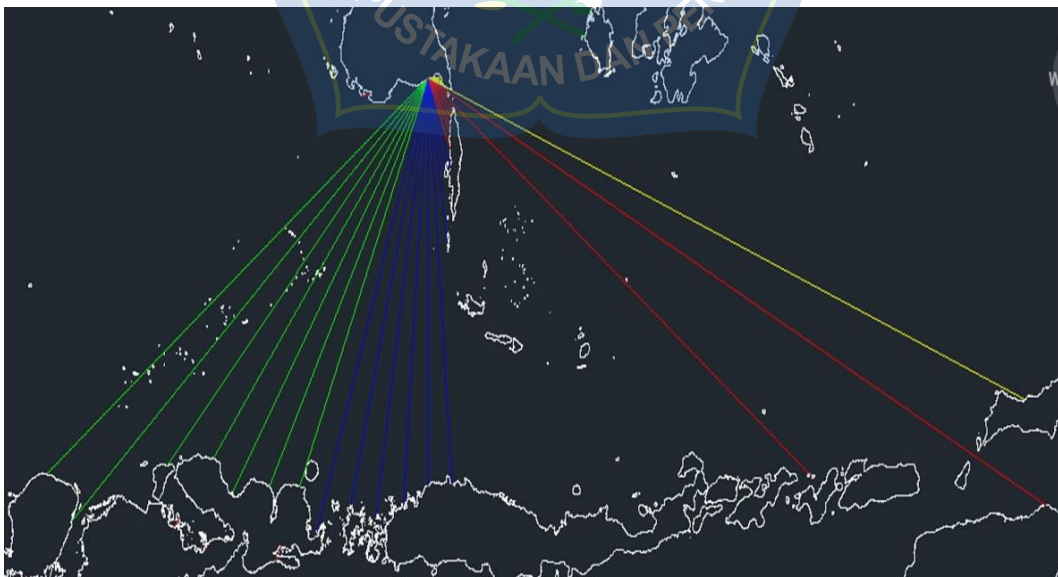
Pantai Pesisir Kelurahan Kalumeme Kecamatan Ujung Bulu memiliki parameter hidrosonografi yang terdiri atas angin, gelombang, serta pasang surut. Data tersebut diperoleh dari Stasiun Meteorologi Maritim Paotere Makassar (BMKG), dengan hasil dan pengolahan yang disajikan pada bagian berikut.

a. Kondisi Gelombang

Penentuan tinggi gelombang pecah diawali dengan menghitung fetch efektif, mengolah data angin, memperkirakan tinggi dan periode gelombang, menganalisis peta batimetri serta topografi dasar laut, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan gelombang pecah. Seluruh tahapan ini diperlukan karena parameter-parameter tersebut menjadi dasar dalam menghitung gelombang pecah di lokasi penelitian.

b. Perhitungan *Fetch* Efektif

Berdasarkan kondisi geografis lokasi penelitian, angin yang berpotensi membangkitkan gelombang berasal dari arah Barat Daya, Barat, Selatan, Tenggara, dan Timur.



Gambar 29 : Panjang fetch yang berpotensi menimbulkan gelombang dari arah Timur, barat daya, selatan, tenggara, dan barat

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

Tabel 3 . Perhitungan fetch efektif arah timur

arah	panjang (m)	α	$\cos \alpha$	$F \cdot \cos \alpha$	F effective (m)
TIMUR	1367	5	1	1362	16447
	1382	10	0.984808	1361	
	1585	15	0.965926	1531	
	63500	20	0.939693	59670	
		Total	3.886621	63924	

$$f_{eff} = \frac{\sum x_i \cdot \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} = \frac{63924}{3.886621} = 16447$$

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 pertambahan 5° sampai sudut sebesar 45° pada kedua sisi dari arah angin.

Tabel 4. Perhitungan fetch efektif barat daya

arah	panjang (m)	α	$\cos \alpha$	$F \cdot \cos \alpha$	F effective (m)
BARAT DAYA	30410	-20	0.93969	28576	29198
	31774	-15	0.96593	30691	
	34127	-10	0.98481	33609	
	33435	-5	0.99619	33308	
	36963	0	1	36963	
	46614	5	0.99619	46437	
	46615	10	0.98481	45907	
	469	15	0.96593	453	
	235	20	0.93969	221	
		Total	8.77324	256164	

$$f_{eff} = \frac{\sum x_i \cdot \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} = \frac{256164}{8.773242} = 29198$$

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 pertambahan 5° sampai sudut sebesar 45° pada kedua sisi dari arah angin.

Tabel 5. Perhitungan fetch efektif selatan

arah	panjang (m)	α	$\cos \alpha$	$F \cdot \cos \alpha$	F effective (m)
SELATAN	6371	-20	0.93969	5987	22307
	6423	-15	0.96593	6204	
	11174	-10	0.98481	11004	
	27526	-5	0.99619	27421	
	27163	0	1	27163	
	29031	5	0.99619	28921	
	30077	10	0.98481	29620	
	29861	15	0.96593	28844	
	32499	20	0.93969	30539	
	Total		8.77324	195703	

$$f_{eff} = \frac{\sum x_i \cdot \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} = \frac{195703}{8.773242} = 22307$$

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 pertambahan 5° sampai sudut sebesar 45° pada kedua sisi dari arah angin.

Tabel 6. .Perhitungan fetch efektif arah tenggara

arah	panjang (m)	α	$\cos \alpha$	$F \cdot \cos \alpha$	F effective (m)
TENGGARA	68165	-20	0.93969	64054	15373
	2170	-15	0.96593	2096	
	46557	-10	0.98481	45850	
	3167	-5	0.99619	3155	
	3367	0	1	3367	
	3520	5	0.99619	3507	
	3828	10	0.98481	3770	
	4309	15	0.96593	4162	
	5226	20	0.93969	4911	
		Total	8.77324	134871	

$$f_{eff} = \frac{\sum x_i \cdot \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} = \frac{134871}{8.77324} = 15373$$

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 pertambahan 5° sampai sudut sebesar 45° pada kedua sisi dari arah angin.

Tabel 7. Perhitungan fetch efektif arah barat

arah	panjang (m)	α	$\cos \alpha$	$F \cdot \cos \alpha$	F effective (m)
BARAT	203	-20	0.93969	191	186
	186	-15	0.96593	180	
	170	-10	0.98481	167	
		Total	2.89043	538	

$$f_{eff} = \frac{\sum x_i \cdot \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} = \frac{538}{2.89043} = 186$$

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 pertambahan 5° sampai sudut sebesar 45° pada kedua sisi dari arah angin.



c. Kondisi Angin

Data angin yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari Stasiun Meteorologi Maritim Paotere Makassar (BMKG). Data yang diambil mencakup periode lima tahun terakhir, yaitu 2020 hingga 2024. Kemudian dilakukan analisis terhadap kekuatan angin yang sampai di lokasi penelitian serta persentase penyebarannya berdasarkan arah mata angin.

Tabel 8. Jumlah data kecepatan angin dan interval kecepatan berdasarkan arah datangnya angin di tahun 2020

NOTASI	Directions / Wind Classes (m/s)	0.50 - 2.10	2.10 - 3.60	3.60 - 5.70	5.70 - 8.80	8.80 - 11.10	≥ 11.10	Total
UTARA	337.5 - 22.5	2	1	6	0	0	0	9
TIMUR LAUT	22.5 - 67.5	3	11	14	3	0	0	31
TIMUR	67.5 - 112.5	7	32	86	38	0	0	163
TENGGARA	112.5 - 157.5	5	11	4	4	0	0	24
SELATAN	157.5 - 202.5	4	1	2	0	1	0	8
BARAT DAYA	202.5 - 247.5	5	4	17	13	1	0	40
BARAT	247.5 - 292.5	2	1	10	36	7	2	58
BARAT LAUT	292.5 - 337.5	2	3	14	6	1	0	26
	Sub-Total	30	64	153	100	10	2	359
	Calms							2
	Missing/Incomplete							5
	Total							366

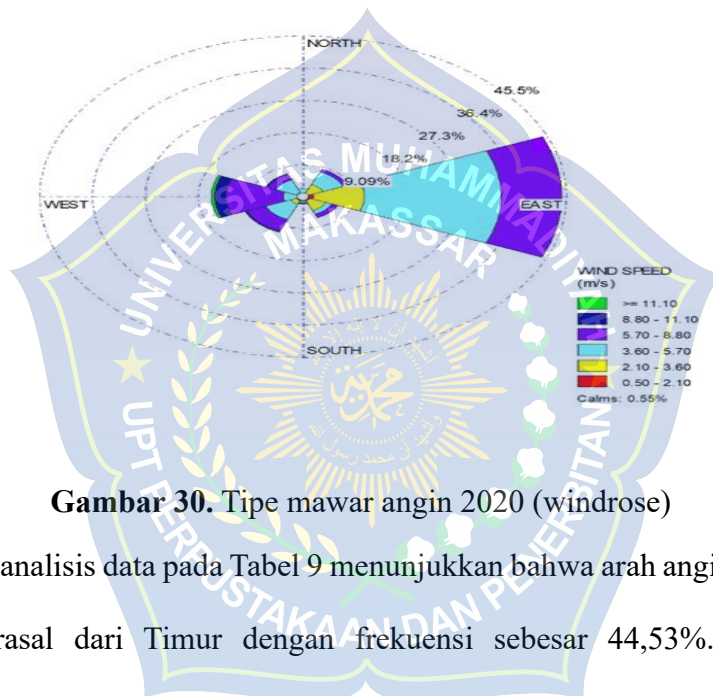
Sumber : Stasiun BMKG Paotere Makassar

Keterangan:

- Mayoritas angin tahun 2020 datang dari arah Barat Daya dengan kecepatan 3,6 – 8,8 m/s.
- Angin sangat kencang ($\geq 11,1$ m/s) hampir tidak terjadi.
- Distribusi ini penting untuk penentuan fetch efektif, arah gelombang dominan, serta potensi abrasi atau akresi di garis pantai Kalumeme.

Tabel 9. Persentasi kejadian angin berdasarkan interval kecepatan

NOTASI	Directions / Wind Classes (m/s)	0.50 - 2.10	2.10 - 3.60	3.60 - 5.70	5.70 - 8.80	8.80 - 11.10	≥ 11.10	Total (%)
UTARA	337.5 - 22.5	0.54645	0.27322	1.63934	0	0	0	2.45902
TIMUR LAUT	22.5 - 67.5	0.81967	3.00546	3.82514	0.81967	0	0	8.46995
TIMUR	67.5 - 112.5	1.91257	8.74317	23.4973	10.3825	0	0	44.5355
TENGGARA	112.5 - 157.5	1.36612	3.00546	1.0929	1.0929	0	0	6.55738
SELATAN	157.5 - 202.5	1.0929	0.27322	0.54645	0	0.27322	0	2.18579
BARAT DAYA	202.5 - 247.5	1.36612	1.0929	4.64481	3.55191	0.27322	0	10.929
BARAT	247.5 - 292.5	0.54645	0.27322	2.73224	9.83607	1.91257	0.54645	15.847
BARAT LAUT	292.5 - 337.5	0.54645	0.81967	3.82514	1.63934	0.27322	0	7.10383
	Sub-Total	8.19672	17.4863	41.8033	27.3224	2.73224	0.54645	98.0874
	Calms							0.54645
	Missing/Incomplete							1.36612
	Total							100



Gambar 30. Tipe mawar angin 2020 (windrose)

Hasil analisis data pada Tabel 9 menunjukkan bahwa arah angin yang paling dominan berasal dari Timur dengan frekuensi sebesar 44,53%. Kondisi ini mengindikasikan bahwa angin dari arah Timur memberikan kontribusi terbesar terhadap dinamika angin di wilayah penelitian. Selain itu, arah angin lain yang juga cukup berpengaruh adalah dari Barat sebesar 15,84%, disusul oleh arah Barat Daya sebesar 10,92%, serta Utara dan Barat Laut yang masing-masing tercatat 7,10%. Sementara itu, angin dari arah Tenggara hanya mencapai 6,55%, sedangkan dari arah Selatan menunjukkan intensitas yang relatif rendah, yakni sebesar 1,67%.

Jika ditinjau dari potensi pembangkitan gelombang, terdapat empat arah angin utama yang memberikan kontribusi signifikan terhadap pergerakan

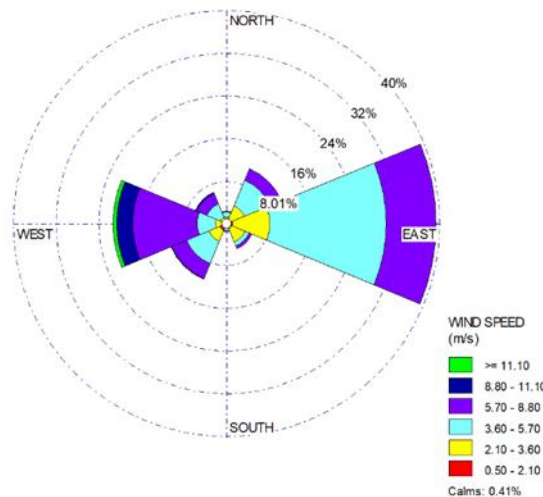
gelombang laut di lokasi penelitian, yaitu dari arah Selatan, Barat Daya, Barat, dan Barat Laut. Sebaran arah serta frekuensi angin tersebut divisualisasikan melalui diagram mawar angin seperti terlihat pada gambar berikut. Visualisasi ini mempermudah pemahaman mengenai pola dominasi arah angin serta potensi pengaruhnya terhadap proses pembentukan gelombang laut di kawasan Pantai Kalumeme.

Tabel 10. Jumlah data kecepatan angin dan interval kecepatan berdasarkan arah datangnya angin di tahun 2021

NOTASI	Directions / Wind Classes (m/s)	0.50 - 2.10	2.10 - 3.60	3.60 - 5.70	5.70 - 8.80	8.80 - 11.10	>= 11.10	Total (%)
UTARA	337.5 - 22.5	0.68399	0.68399	0.95759	0.1368	0	0	2.46238
TIMUR LAUT	22.5 - 67.5	0.82079	2.87278	5.19836	2.32558	0	0	11.2175
TIMUR	67.5 - 112.5	1.23119	6.97674	21.751	9.30233	0	0	39.2613
TENGGARA	112.5 - 157.5	1.09439	2.73598	0.82079	0.5472	0	0	5.19836
SELATAN	157.5 - 202.5	0.5472	0.4104	0.5472	0	0.1368	0	1.64159
BARAT DAYA	202.5 - 247.5	1.50479	2.18878	4.51436	3.00958	0.1368	0	11.3543
BARAT	247.5 - 292.5	0.95759	1.23119	3.41997	12.0383	3.00958	0.68399	21.3406
BARAT LAUT	292.5 - 337.5	0.5472	0.82079	2.73598	2.05198	0.2736	0	6.42955
	Sub-Total	7.38714	17.9207	39.9453	29.4118	3.55677	0.68399	98.9056
	Calms							0.4104
	Missing/Incomplete							0.68399
	Total							100

Sumber : Stasiun BMKG Paotere Makassar

- Tahun 2021, angin dominan datang dari arah Timur (39,26%) dengan kecepatan terbanyak pada interval 3,60–5,70 m/s (39,95%).
- Angin kencang (>8,80 m/s) relatif jarang terjadi (4,24%).
- Distribusi ini menunjukkan bahwa angin dari sektor Timur dan Barat Daya paling besar perannya terhadap dinamika gelombang di pesisir Kalumeme.



Gambar 31. Tipe mawar angin 2021 (windrose)

Hasil analisis data pada Tabel 11 menunjukkan bahwa arah angin yang paling dominan berasal dari Timur dengan frekuensi sebesar 39,26%. Hal ini menandakan bahwa angin dari arah Timur memberikan pengaruh terbesar terhadap dinamika angin di wilayah penelitian. Selain itu, arah angin lain yang juga cukup menonjol adalah dari Barat sebesar 21,34%, disusul oleh Barat Daya sebesar 11,35%, serta Utara dan Barat Laut yang masing-masing tercatat sebesar 6,42%. Sementara itu, angin dari arah Tenggara hanya mencapai 5,19%, sedangkan dari arah Selatan menunjukkan intensitas yang relatif rendah, yaitu sebesar 1,64%.

Tabel 11. Jumlah data kecepatan angin dan interval kecepatan berdasarkan arah datangnya angin di tahun 2022

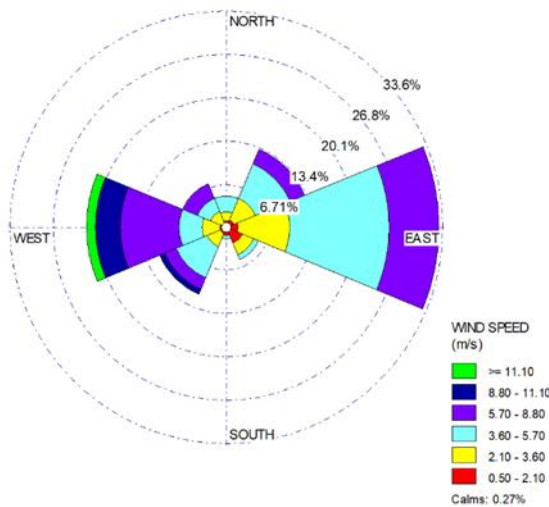
NOTASI	Directions / Wind Classes (m/s)	0.50 - 2.10	2.10 - 3.60	3.60 - 5.70	5.70 - 8.80	8.80 - 11.10	>= 11.10	Total
UTARA	337.5 - 22.5	4	5	9	0	0	0	18
TIMUR LAUT	22.5 - 67.5	5	13	21	9	0	0	48
TIMUR	67.5 - 112.5	7	29	56	28	0	0	120
TENGGARA	112.5 - 157.5	10	7	3	0	0	0	20
SELATAN	157.5 - 202.5	5	0	2	0	0	0	7
BARAT DAYA	202.5 - 247.5	4	8	19	7	3	0	41
BARAT	247.5 - 292.5	4	10	13	33	14	5	79
BARAT LAUT	292.5 - 337.5	3	7	8	9	0	0	27
	Sub-Total	42	79	131	86	17	5	360
	Calms							1
	Missing/Incomplete							4
	Total							365

Sumber : Stasiun BMKG Paotere Makassar

- Tahun 2022, angin dominan datang dari arah Timur (33,3%) dengan kecepatan terbanyak pada interval 3,60–5,70 m/s (36,4%).
- Angin kencang (>8,8 m/s) relatif jarang terjadi (6,1%).
- Distribusi ini menunjukkan bahwa sektor Timur dan Barat Daya adalah yang paling berkontribusi terhadap dinamika gelombang di pesisir Kalumeme.

Tabel 12. Persentasi kejadian angin berdasarkan interval kecepatan

NOTASI	Directions / Wind Classes (m/s)	0.50 - 2.10	2.10 - 3.60	3.60 - 5.70	5.70 - 8.80	8.80 - 11.10	>= 11.10	Total (%)
UTARA	337.5 - 22.5	1.09589	1.36986	2.46575	0	0	0	4.93151
TIMUR LAUT	22.5 - 67.5	1.36986	3.56164	5.75342	2.46575	0	0	13.1507
TIMUR	67.5 - 112.5	1.91781	7.94521	15.3425	7.67123	0	0	32.8767
TENGGARA	112.5 - 157.5	2.73973	1.91781	0.82192	0	0	0	5.47945
SELATAN	157.5 - 202.5	1.36986	0	0.54795	0	0	0	1.91781
BARAT DAYA	202.5 - 247.5	1.09589	2.19178	5.20548	1.91781	0.82192	0	11.2329
BARAT	247.5 - 292.5	1.09589	2.73973	3.56164	9.0411	3.83562	1.36986	21.6438
BARAT LAUT	292.5 - 337.5	0.82192	1.91781	2.19178	2.46575	0	0	7.39726
	Sub-Total	11.5068	21.6438	35.8904	23.5616	4.65753	1.36986	98.6301
	Calms							0.27397
	Missing/Incomplete							1.09589
	Total							100



Gambar 32. Tipe mawar angin di tahun 2022 (windrose)

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 12 diketahui bahwa arah angin yang paling dominan berasal dari Timur dengan frekuensi sebesar 32,87%. Kondisi ini menunjukkan bahwa angin dari arah Timur memberikan kontribusi terbesar terhadap dinamika angin di area penelitian. Arah angin lain yang juga memiliki peranan cukup signifikan adalah dari Barat sebesar 21,64%, kemudian dari Barat Daya sebesar 11,23%, serta dari Utara dan Barat Laut yang masing-masing tercatat sebesar 7,39%. Sementara itu, angin dari arah Tenggara hanya mencapai 5,47%, sedangkan dari arah Selatan menunjukkan intensitas yang relatif rendah, yakni sebesar 1,91%.

Tabel 13. Jumlah data kecepatan angin dan interval kecepatan berdasarkan arah datangnya angin di tahun 2023

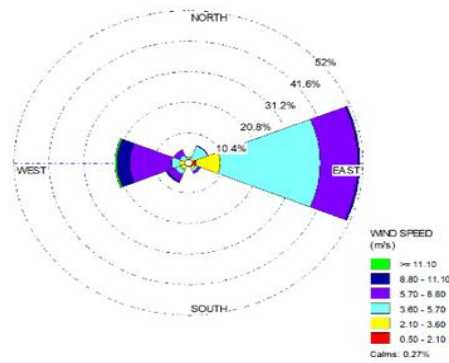
NOTASI	Directions / Wind Classes (m/s)	0.50 - 2.10	2.10 - 3.60	3.60 - 5.70	5.70 - 8.80	8.80 - 11.10	≥ 11.10	Total
UTARA	337.5 - 22.5	2	5	2	0	0	0	9
TIMUR LAUT	22.5 - 67.5	1	6	16	1	0	0	24
TIMUR	67.5 - 112.5	9	26	108	41	2	0	186
TENGGARA	112.5 - 157.5	6	3	3	3	0	0	15
SELATAN	157.5 - 202.5	3	0	2	0	0	0	5
BARAT DAYA	202.5 - 247.5	2	8	6	9	2	0	27
BARAT	247.5 - 292.5	4	6	9	45	14	2	80
BARAT LAUT	292.5 - 337.5	2	1	8	7	0	0	18
	Sub-Total	29	55	154	106	18	2	364
	Calms							1
	Missing/Incomplete							0
	Total							365

Sumber : Stasiun BMKG Paotere Makassar

- Tahun 2023, arah angin dominan adalah dari Timur (42,9%) dengan kecepatan terbanyak berada pada interval 3,60–5,70 m/s (42,3%).
- Angin kecepatan sedang–kencang sangat berpengaruh terhadap dinamika gelombang di pesisir Kalumeme.
- Arah Selatan dan Barat Daya hampir tidak memberi kontribusi signifikan karena jumlahnya sangat kecil.

Tabel 14. Persentasi kejadian angin berdasarkan interval kecepatan

NOTASI	Directions / Wind Classes (m/s)	0.50 - 2.10	2.10 - 3.60	3.60 - 5.70	5.70 - 8.80	8.80 - 11.10	≥ 11.10	Total (%)
UTARA	337.5 - 22.5	0.54795	1.36986	0.54795	0	0	0	2.46575
TIMUR LAUT	22.5 - 67.5	0.27397	1.64384	4.38356	0.27397	0	0	6.57534
TIMUR	67.5 - 112.5	2.46575	7.12329	29.589	11.2329	0.54795	0	50.9589
TENGGARA	112.5 - 157.5	1.64384	0.82192	0.82192	0.82192	0	0	4.10959
SELATAN	157.5 - 202.5	0.82192	0	0.54795	0	0	0	1.36986
BARAT DAYA	202.5 - 247.5	0.54795	2.19178	1.64384	2.46575	0.54795	0	7.39726
BARAT	247.5 - 292.5	1.09589	1.64384	2.46575	12.3288	3.83562	0.54795	21.9178
BARAT LAUT	292.5 - 337.5	0.54795	0.27397	2.19178	1.91781	0	0	4.93151
	Sub-Total	7.94521	15.0685	42.1918	29.0411	4.93151	0.54795	99.726
	Calms							0.27397
	Missing/Incomplete							0
	Total							100



Gambar 33. Tipe mawar angin di tahun 2023 (windrose)

Hasil analisis pada Tabel 14 memperlihatkan bahwa arah angin yang paling dominan berasal dari Timur dengan frekuensi sebesar 50,95%. Hal ini menandakan bahwa angin dari arah Timur memberikan pengaruh terbesar terhadap dinamika angin di lokasi penelitian. Selain itu, arah angin lain yang juga cukup menonjol adalah dari Barat sebesar 21,91%, diikuti oleh Barat Daya sebesar 7,39%, serta dari Utara dan Barat Laut yang masing-masing tercatat 4,93%. Sementara itu, angin dari arah Tenggara hanya mencapai 4,10%, sedangkan dari arah Selatan menunjukkan intensitas yang relatif rendah, yaitu sebesar 1,36%.

Tabel 15. Jumlah data kecepatan angin dan interval kecepatan berdasarkan arah datangnya angin di tahun 2024

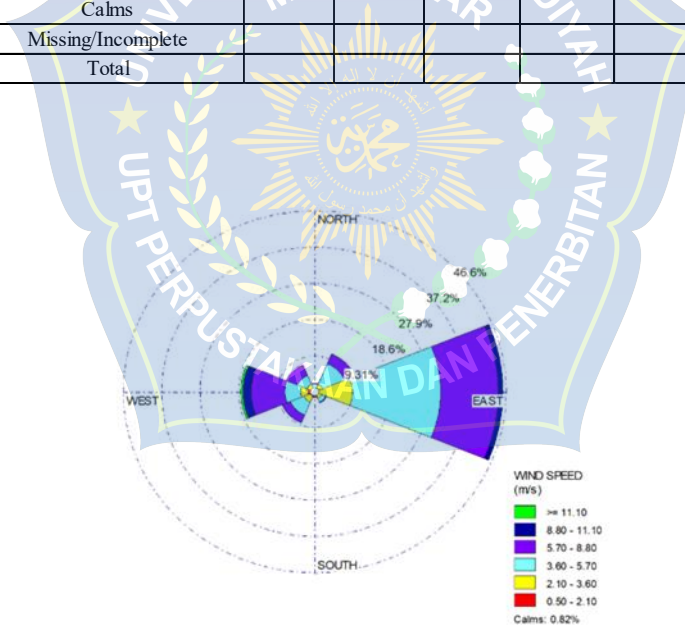
NOTASI	Directions / Wind Classes (m/s)	0.50 - 2.10	2.10 - 3.60	3.60 - 5.70	5.70 - 8.80	8.80 - 11.10	>= 11.10	Total
UTARA	337.5 - 22.5	0	2	6	1	0	0	9
TIMUR LAUT	22.5 - 67.5	4	4	21	10	0	0	39
TIMUR	67.5 - 112.5	3	31	78	51	4	0	167
TENGGARA	112.5 - 157.5	4	3	4	1	0	0	12
SELATAN	157.5 - 202.5	6	0	0	0	0	0	6
BARAT DAYA	202.5 - 247.5	5	6	13	8	0	0	32
BARAT	247.5 - 292.5	7	6	14	30	7	2	66
BARAT LAUT	292.5 - 337.5	1	7	9	11	0	0	28
	Sub-Total	30	59	145	112	11	2	359
	Calms							3
	Missing/Incomplete							4
	Total							366

Sumber : Stasiun BMKG Paotere Makassar

- Arah angin dominan berasal dari Timur ($67,5^{\circ} - 112,5^{\circ}$) dengan jumlah 167 kejadian.
- Interval kecepatan angin tertinggi berada pada kelas 3,60 – 5,70 m/s sebanyak 145 kejadian.
- Kecepatan angin tertinggi mencapai kelas $\geq 11,10$ m/s meskipun hanya tercatat 2 kejadian sepanjang tahun 2024.

Tabel 16. Persentasi kejadian angin berdasarkan interval kecepatan

NOTASI	Directions / Wind Classes (m/s)	0.50 - 2.10	2.10 - 3.60	3.60 - 5.70	5.70 - 8.80	8.80 - 11.10	≥ 11.10	Total (%)
UTARA	337.5 - 22.5	0	0.54645	1.63934	0.27322	0	0	2.45902
TIMUR LAUT	22.5 - 67.5	1.0929	1.0929	5.7377	2.73224	0	0	10.6557
TIMUR	67.5 - 112.5	0.81967	8.46995	21.3115	13.9344	1.0929	0	45.6284
TENGGARA	112.5 - 157.5	1.0929	0.81967	1.0929	0.27322	0	0	3.27869
SELATAN	157.5 - 202.5	1.63934	0	0	0	0	0	1.63934
BARAT DAYA	202.5 - 247.5	1.36612	1.63934	3.55191	2.18579	0	0	8.74317
BARAT	247.5 - 292.5	1.91257	1.63934	3.82514	8.19672	1.91257	0.54645	18.0328
BARAT LAUT	292.5 - 337.5	0.27322	1.91257	2.45902	3.00546	0	0	7.65027
	Sub-Total	8.19672	16.1202	39.6175	30.6011	3.00546	0.54645	98.0874
	Calms							0.81967
	Missing/Incomplete							1.0929
	Total							100



Gambar 34. Tipe mawar angin di tahun 2024 (windrose)

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 16 diketahui bahwa arah angin yang paling dominan berasal dari Timur dengan frekuensi sebesar 45,62%. Hal ini menunjukkan bahwa angin dari arah Timur memberikan kontribusi terbesar

terhadap dinamika angin di lokasi penelitian. Arah angin lain yang juga cukup berpengaruh adalah dari Barat sebesar 18,03%, kemudian dari Barat Daya sebesar 8,74%, serta dari Utara dan Barat Laut yang masing-masing tercatat sebesar 7,65%. Sementara itu, angin dari arah Tenggara hanya mencapai 3,27%, sedangkan dari arah Selatan menunjukkan intensitas yang relatif rendah, yakni sebesar 1,63%.

Data mengenai arah dan kecepatan angin dimanfaatkan sebagai acuan dalam menentukan arah maupun tinggi gelombang. Informasi tersebut diperoleh dari Stasiun BMKG Paotere Makassar, kemudian diolah ke dalam bentuk tabel dan divisualisasikan melalui diagram mawar angin (windrose) sebagaimana ditampilkan pada ilustrasi di atas.

C. Analisa Data Gelombang

1. Data Tinggi Gelombang Sekunder (BMKG)

Berikut disajikan data gelombang maksimum di perairan Pantai Kalumeme, Kecamatan Ujungbulu, Kabupaten Bulukumba, selama periode Januari 2020 hingga Desember 2024, yang telah dirata-ratakan per bulan sebagaimana ditampilkan pada grafik dan tabel di bawah ini.

Tabel 17. Data Tinggi gelombang dan data angin

Tahun	Bulan	Tinggi Gelombang	Kecepatan angin (knot)	Arah angin
2020	January	0,31	6,17	Barat
	February	0,27	5,25	Barat Daya
	March	0,17	4,46	Barat Daya
	April	0,12	3,1	Selatan
	May	0,31	4,28	Timur
	June	0,38	4,94	Timur
	July	0,45	5,5	Timur
	August	0,35	4,96	Timur
	September	0,3	4,25	Timur
	October	0,21	3,78	Timur
	November	0,19	4,06	Tenggara
	December	0,41	6,68	Barat Daya
2021	January	0,41	6,72	Barat Daya
	February	0,56	8,31	Barat
	March	0,18	4,91	Barat
	April	0,25	4,09	Barat
	May	0,31	4,7	Timur
	June	0,29	5,01	Timur
	July	0,3	4,65	Timur
	August	0,4	5,35	Timur
	September	0,33	4,48	Timur
	October	0,24	2,85	Tenggara
	November	0,12	4,2	Barat Daya
	December	0,37	5,19	Barat
2022	January	0,46	6,38	Barat
	February	0,36	6	Barat
	March	0,17	4,17	Barat
	April	0,09	3,67	Selatan
	May	0,21	3,62	Timur
	June	0,27	4,26	Timur
	July	0,39	5,44	Timur
	August	0,38	4,96	Timur
	September	0,23	4,06	Timur
	October	0,19	3,57	Tenggara
	November	0,14	3,91	Selatan
	December	0,41	6,79	Barat Daya
2023	January	0,47	6,66	Barat
	February	0,46	6,39	Barat
	March	0,21	5,15	Barat Daya
	April	0,25	4,58	Barat Daya
	May	0,31	4,5	Timur
	June	0,3	4,61	Timur
	July	0,37	4,99	Timur
	August	0,42	5,52	Timur
	September	0,34	5,11	Timur
	October	0,23	4,35	Timur
	November	0,13	3,23	Tenggara
	December	0,24	5,02	Barat Daya
2024	January	0,29	4,94	Barat Daya
	February	0,28	5,62	Barat
	March	0,35	4,13	Barat Daya
	April	0,36	3,64	Selatan
	May	0,44	5,13	Timur
	June	0,48	5,09	Timur
	July	0,52	5,88	Timur
	August	0,48	5,43	Timur
	September	0,42	4,73	Timur
	October	0,42	4,05	Tenggara
	November	0,33	3,6	Tenggara
	December	0,46	5,33	Barat Daya

Sumber: BMKG Paotere

Berdasarkan data tersebut, tinggi gelombang di Pantai Kalumeme pada periode Januari 2020–Desember 2024 relatif stabil, dengan nilai maksimum mencapai 0,56 meter pada Februari 2021 dan nilai minimum sebesar 0,09 meter pada April 2022.

a. Panjang Gelombang

Untuk menentukan panjang gelombang menggunakan rumus

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

Dimana :

L_o = Panjang gelombang

T_o = Periode gelombang

Diketahui Tertinggi Gelombang pada bulan Oktober tahun 2020 = 0,56 m dan menentukan periode gelombang digunakan metode hindcasting dengan rumus :

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

$$T_o = 1,0258 * 0,56 + 6,1070 * 0,56$$

$$T_o = 3,99 \text{ det}$$

Untuk Periode gelombang pada bulan Oktober 2020 yaitu 3,99 detik, maka panjang gelombang adalah :

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

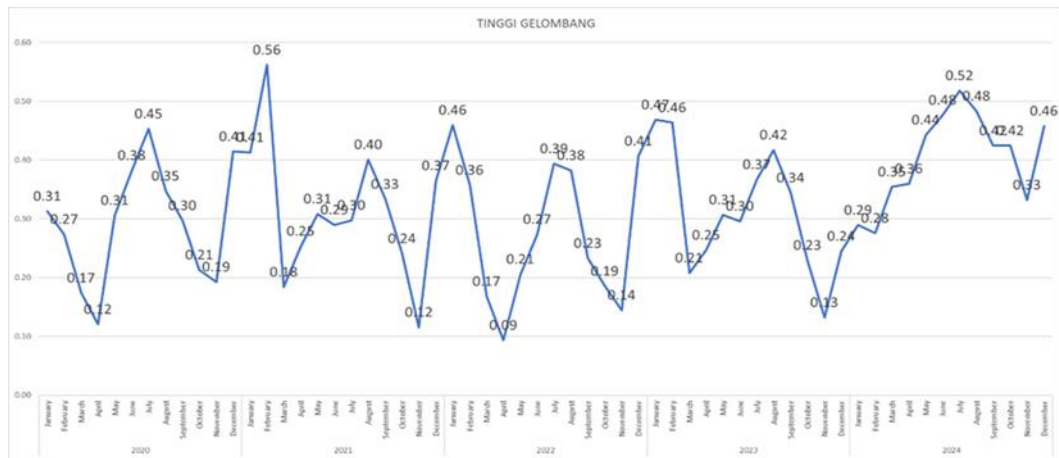
$$L_o = 1,56 * (3,99)^2$$

$$L_o = 24.83 \text{ m}$$

Adapun tabel periode gelombang dan panjang gelombang dibawah ini:

Tabel 18. Data periode gelombang dan panjang gelombang

Tahun	bulan	tinggi gelombang(m)	periode gelombang (det)	panjang gelombang(m)
2020	January	0,31	2,23	7,78
2020	February	0,27	1,95	5,95
2020	March	0,17	1,24	2,40
2020	April	0,12	0,86	1,15
2020	May	0,31	2,18	7,43
2020	June	0,38	2,73	11,62
2020	July	0,45	3,23	16,30
2020	August	0,35	2,48	9,58
2020	September	0,30	2,12	7,01
2020	October	0,21	1,52	3,61
2020	November	0,19	1,37	2,95
2020	December	0,41	2,96	13,64
2021	January	0,41	2,95	13,54
2021	February	0,56	4,01	25,06
2021	March	0,18	1,31	2,69
2021	April	0,25	1,81	5,11
2021	May	0,31	2,20	7,55
2021	June	0,29	2,07	6,67
2021	July	0,30	2,12	7,03
2021	August	0,40	2,86	12,76
2021	September	0,33	2,38	8,82
2021	October	0,24	1,72	4,61
2021	November	0,12	0,82	1,06
2021	December	0,37	2,60	10,58
2022	January	0,46	3,28	16,75
2022	February	0,36	2,55	10,14
2022	March	0,17	1,20	2,24
2022	April	0,09	0,67	0,69
2022	May	0,21	1,47	3,36
2022	June	0,27	1,95	5,95
2022	July	0,39	2,81	12,31
2022	August	0,38	2,73	11,62
2022	September	0,23	1,66	4,31
2022	October	0,19	1,32	2,73
2022	November	0,14	1,03	1,66
2022	December	0,41	2,90	13,13
2023	January	0,47	3,34	17,42
2023	February	0,46	3,31	17,07
2023	March	0,21	1,48	3,44
2023	April	0,25	1,76	4,84
2023	May	0,31	2,19	7,48
2023	June	0,30	2,11	6,96
2023	July	0,37	2,62	10,69
2023	August	0,42	2,98	13,82
2023	September	0,34	2,46	9,41
2023	October	0,23	1,64	4,18
2023	November	0,13	0,94	1,39
2023	December	0,24	1,75	4,76
2024	January	0,29	2,06	6,64
2024	February	0,28	1,97	6,03
2024	March	0,35	2,53	9,97
2024	April	0,36	2,57	10,27
2024	May	0,44	3,16	15,56
2024	June	0,48	3,40	18,02
2024	July	0,52	3,70	21,32
2024	August	0,48	3,45	18,56
2024	September	0,42	3,03	14,31
2024	October	0,42	3,03	14,31
2024	November	0,33	2,37	8,76
2024	December	0,46	3,27	16,66

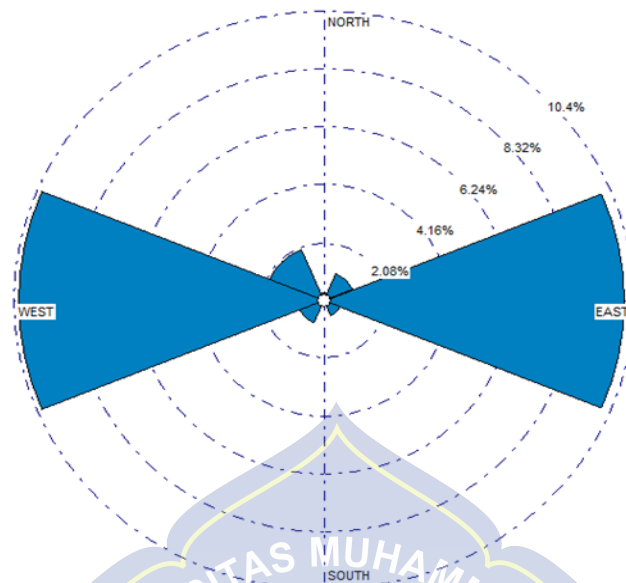


Gambar 35. Grafik tinggi gelombang di pantai kalumeme

b. Mawar gelombang

Mawar gelombang atau *waverose* merupakan metode yang digunakan untuk memvisualisasikan frekuensi kejadian gelombang laut berdasarkan arah mata angin serta kategori tinggi gelombang pada lokasi dan periode tertentu. Data *waverose* menyajikan tinggi gelombang laut dalam satuan sentimeter (cm) atau meter (m). Berdasarkan hasil analisis, gelombang dari arah Barat lebih dominan dengan tinggi gelombang mencapai 0,56 m pada Februari 2021, sedangkan dari arah Timur tercatat 0,52 m pada Juli 2024, yang merupakan periode dengan ketinggian gelombang tertinggi.

Berikut ini merupakan tampilan visual dari mawar gelombang (Waverose):



Gambar 36. Mawar Gelombang (Waverose)

Berdasarkan gambar mawar gelombang (*waverose*) di atas, dapat diketahui bahwa gelombang dominan berasal dari arah Barat Laut dengan kecepatan berkisar antara 2,08–10,4 m/s, serta mencapai tinggi maksimum 0,56 meter dengan periode 4,01 detik

Gelombang umumnya lebih besar terjadi pada musim barat dibandingkan dengan musim timur maupun musim peralihan. Meskipun demikian, kecepatan angin yang cukup kuat juga teridentifikasi pada periode musim peralihan dan musim timur.

Dengan demikian, angin dominan bertiup dari barat ke timur. Menurut Tjasyono dan Mustofa (2000), arah angin menunjukkan perbedaan yang jelas antara dua musim utama, yakni musim barat dan musim timur. Musim barat berlangsung pada saat musim dingin di belahan bumi utara, umumnya dari Oktober

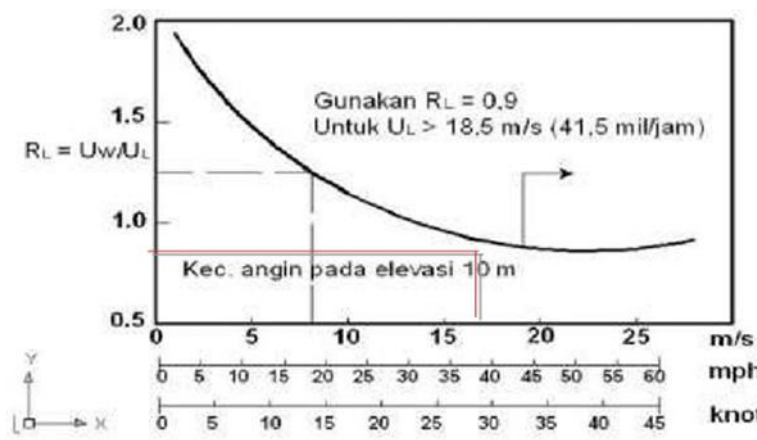
hingga April, dengan puncak terjadi pada Desember, Januari, dan Februari. Sementara itu, musim timur terjadi ketika belahan bumi selatan mengalami musim dingin, yaitu sekitar bulan April hingga Oktober.

c. Peramalan tinggi dan periode gelombang

Dalam peramalan gelombang, kecepatan angin umumnya diukur pada ketinggian 10 meter. Apabila pengukuran dilakukan pada elevasi yang berbeda, maka nilai kecepatan angin tersebut harus disesuaikan atau dikoreksi terhadap ketinggian standar 10 meter dengan menggunakan rumus berikut (Pratikto dkk., 2000):

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

Berdasarkan kecepatan angin maksimum yang teramati setiap bulan pada 79 lintasan RL, kemudian dianalisis melalui grafik yang menghubungkan kecepatan angin di laut dengan kecepatan angin pada lintasan UW menggunakan rumus berikut:



Gambar 37. Hubungan antara kecepatan angin di laut dan darat

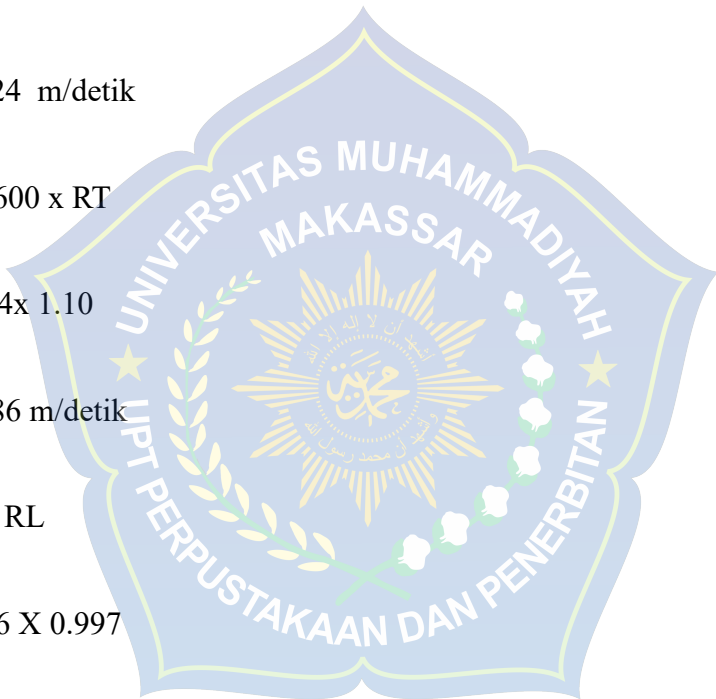
$$\begin{aligned}
 t_1 &= 1609/U_{10} \\
 &= 1609/16,2 \\
 &= 99.35 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 U_{3600} &= U_{10} / R_L \\
 &= 16,2/0.997 \\
 &= 16.24 \text{ m/detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 U_s &= U_{3600} \times R_T \\
 &= 16.24 \times 1.10 \\
 &= 17.86 \text{ m/detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 U_w &= U_s \times R_L \\
 &= 17,86 \times 0.997 \\
 &= 17.81 \text{ m/detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 U_A &= 0.98 \times U_w^{1,23} \\
 &= 0.98 \times 17.81^{1,23} \\
 &= 33.69 \text{ m/detik}
 \end{aligned}$$



Keterangan

U_{3600} = Kecepatan rata-rata durasi U3600

U_{10} = Kecepatan angin pada elevasi 10 m

U_s = Koreksi stabilitas

R_L = Faktor reduksi

R_T = Koefisien

U_A = Wind stress factor (faktor tegangan angin)

U_w = Kecepatan angin di laut



Tabel 19. Data perhitungan gelombang

TAHUN	bulan	derajat	arah	U10(m/dtk)	t1(dtk)	c	U3600(m/dtk)	Rt	Us(m/dtk)	R _L	Uw(m/dtk)	UA(m/dtk)
2020	1	260,69	BARAT	6,17	260,73	1,13	6,19	1,10	6,81	0,997	6,79	10,29
	2	231,07	BARAT	5,25	306,57	1,12	5,26	1,10	5,79	0,997	5,77	8,43
	3	224,88	BARAT	4,46	360,43	1,12	4,48	1,10	4,93	0,997	4,91	6,91
	4	163,62	SELATAN	3,10	518,38	1,10	3,11	1,10	3,42	0,997	3,41	4,42
	5	95,83	TIMUR	4,28	376,35	1,11	4,29	1,10	4,72	0,997	4,70	6,55
	6	85,18	TIMUR	4,94	325,48	1,12	4,96	1,10	5,45	0,997	5,44	7,83
	7	92,41	TIMUR	5,50	292,60	1,13	5,52	1,10	6,07	0,997	6,05	8,93
	8	84,67	TIMUR	4,96	324,68	1,12	4,97	1,10	5,47	0,997	5,45	7,85
	9	89,40	TIMUR	4,25	378,21	1,11	4,27	1,10	4,69	0,997	4,68	6,51
	10	105,14	TIMUR	3,78	425,45	1,11	3,79	1,10	4,17	0,997	4,16	5,63
	11	145,32	ENGGAR	4,06	396,26	1,11	4,07	1,10	4,48	0,997	4,47	6,15
	12	243,65	ENGGAR	6,68	240,75	1,14	6,70	1,10	7,37	0,997	7,35	11,35
2021	1	256,93	BARAT	6,72	239,52	1,14	6,74	1,10	7,41	0,997	7,39	11,42
	2	269,58	BARAT	8,31	193,65	1,15	8,33	1,10	9,17	0,997	9,14	14,83
	3	249,69	BARAT	4,91	327,41	1,12	4,93	1,10	5,42	0,997	5,41	7,77
	4	199,53	BARAT	4,09	393,05	1,11	4,11	1,10	4,52	0,997	4,50	6,21
	5	83,73	TIMUR	4,70	342,40	1,12	4,71	1,10	5,18	0,997	5,17	7,36
	6	73,83	TIMUR	5,01	320,98	1,12	5,03	1,10	5,53	0,997	5,51	7,97
	7	75,10	TIMUR	4,65	346,01	1,12	4,66	1,10	5,13	0,997	5,12	7,26
	8	75,26	TIMUR	5,35	301,01	1,12	5,36	1,10	5,90	0,997	5,88	8,62
	9	74,28	TIMUR	4,48	359,32	1,12	4,49	1,10	4,94	0,997	4,93	6,93
	10	128,15	ENGGAR	2,85	564,52	1,09	2,86	1,10	3,14	0,997	3,14	3,98
	11	207,95	RAT DA	4,20	382,66	1,11	4,22	1,10	4,64	0,997	4,63	6,42
	12	254,63	BARAT	5,19	309,85	1,12	5,21	1,10	5,73	0,997	5,71	8,32
2022	1	268,55	BARAT	6,38	252,03	1,13	6,40	1,10	7,04	0,997	7,02	10,73
	2	259,52	BARAT	6,00	268,29	1,13	6,02	1,10	6,62	0,997	6,60	9,93
	3	256,40	BARAT	4,17	385,47	1,11	4,19	1,10	4,61	0,997	4,59	6,36
	4	170,80	SELATAN	3,67	438,13	1,11	3,68	1,10	4,05	0,997	4,04	5,43
	5	97,88	TIMUR	3,62	444,47	1,10	3,63	1,10	3,99	0,997	3,98	5,34
	6	77,97	TIMUR	4,26	377,44	1,11	4,28	1,10	4,70	0,997	4,69	6,53
	7	86,79	TIMUR	5,44	295,59	1,12	5,46	1,10	6,01	0,997	5,99	8,82
	8	89,65	TIMUR	4,96	324,48	1,12	4,97	1,10	5,47	0,997	5,45	7,86
	9	84,52	TIMUR	4,06	396,13	1,11	4,07	1,10	4,48	0,997	4,47	6,15
	10	154,96	TIMUR	3,57	451,22	1,10	3,58	1,10	3,93	0,997	3,92	5,24
	11	184,33	SELATAN	3,91	411,12	1,11	3,93	1,10	4,32	0,997	4,31	5,87
	12	247,22	BARAT	6,79	236,81	1,14	6,81	1,10	7,50	0,997	7,47	11,58
2023	1	261,55	BARAT	6,66	241,55	1,14	6,68	1,10	7,35	0,997	7,33	11,30
	2	263,41	BARAT	6,39	251,77	1,13	6,41	1,10	7,05	0,997	7,03	10,74
	3	230,32	BARAT	5,15	312,43	1,12	5,17	1,10	5,68	0,997	5,66	8,23
	4	203,11	BARAT	4,58	351,46	1,12	4,59	1,10	5,05	0,997	5,04	7,12
	5	104,34	TIMUR	4,50	357,71	1,12	4,51	1,10	4,96	0,997	4,95	6,97
	6	81,61	TIMUR	4,61	348,93	1,12	4,63	1,10	5,09	0,997	5,07	7,19
	7	96,84	TIMUR	4,99	322,64	1,12	5,00	1,10	5,50	0,997	5,49	7,92
	8	87,48	TIMUR	5,52	291,24	1,13	5,54	1,10	6,10	0,997	6,08	8,98
	9	82,79	TIMUR	5,11	315,02	1,12	5,12	1,10	5,64	0,997	5,62	8,15
	10	85,97	TIMUR	4,35	369,77	1,11	4,36	1,10	4,80	0,997	4,79	6,69
	11	126,10	SELATAN	3,23	498,67	1,10	3,24	1,10	3,56	0,997	3,55	4,63
	12	214,97	BARAT	5,02	320,27	1,12	5,04	1,10	5,54	0,997	5,53	7,99
2024	1	247,36	BARAT	4,94	325,75	1,12	4,95	1,10	5,45	0,997	5,43	7,82
	2	260,37	BARAT	5,62	286,25	1,13	5,64	1,10	6,20	0,997	6,18	9,17
	3	220,81	BARAT	4,13	389,87	1,11	4,14	1,10	4,55	0,997	4,54	6,27
	4	177,27	SELATAN	3,64	441,69	1,10	3,65	1,10	4,02	0,997	4,01	5,38
	5	80,58	TIMUR	5,13	313,82	1,12	5,14	1,10	5,66	0,997	5,64	8,19
	6	85,91	TIMUR	5,09	315,88	1,12	5,11	1,10	5,62	0,997	5,60	8,12
	7	83,08	TIMUR	5,88	273,60	1,13	5,90	1,10	6,49	0,997	6,47	9,69
	8	84,18	TIMUR	5,43	296,16	1,12	5,45	1,10	5,99	0,997	5,98	8,79
	9	91,83	TIMUR	4,73	340,38	1,12	4,74	1,10	5,22	0,997	5,20	7,41
	10	117,96	UR SELA	4,05	396,97	1,11	4,07	1,10	4,47	0,997	4,46	6,13
	11	132,66	UR SELA	3,60	446,83	1,10	3,61	1,10	3,97	0,997	3,96	5,30
	12	244,03	BARAT	5,33	301,93	1,12	5,35	1,10	5,88	0,997	5,86	8,59

2. Data Tinggi Gelombang (Primer)

Tabel berikut menampilkan data primer mengenai tinggi gelombang yang diukur langsung di lapangan pada periode 17–31 Oktober 2025. Pengamatan dilakukan setiap hari untuk menggambarkan kondisi gelombang aktual di area penelitian. Selain tinggi gelombang, tabel ini juga mencantumkan kecepatan dan arah angin yang menjadi faktor utama pembentuk gelombang di perairan Kalumeme. Informasi ini dimanfaatkan sebagai dasar analisis kondisi hidrodinamika harian serta sebagai pembanding terhadap pola gelombang jangka panjang berdasarkan data sekunder dari BMKG.

Tabel 20. Data tinggi gelombang, kecepatan angin dan arah angin

Tanggal	Tinggi Gelombang Primer	Kecepatan Angin	Arah Angin
17/10/2025	0,42	4,9	Timur
18/10/2025	0,38	3,9	Timur
19/10/2025	0,37	3,9	Timur
20/10/2025	0,41	5,8	Timur
21/10/2025	0,39	3,9	Tenggara
22/10/2025	0,36	2,1	Tenggara
23/10/2025	0,33	1,8	Barat Daya
24/10/2025	0,32	3,1	Timur
25/10/2025	0,33	2,1	Tenggara
26/10/2025	0,29	1,1	Barat Laut
27/10/2025	0,3	4,5	Selatan
28/10/2025	0,29	1,3	Barat Laut
29/10/2025	0,28	6	Barat Laut
30/10/2025	0,28	2,3	Timur
31/10/2025	0,28	2	Timur

Berdasarkan data di atas, tinggi gelombang di Pantai Kalumeme selama Januari 2020-Desember 2024 cenderung normal, dengan nilai maksimum sebesar 0,56 meter pada Februari 2021 dan nilai minimum sebesar 0,09 meter pada April 2022.

a. Panjang gelombang

Untuk menentukan panjang gelombang menggunakan

$$\text{rumus } L_o = 1,56 * T_o^2$$

Dimana :

L_o = Panjang gelombang

T_o = Periode gelombang

Diketahui Tertinggi Gelombang pada bulan Oktober tahun 2020 = 0,56 m dan menentukan periode gelombang digunakan metode hindcasting dengan rumus:

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

$$T_o = 1,0258 * 0,56 + 6,1070 * 0,56$$

$$T_o = 3,99 \text{ det}$$

Untuk Periode gelombang pada bulan Oktober 2020 yaitu 3,99 detik, maka panjang gelombang adalah :

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

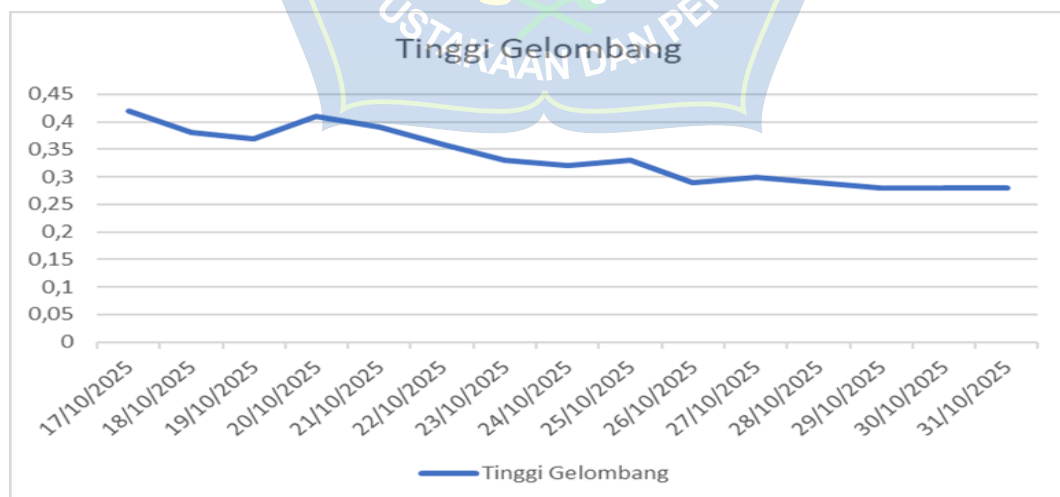
$$L_o = 1,56 * (3,99)^2$$

$$L_o = 24.83 \text{ m}$$

Adapun tabel tinggi gelombang, periode gelombang dan panjang gelombang dibawah ini.

Tabel 21. Data tinggi gelombang, periode gelombang dan panjang gelombang

Tanggal	Tinggi Gelombang	Periode Gelombang	Panjang Gelombang
17/10/2025	0,42	2,995776	14,00049119
18/10/2025	0,38	2,710464	11,46071955
19/10/2025	0,37	2,639136	10,86546057
20/10/2025	0,41	2,924448	13,34173792
21/10/2025	0,39	2,781792	12,0718521
22/10/2025	0,36	2,567808	10,28607516
23/10/2025	0,33	2,353824	8,64316038
24/10/2025	0,32	2,282496	8,127269264
25/10/2025	0,33	2,353824	8,64316038
26/10/2025	0,29	2,068512	6,674837355
27/10/2025	0,3	2,13984	7,143107752
28/10/2025	0,29	2,068512	6,674837355
29/10/2025	0,28	1,997184	6,222440531
30/10/2025	0,28	1,997184	6,222440531
31/10/2025	0,28	1,997184	6,222440531

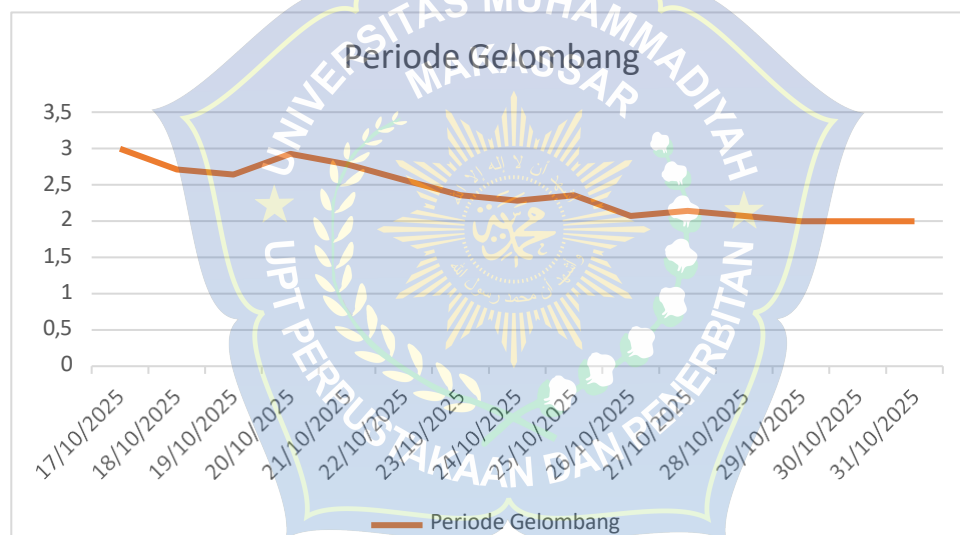


Gambar 38. Grafik tinggi gelombang primer

Grafik memperlihatkan variasi tinggi gelombang sepanjang Oktober 2025.

Pada awal bulan, tinggi gelombang berada di kisaran 0,34–0,39 m, lalu meningkat hingga mencapai nilai maksimum 0,46 m di pertengahan bulan. Setelah itu, tinggi gelombang menurun secara bertahap dan mencapai nilai terendah 0,28 m pada akhir bulan.

Perubahan tersebut menggambarkan dinamika gelombang yang dipengaruhi oleh variasi angin dan kondisi atmosfer selama masa peralihan musim. Walaupun tergolong gelombang rendah, fluktuasi harian ini tetap memberikan dampak terhadap proses pengangkutan sedimen di zona surf dan sepanjang garis pantai.



Gambar 39. Grafik periode gelombang

Periode gelombang harian tampak meningkat sejalan dengan bertambahnya tinggi gelombang. Nilai periode maksimum mencapai sekitar 3,28 detik dan bertepatan dengan kemunculan gelombang tertinggi. Periode yang lebih panjang menunjukkan bahwa pada beberapa hari di pertengahan bulan, gelombang mengangkut energi yang lebih besar.



Gambar 40. Grafik panjang gelombang

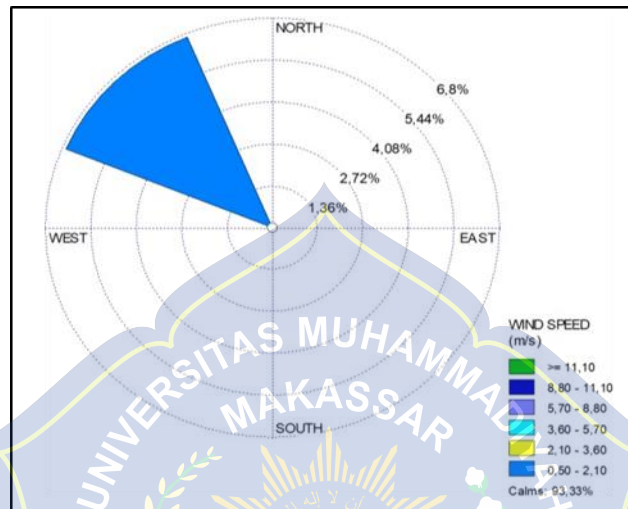
Panjang gelombang lepas (L_o) menunjukkan pola yang sejalan dengan periode gelombang, dengan nilai maksimum berkisar antara 16–17 meter. Panjang gelombang sebesar ini memiliki peran penting dalam mentransfer energi menuju pantai, meskipun tinggi gelombangnya tergolong rendah. Kondisi tersebut berkontribusi dalam memahami proses dinamika sedimentasi maupun abrasi di kawasan pesisir.

b. Mawar gelombang

Mawar gelombang (waverose) merupakan metode yang digunakan untuk menampilkan frekuensi kejadian gelombang laut berdasarkan arah angin dan kelas ketinggiannya pada lokasi serta periode tertentu. Data yang disajikan dalam waverose umumnya berupa tinggi gelombang dalam satuan centimeter (cm) atau meter(m). Hasil analisis menunjukkan bahwa gelombang yang datang dari arah

Barat Laut merupakan yang paling dominan, dengan tinggi mencapai 0,56 m. Selain itu, bulan Februari 2021 tercatat sebagai periode dengan tinggi gelombang tertinggi selama pengamatan.

Berikut adalah representasi visual dari mawar gelombang (Waverose):



Gambar 41. Mawar gelombang

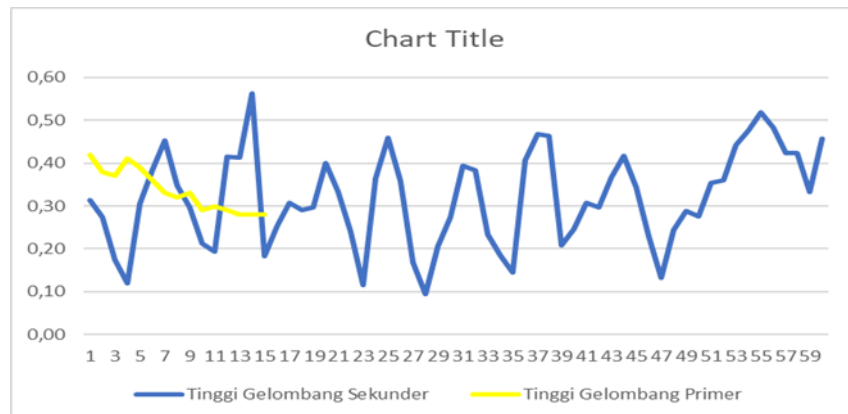
Berdasarkan mawar gelombang (waverose) di atas, gelombang dominan berasal dari arah barat laut dengan kecepatan berkisar antara 1,1–4,9 m/s, serta mencapai tinggi maksimum 0,42 meter dengan periode sekitar 2,99 detik. Gelombang yang lebih besar umumnya terjadi pada musim barat dibandingkan musim timur maupun masa peralihan. Meskipun demikian, kecepatan angin yang cukup kuat juga terlihat pada musim peralihan dan musim timur.

c. Perbandingan data primer dan sekunder

Tabel berikut menampilkan perbandingan tinggi gelombang antara data primer hasil pengukuran lapangan selama periode penelitian dan data sekunder BMKG yang merepresentasikan kondisi gelombang harian pada bulan tersebut. Perbandingan ini dimaksudkan untuk menilai kesesuaian karakteristik gelombang aktual dengan kondisi klimatologis di wilayah Bulukumba, terutama pada parameter Hmax, Hmin, Hmean, periode gelombang (To), serta panjang gelombang (Lo). Variasi nilai yang disajikan memberikan gambaran mengenai besarnya energi gelombang yang bekerja di Pantai Kalumeme, yang kemudian menjadi dasar dalam menilai potensi abrasi maupun akresi di kawasan pesisir.

Tabel 22. Data perbandingan tinggi gelombang primer dan sekunder

Parameter	Data Primer	Data sekunder (BMKG)	Keterangan
Hmax	0,42	0,56	Sekunder lebih tinggi karena mencakup kejadian gelombang ekstrem jangka panjang
Hmin	0,28	0,09	Primer lebih tinggi karena selama pengamatan tidak terjadi gelombang sangat rendah
Hmean	0,33	0,32	Nilai hampir sama; kondisi gelombang primer sesuai rata-rata klimatologis.
Periode gelombang (To mean)	2,48	2,27	Perbedaan kecil akibat variasi angin harian pada data primer
Panjang gelombang (Lo mean)	9,17	9,03	Nilai sangat mirip; karakter gelombang primer konsisten dengan data BMKG.



Gambar 42. Grafik perbandingan tinggi gelombang primer dan sekunder

Grafik pada Gambar 30 menunjukkan perbandingan antara tinggi gelombang dari data primer dan data sekunder BMKG. Kedua kurva memperlihatkan pola yang sangat serupa, dengan puncak dan lembah gelombang yang muncul pada waktu yang sama. Meskipun amplitudo gelombang pada data sekunder sedikit lebih besar, perbedaan antara keduanya relatif kecil. Tingkat kesesuaian tersebut menegaskan bahwa data primer memiliki akurasi yang baik dan layak digunakan sebagai gambaran kondisi gelombang aktual dalam analisis hidrodinamika di lokasi penelitian.

D. Pasang Surut

1. Pasang Surut (Data sekunder BMKG)

Data pasang surut diperoleh dari BMKG Paotere Makassar. Menurut teori kesetimbangan, faktor-faktor yang memengaruhi terjadinya pasang surut antara lain rotasi bumi terhadap matahari, revolusi bumi pada porosnya, serta revolusi bulan terhadap matahari. Periode pasang surut dapat diketahui berdasarkan jenis pasang surutnya. Saat muka air laut naik disebut pasang, sedangkan saat muka air turun disebut surut. Di perairan pantai, khususnya di teluk atau selat yang sempit, pergerakan naik turun muka air ini menimbulkan arus yang dikenal sebagai arus surut. Arus ini melibatkan pergerakan massa air yang sangat besar dengan arah yang cenderung bolak-balik. (Triatmodjo, 1999).

a. Skema-I

Tabel 23. Data pasang surut bulan desember 2024

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	-0,6164	-0,3324	-0,0473	0,1836	0,3243	0,3655	0,3241	0,2363	0,1478	0,1014	0,1254	0,2248	0,3778	0,5401	0,6571	0,6799	0,5796	0,356	0,0383	-0,3216	-0,6596	-0,9133	-1,035	-1,003
2	-0,827	-0,5488	-0,2294	0,066	0,2846	0,3986	0,4091	0,3427	0,243	0,1585	0,1304	0,1803	0,3035	0,4675	0,6203	0,705	0,6769	0,5169	0,2374	-0,1209	-0,4971	-0,8235	-1,0391	-1,103
3	-1,0056	-0,77	-0,4492	-0,1116	0,1773	0,3706	0,4501	0,4273	0,3378	0,2302	0,1541	0,1465	0,2214	0,364	0,5324	0,6696	0,7195	0,6441	0,4348	0,115	-0,2649	-0,6387	-0,938	-1,106
4	-1,1115	-0,9555	-0,6741	-0,329	0,0086	0,2762	0,4346	0,4757	0,4203	0,3106	0,1984	0,1321	0,1437	0,239	0,3942	0,561	0,6801	0,6987	0,5868	0,345	0,0056	-0,3752	-0,7293	-0,99
5	-1,1078	-1,0597	-0,8586	-0,5494	-0,1987	0,1226	0,3577	0,4759	0,4777	0,3914	0,2636	0,1473	0,0886	0,114	0,2223	0,3832	0,5447	0,6482	0,6458	0,5141	0,2612	-0,0757	-0,4381	-0,759
6	-0,9755	-1,0454	-0,955	-0,7251	-0,4064	-0,0667	0,2265	0,4226	0,4986	0,462	0,3459	0,1996	0,076	0,0187	0,0497	0,1628	0,324	0,4807	0,5767	0,5684	0,4376	0,1958	-0,1181	-0,447
7	-0,7258	-0,8986	-0,9287	-0,8096	-0,5672	-0,2544	0,0625	0,3208	0,4756	0,5098	0,4355	0,2888	0,1204	-0,017	-0,0817	-0,0544	0,0566	0,2163	0,3734	0,4741	0,4782	0,369	0,1581	-0,117
8	-0,4025	-0,638	-0,7719	-0,7729	-0,6387	-0,3973	-0,101	0,1873	0,4088	0,5231	0,5168	0,4043	0,2237	0,027	-0,1328	-0,2142	-0,1982	-0,0932	0,0674	0,2338	0,3542	0,3883	0,3181	0,1525
9	-0,0753	-0,3147	-0,51	-0,6133	-0,5963	-0,4581	-0,2263	0,0491	0,308	0,4945	0,5706	0,5243	0,3716	0,1523	-0,08	-0,2704	-0,376	-0,3757	-0,2758	-0,108	0,0791	0,2332	0,3113	0,2914
10	0,1775	-0,0013	-0,1984	-0,361	-0,4432	-0,4172	-0,2818	-0,0626	0,1925	0,4251	0,5803	0,6204	0,5337	0,3377	0,0743	-0,1997	-0,4264	-0,5591	-0,5738	-0,474	-0,2898	-0,0708	0,1275	0,2572
11	0,2907	0,2271	0,0916	-0,0717	-0,211	-0,2805	-0,2515	-0,1208	0,0875	0,3266	0,5378	0,6652	0,6703	0,542	0,2996	-0,0113	-0,3299	-0,5933	-0,7508	-0,7744	-0,6657	-0,4555	-0,1964	0,0507
12	0,2317	0,3135	0,2913	0,1882	0,0477	-0,0777	-0,1406	-0,1106	0,0174	0,2196	0,4482	0,6424	0,7443	0,7143	0,5429	0,2529	-0,1055	-0,466	-0,7606	-0,9341	-0,9561	-0,8282	-0,5839	-0,281
13	0,0119	0,236	0,3538	0,3588	0,2742	0,1452	0,0261	-0,0333	-0,0008	0,1288	0,3304	0,5531	0,7326	0,809	0,7433	0,5287	0,1931	-0,2074	-0,6009	-0,9148	-1,0909	-1,0982	-0,941	-0,659
14	-0,3155	0,0142	0,2665	0,4032	0,4186	0,3386	0,2112	0,0937	0,0377	0,076	0,212	0,4169	0,6354	0,7998	0,8493	0,7473	0,4922	0,1179	-0,3137	-0,7255	-1,0418	-1,2037	-1,1831	-0,99
15	-0,6702	-0,2959	0,0546	0,3164	0,4529	0,4624	0,3749	0,2423	0,1245	0,074	0,1216	0,2671	0,4761	0,6886	0,8348	0,8554	0,7187	0,4293	0,0278	-0,4184	-0,8291	-1,1281	-1,2592	-1,2
16	-0,9683	-0,6183	-0,2272	0,1253	0,3766	0,4951	0,4851	0,3818	0,2407	0,1232	0,0806	0,1399	0,2947	0,5049	0,7066	0,8303	0,821	0,6537	0,3404	-0,0722	-0,513	-0,9014	-1,1636	-1,25
17	-1,1461	-0,8793	-0,5107	-0,12	0,2151	0,4378	0,5241	0,4854	0,362	0,2123	0,0972	0,0644	0,135	0,2956	0,5008	0,6853	0,7827	0,7447	0,5544	0,2312	-0,1737	-0,5881	-0,9337	-1,143
18	-1,1752	-1,027	-0,7338	-0,3615	0,0108	0,3112	0,4915	0,5367	0,465	0,3214	0,1651	0,0545	0,0317	0,1103	0,2704	0,463	0,6242	0,6937	0,6315	0,4293	0,1123	-0,2658	-0,6343	-0,921
19	-1,0668	-1,0428	-0,856	-0,5488	-0,1889	0,1492	0,402	0,5315	0,5318	0,4275	0,2663	0,1064	0,0015	-0,0133	0,068	0,2201	0,3932	0,5277	0,5712	0,4928	0,2918	-0,0025	-0,3366	-0,644
20	-0,8617	-0,9415	-0,8659	-0,6513	-0,3447	-0,0117	0,2802	0,4779	0,5539	0,5104	0,377	0,2022	0,0412	-0,0583	-0,0687	0,0092	0,1469	0,2966	0,405	0,4285	0,3449	0,1589	-0,0982	-0,376
21	-0,6146	-0,7607	-0,7788	-0,6618	-0,4331	-0,141	0,1536	0,3924	0,5329	0,5571	0,474	0,3162	0,1315	-0,0292	-0,1249	-0,1351	-0,0655	0,0548	0,1819	0,2697	0,283	0,2062	0,0477	-0,162
22	-0,3768	-0,546	-0,6263	-0,5934	-0,4489	-0,2202	0,0459	0,2953	0,479	0,5644	0,5413	0,4238	0,2461	0,0539	-0,1068	-0,201	-0,214	-0,1542	-0,0495	0,061	0,1381	0,153	0,0948	-0,027
23	-0,185	-0,3381	-0,4445	-0,4707	-0,4014	-0,244	-0,0274	0,2055	0,4075	0,5381	0,5728	0,5076	0,3602	0,1651	-0,0341	-0,1958	-0,2902	-0,3062	-0,2531	-0,1568	-0,0521	0,027	0,0555	0,0246
24	-0,0571	-0,1648	-0,2641	-0,3202	-0,3077	-0,2174	-0,06	0,1367	0,3336	0,4898	0,5717	0,5606	0,4574	0,2822	0,0702	-0,1371	-0,301	-0,3951	-0,4102	-0,3557	-0,256	-0,1432	-0,0492	0,0026
25	0,0031	-0,0403	-0,106	-0,1644	-0,1862	-0,151	-0,0531	0,0958	0,2694	0,4318	0,5466	0,5845	0,5313	0,3917	0,1885	-0,0421	-0,259	-0,4249	-0,5148	-0,5209	-0,4528	-0,3349	-0,2	-0,08
26	-0,0005	0,03	0,0169	-0,0198	-0,0531	-0,0566	-0,0122	0,0845	0,2217	0,3737	0,5062	0,5844	0,5819	0,488	0,311	0,0775	-0,1739	-0,4008	-0,5657	-0,6441	-0,6292	-0,5328	-0,3825	-0,214
27	-0,0635	0,0437	0,0965	0,1014	0,0782	0,0541	0,0556	0,1005	0,1929	0,3203	0,4559	0,5641	0,61	0,5687	0,433	0,2161	-0,0505	-0,3239	-0,5588	-0,7163	-0,7724	-0,7228	-0,5843	-0,39
28	-0,1829	-0,002	0,1249	0,1877	0,1951	0,1699	0,1422	0,1402	0,1828	-0,2734	0,397	0,5229	0,6121	0,6281	0,5476	0,3678	0,1084	-0,1926	-0,4865	-0,7238	-0,8642	-0,8852	-0,7879	-0,597
29	-0,3541	-0,1094	0,0937	0,2271	0,2843	0,2787	0,2387	0,1989	0,1909	0,2342	0,3296	0,4572	0,5799	0,6537	0,6404	0,5192	0,2935	-0,0091	-0,3424	-0,651	-0,8813	-0,9925	-0,9663	-0,812
30	-0,5638	-0,2753	-0,0025	0,2083	0,3318	0,367	0,335	0,2715	0,2169	0,2057	0,2566	0,3654	0,5043	0,6284	0,6883	0,6453	0,4826	0,2117	-0,1307	-0,4894	-0,8025	-1,0134	-1,0832	-1
31	-0,7849	-0,4839	-0,1602	0,1246	0,3249	0,4206	0,4194	0,3516	0,2612	0,1941	0,1864	0,2533	0,383	0,5383	0,6657	0,7117	0,6388	0,4365	0,1253	-0,2481	-0,6202	-0,9239	-1,1018	-1,12

b. Skema II

Skema 2 diisi dengan mengalikan data pasang surut dengan nilai pengali pada masing-masing harinya. Tabel 10 berisi deretan bilangan 1 dan -1, kecuali untuk X4 ada yang berisi bilangan 0 dan tidak dimasukkan dalam perkalian. Kemudian dilakukan perhitungan dengan menjumlahkan bilangan yang dikalikan dengan 1 dan diisikan dibawah kolom bertanda (+) untuk masing-masing X1, Y1, X2, Y2, X4, Y4. Hal yang sama juga dilakukan untuk penjumlahan dari perkalian dengan bilangan -1.

Tabel 24. Konstanta pengali untuk menyusun skema-II

X1		Y1		X2		Y2		X4		Y4	
+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
406	-373	-170	203	-24.5	57.88	366.9	-334	24.6	4.59	27.2	6.17
458	-403	-119	174	-127	182.6	360.4	-305	26	15.88	38.3	16.8
488	-417	-47.4	118	-229	300.3	303.2	-232	23.7	26.24	44.2	26.9
484	-409	30.4	44.2	-312	386.7	192.1	-117	15.8	32.52	41.8	32.8
440	-379	95.3	-34.2	-355	416.5	37.21	23.95	2.86	32.1	29.6	31.5
362	-331	127	-96.7	-341	372	-136	166.6	-13.2	24.09	9.07	21.6
264	-276	113	-125	-263	251.5	-290	278.7	-29	9.78	-16.3	4.7
172	-228	50	-106	-129	73.45	-386	330.8	-40.2	-7.77	-40.7	-14.8
109	-199	-49.4	-40.1	35.8	-125	-394	305	-42.7	-24.6	-58	-31.4
94.2	-198	-162	58.7	195	-298	-305	201.7	-34.5	-36.8	-62.8	-40.5
132	-225	-259	167	310	-402	-134	41.6	-16.7	-41.1	-52.5	-39.9
214	-273	-317	258	350	-409	80.04	-139	5.79	-36.1	-28.9	-30.1
318	-330	-323	310	306	-318	286	-298	26.7	-22.5	2.04	-14.1
416	-381	-277	312	186	-150	434.5	-399	40	-3.75	31.7	4.07
486	-414	-195	267	18.9	53.12	492	-420	42.5	15.17	51.9	20.1
512	-423	-101	190	-154	243.1	449.4	-361	34.8	29.2	58.1	30.6
492	-409	-19	102	-295	378.8	323.1	-240	20	35.08	50.1	33.3
437	-376	33.9	26.6	-376	436.2	148.4	-88	2.88	32.29	32	28.4
363	-335	50.1	-22	-385	412.7	-31.8	59.94	-12.4	23.03	10	18.1
289	-294	32.7	-37.2	-329	324.7	-180	175.9	-22.9	10.82	-10.2	5.7
229	-259	-8.8	-21.8	-230	199.2	-274	243.4	-27.5	-1.05	-24.9	-5.65
188	-235	-62.9	16.1	-112	64.99	-306	259.3	-27	-10.4	-32.9	-13.9
168	-221	-120	66.6	1.76	-55.3	-284	230.5	-23	-16.5	-34.9	-18.7
166	-219	-175	122	95.2	-149	-223	169.1	-17.2	-19.7	-32.9	-20.5
180	-229	-225	176	161	-210	-136	87.35	-10.7	-20.8	-28.4	-20.4
209	-250	-267	226	198	-239	-35.9	-5.09	-3.81	-20.5	-22.3	-18.7
253	-282	-297	267	205	-234	71.41	-101	3.99	-18.6	-13.8	-15.3
310	-322	-307	295	182	-194	179.1	-191	12.7	-14.4	-2.27	-9.91
375	-364	-290	300	126	-116	276.8	-267	21.4	-7.09	12.4	-2.17

Untuk mendapatkan nilai:

X1 = mulai jam 7 di tambah sampai jam 18.00, sehingga mendapatkan nilai -
4.06

Y1 = mulai jam 13.00 di tambah sampai jam 24.00, sehingga mendapatkan nilai -
1.70

X2 = mulai jam 01.00 sampai jam 3.00 di tambah jam 10.00, sampai jam 15.00
di tambah lagi dari jam 22.00 sampai jam 24.00, sehingga mendapatkan nilai -
2.45

Y2 = mulai jam 24.00 di tambah sampai jam 5.00 terus di tambah lagi dari jam
12.00 sampai jam 17.00, sehingga mendapatkan nilai 3.07

X4 = mulai jam 1.00 di tambah jam 6.00 sampai jam 7.00, di tambah lagi jam
12.00 sampai jam 13.00, di tambah lagi dari jam 18.00 sampai jam 19.00,
dan yang terakhir di tambah jam 24.00, sehingga mendapatkan nilai 24.6

Y4 = mulai jam 1.00 sampai jam 3.00, di tambah lagi jam 7.00 sampai jam 9.00
di tambah lagi dari jam 13.00 sampai jam 15.00, dan yang terakhir di tambah
jam 19.00 sampai jam 21.00, sehingga mendapatkan nilai 27.2

c. 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 31 Desember 2024. 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 negatif maka ditambahkan dengan 2000 untuk kolom X_1 , Y_1 , X_2 , Y_2 , X_4 , Y_4 .

Tabel 25. Hasil skema-III

X_0	X_1	Y_1	X_2	Y_2	X_4	Y_4
	2000	2000	2000	2000	2000	2000
33		1627		2700		2021
55		1707		2666		2021
71		1834		2535		2017
75		1986		2310		2009
61		2129		2013		1998
31		2224		1697		1987
-12		2237		1431		1979
-56		2156		1283		1974
-89		1991		1301		1973
-103		1779		1493		1978
-92		1574		1824		1987
-59		1424		2219		2001
-12		1367		2584		2016
36		1411		2833		2028
72		1538		2912		2032
89		1709		2810		2028
83		1879		2563		2017
60		2007		2236		2004
28		2072		1908		1992
-5		2070		1644		1984
-31		2013		1483		1981

(Sambungan *tabel. 25*)

-47		1921		1435		1981
-54		1813		1485		1984
-53		1703		1608		1988
-49		1600		1776		1992
-41		1508		1969		1996
-29		1436		2172		2002
-12		1399		2370		2008
10		1409		2543		2015
-39	76068	51525	55453	59806	57994	57992

d. Skema IV

Tabel 26. Hasil skema-IV

Index	Tanda	X	Y	X	Y
		Tambahan		Jumlah	
00	+	-38,73		-39	
10	+	76067,81	51524,57		
	-	58000	58000	18067,81	-6475,43
12	+	41285	24242		
	-	34783	27283		
(29)	(-)	2000	2000	4501,45	-5040,91
1b	+	29696,79	19004,31		
	-	33130,54	23869,18	-3433,75	-4864,87
13	+	40207,74	26375,08		
	-	35860,07	25149,49		
(29)	(-)	2000	2000	2347,67	-774,41
1c	+	36815,02	24580,86		
	-	36352,8	25405,84	462,22	-824,98
20	+	55452,69	59805,75		
	-	58000	58000	-2547,31	1805,75
22	+	29674,03	37423,47		
	-	25778,66	22382,28		
(29)	(-)	2000	2000	1895,37	13041,19
2b	+	29008,83	23636,61		

(Sambungan tabel. 26)

	-	16698	25295,9	12310,83	-1659,29
23	+	28173,6	32700,14		
	-	27279,09	27105,61		
(29)	(-)	2000	2000	-1105,49	3594,53
2c	+	27079,26	29339,76		
	-	26407,62	27554,06	671,64	1785,7
42	+	30229,35	30213,67		
	-	27764,82	27778,38		
(29)	(-)	2000	2000	464,53	435,29
4b	+	24215,95	23952,47		
	-	23751,41	24017,12	464,54	-64,65
44	+	29989,11	29998,82		
	-	28005,06	27993,23		
(29)	(-)	2000	2000	-15,95	5,59
4d	+	24000,18	23971,97		
IV	-	23967	23998	33	-26

Tabel 27. Hasil skema-V & VI

			So	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4
V	X ₀₀	=	-39							
	X ₁₀	=	18068	-38,73			18067,810	-1445,425		
	X ₁₂ - Y _{1b}	=	9366		655,642		-187,326	9366,32		187,326
	X ₁₃ - Y _{1c}	=	3173							
	X ₂₀	=	-2547		76,419	-2547,31	76,419			
	X ₂₂ - Y _{2b}	=	3555		3554,66	53,320	117,304	7,109	-206,170	-124,413
	X ₂₃ - Y _{2c}	=	-2891		173,471		-2891,19			
	X ₄₂ - Y _{4b}	=	529		15,875					529,18
	X ₄₄ - Y _{4d}	=	10						9,700	0,776
	Y ₁₀	=	-6475				-6475,43	518,034		
VI	Y ₁₂ + X _{1b}	=	-8475		-593,226		169,49	-8474,66		-254,24
	Y ₁₃ + X _{1c}	=	-312							
	Y ₂₀	=	1806		-54,17	1805,75	-54,17			
	Y ₂₂ + X _{2b}	=	25352		25352,02	380,28	811,26	-1470,42		-887,32
	Y ₂₃ + X _{2c}	=	4266		-255,97		4266,17			
	Y ₄₂ + X _{4b}	=	900		26,99				9,00	899,83
	Y ₄₄ + X _{4d}	=	39						38,59	3,09
			So	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4

Tabel 28. Hasil skema VII

VII	V	PR cos r	-38,730	4476,069	-2493,990	-2697,467	17887,593	7714,725	9,700	592,869
	V	I PR sin r		24475,646	2186,030	5023,262	-6305,937	-9427,043	47,588	-238,643
		PR	38,730	24881,568	3316,431	5701,709	18966,571	12181,384	48,567	639,097
	Daftar 3a	: P	696,000	559,000	448,000	566,000	439,000	565,000	507,000	535,000
	Hasil hitung	: f		0,963	1,000	0,963	1,113	1,183	0,928	0,963
	Hasil Hitung	: I+W		1,000	0,729	0,888	1,275	1,000	1,000	0,729
	Hasil Hitung	V		379,118	0,000	323,311	354,151	384,968	398,237	379,118
	Hasil Hitung	u		-0,090	0,000	-0,090	-0,323	0,364	-0,180	-0,090
	Hasil Hitung	w		0,000	7,274	9,278	2,679	0,000	0,000	7,274
	Daftar 3a (3b) :	p		333,000	345,000	327,000	173,000	160,000	307,000	318,000
	Hasil Hitung	: r		79,636	138,765	118,236	340,581	309,296	78,479	338,074
	Jumlah	: s		791,665	491,039	777,735	870,088	854,627	783,536	1042,377
		g		71,665	131,039	57,735	150,088	134,627	63,536	322,377
	PR / [P X f X (1 + W)] = A		-0,056	46,205	10,155	11,772	30,446	18,231	0,103	1,701

(Sambungan tabel. 28)

w dan (1 + W) utk S2 , MS4				M2 , O1 , M4 : W = 0 : w = 0			
VII	: K1	V	=	354.151	S2	:	f = 1 : V, u = 0
VII	: K1	u	=	-0.323	N2 , MS4	:	f, u sama dengan M2
Jumlah V + u =				353.828	M4	:	f = (f M2) ^ 2
S2 :	w/f	=	5.524			=	0.928
	W/f	=	-0.206			V =	(V M2) x 2
K2	f	=	1.317			=	758.2367089
	w	=	7.274			u =	(u M2) x 2
	W	=	-0.271			=	-0.17959702
	1 + W	=	0.729		MS4	V =	V M2
w dan (1 + W) utk K1						=	379.1183545
VII	: K1 : 2V	=	708.301		K2	:	A = A S2 x 0.23
VII	: K1 : u	=	-0.323			=	2.335721661
Jumlah : 2V + u =				-12.022		g =	g S2
	K1 : wf	=	2.981			=	131.039
	K1 : Wf	=	0.326		P1	:	A = A K1 x 0.33
	w	=	2.679			=	10.04722538
	W	=	0.275			g =	g K1
	1 + W	=	1.275			=	150.088
w dan (1 + W) utk N2							
VII	: M2 : 3V	=	1137.355				
VII	: N2 : 2V	=	646.623				
selisih (M2 - N2) =				490.732			
	N2 : w	=	9.278				
	N2 : 1+W	=	0.888				

Hasil Akhir

	So	M2	S2	N2	K2	K1	O1	P1	M4	MS4
A cm	-0,1	46,2	10,2	11,8	2,3	30,4	18,2	10,0	0,1	1,7
g		71,7	131,0	57,7	131,0	150,1	134,6	150,1	63,5	322,4

$$Z0 = -0.1 + 46.2 + 10.2 + 11.8 + 2.3 + 30.4 + 18.2 + 10.0 + 0.1 + 1.7$$

$$= 131.00 \text{ cm}$$

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

$$\text{HHWL} = Z0 + (M2 + S2) + (O1 + K1)$$

$$= 131.00 + (46.2 + 10.2) + (18.2 + 30.4)$$

$$= 236.0 \text{ cm}$$

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

$$= 131.00 + (46.2 + 10.2)$$

$$= 187.4 \text{ cm}$$

$$\text{FORMZAH} = (M_2 + S_2) / (K_1 + O_1)$$

$$= (46.2 + 10.2) / (30.4 + 18.2)$$

$$= 0.863 \text{ cm}$$

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

$$= 131.00 - (46.2 + 10.2) - (18.2 + 30.4)$$

$$= 26.0 \text{ cm}$$

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

$$= 131.00 - (46.2 + 10.2)$$

$$= 74.6 \text{ cm}$$

Keterangan :

Z_0 : hasil penjumlahan nilai S_0 , M_2 , S_2 , N_2 , K_2 , K_1 , O_1 , P_1 , M_4 , MS_4 .

MSL : Means Sea Level (muka air laut rerata)

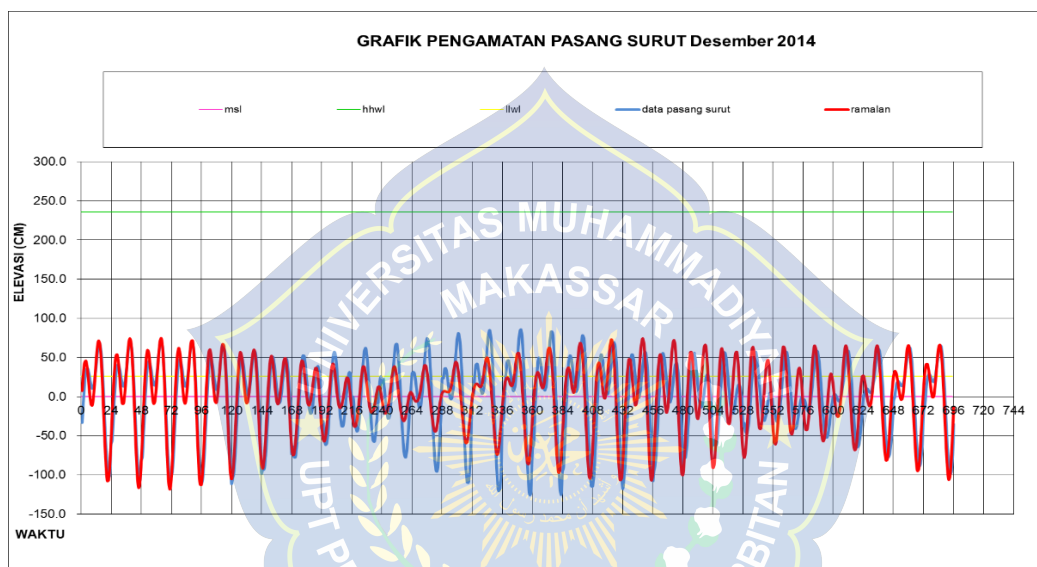
HHWL: Highest High Water Level (air tertinggi pada saat pasang surut purnama).

LLWL : Lowest Low Water Level (air terendah pada saat pasang surut purnama).

MHWL : Mean High Water Level (muka air tinggi rerata).

MLWL : Mean Low Water Level (muka air rendah rerata).

Berdasarkan perhitungan dari skema pasang surut maka dapat terbentuk



Gambar 43. Grafik pasang surut Desember 2024

Berdasarkan grafik pasang surut dalam kurun waktu ± 1 bulan dapat diketahui bahwa Mean High Water Level (muka air tinggi rerata) sebesar 187.4 cm sedangkan Mean Low Water Level (muka air rendah rerata) sebesar 74.6 cm.

2. Pasang surut (Data primer)

a. Skema-I

Tabel 29. Data pasang surut bulan Oktober 2025

Jam																								
Tanggal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
17-Oct-25	-1,5	-1,5	-1,6	-1,6	-1,7	1,7	1,8	1,8	1,7	1,5	1,4	1,2	1,0	-0,8	-0,7	-0,8	-0,8	-1,0	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7	1,7
18-Oct-25	-1,6	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	1,6	1,7	1,7	1,7	1,6	1,4	1,2	1,0	-0,9	-0,8	-0,7	-0,8	-1,0	1,2	1,4	1,6	1,7	-1,7
19-Oct-25	-1,7	-1,6	-1,5	-1,3	-1,3	-1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,8	1,7	1,5	1,3	-1,1	-0,9	-0,7	-0,7	-0,8	1,1	1,3	1,6	1,7	-1,8
20-Oct-25	-1,8	-1,7	-1,5	-1,3	-1,1	-1,1	1,1	1,3	1,5	1,7	1,8	1,9	1,8	1,6	1,4	1,1	0,9	0,7	-0,8	0,9	1,2	1,5	1,7	-1,9
21-Oct-25	-1,9	1,8	1,6	-1,3	-1,1	-0,9	-0,8	0,9	1,2	1,5	1,7	1,9	2,0	1,9	1,7	1,4	1,1	0,9	0,8	0,8	1,0	1,3	1,7	1,9
22-Oct-25	2,0	2,0	1,8	-1,4	-1,1	-0,8	-0,6	0,6	0,8	1,1	1,5	1,8	2,0	2,1	1,9	1,7	1,4	1,1	0,9	0,8	0,9	1,2	1,6	1,9
23-Oct-25	2,1	2,1	2,0	-1,7	-1,2	0,8	-0,5	-0,4	0,5	0,7	1,1	1,5	1,9	2,1	2,1	1,9	1,7	1,3	1,1	-0,9	0,9	-1,1	1,4	1,8
24-Oct-25	2,1	2,2	2,2	1,9	1,5	1,0	-0,6	-0,3	0,3	0,4	0,7	1,1	1,6	1,9	2,1	2,1	1,9	1,6	1,3	-1,1	-1,0	-1,1	1,3	1,7
25-Oct-25	2,0	2,2	2,3	2,1	1,8	1,3	-0,8	-0,4	0,2	0,2	0,4	0,7	1,2	1,6	1,9	2,0	2,0	1,8	1,5	-1,3	-1,1	-1,1	1,2	1,5
26-Oct-25	-1,9	2,1	-2,3	2,3	2,0	1,7	1,2	-0,7	0,3	0,2	0,2	0,4	0,8	1,2	1,6	-1,9	2,0	1,9	-1,7	-1,5	-1,3	-1,2	1,2	1,4
27-Oct-25	-1,7	-2,0	-2,2	2,3	2,2	1,9	1,5	1,1	0,6	0,3	0,2	0,3	0,5	0,9	1,2	-1,6	-1,8	1,9	-1,8	-1,6	-1,5	1,3	1,3	1,3
28-Oct-25	-1,5	-1,8	-2,0	-2,2	-2,2	2,1	1,8	1,4	1,0	0,7	0,4	0,3	0,4	0,6	0,9	-1,2	-1,5	-1,7	-1,8	1,7	-1,6	1,5	-1,4	-1,3
29-Oct-25	-1,4	-1,6	-1,8	-2,0	-2,1	-2,1	2,0	1,7	1,4	1,0	0,7	0,5	0,4	0,5	0,7	0,9	-1,2	-1,5	1,7	1,7	1,7	1,6	-1,5	-1,4
30-Oct-25	-1,4	-1,4	-1,5	-1,7	-1,8	-1,9	2,0	1,9	1,7	1,4	1,1	0,8	0,7	0,6	0,6	0,8	1,0	-1,2	1,5	1,6	1,7	1,7	-1,6	-1,5
31-Oct-25	-1,4	-1,4	-1,4	-1,4	-1,5	-1,7	1,8	1,8	1,8	1,7	1,5	1,2	1,0	0,8	0,7	0,7	0,8	-1,0	1,3	1,5	1,7	1,8	-1,8	-1,7

b. Skema II

Skema 2 diisi dengan mengalikan data pasang surut dengan nilai pengali pada masing-masing harinya. Tabel 10 berisi deretan bilangan 1 dan -1, kecuali untuk X4 ada yang berisi bilangan 0 dan tidak dimasukkan dalam perkalian. Kemudian dilakukan perhitungan dengan menjumlahkan bilangan yang dikalikan dengan 1 dan diisikan dibawah kolom bertanda (+) untuk masing-masing X1, Y1, X2, Y2, X4, Y4. Hal yang sama juga dilakukan untuk penjumlahan dari perkalian dengan bilangan -1.

Tabel 30. Konstanta pengali untuk menyusun skema-II

X1		Y1		X2		Y2		X4		Y4	
+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
1145	-321	262	562	-374	1198	10,87	812,7	243	117,9	713	111
1263	-324	585	355	82,5	857,1	-267	1206	267	520,3	756	183
1387	-343	603	442	213	831,6	-169	1213	272	583	776	268
1488	-396	649	443	320	772,1	-60,8	1153	250	624,4	760	333
1688	417,1	1251	854	1437	668,3	696,4	1409	547	629,3	1382	723
1686	823,2	1744	765	1878	631,2	876,5	1632	977	590	1353	1156
1546	571,3	1436	681	1838	278,9	1163	954,4	737	285,4	824	1293
1457	1014	1278	1192	2084	386,3	1901	569,4	707	869	952	1518
1311	1021	1217	1115	1927	404,9	1977	354,3	599	864,7	867	1465
430	384	-4,71	818	525	288,7	1011	-197	-39,8	479,8	-105	919
179	291,7	-207	677	49,2	421	258,5	211,7	-314	423	-111	581
-58,7	-691	-739	-11,1	-889	138,9	-904	154,3	88,8	-604	-102	-648
690	-680	178	-168	-584	594	-648	657,8	504	-246	603	-593
1074	-593	368	113	-465	946,2	-333	814,1	539	81,46	735	-254
1223	-548	332	344	-318	993	-233	908,4	539	170,5	833	-157

Untuk mendapatkan nilai:

X1 = mulai jam 7 di tambah sampai jam 18.00, sehingga mendapatkan nilai 11.45

Y1 = mulai jam 13.00 di tambah sampai jam 24.00, sehingga mendapatkan nilai -
2.62

X2 = mulai jam 01.00 sampai jam 3.00 di tambah jam 10.00, sampai jam 15.00 di
tambah lagi dari jam 22.00 sampai jam 24.00, sehingga mendapatkan nilai -3.74

Y2 = mulai jam 24.00 di tambah sampai jam 5.00 terus di tambah lagi dari jam
12.00 sampai jam 17.00, sehingga mendapatkan nilai 10.87

X4 = mulai jam 1.00 di tambah jam 6.00 sampai jam 7.00, di tambah lagi jam
12.00 sampai jam 13.00, di tambah lagi dari jam 18.00 sampai jam 19.00,
dan yang terakhir di tambah jam 24.00, sehingga mendapatkan nilai 2.43

Y4 = mulai jam 1.00 sampai jam 3.00, di tambah lagi jam 7.00 sampai jam 9.00
di tambah lagi dari jam 13.00 sampai jam 15.00, dan yang terakhir di tambah
jam 19.00 sampai jam 21.00, sehingga mendapatkan nilai 7.13

c. 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 17 Oktober sampai 31 Oktober 2025. 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 negatif maka ditambahkan dengan 2000 untuk kolom X_1 , Y_1 , X_2 , Y_2 , X_4 , Y_4 .

Tabel 31. Hasil skema-III

X_0	X_1	Y_1	X_2	Y_2	X_4	Y_4
	2000	2000	2000	2000	2000	2000
824	3466	1700	428	1198	2126	2601
940	3587	2230	1225	527	1747	2573
1044	3730	2161	1381	618	1689	2508
1092	3884	2207	1548	786	1625	2427
2105	3271	2396	2769	1288	1917	2658
2509	2862	2980	3247	1244	2387	2197
2117	2975	2755	3560	2209	2451	1531
2470	2443	2085	3698	3331	1838	1434
2332	2290	2102	3522	3623	1735	1402
814	2046	1177	2236	3207	1480	976
470	1887	1116	1628	2047	1263	1307
-750	2633	1272	972	941	2693	2546
10	3371	2346	822	695	2750	3197
481	3667	2256	589	853	2457	2990
675	3771	1988	689	859	2368	2990

d. Skema IV

Tabel 32. Hasil Skema-IV

Index	Tanda	X	Y	X	Y
		Tambahan		Jumlah	
00	+	17133,75		17134	
10	+	73882,33	58770,63		
	-	58000	58000	15882,33	770,63
12	+	42109	30159		
	-	31774	28612		
(29)	(-)	2000	2000	8334,81	-452,85
1b	+	27892,19	22268,69		
	-	32309,25	26728,91	-4417,06	-4460,22
13	+	41531	33088,06		
	-	32351,33	25682,57		
(29)	(-)	2000	2000	7179,67	5405,49
1c	+	39494,99	27683,31		
	-	30615,94	29099,26	8879,05	-1415,95
20	+	56313,37	51425,53		
	-	58000	58000	-1686,63	-6574,47
22	+	21654,83	20476,65		
	-	34658,54	30948,88		
(29)	(-)	2000	2000	-15003,71	-12472,23
2b	+	21769,31	23365,95		
	-	25729,53	18671,37	-3960,22	4694,58
23	+	28604,42	22550,32		
	-	27708,95	28875,21		
(29)	(-)	2000	2000	-1104,53	-8324,89
2c	+	21362,25	18952,43		
	-	34261,82	31614,52	-12899,57	-12662,09
42	+	31455,74	35832,39		
	-	27071,66	25504,92		
(29)	(-)	2000	2000	2384,08	8327,47
4b	+	24378,99	24417,29		
	-	23816,94	25894,59	562,05	-1477,3
44	+	31108,63	31717,67		

(Sambungan *tabel. 32*)

	-	27418,77	29619,64		
(29)	(-)	2000	2000	1689,86	98,03
4d	+	26656,14	27118,48		
IV	-	21540	23193	5116	3925

Tabel 33. Hasil skema-V & VI

			So	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4
(29) : Daftar 3a (15) : Daftar 3b	X ⁰⁰ =	17134	17133,75							
	X ¹⁰ =	15882					15882,330	-1270,586		
	X ¹² - Y ^{1b} =	12795		895,652			-255,901	12795,03		255,901
	X ¹³ - Y ^{1c} =	8596								
	X ²⁰ =	-1687		50,599	-1686,63	50,599				
	X ²² - Y ^{2b} =	-19698		-19698,29	-295,474	-650,044	-39,397	1142,501		689,440
	X ²³ - Y ^{2c} =	11558		-693,454		11557,56				
	X ⁴² - Y ^{4b} =	3861		115,841						3861,38
V	X ⁴⁴ - Y ^{4d} =	-2235							-2235,220	-178,818
VI	Y ¹⁰ =	771					770,63	-61,650		
	Y ¹² + X ^{1b} =	-4870		-340,894			97,40	-4869,91		-146,10
	Y ¹³ + X ^{1c} =	14285								
	Y ²⁰ =	-6574		197,23	-6574,47	197,23				
	Y ²² + X ^{2b} =	-16432		-16432,45	-246,49			953,08		575,14
	Y ²³ + X ^{2c} =	-21224		1273,47		-21224,46				
	Y ⁴² + X ^{4b} =	8890		266,69					88,90	8889,52
	Y ⁴⁴ + X ^{4d} =	5214							5214,38	417,15
			So	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4

Tabel 34. Hasil skema VII

VII	V	PR cos r	17133,750	-19329,651	-1982,104	10958,115	15587,033	12666,944	-2235,220	4627,903
	V	I PR sin r		-15035,956	-6820,957	-21553,064	868,028	-3978,478	5303,275	9735,709
		PR	17133,750	24489,087	7103,111	24178,810	15611,184	13277,039	5755,079	10779,681
	Daftar 3a	: P	696,000	559,000	448,000	566,000	439,000	565,000	507,000	535,000
	Hasil hitung	: f		0,964	1,000	0,964	1,110	1,179	0,930	0,964
	Hasil Hitung	: 1+W		1,000	1,316	1,079	0,793	1,000	1,000	1,316
	Hasil Hitung	V		337,813	0,000	361,704	286,888	410,925	315,626	337,813
	Hasil Hitung	u		0,494	0,000	0,494	1,780	-2,009	0,988	0,494
	Hasil Hitung	w		0,000	13,653	-9,468	13,288	0,000	0,000	13,653
	Daftar 3a (3b) :	p		333,000	345,000	327,000	173,000	160,000	307,000	318,000
	Hasil Hitung	: r		217,878	253,797	296,950	3,187	342,563	112,854	64,576
	Jumlah	: s		889,185	612,450	976,679	478,144	911,479	736,469	734,536
		g		169,185	252,450	256,679	118,144	191,479	16,469	14,536
	PR / [P X f X (1 + W)] = A			45,431	12,052	41,041	40,396	19,933	12,208	15,883

(Sambungan **tabel. 34**)

VII : K1 V =	286,888
VII : K1 u =	1,780
Jumlah V + u =	288,668
S2 : w/f =	10,430
W/f =	0,241
K2 f =	1,309
w =	13,653
W =	0,316
1 + W =	1,316

VII : K1 : 2V =	573,776
VII : K1 : u =	1,780
Jumlah : 2V + u =	-144,444
K1 : wf =	14,757
K1 : Wf =	-0,244
w =	13,288
W =	-0,207
1 + W =	0,793

VII : M2 : 3V =	1013,440
VII : N2 : 2V =	723,407
selisih (M2 - N2) =	290,032
N2 : w =	-9,468
N2 : 1+W =	1,079

M2, O1, M4 : W = 0 : w = 0
S2 : f = 1 : V, u = 0
N2, MS4 : f, u sama dengan M2
M4 : f = (f M2) ^ 2
= 0,930
V = (V M2) x 2
= 675,6264162
u = (u M2) x 2
= 0,987787552
MS4 V = V M2
= 337,8132081
K2 : A = A S2 x 0.23
= 2,771945727
g = g S2
= 252,450
P1 : A = A K1 x 0.33
= 13,33052476
g = g K1
= 118,144

Hasil Akhir

	So	M2	S2	N2	K2	K1	O1	P1	M4	MS4
A cm	70,6	45,4	12,1	41,0	2,8	40,4	19,9	13,3	12,2	15,9
g		169,2	252,4	256,7	252,4	118,1	191,5	118,1	16,5	14,5

$$Z0 = -0.1 + 45.4 + 12.1 + 41.0 + 2.8 + 40.4 + 19.9 + 13.3 + 12.2 + 15.9$$

$$= 252.4 \text{ cm}$$

$$\text{MSL} = 70.6$$

$$\text{HHWL} = Z0 + (M2 + S2) + (O1 + K1)$$

$$= 252.4 + (45.4 + 12.1) + (19.9 + 40.4)$$

$$= 260.5 \text{ cm}$$

$$MHWL = Z_0 + (M_2 + S_2)$$

$$= 252.4 + (45.4 + 12.1)$$

$$= 260.5 \text{ cm}$$

$$FORMZAH = (M_2 + S_2) / (K_1 + O_1)$$

$$= (45.4 + 12.1) / (40.4 + 19.9)$$

$$= 1.049 \text{ cm}$$

$$LLWL = Z_0 - (M_2 + S_2) - (O_1 + K_1)$$

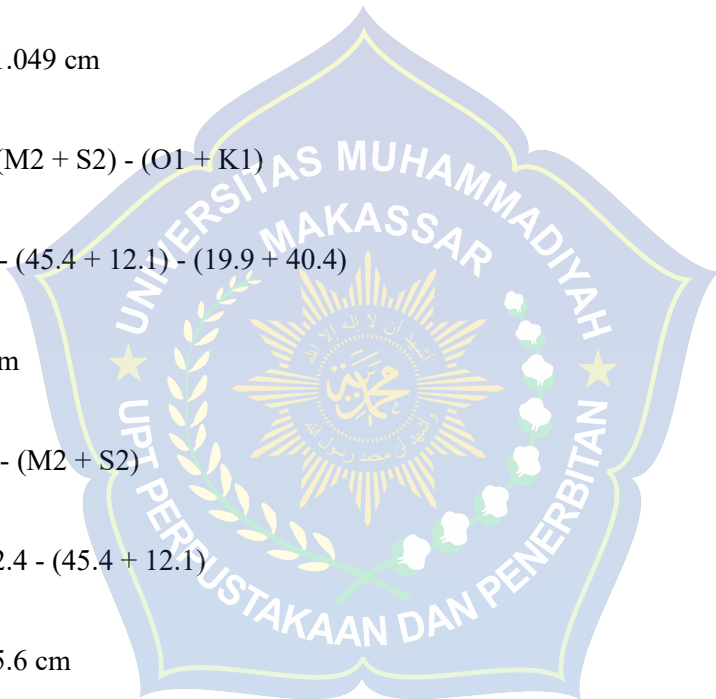
$$= 252.4 - (45.4 + 12.1) - (19.9 + 40.4)$$

$$= 85.2 \text{ cm}$$

$$MLWL = Z_0 - (M_2 + S_2)$$

$$= 252.4 - (45.4 + 12.1)$$

$$= 145.6 \text{ cm}$$



Keterangan :

Z0 : hasil penjumlahan nilai S0, M2, S2, N2, K2, K1, O1, P1, M4, MS4.

MSL : Means Sea Level (muka air laut rerata)

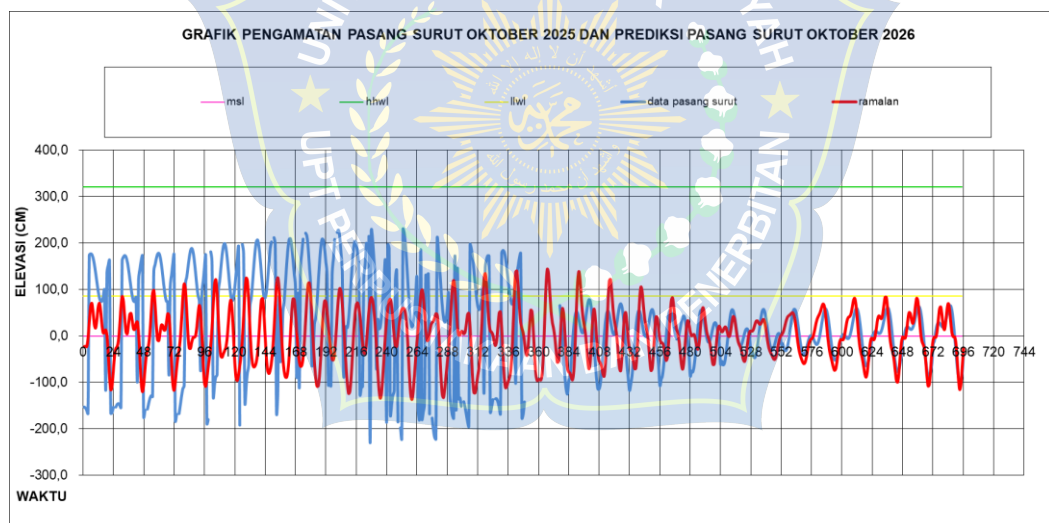
HHWL: Highest High Water Level (air tertinggi pada saat pasang surut purnama).

LLWL : Lowest Low Water Level (air terendah pada saat pasang surut purnama).

MHWL : Mean High Water Level (muka air tinggi rerata).

MLWL : Mean Low Water Level (muka air rendah rerata).

Berdasarkan perhitungan dari skema pasang surut maka dapat terbentuk



Gambar 44. Grafik pasang surut Oktober 2025

Berdasarkan grafik pasang surut dalam kurun waktu ± 1 bulan dapat diketahui bahwa Mean High Water Level (muka air tinggi rerata) sebesar 260.5 cm sedangkan Mean Low Water Level (muka air rendah rerata) sebesar 145.6 cm.

E. Perbandingan data primer dan sekunder (BMKG)

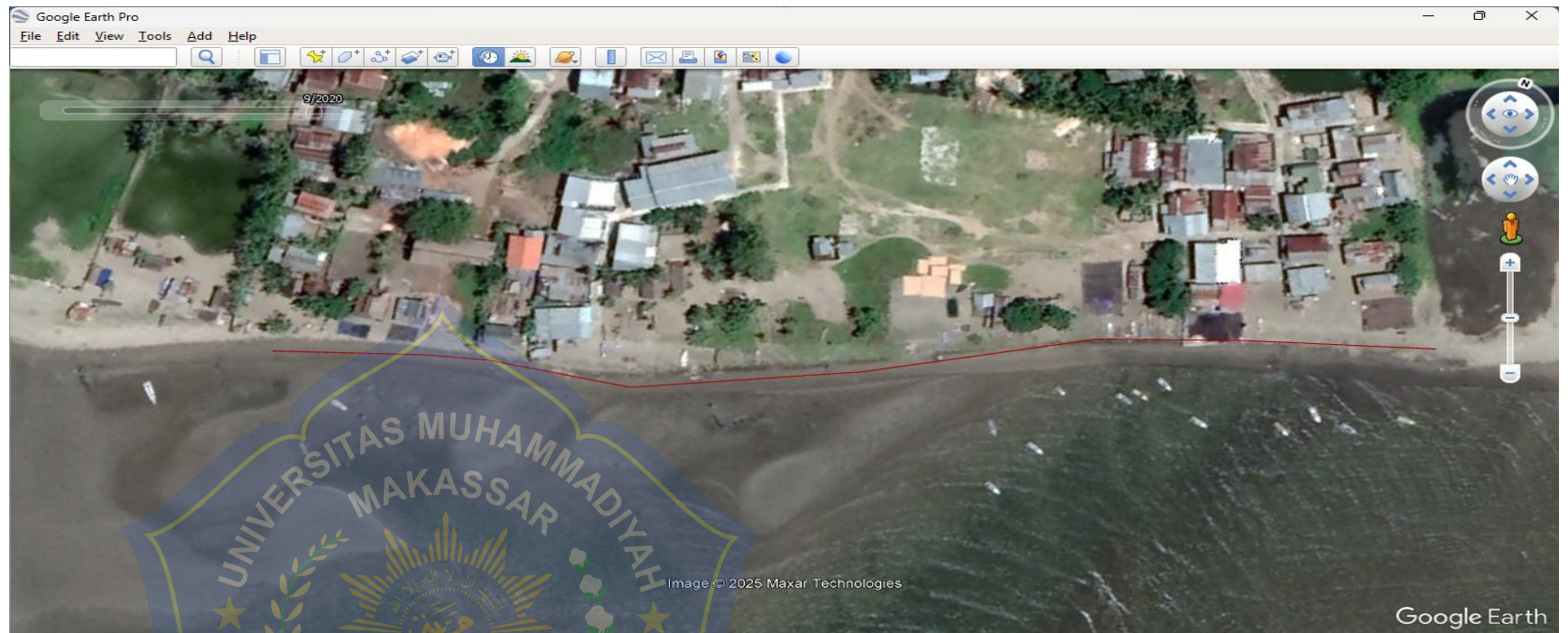
Data pasang surut dalam penelitian ini berasal dari pengukuran langsung selama 15 hari pada bulan Oktober dan dibandingkan dengan data harian BMKG selama 29 hari pada bulan Desember. Perbandingan tersebut dilakukan untuk menilai kesesuaian dinamika pasut di lapangan dengan kondisi klimatologis wilayah Bulukumba. Variasi nilai Mean Sea Level (MSL), High High Water Level (HHWL), dan Low Low Water Level (LLWL) pada tabel menunjukkan perbedaan karakteristik pasang surut antarperiode, yang kemudian dianalisis untuk memahami potensi pengaruhnya terhadap proses abrasi dan akresi di Pantai Kalumeme.

Tabel 35. Data perbandingan pasang surut primer dan sekunder

Parameter	Data Primer	Data Sekunder (BMKG)	Keterangan
MSL	70.6	-0.1	Perbedaan disebabkan oleh selisih periode pengamatan antara primer (15 hari) dan sekunder (29 hari)
HHWL	260.5	236	Perbedaan nilai mencerminkan variasi pasang maksimum pada periode pengamatan yang berbeda.
LLWL	85.2	26	Perbedaan terjadi akibat frekuensi kejadian surut minimum yang tidak sama pada kedua periode.

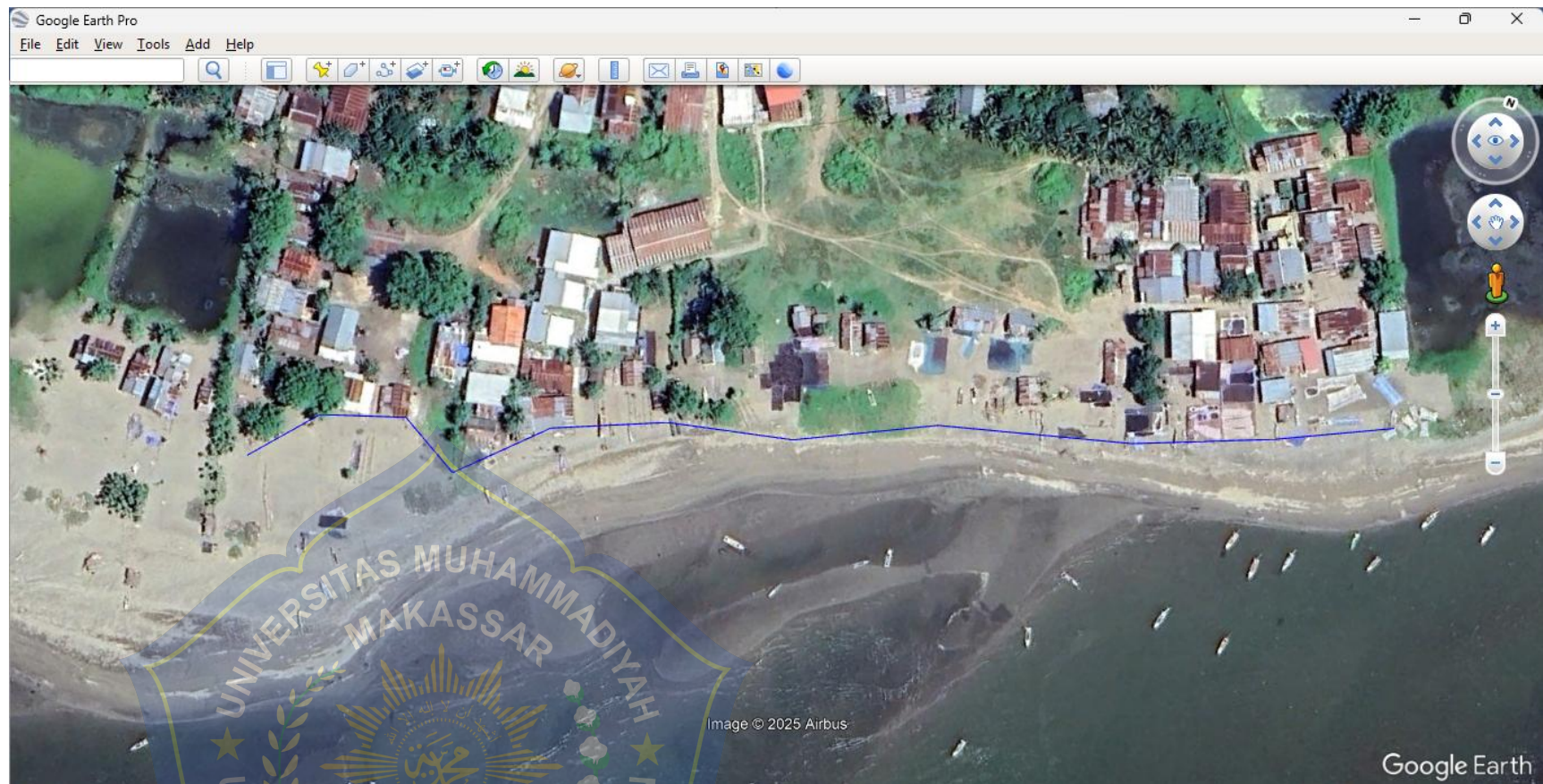
F. Perubahan Garis Pantai dan Mengetahui Abrasi dan Akresi Pada Aplikasi ArcGIS

1. Garis pantai yang telah di digitasi pada Google Earth Pro Tahun 2020-2024



Gambar 45. Garis Pantai Pesisir Kelurahan Kalumeme yang di digitasi pada aplikasi Google Earth Pro dengan seri waktu

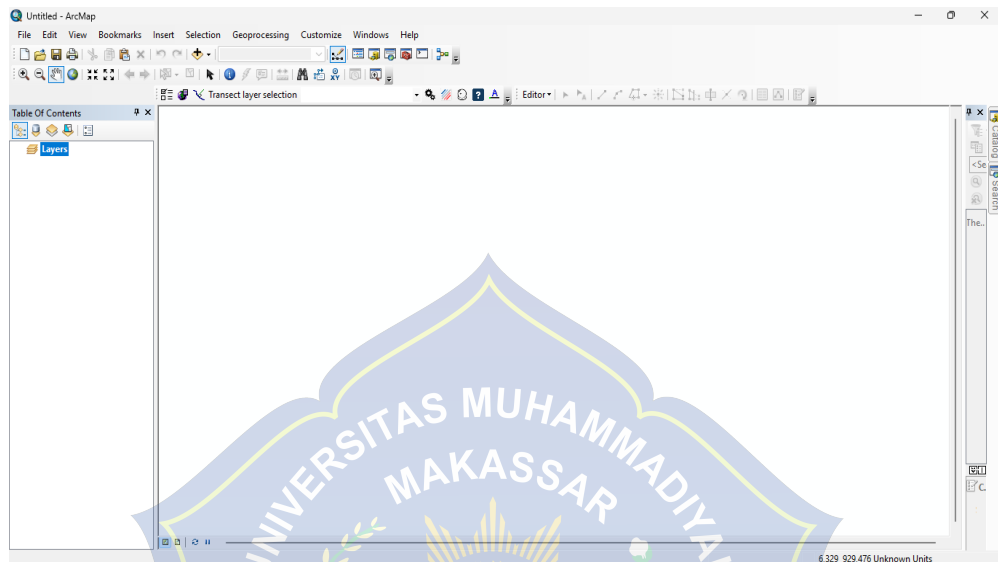
Agustus 2020



Gambar 46. Garis Pantai Pesisir Kelurahan Kalumeme yang di digitasi pada aplikasi Google Earth Pro dengan seri waktu Maret 2024

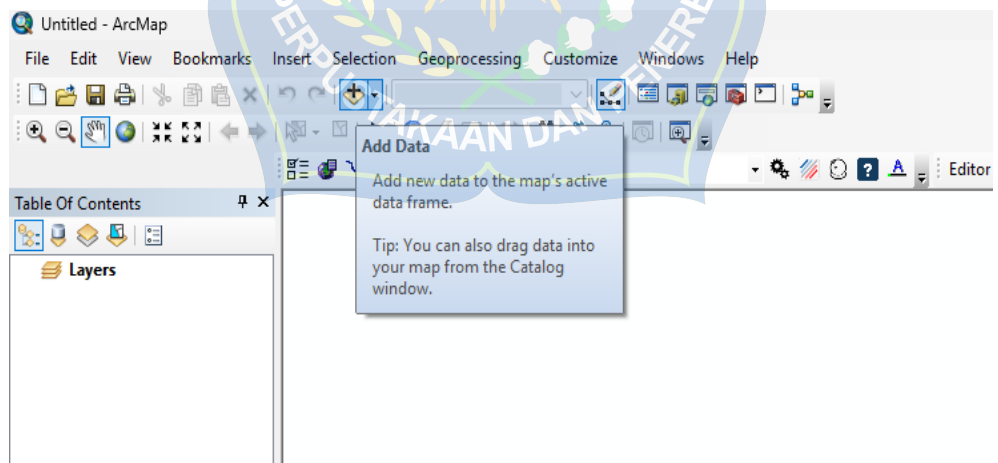
2. Langkah-langkah pemodelan garis pantai pada Perangkat Lunak Digital Shoreline Analysis System (DSAS)

a. Tambahkan garis pantai yang telah di digitasi



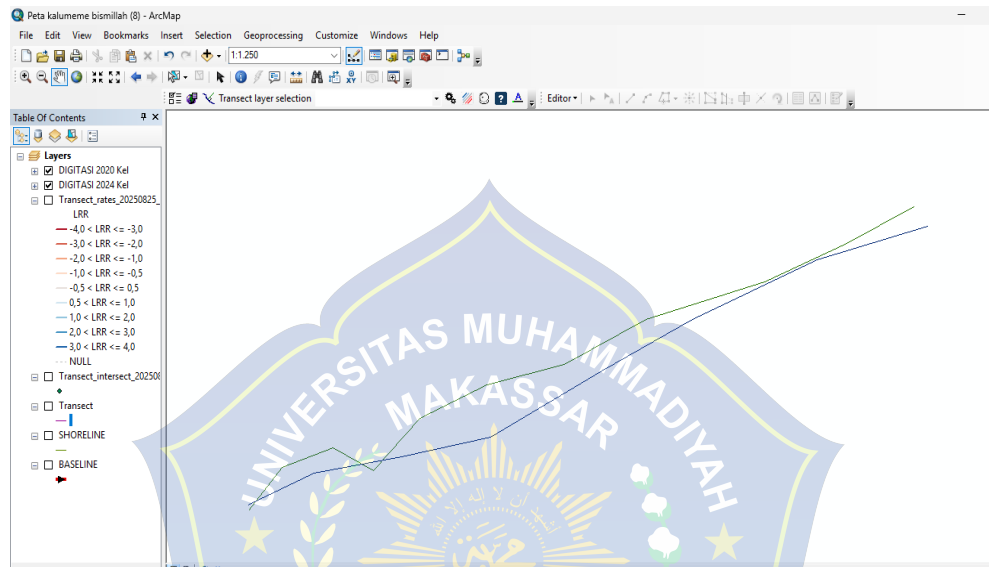
Gambar 47. Tampilan awal DSAS

b. Pilih file digitasi yang telah di digitasi lalu tambahkan



Gambar 48. Menu Add Data

- c. Tampak Garis Pantai Pesisir Kelurahan Kalumeme pada perangkat lunak Arcmap dan DSAS dari tahun 2020 dan 2024, panjang garis pantai pada lokasi penelitian adalah 280 meter dengan jumlah patok sebanyak 35 titik, di mana setiap patok dipasang pada jarak 8 meter secara berurutan.

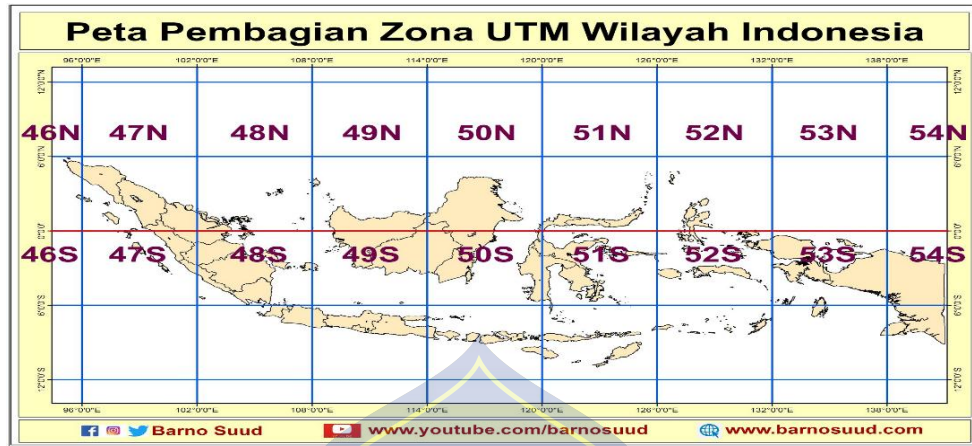


Gambar 49. Garis Pantai Pesisir Kelurahan Kalumeme

Dalam proses analisis garis pantai menggunakan DSAS, garis pantai dibuat menggunakan proyeksi UTM, Universal Transverse Mercator (UTM) merupakan Metode grid berbasis menentukan lokasi di permukaan bumi yang merupakan aplikasi praktis dari 2 dimensi.

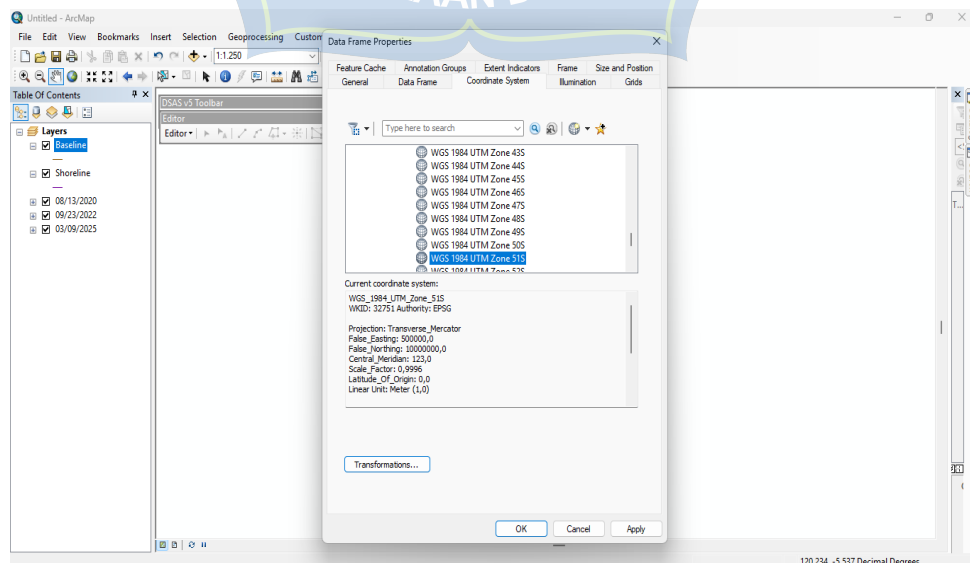
Penerapan sistem proyeksi UTM memudahkan dalam menentukan koordinat suatu lokasi secara otomatis. Dengan demikian, perlu diketahui terlebih dahulu zona UTM tempat Pantai Pesisir Kelurahan Kalumeme Kabupaten Bulukumba berada.

- d. Zona UTM Pantai Pesisir Kelurahan Kalumeme berada pada zona UTM 51S



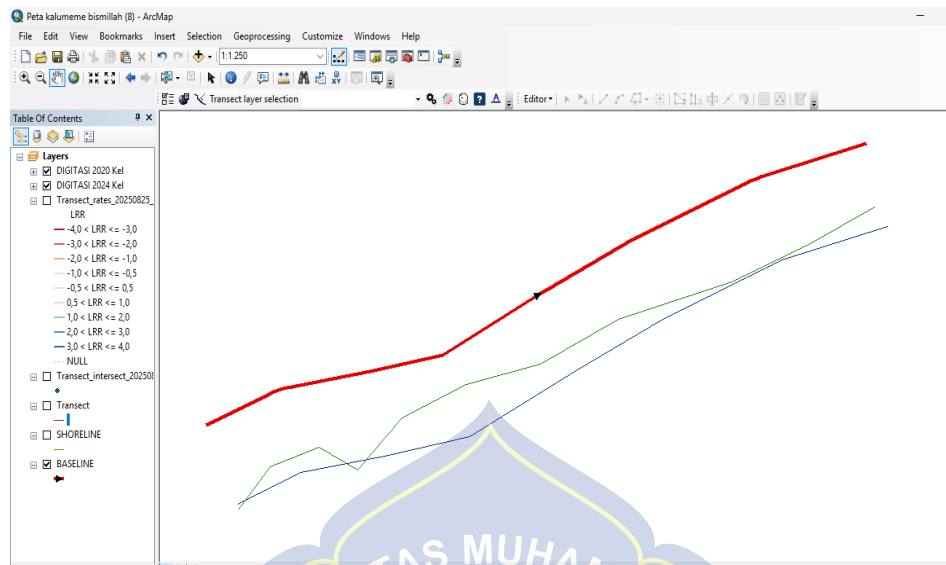
Gambar 50. Peta pembagian zona UTM wilayah Indonesia (Sumber: www.barnosuud.com)

- e. Gunakan UTM Zone 51S untuk mempermudah penentuan koordinat pada setiap transek (patok) maupun elemen lain yang perlu disesuaikan dengan kondisi nyata di lapangan, sebab Pantai Pesisir Kelurahan Kalumeme Kabupaten Bulukumba berada pada zona UTM 51S seperti ditunjukkan pada Gambar 44.



Gambar 51. Tampilan menu file UTM zone 51 S pada aplikasi DSAS

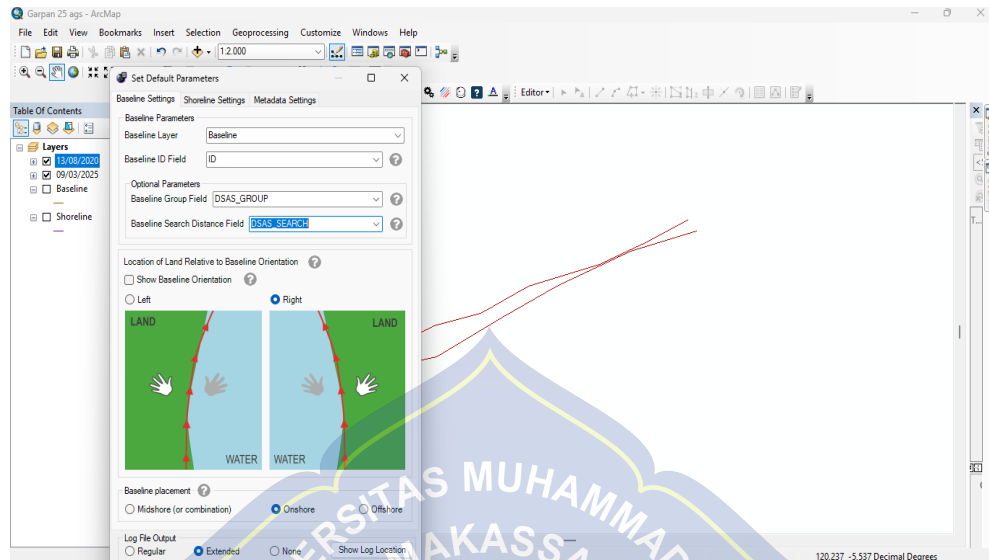
f. Buat file Baseline dan Shoreline



Gambar 52. Tampilan Garis Baseline (Merah), dan Shoreline (Hijau)

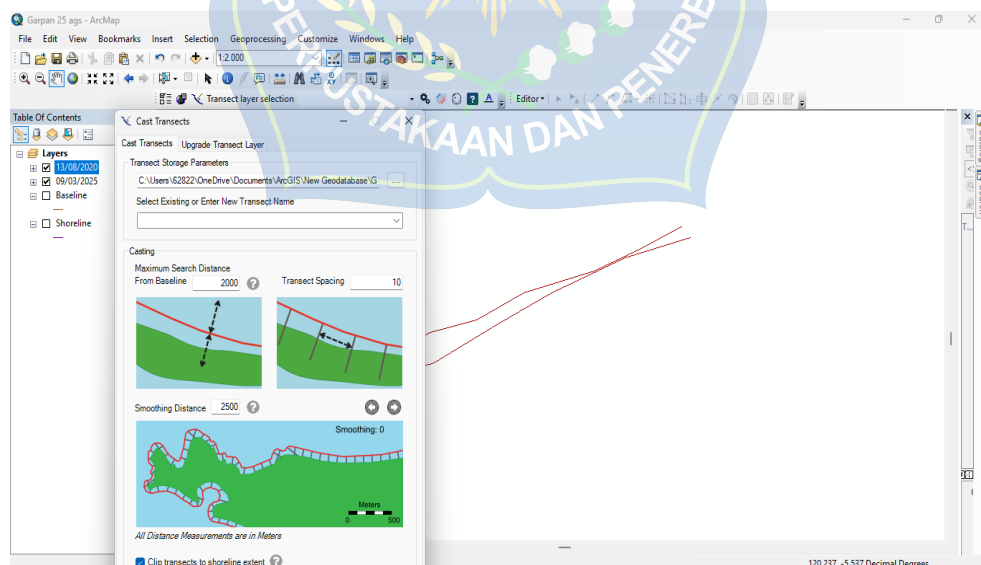
Dimana Baseline adalah garis pantai yang di jadikan patokan untuk menghitung perubahan garis pantai, dan Shoreline adalah garis pantai yang di hitung seberapa besar perubahaannya dari garis Baseline. Dalam hal ini, Garis yang kami gunakan sebagai garis Baseline adalah garis Pantai Pesisir Kelurahan Kalumeme pada tahun 2020 dengan menggunakan teknik Buffer, yang dimana kami mengambil garis pantai tahun pertama sebagai acuan untuk garis Baseline sedangkan Shoreline nya adalah garis Pantai Pesisir Kelurahan Kalumeme pada tahun 2020 dan 2024.

- g. Pada menu default parameter sesuaikan letak shoreline Pantai Pesisir Kelurahan Kalumeme yang telah dibuat.



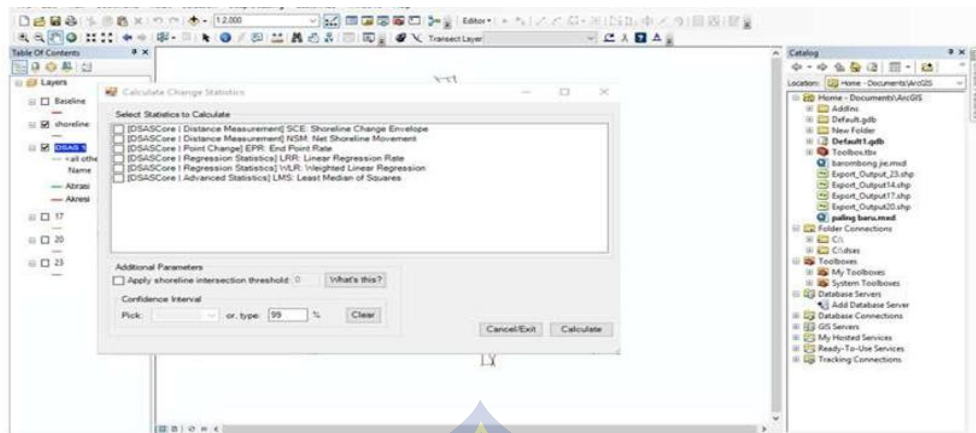
Gambar 53. Tampilan menu default parameter

- h. Pembuatan Transect (patok) pada menu cast Transect, dengan jarak antar Transect adalah 8 meter.



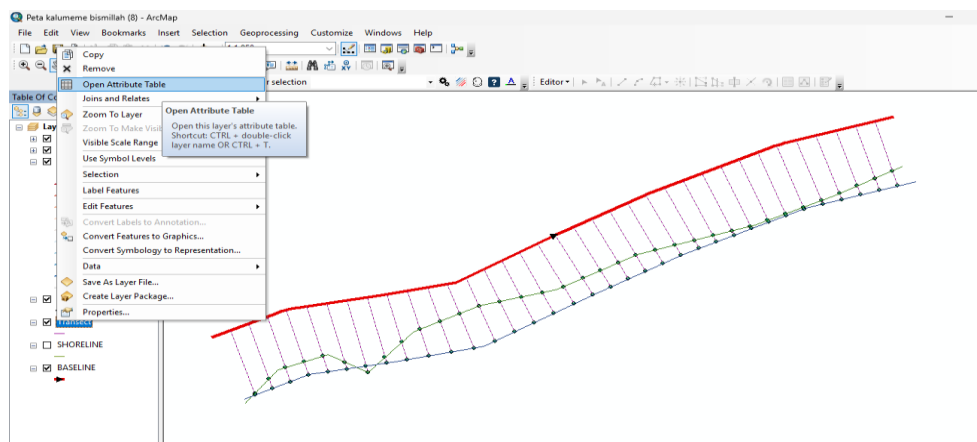
Gambar 54. Pembuatan Transect (patok)

- i. Centang menu apa saja yang ingin di ketahui pada menu Calculate Rates



Gambar 55. Tampilan menu Calculate Rates

- 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.
- j. Klik pada menu Open Attribute Tabel untuk memunculkan tabel hasil Analisis



Gambar 56. Menu open Attribute table

Peta Kalumene Randy - ArcMap

File Edit View Bookmarks Insert Selection Geoprocessing Customize Windows Help

1:2,000

Transect layer selection: cocok

Table Of Contents

Layers

- ☒ cocok_rates_2023
 - ☒ LRR
 - 4,0 < LRR <= -3,0
 - 3,0 < LRR <= -2,0
 - 2,0 < LRR <= -1,0
 - 1,0 < LRR <= -0,5
 - 0,5 < LRR <= 0,0
 - 0,0 < LRR <= 0,5
 - 0,5 < LRR <= 1,0
 - 1,0 < LRR <= 1,5
 - 1,5 < LRR <= 2,0
 - 2,0 < LRR <= 2,5
 - 2,5 < LRR <= 3,0
 - 3,0 < LRR <= 3,5
 - 3,5 < LRR <= 4,0
 - 4,0 < LRR <= 4,5
 - 4,5 < LRR <= 5,0
 - 5,0 < LRR <= 5,5
 - 5,5 < LRR <= 6,0
 - 6,0 < LRR <= 6,5
 - 6,5 < LRR <= 7,0
 - 7,0 < LRR <= 7,5
 - 7,5 < LRR <= 8,0
 - 8,0 < LRR <= 8,5
 - 8,5 < LRR <= 9,0
 - 9,0 < LRR <= 9,5
 - 9,5 < LRR <= 10,0
 - 10,0 < LRR <= 10,5
 - 10,5 < LRR <= 11,0
 - 11,0 < LRR <= 11,5
 - 11,5 < LRR <= 12,0
 - 12,0 < LRR <= 12,5
 - 12,5 < LRR <= 13,0
 - 13,0 < LRR <= 13,5
 - 13,5 < LRR <= 14,0
 - 14,0 < LRR <= 14,5
 - 14,5 < LRR <= 15,0
 - 15,0 < LRR <= 15,5
 - 15,5 < LRR <= 16,0
 - 16,0 < LRR <= 16,5
 - 16,5 < LRR <= 17,0
 - 17,0 < LRR <= 17,5
 - 17,5 < LRR <= 18,0
 - 18,0 < LRR <= 18,5
 - 18,5 < LRR <= 19,0
 - 19,0 < LRR <= 19,5
 - 19,5 < LRR <= 20,0
 - 20,0 < LRR <= 20,5
 - 20,5 < LRR <= 21,0
 - 21,0 < LRR <= 21,5
 - 21,5 < LRR <= 22,0
 - 22,0 < LRR <= 22,5
 - 22,5 < LRR <= 23,0
 - 23,0 < LRR <= 23,5
 - 23,5 < LRR <= 24,0
 - 24,0 < LRR <= 24,5
 - 24,5 < LRR <= 25,0
 - 25,0 < LRR <= 25,5
 - 25,5 < LRR <= 26,0
 - 26,0 < LRR <= 26,5
 - 26,5 < LRR <= 27,0
 - 27,0 < LRR <= 27,5
 - 27,5 < LRR <= 28,0
 - 28,0 < LRR <= 28,5
 - 28,5 < LRR <= 29,0
 - 29,0 < LRR <= 29,5
 - 29,5 < LRR <= 30,0
 - 30,0 < LRR <= 30,5
 - 30,5 < LRR <= 31,0
 - 31,0 < LRR <= 31,5
 - 31,5 < LRR <= 32,0
 - 32,0 < LRR <= 32,5
 - 32,5 < LRR <= 33,0
 - 33,0 < LRR <= 33,5
 - 33,5 < LRR <= 34,0
 - 34,0 < LRR <= 34,5
 - 34,5 < LRR <= 35,0
 - 35,0 < LRR <= 35,5
 - 35,5 < LRR <= 36,0
 - 36,0 < LRR <= 36,5
 - 36,5 < LRR <= 37,0
 - 37,0 < LRR <= 37,5
 - 37,5 < LRR <= 38,0
 - 38,0 < LRR <= 38,5
 - 38,5 < LRR <= 39,0
 - 39,0 < LRR <= 39,5
 - 39,5 < LRR <= 40,0
 - 40,0 < LRR <= 40,5
 - 40,5 < LRR <= 41,0
 - 41,0 < LRR <= 41,5
 - 41,5 < LRR <= 42,0
 - 42,0 < LRR <= 42,5
 - 42,5 < LRR <= 43,0
 - 43,0 < LRR <= 43,5
 - 43,5 < LRR <= 44,0
 - 44,0 < LRR <= 44,5
 - 44,5 < LRR <= 45,0
 - 45,0 < LRR <= 45,5
 - 45,5 < LRR <= 46,0
 - 46,0 < LRR <= 46,5
 - 46,5 < LRR <= 47,0
 - 47,0 < LRR <= 47,5
 - 47,5 < LRR <= 48,0
 - 48,0 < LRR <= 48,5
 - 48,5 < LRR <= 49,0
 - 49,0 < LRR <= 49,5
 - 49,5 < LRR <= 50,0
 - 50,0 < LRR <= 50,5
 - 50,5 < LRR <= 51,0
 - 51,0 < LRR <= 51,5
 - 51,5 < LRR <= 52,0
 - 52,0 < LRR <= 52,5
 - 52,5 < LRR <= 53,0
 - 53,0 < LRR <= 53,5
 - 53,5 < LRR <= 54,0
 - 54,0 < LRR <= 54,5
 - 54,5 < LRR <= 55,0
 - 55,0 < LRR <= 55,5
 - 55,5 < LRR <= 56,0
 - 56,0 < LRR <= 56,5
 - 56,5 < LRR <= 57,0
 - 57,0 < LRR <= 57,5
 - 57,5 < LRR <= 58,0
 - 58,0 < LRR <= 58,5
 - 58,5 < LRR <= 59,0
 - 59,0 < LRR <= 59,5
 - 59,5 < LRR <= 60,0
 - 60,0 < LRR <= 60,5
 - 60,5 < LRR <= 61,0
 - 61,0 < LRR <= 61,5
 - 61,5 < LRR <= 62,0
 - 62,0 < LRR <= 62,5
 - 62,5 < LRR <= 63,0
 - 63,0 < LRR <= 63,5
 - 63,5 < LRR <= 64,0
 - 64,0 < LRR <= 64,5
 - 64,5 < LRR <= 65,0
 - 65,0 < LRR <= 65,5
 - 65,5 < LRR <= 66,0
 - 66,0 < LRR <= 66,5
 - 66,5 < LRR <= 67,0
 - 67,0 < LRR <= 67,5
 - 67,5 < LRR <= 68,0
 - 68,0 < LRR <= 68,5
 - 68,5 < LRR <= 69,0
 - 69,0 < LRR <= 69,5
 - 69,5 < LRR <= 70,0
 - 70,0 < LRR <= 70,5
 - 70,5 < LRR <= 71,0
 - 71,0 < LRR <= 71,5
 - 71,5 < LRR <= 72,0
 - 72,0 < LRR <= 72,5
 - 72,5 < LRR <= 73,0
 - 73,0 < LRR <= 73,5
 - 73,5 < LRR <= 74,0
 - 74,0 < LRR <= 74,5
 - 74,5 < LRR <= 75,0
 - 75,0 < LRR <= 75,5
 - 75,5 < LRR <= 76,0
 - 76,0 < LRR <= 76,5
 - 76,5 < LRR <= 77,0
 - 77,0 < LRR <= 77,5
 - 77,5 < LRR <= 78,0
 - 78,0 < LRR <= 78,5
 - 78,5 < LRR <= 79,0
 - 79,0 < LRR <= 79,5
 - 79,5 < LRR <= 80,0
 - 80,0 < LRR <= 80,5
 - 80,5 < LRR <= 81,0
 - 81,0 < LRR <= 81,5
 - 81,5 < LRR <= 82,0
 - 82,0 < LRR <= 82,5
 - 82,5 < LRR <= 83,0
 - 83,0 < LRR <= 83,5
 - 83,5 < LRR <= 84,0
 - 84,0 < LRR <= 84,5
 - 84,5 < LRR <= 85,0
 - 85,0 < LRR <= 85,5
 - 85,5 < LRR <= 86,0
 - 86,0 < LRR <= 86,5
 - 86,5 < LRR <= 87,0
 - 87,0 < LRR <= 87,5
 - 87,5 < LRR <= 88,0
 - 88,0 < LRR <= 88,5
 - 88,5 < LRR <= 89,0
 - 89,0 < LRR <= 89,5
 - 89,5 < LRR <= 90,0
 - 90,0 < LRR <= 90,5
 - 90,5 < LRR <= 91,0
 - 91,0 < LRR <= 91,5
 - 91,5 < LRR <= 92,0
 - 92,0 < LRR <= 92,5
 - 92,5 < LRR <= 93,0
 - 93,0 < LRR <= 93,5
 - 93,5 < LRR <= 94,0
 - 94,0 < LRR <= 94,5
 - 94,5 < LRR <= 95,0
 - 95,0 < LRR <= 95,5
 - 95,5 < LRR <= 96,0
 - 96,0 < LRR <= 96,5
 - 96,5 < LRR <= 97,0
 - 97,0 < LRR <= 97,5
 - 97,5 < LRR <= 98,0
 - 98,0 < LRR <= 98,5
 - 98,5 < LRR <= 99,0
 - 99,0 < LRR <= 99,5
 - 99,5 < LRR <= 100,0
 - ☒ cocok_intersect_2
 - ☒ cocok
 - ☐ Bufferline
 - ☒ Baseline
 - ☒ Shoreline
 - ☐ 2020
 - ☐ 2024
 - ☐ BUFFER

Table

cocok_rates_20230826_021833

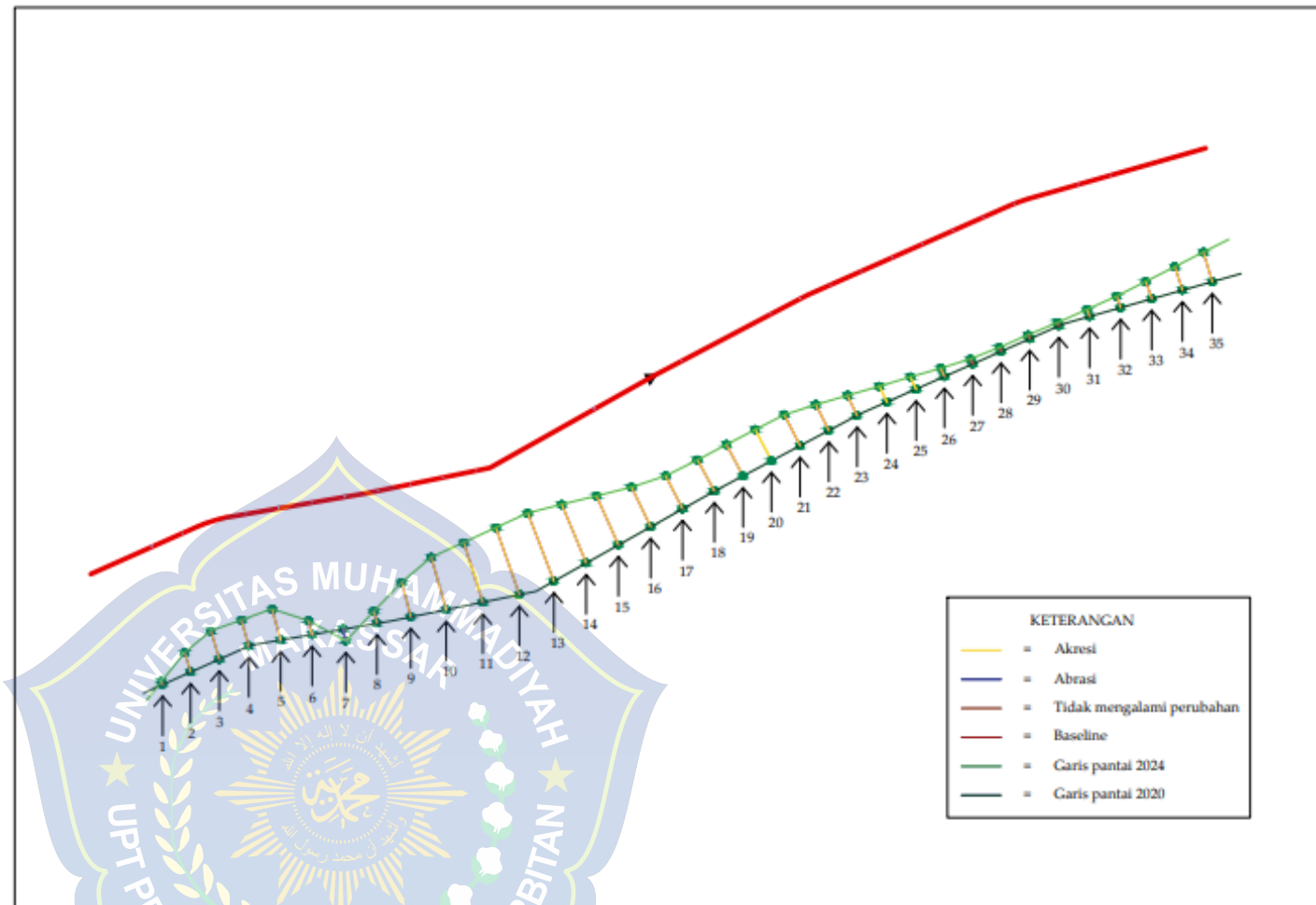
BaselineID	GroupID	TransOrder	Azimuth	ShrCount	TCD	SHAPE_Length	SCF	NAM	EPR	EPDate	Longitude	Latitude
1	1	1	1,12341	2	0	58,242742	17,951094	-17,851004	-5,16272	4,067269	<Null>	<Null>
1	1	2	0,536802	2	10	68,075251	17,617024	-17,617024	-5,066645	4,067269	<Null>	<Null>
1	1	3	0,370588	2	20	67,760344	17,282354	-17,282354	-4,970394	4,067269	<Null>	<Null>
1	1	4	0,926899	2	30	69,433043	18,843803	-18,843803	-5,419466	4,067269	<Null>	<Null>
1	1	5	359,675621	2	40	71,934872	21,478135	-21,478135	-6,177090	4,067269	<Null>	<Null>
1	1	6	358,535943	2	50	74,039808	23,760763	-23,760763	-8,83358	4,067269	<Null>	<Null>
1	1	7	356,536308	2	60	76,988423	26,653672	-26,653672	-7,665579	4,067269	<Null>	<Null>
1	1	8	354,678356	2	70	79,713651	28,756296	-28,756296	-8,270292	4,067269	<Null>	<Null>
1	1	9	353,992253	2	80	81,072845	30,424502	-30,424502	-8,750987	4,067269	<Null>	<Null>
1	1	10	353,743099	2	90	82,782211	32,487123	-32,487123	-9,343276	4,067269	<Null>	<Null>
1	1	11	353,610733	2	100	83,766249	33,379806	-33,379806	-9,600011	4,067269	<Null>	<Null>
1	1	12	351,81157	2	110	84,917595	34,535927	-34,535927	-9,93251	4,067269	<Null>	<Null>
1	1	13	349,011591	2	120	89,968597	38,397673	-38,397673	-11,330745	4,067269	<Null>	<Null>
1	1	14	346,011162	2	130	96,724608	45,686736	-45,686736	-13,139476	4,067269	<Null>	<Null>
1	1	15	345,14797	2	140	102,842081	49,066913	-49,066913	-14,111612	4,067269	<Null>	<Null>
1	1	16	344,428309	2	150	104,124559	53,716609	-53,716609	-15,448862	4,067269	<Null>	<Null>
1	1	17	343,88902	2	160	104,386662	54,571193	-54,571193	-15,821589	4,067269	<Null>	<Null>
1	1	18	343,263995	2	170	103,867894	52,772718	-52,772718	-15,177399	4,067269	<Null>	<Null>
1	1	19	342,815994	2	180	100,382169	50,718035	-50,718035	-14,586474	4,067269	<Null>	<Null>
1	1	20	342,237311	2	190	93,919001	44,712494	-44,712494	-12,859284	4,067269	<Null>	<Null>
1	1	21	340,624540	2	200	90,232468	38,979954	-38,979954	-11,488290	4,067269	<Null>	<Null>
1	1	22	341,083663	2	210	91,532664	41,247232	-41,247232	-11,062883	4,067269	<Null>	<Null>
1	1	23	342,419327	2	220	92,401485	42,156037	-42,156037	-12,124049	4,067269	<Null>	<Null>
1	1	24	343,625468	1	230	50,105191	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
1	1	25	344,096176	1	240	50,085533	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>

120,233 -5,538 Decimal Degrees

25°C
Cerah

02:23
26/08/2025

Gambar 57. Tampilan tabel hasil analisis yang ada pada perangkat lunak DSAS



Gambar 58. Tampilan Hasil analisis dari 35 transect menggunakan program DSAS

G. Hasil Analisa Menggunakan Perangkat Lunak Digital Shoreline Analysis System

Tabel 36. Hasil Analisa Menggunakan DSAS

No	TCD	SCE	NSM	EPR	KET	Longtitutide Garis Bujur	Longtitutide Garis Lintang
1	8	0,82	0,82	0,16	akresi	120°14'12.36"E	5°32'19.26"S
2	16	5,32	5,32	1,07	akresi	120°14'12.23"E	5°32'19.54"S
3	24	7,79	7,79	1,56	akresi	120°14'12.03"E	5°32'19.82"S
4	32	7,15	7,15	1,43	akresi	120°14'11.76"E	5°32'20.03"S
5	40	8,54	8,54	1,71	akresi	120°14'11.49"E	5°32'20.22"S
6	48	3,78	3,78	0,76	akresi	120°14'11.22"E	5°32'20.42"S
7	56	3,19	-3,19	-0,64	abrasi	120°14'10.93"E	5°32'20.60"S
8	64	3,27	3,27	0,65	akresi	120°14'10.65"E	5°32'20.81"S
9	72	9,52	9,52	1,90	akresi	120°14'10.33"E	5°32'20.92"S
10	80	14,56	14,56	2,91	akresi	120°14'10.00"E	5°32'20.91"S
11	88	16,78	16,78	3,36	akresi	120°14'9.66"E	5°32'20.91"S
12	96	19,00	19,00	3,80	akresi	120°14'9.32"E	5°32'20.91"S
13	104	19,50	19,50	3,90	akresi	120°14'8.97"E	5°32'20.99"S
14	112	16,99	16,99	3,40	akresi	120°14'8.31"E	5°32'21.05"S
15	120	14,37	14,37	2,88	akresi	120°14'7.99"E	5°32'21.04"S
16	128	11,75	11,75	2,35	akresi	120°14'7.66"E	5°32'21.02"S
17	136	9,90	9,90	1,98	akresi	120°14'7.31"E	5°32'20.98"S
18	144	9,58	9,58	1,92	akresi	120°14'6.99"E	5°32'20.92"S
19	152	9,50	9,50	1,90	akresi	120°14'6.67"E	5°32'20.86"S
20	160	9,43	9,43	1,89	akresi	120°14'6.34"E	5°32'20.79"S
21	168	9,37	9,37	1,87	akresi	120°14'6.03"E	5°32'20.69"S
22	176	7,72	7,72	1,54	akresi	120°14'5.69"E	5°32'20.62"S
23	184	5,95	5,95	1,19	akresi	120°14'5.34"E	5°32'20.55"S
24	192	4,71	4,71	0,94	akresi	120°14'5.02"E	5°32'20.53"S
25	200	3,57	3,57	0,71	akresi	120°14'4.70"E	5°32'20.46"S
26	208	2,46	2,46	0,49	akresi	120°14'4.37"E	5°32'20.42"S
27	216	1,37	1,37	0,27	akresi	120°14'4.05"E	5°32'20.37"S
28	224	1,08	1,08	0,22	akresi	120°14'3.72"E	5°32'20.31"S
29	232	1,02	1,02	0,20	akresi	120°14'3.40"E	5°32'20.25"S
30	240	0,97	0,97	0,19	akresi	120°14'3.09"E	5°32'20.21"S
31	248	1,94	1,94	0,39	akresi	120°14'2.80"E	5°32'20.10"S
32	256	3,20	3,20	0,64	akresi	120°14'2.42"E	5°32'20.11"S
33	264	4,88	4,88	0,98	akresi	120°14'2.08"E	5°32'20.06"S
34	272	6,55	6,55	1,31	akresi	120°14'1.78"E	5°32'20.05"S
35	280	8,21	8,21	1,64	akresi	120°14'1.43"E	5°32'19.99"S

Berdasarkan hasil deteksi dan analisis perubahan garis pantai dengan menggunakan Digital Shoreline Analysis System (DSAS), Pantai Pesisir Kelurahan Kalumeme menunjukkan adanya perubahan garis pantai hampir di seluruh titik dalam rentang waktu 5 tahun, yaitu dari 2020 hingga 2024. Hasil survei lapangan juga memperlihatkan bahwa perubahan paling dominan yang terjadi adalah akresi. Perhitungan DSAS yang dijadikan dasar dalam penelitian perubahan garis pantai selama 5 tahun ini menggunakan 3 parameter statistik, yaitu:

1. Shoreline Change Envelope (SCE)

Shoreline Change Envelope (SCE) adalah data statistik mengukur total perubahan garis pantai mempertimbangkan semua posisi garis pantai yang tersedia dan melaporkan jaraknya, tanpa mengacu pada tanggal tertentu.

2. Net Shoreline Movement (NSM)

Net Shoreline Movement (NSM) adalah data analisis yang digunakan untuk mengukur jarak perubahan posisi garis pantai antara garis yang terlama dan garis pantai terbaru.

3. End Point Rate (EPR)

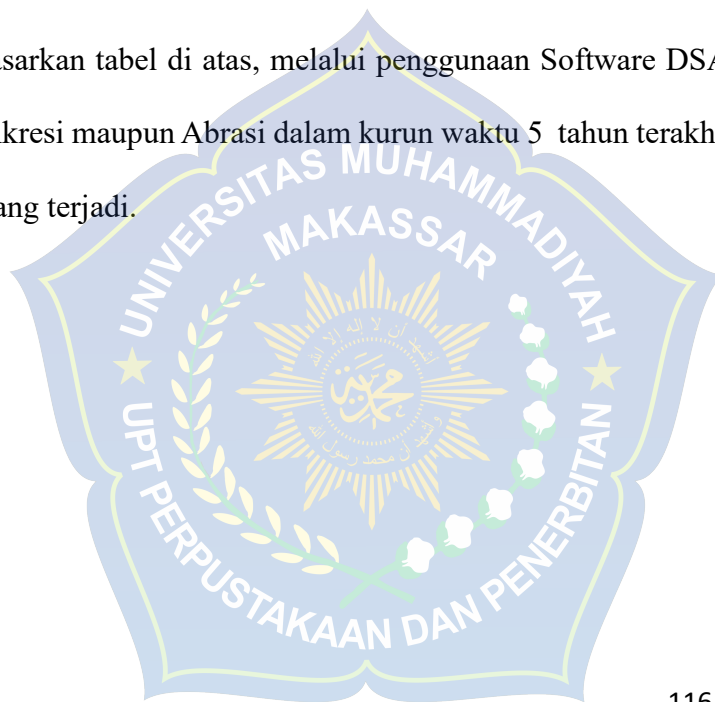
End Point Rate (EPR) adalah data yang digunakan untuk menghitung laju perubahan garis pantai dengan membagi jarak antara garis pantai terlama dan garis pantai terkini dengan waktunya.

Tabel 37. Perubahan yang terjadi pada setiap Transect dari tahun 2020-2024

FID	Id	TH_2020	TH_2021	TH_2022	TH_2023	TH_2024	Perubahan	Luas_Ha
0	0	0	2021	0	0	2024	Abrasi2020,Akresi2021,Abrasi2022,2023,Akresi2024	0,042387453
1	0	0	0	2022	2023	2024	Abrasi2020,2021,Akresi2022,2023,2024	0,003073936
2	0	0	0	0	2023	2024	Abrasi2020,2021,2022 Akresi2023,2024	0,179971782
3	0	0	0	2022	0	2024	Abrasi2020,2021 Akresi2022,Abrasi2023,Akresi2024	0,000170445
4	0	0	2021	2021	0	2024	Abrasi2020,Akresi2021,2022,Abrasi2023, Akresi2024	0,0109257
5	0	0	0	0	2023	2024	Abrasi2020,2021,2023,Akresi2023,2024	0,307639291
6	0	0	0	2022	2023	2024	Abrasi2020,2021, Akresi2022,2023,2024	0,000263031
7	0	2020	0	0	2023	0	Akresi2020, Abrasi2021,2022, Akresi2023, Abrasi2024	0,028458141
8	0	0	0	2022	0	2024	Abrasi2020,2021, Akresi2022, Abrasi2023, Akresi 2024	0,018067792
9	0	0	0	2022	2023	2024	Abrasi2020,2021,Akresi2022,2023,2024	0,085579472
10	0	0	2021	0	0	2024	Abrasi2020,Akresi2021, Abrasi2022,2023, Akresi2024	0,000608231
11	0	0	0	0	2023	2024	Abrasi2020,2021,2022, Akresi2023,2024	0,065554615
12	0	0	2021	0	2023	2024	Abrasi2020,Akresi2021,Abrasi2022, Akresi 2023,2024	0,000475435
13	0	0	2021	2022	0	2024	Abrasi2020,Akresi2021,2022, Abrasi2023, Akresi2024	0,016962914
14	0	0	2021	2022	2023	2024	Abrasi2020,Akresi2021,2022,2023,2024	0,127448717
15	0	0	0	2022	2023	2024	Abrasi2020,2021,Akresi2022,2023,2024	0,013917655
16	0	0	2021	0	2023	2024	Akresi2021,Akresi2021, Abrasi 2022, Akresi2023,2024	0,018042548
17	0	0	2021	2022	2023	2024	Abrasi2020,Akresi2021,2022,2023 Akresi2025	5,84785E-06
18	0	0	0	0	2023	2024	Abrasi2020,2021,2022,Akresi2023,2024	0,049251564
19	0	0	2021	0	0	2024	Abrasi2020,Akresi2021,Abrasi2022,2023,Akresi2024	0,031897083
20	0	0	0	0	0	2024	Akresi2024	3,45878E-09
21	0	0	0	2022	0	2024	Akresi2022,2024	0,025428252
22	0	0	2021	0	2023	2024	Akresi2021, Abrasi2022, Akresi2024	0,010686257
23	0	0	0	2022	2023	2024	Akresi,2022,2023,2024	0,017396052

24	0	0	2021	0	0	2024	Abrasi2020,Akresi2021,Abrasi,2022,2023,Akresi2024	2,08843E-07
25	0	0	2021	2022	0	2024	Abrasi2020,Akresi2021,2022,Abrasi2023,Akresi2024	0,080685065
26	0	0	2021	2022	2023	2024	Abrasi2020,Akresi2021,2022,2023,2024	0,107891204
27	0	0	2021	2022	0	2024	Abrasi2020,Akresi2021,2022,Abrasi2023,Akresi2024	0,130969335
28	0	0	0	2022	2023	2024	Abrasi2020,2021.Akresi2022,2023,2024	0,000608231
29	0	0	2021	0	0	2024	Abrasi2020,Akresi2021.Abrasi2022,2023,Akresi2024	0,065554615
30	0	0	2021	2022	0	2024	Abrasi2020,Akresi2021,2022,Abrasi2023,Akresi2024	0,000475435
31	0	0	0	0	2023	2024	Abrasi2020,2021,2022,Akresi2023,2024	0,026962914
32	0	0	0	2022	2023	2024	Abrasi2020,2021,Akresi2022,2023,2024	0,123674872
33	0	0	2021	2022	0	2024	Abrasi2020,Akresi2021,2022,Abrasi2023,Akresi2024	0,027645766
34	0	0	0	0	2023	2024	Abrasi2020,2021,2022,Akresi2023,2024	0,025428252
35	0	0	2021	0	0	2024	Abrasi2020,Akresi2021,Abrasi2022,2023,Akresi2024	0,010686257

Berdasarkan tabel di atas, melalui penggunaan Software DSAS dengan 35 Trasect, dapat diketahui Trasect mana saja yang mengalami Akresi maupun Abrasi dalam kurun waktu 5 tahun terakhir, yakni dari 2020 hingga 2024, sekaligus besaran nilai Akresi dan Abrasi yang terjadi.



BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Hasil perhitungan analisis garis pantai menggunakan Program Digital Shoreline Analysis System (DSAS) menunjukkan bahwa:

1. Berdasarkan hasil analisis dari perangkat lunak Digital Shoreline Analysis System (DSAS), garis pantai Pesisir Kelurahan Kalumeme dengan panjang lokasi penelitian 280 meter, dianalisis menggunakan 35 titik Transect. Hasil analisis menunjukkan bahwa 30 transect mengalami akresi, 1 transect mengalami abrasi, dan 4 transect tidak mengalami perubahan.
2. Nilai akresi tertinggi terjadi pada Transect 13 dengan total penambahan pantai sebesar 19,50 meter, sedangkan abrasi hanya terjadi pada transect 7 dengan nilai perubahan -3,19 meter.

B. Saran

1. Berdasarkan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa akresi lebih mendominasi, yaitu terjadi pada 30 transek, kondisi ini memberikan kelebihan berupa penambahan luas daratan, peningkatan stabilitas garis pantai, pengurangan potensi abrasi, serta peluang pengembangan wilayah pesisir secara berkelanjutan.
2. Mengingat hasil penelitian menunjukkan hanya ada 1 Transect yang mengalami abrasi, maka perlu dilakukan upaya pengelolaan dan perlindungan pantai oleh pemerintah untuk mencegah abrasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Annafiyah, A., Maulidi, A., Kurniadin, N., & Wilujeng, A. D. (2022). Analisis Perubahan Garis Pantai Wilayah Pesisir Selatan Kabupaten Sampang Menggunakan Citra Landsat. *Sebatik*, 26(2), 439–445. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v26i2.1936>
- Azhar, A. (2012). *Kerusakan Lingkungan Pesisir dan Laut*. Universitas Riau.
- Dauhan, S. K., Tawas, H., Tangkudung, H., & Mamoto, J. D. (2013). Analisis Karakteristik Gelombang Pecah Terhadap. *Jurnal Sipil Statik*, 1(12), 784–796.
- Fadilah, Supirin, D. P. S. (2013). *Kabupaten Bengkulu Tengah Provinsi Bengkulu*. 337–341.
- Ginanjari, C., Harfinda, E. M., & Saputra, R. (2023). Analisis Perubahan Garis Pantai dengan Pendekatan Penginderaan Jauh di Kecamatan Mempawah Hilir. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 6(3), 150. <https://doi.org/10.26418/lkuntan.v6i3.68186>
- Indiani, P., Jasin, P. M. I., & Halim, F. (2018). Analisis Karakteristik Gelombang Di Teluk Amurang Kabupaten Minahasa Selatan. *Jurnal Sipil Statik*, 6(8), 559–568.
- Kaunang, J. A., Jasin, M. I., & Mamoto, J. D. (2016). Analisis Karakteristik Gelombang dan Pasang Surut Pada Pantai Kima Bajo Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Sipil Statik*, 4(9), 567–576.
- Kuswartomo, K., Sulistiya, B. N., Isnugroho, I., & Fatchan, A. K. (2021). Prediksi Tinggi Gelombang Berdasarkan CERC (SPM 1984) di Pantai Baru, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Dinamika Teknik Sipil: Majalah Ilmiah Teknik Sipil*, 14(1), 1–7. <https://doi.org/10.23917/dts.v14i1.15271>
- Munandar, M., & Kusumawati, I. (2017). Studi Analisis Faktor Penyebab Dan Penanganan Abrasi Pantai Di Wilayah Pesisir Aceh Barat. *Jurnal Perikanan Tropis*, 4(1), 47. <https://doi.org/10.35308/jpt.v4i1.55>
- Parenta, J. (2021). Analisis Perubahan Garis Pantai Kabupaten Maros Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh. *Skripsi*.
- Pasaribu, R. P., Sewiko, R., & Arifin, A. (2022). Application of The Admiralty Method to Process Tidal Data in the Waters of The Nasik Strait - Bangka Belitung. *Jurnal Ilmiah PLATAX*, 10(1), 146. <https://doi.org/10.35800/jip.v10i1.39719>
- Priscilla, V. A., Farid, M., Rahmat, A., & Ansory, A. (2025). *Perubahan Garis*

Pantai Rawan Gempabumi di Lokasi Terabrasi Menggunakan Data Geofisika. 14(1), 121–134. <https://doi.org/10.14710/buloma.v14i1.64643>

R Shuhendry. (2004). *Abrasi Pantai di Wilayah Pesisir Kota Bengkulu : Analisis Faktor Penyebab dan Konsep Penanggulangannya*. Universitas Diponegoro.

Raya, K. N. (2021). Analisis Perubahan Garis Pantai Menggunakan Digital Shoreline Analysis System Di Kecamatan Kuala Pesisir, Kabupaten Nagan Raya, Aceh. *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*, 5(2). <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2021.005.02.22>

Saman, S., Ramli, M., & Pratikinio, A. G. (2022). Karakteristik Gelombang Di Perairan Timur Kecamatan Kulisusu Utara Kabupaten Buton Utara. In *Jurnal Ilmu Kelautan*.

Sasongko, I. (2005). Pembentukan Struktur Ruang Permukiman Berbasis Budaya. *DIMENSI (Journal of Architecture and Built Environment)*, 33(1), 1–8.

Sihombing, M., Agussalim, A., & Azhar Kholiq Affandi, dan. (2017). Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Landsat Multi Temporal Di Daerah Pesisir Sungai Bungin Muara Sungai Banyuasin, Sumatera Selatan Shoreline Changes Using Multi Temporal Landsat Imagery in Coastal Area of Bungin River Banyuasin Estuary of South Suma. *Maspari Journal*, 9(1), 25–32.

Sunarto. (2003). *Oseanografi Fisik*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro.

Suwarti, Mulyono, & Prasetyo, B. (2017). Pembuatan Monitoring Kecepatan Angin Dan Arah Angin Menggunakan Mikrokontroler Arduino. *Seminar Nasional Pendidikan, Sains Dan Teknologi*, 05(01), 56–64. <https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/psn12012010/article/viewFile/3152/3048>

Tarigan, R. (2007). *Kerusakan Wilayah Akibat Bencana Alam (Abrasi Pantai)*. Institut Teknologi Bandung.

Triatmodjo, B. (1999). *Teknik pantai*. Beta Offset.

Ukkas, M. (2009). Abrasion Study and Sedimentation in the Water of Bua-Passimarannu, District of East Sinjai, Sinjai Sub-Province. *AKUATIKA-Jurnal Sumberdaya Perairan*, 3(1), 20–29.

Usman, M. A. I., & Irbani, M. A. (2019). Analisis Perubahan Garis Pantai Berdasarkan Data Citra Satelit di Wilayah Pesisir Kota Makassar Provinsi Sulawesi Selatan. *Indonesian Journal of Fundamental Sciences*, 5(2).

Wakkary, A. C., Jasin, M. I., & Dundu, A. K. T. (2017). Studi Karakteristik

Gelombang Pada Daerah Pantai Desa Kalinaung Kab. Minahasa Utara. *Sipil Statik*, 5(3), 167–174.





Lampiran 1. Data angin tahun 2020-2024

Tahun 2020	Bulan	Tanggal	Jam	Arah Angin	Kecepatan Angin (knot)
2020	1	1	1	275	9.92
2020	1	2	2	287	7.40
2020	1	3	3	304	9.59
2020	1	4	4	319	5.11
2020	1	5	5	323	6.63
2020	1	6	6	315	4.62
2020	1	7	7	289	5.77
2020	1	8	8	280	8.38
2020	1	9	9	273	5.84
2020	1	10	10	264	8.05
2020	1	11	11	250	9.23
2020	1	12	12	280	4.44
2020	1	13	13	317	6.10
2020	1	14	14	255	7.89
2020	1	15	15	247	8.04
2020	1	16	16	225	5.97
2020	1	17	17	247	8.85
2020	1	18	18	261	7.83
2020	1	19	19	247	8.59
2020	1	20	20	283	5.26
2020	1	21	21	220	1.71
2020	1	22	22	262	1.72
2020	1	23	23	243	4.29
2020	1	24	24	234	4.12
2020	1	25	1	218	3.88
2020	1	26	2	238	4.85
2020	1	27	3	245	4.64
2020	1	28	4	239	6.97
2020	1	29	5	260	8.47
2020	1	30	6	301	4.94
2020	1	31	7	82	2.19
2020	2	1	8	42	2.55
2020	2	2	9	274	7.22
2020	2	3	10	275	7.23
2020	2	4	11	277	8.70
2020	2	5	12	284	7.10
2020	2	6	13	289	8.92
2020	2	7	14	254	7.08
2020	2	8	15	275	3.21
2020	2	9	16	261	8.71
2020	2	10	17	12	4.00
2020	2	11	18	43	1.08
2020	2	12	19	239	6.31
2020	2	13	20	254	4.60
2020	2	14	21	227	5.16
2020	2	15	22	245	2.80
2020	2	16	23	259	4.87
2020	2	17	24	272	6.53
2020	2	18	1	311	3.47
2020	2	19	2	284	6.94
2020	2	20	3	335	2.64
2020	2	21	4	257	4.91
2020	2	22	5	2	2.71
2020	2	23	6	297	4.76
2020	2	24	7	No Data	No Data
2020	2	25	8	237	5.67
2020	2	26	9	286	4.26
2020	2	27	10	320	5.81
2020	2	28	11	326	5.35
2020	2	29	12	34	4.37

2020	3	1	13	308	5.54
2020	3	2	14	241	7.66
2020	3	3	15	282	5.86
2020	3	4	16	294	5.64
2020	3	5	17	268	8.56
2020	3	6	18	247	3.31
2020	3	7	19	317	5.06
2020	3	8	20	289	7.63
2020	3	9	21	300	6.57
2020	3	10	22	6	3.90
2020	3	11	23	211	3.61
2020	3	12	24	203	1.29
2020	3	13	1	235	6.53
2020	3	14	2	272	4.33
2020	3	15	3	236	6.09
2020	3	16	4	238	4.08
2020	3	17	5	201	3.00
2020	3	18	6	129	2.29
2020	3	19	7	85	5.28
2020	3	20	8	75	3.78
2020	3	21	9	253	7.16
2020	3	22	10	19	3.71
2020	3	23	11	238	0.41
2020	3	24	12	359	1.41
2020	3	25	13	231	1.32
2020	3	26	14	211	0.79
2020	3	27	15	206	4.91
2020	3	28	16	233	6.30
2020	3	29	17	314	4.11
2020	3	30	18	No Data	No Data
2020	3	31	19	247	3.78
2020	4	1	20	349	1.24
2020	4	2	21	220	2.52
2020	4	3	22	244	4.45
2020	4	4	23	336	3.34
2020	4	5	24	250	4.21
2020	4	6	1	233	3.65
2020	4	7	2	264	5.53
2020	4	8	3	29	0.77
2020	4	9	4	73	0.61
2020	4	10	5	193	0.80
2020	4	11	6	234	6.37
2020	4	12	7	118	2.02
2020	4	13	8	186	2.02
2020	4	14	9	210	4.28
2020	4	15	10	221	3.84
2020	4	16	11	65	2.74
2020	4	17	12	43	3.47
2020	4	18	13	98	2.37
2020	4	19	14	327	1.19
2020	4	20	15	97	2.76
2020	4	21	16	89	2.95
2020	4	22	17	78	4.78
2020	4	23	18	90	4.78
2020	4	24	19	72	2.32
2020	4	25	20	332	4.86
2020	4	26	21	68	4.67
2020	4	27	22	61	2.29
2020	4	28	23	138	1.66
2020	4	29	24	104	3.03
2020	4	30	1	85	3.58

2020	5	1	2	99	3.65
2020	5	2	3	92	3.32
2020	5	3	4	80	2.75
2020	5	4	5	62	3.78
2020	5	5	6	74	4.00
2020	5	6	7	78	3.09
2020	5	7	8	98	3.70
2020	5	8	9	84	6.05
2020	5	9	10	73	6.61
2020	5	10	11	77	5.70
2020	5	11	12	90	4.36
2020	5	12	13	86	4.35
2020	5	13	14	100	4.08
2020	5	14	15	88	4.03
2020	5	15	16	110	7.91
2020	5	16	17	78	6.30
2020	5	17	18	101	5.52
2020	5	18	19	85	1.95
2020	5	19	20	134	1.63
2020	5	20	21	121	6.25
2020	5	21	22	115	0.58
2020	5	22	23	342	3.97
2020	5	23	24	263	1.16
2020	5	24	1	68	5.74
2020	5	25	2	38	3.14
2020	5	26	3	35	3.31
2020	5	27	4	34	4.34
2020	5	28	5	72	2.99
2020	5	29	6	47	5.85
2020	5	30	7	86	6.22
2020	5	31	8	60	6.20
2020	6	1	9	99	4.30
2020	6	2	10	85	5.84
2020	6	3	11	92	6.30
2020	6	4	12	94	7.68
2020	6	5	13	111	5.67
2020	6	6	14	83	1.58
2020	6	7	15	64	2.77
2020	6	8	16	27	3.36
2020	6	9	17	115	2.82
2020	6	10	18	52	4.25
2020	6	11	19	83	3.10
2020	6	12	20	171	8.94
2020	6	13	21	26	5.32
2020	6	14	22	49	4.43
2020	6	15	23	110	2.06
2020	6	16	24	80	4.92
2020	6	17	1	87	8.41
2020	6	18	2	84	8.37
2020	6	19	3	88	5.00
2020	6	20	4	82	5.29
2020	6	21	5	83	5.37
2020	6	22	6	85	7.65
2020	6	23	7	103	5.91
2020	6	24	8	88	3.74
2020	6	25	9	128	4.28
2020	6	26	10	73	6.25
2020	6	27	11	55	3.67
2020	6	28	12	75	2.63
2020	6	29	13	105	3.75
2020	6	30	14	79	4.61

2020	7	1	15	74	4.85
2020	7	2	16	78	4.19
2020	7	3	17	107	5.99
2020	7	4	18	72	5.98
2020	7	5	19	82	7.87
2020	7	6	20	83	5.98
2020	7	7	21	97	5.69
2020	7	8	22	99	3.89
2020	7	9	23	92	5.43
2020	7	10	24	89	4.94
2020	7	11	1	72	3.35
2020	7	12	2	79	1.03
2020	7	13	3	78	7.21
2020	7	14	4	91	7.08
2020	7	15	5	96	5.68
2020	7	16	6	73	5.46
2020	7	17	7	115	5.91
2020	7	18	8	98	8.50
2020	7	19	9	116	5.22
2020	7	20	10	89	5.64
2020	7	21	11	115	8.03
2020	7	22	12	97	6.48
2020	7	23	13	89	5.79
2020	7	24	14	121	3.22
2020	7	25	15	111	5.15
2020	7	26	16	96	5.52
2020	7	27	17	83	5.32
2020	7	28	18	84	4.43
2020	7	29	19	103	5.64
2020	7	30	20	No Data	No Data
2020	7	31	21	No Data	No Data
2020	8	1	22	No Data	No Data
2020	8	2	23	92	4.78
2020	8	3	24	125	5.80
2020	8	4	1	103	4.27
2020	8	5	2	108	3.60
2020	8	6	3	104	3.88
2020	8	7	4	104	4.19
2020	8	8	5	103	5.87
2020	8	9	6	86	5.64
2020	8	10	7	103	4.05
2020	8	11	8	69	5.28
2020	8	12	9	84	3.07
2020	8	13	10	64	3.76
2020	8	14	11	85	3.48
2020	8	15	12	50	3.10
2020	8	16	13	68	5.17
2020	8	17	14	69	6.16
2020	8	18	15	69	4.53
2020	8	19	16	64	4.56
2020	8	20	17	91	4.61
2020	8	21	18	82	5.37
2020	8	22	19	70	5.12
2020	8	23	20	74	7.01
2020	8	24	21	87	8.21
2020	8	25	22	88	4.38
2020	8	26	23	88	7.89
2020	8	27	24	72	5.65
2020	8	28	1	91	3.97
2020	8	29	2	73	6.60
2020	8	30	3	107	3.70

2020	8	31	4	65	4.99
2020	9	1	5	126	2.09
2020	9	2	6	101	4.08
2020	9	3	7	99	4.01
2020	9	4	8	52	5.29
2020	9	5	9	99	3.75
2020	9	6	10	96	5.11
2020	9	7	11	103	4.81
2020	9	8	12	74	5.42
2020	9	9	13	83	6.01
2020	9	10	14	93	4.87
2020	9	11	15	84	6.75
2020	9	12	16	97	6.25
2020	9	13	17	76	3.55
2020	9	14	18	92	4.50
2020	9	15	19	82	4.25
2020	9	16	20	79	5.51
2020	9	17	21	73	5.37
2020	9	18	22	77	6.33
2020	9	19	23	93	3.26
2020	9	20	24	121	2.93
2020	9	21	1	68	2.03
2020	9	22	2	63	2.13
2020	9	23	3	87	4.33
2020	9	24	4	120	3.92
2020	9	25	5	89	3.62
2020	9	26	6	79	3.41
2020	9	27	7	50	3.90
2020	9	28	8	141	2.80
2020	9	29	9	118	3.53
2020	9	30	10	66	3.80
2020	10	1	11	85	4.30
2020	10	2	12	80	6.29
2020	10	3	13	92	4.89
2020	10	4	14	76	3.27
2020	10	5	15	106	1.69
2020	10	6	16	117	2.31
2020	10	7	17	112	3.90
2020	10	8	18	115	3.04
2020	10	9	19	200	1.91
2020	10	10	20	95	2.62
2020	10	11	21	80	5.62
2020	10	12	22	96	4.95
2020	10	13	23	86	4.85
2020	10	14	24	87	4.75
2020	10	15	1	85	2.55
2020	10	16	2	76	3.42
2020	10	17	3	49	6.40
2020	10	18	4	93	5.14
2020	10	19	5	97	4.00
2020	10	20	6	76	3.55
2020	10	21	7	72	3.70
2020	10	22	8	93	3.14
2020	10	23	9	122	2.82
2020	10	24	10	103	4.90
2020	10	25	11	177	1.90
2020	10	26	12	85	3.15
2020	10	27	13	116	1.78
2020	10	28	14	83	4.73
2020	10	29	15	111	4.39
2020	10	30	16	181	3.70

2020	10	31	17	213	3.61
2020	11	1	18	194	4.85
2020	11	2	19	70	2.52
2020	11	3	20	78	4.07
2020	11	4	21	84	3.00
2020	11	5	22	89	4.71
2020	11	6	23	80	1.42
2020	11	7	24	58	2.59
2020	11	8	1	105	3.00
2020	11	9	2	207	1.79
2020	11	10	3	95	4.63
2020	11	11	4	103	4.21
2020	11	12	5	68	3.31
2020	11	13	6	122	4.42
2020	11	14	7	83	5.60
2020	11	15	8	117	2.69
2020	11	16	9	106	2.64
2020	11	17	10	100	4.06
2020	11	18	11	84	5.10
2020	11	19	12	86	4.11
2020	11	20	13	100	2.52
2020	11	21	14	92	2.41
2020	11	22	15	51	1.59
2020	11	23	16	225	2.81
2020	11	24	17	245	7.93
2020	11	25	18	273	6.80
2020	11	26	19	261	7.31
2020	11	27	20	254	7.81
2020	11	28	21	322	3.76
2020	11	29	22	283	6.60
2020	11	30	23	325	3.56
2020	12	1	24	9	3.69
2020	12	2	1	285	5.55
2020	12	3	2	251	11.23
2020	12	4	3	325	1.97
2020	12	5	4	313	6.69
2020	12	6	5	300	6.00
2020	12	7	6	23	3.72
2020	12	8	7	15	4.08
2020	12	9	8	222	3.73
2020	12	10	9	103	0.34
2020	12	11	10	231	5.02
2020	12	12	11	281	6.31
2020	12	13	12	330	4.36
2020	12	14	13	261	9.48
2020	12	15	14	265	9.81
2020	12	16	15	287	7.58
2020	12	17	16	265	9.52
2020	12	18	17	292	10.17
2020	12	19	18	266	14.37
2020	12	20	19	276	8.13
2020	12	21	20	280	7.99
2020	12	22	21	288	6.01
2020	12	23	22	256	7.96
2020	12	24	23	251	7.16
2020	12	25	24	242	6.15
2020	12	26	1	270	7.45
2020	12	27	2	266	7.29
2020	12	28	3	315	5.08
2020	12	29	4	266	6.05
2020	12	30	5	254	8.21
2020	12	31	6	263	6.10

Tahun 2021	Bulan	Tanggal	Jam	Arah Angin	Kecepatan Angin (knot)
2021	1	1	1	250	9.00
2021	1	2	2	254	8.43
2021	1	3	3	288	5.54
2021	1	4	4	261	2.61
2021	1	5	5	284	7.46
2021	1	6	6	260	6.21
2021	1	7	7	269	7.33
2021	1	8	8	257	6.21
2021	1	9	9	262	3.34
2021	1	10	10	233	4.39
2021	1	11	11	222	6.14
2021	1	12	12	248	7.03
2021	1	13	13	218	4.91
2021	1	14	14	236	5.68
2021	1	15	15	269	6.71
2021	1	16	16	261	8.37
2021	1	17	17	297	8.91
2021	1	18	18	273	6.71
2021	1	19	19	261	9.76
2021	1	20	20	267	12.25
2021	1	21	21	221	5.56
2021	1	22	22	306	5.87
2021	1	23	23	9	3.43
2021	1	24	24	292	6.39
2021	1	25	1	273	8.22
2021	1	26	2	283	6.86
2021	1	27	3	293	7.10
2021	1	28	4	288	5.22
2021	1	29	5	287	4.22
2021	1	30	6	267	10.52
2021	1	31	7	278	7.86
2021	2	1	8	274	5.63
2021	2	2	9	270	8.15
2021	2	3	10	260	10.17
2021	2	4	11	279	8.85
2021	2	5	12	271	8.34
2021	2	6	13	248	9.96
2021	2	7	14	252	9.57
2021	2	8	15	256	12.04
2021	2	9	16	258	10.11
2021	2	10	17	275	6.69
2021	2	11	18	255	9.37
2021	2	12	19	260	9.67
2021	2	13	20	267	7.56
2021	2	14	21	265	8.60
2021	2	15	22	282	6.03
2021	2	16	23	253	10.00
2021	2	17	24	266	10.24
2021	2	18	1	287	6.55
2021	2	19	2	265	6.00
2021	2	20	3	275	8.54
2021	2	21	4	258	8.45
2021	2	22	5	257	9.52
2021	2	23	6	306	5.03
2021	2	24	7	305	3.60
2021	2	25	8	255	9.94
2021	2	26	9	258	9.88
2021	2	27	10	265	8.48
2021	2	28	11	325	5.70
2021	3	1	12	224	3.94

2021	3	2	13	249	2.19
2021	3	3	14	257	7.66
2021	3	4	15	238	6.54
2021	3	5	16	275	7.42
2021	3	6	17	310	4.29
2021	3	7	18	282	4.24
2021	3	8	19	271	7.78
2021	3	9	20	287	7.21
2021	3	10	21	273	7.13
2021	3	11	22	269	6.40
2021	3	12	23	258	6.80
2021	3	13	24	232	6.61
2021	3	14	1	263	3.89
2021	3	15	2	231	3.51
2021	3	16	3	79	1.50
2021	3	17	4	228	3.40
2021	3	18	5	223	3.65
2021	3	19	6	330	6.28
2021	3	20	7	353	5.69
2021	3	21	8	285	6.61
2021	3	22	9	239	5.59
2021	3	23	10	334	2.14
2021	3	24	11	256	3.54
2021	3	25	12	240	2.58
2021	3	26	13	232	6.11
2021	3	27	14	238	5.93
2021	3	28	15	199	3.08
2021	3	29	16	59	2.19
2021	3	30	17	220	2.79
2021	3	31	18	305	5.66
2021	4	1	19	279	8.12
2021	4	2	20	290	6.12
2021	4	3	21	284	6.03
2021	4	4	22	273	8.02
2021	4	5	23	281	6.97
2021	4	6	24	300	4.90
2021	4	7	1	302	5.69
2021	4	8	2	267	8.10
2021	4	9	3	245	8.37
2021	4	10	4	236	2.15
2021	4	11	5	247	3.58
2021	4	12	6	309	0.54
2021	4	13	7	230	2.50
2021	4	14	8	257	1.92
2021	4	15	9	12	1.12
2021	4	16	10	117	2.20
2021	4	17	11	86	3.12
2021	4	18	12	220	4.70
2021	4	19	13	234	2.35
2021	4	20	14	202	4.87
2021	4	21	15	207	2.78
2021	4	22	16	268	0.81
2021	4	23	17	201	3.00
2021	4	24	18	90	3.20
2021	4	25	19	80	3.65
2021	4	26	20	91	3.64
2021	4	27	21	79	3.69
2021	4	28	22	112	3.72
2021	4	29	23	116	2.75
2021	4	30	24	71	4.19
2021	5	1	1	70	3.73

2021	5	2	2	85	4.93
2021	5	3	3	74	5.31
2021	5	4	4	75	5.43
2021	5	5	5	43	3.95
2021	5	6	6	67	3.33
2021	5	7	7	6	3.96
2021	5	8	8	224	3.64
2021	5	9	9	46	4.99
2021	5	10	10	67	4.81
2021	5	11	11	72	6.84
2021	5	12	12	91	6.98
2021	5	13	13	96	5.35
2021	5	14	14	77	5.27
2021	5	15	15	93	4.96
2021	5	16	16	103	4.47
2021	5	17	17	61	4.70
2021	5	18	18	102	5.65
2021	5	19	19	98	5.24
2021	5	20	20	109	3.81
2021	5	21	21	52	3.79
2021	5	22	22	61	4.37
2021	5	23	23	105	2.68
2021	5	24	24	69	4.59
2021	5	25	1	87	3.93
2021	5	26	2	75	6.34
2021	5	27	3	79	6.94
2021	5	28	4	80	6.32
2021	5	29	5	107	3.87
2021	5	30	6	142	2.24
2021	5	31	7	81	3.27
2021	6	1	8	81	4.03
2021	6	2	9	59	5.11
2021	6	3	10	68	5.52
2021	6	4	11	69	6.64
2021	6	5	12	79	5.96
2021	6	6	13	71	4.47
2021	6	7	14	59	4.09
2021	6	8	15	75	3.93
2021	6	9	16	94	3.75
2021	6	10	17	83	4.88
2021	6	11	18	95	5.45
2021	6	12	19	63	4.11
2021	6	13	20	56	4.70
2021	6	14	21	97	2.83
2021	6	15	22	32	6.63
2021	6	16	23	67	5.63
2021	6	17	24	82	5.43
2021	6	18	1	63	5.42
2021	6	19	2	56	5.76
2021	6	20	3	62	6.42
2021	6	21	4	64	5.54
2021	6	22	5	94	2.96
2021	6	23	6	88	3.82
2021	6	24	7	83	4.12
2021	6	25	8	79	3.05
2021	6	26	9	65	4.86
2021	6	27	10	75	7.06
2021	6	28	11	82	7.84
2021	6	29	12	84	5.13
2021	6	30	13	90	5.22
2021	7	1	14	81	3.14

2021	7	2	15	116	3.83
2021	7	3	16	67	3.48
2021	7	4	17	87	6.82
2021	7	5	18	94	4.97
2021	7	6	19	36	6.62
2021	7	7	20	102	3.59
2021	7	8	21	52	3.47
2021	7	9	22	47	5.27
2021	7	10	23	80	7.55
2021	7	11	24	69	5.89
2021	7	12	1	85	6.00
2021	7	13	2	132	3.12
2021	7	14	3	103	4.10
2021	7	15	4	74	1.66
2021	7	16	5	35	0.76
2021	7	17	6	36	5.78
2021	7	18	7	74	5.39
2021	7	19	8	76	5.88
2021	7	20	9	69	5.24
2021	7	21	10	29	6.09
2021	7	22	11	44	4.45
2021	7	23	12	75	4.87
2021	7	24	13	57	5.12
2021	7	25	14	70	5.32
2021	7	26	15	64	5.23
2021	7	27	16	84	4.97
2021	7	28	17	88	4.26
2021	7	29	18	86	4.18
2021	7	30	19	95	3.73
2021	7	31	20	119	3.37
2021	8	1	21	113	3.32
2021	8	2	22	74	3.91
2021	8	3	23	72	3.66
2021	8	4	24	85	7.37
2021	8	5	1	69	6.45
2021	8	6	2	63	5.84
2021	8	7	3	68	6.84
2021	8	8	4	80	6.63
2021	8	9	5	91	5.69
2021	8	10	6	91	5.88
2021	8	11	7	71	6.29
2021	8	12	8	73	6.30
2021	8	13	9	79	7.36
2021	8	14	10	83	8.10
2021	8	15	11	81	6.88
2021	8	16	12	78	6.01
2021	8	17	13	59	6.24
2021	8	18	14	77	4.09
2021	8	19	15	58	4.69
2021	8	20	16	76	4.53
2021	8	21	17	66	5.17
2021	8	22	18	71	4.17
2021	8	23	19	68	3.63
2021	8	24	20	84	3.81
2021	8	25	21	90	3.46
2021	8	26	22	77	4.60
2021	8	27	23	76	4.42
2021	8	28	24	45	6.91
2021	8	29	1	69	4.25
2021	8	30	2	86	4.15
2021	8	31	3	60	5.03

2021	9	1	4	68	4.93
2021	9	2	5	85	3.76
2021	9	3	6	147	1.12
2021	9	4	7	19	0.71
2021	9	5	8	21	3.42
2021	9	6	9	58	5.31
2021	9	7	10	72	6.60
2021	9	8	11	79	5.43
2021	9	9	12	56	6.18
2021	9	10	13	77	6.27
2021	9	11	14	84	6.27
2021	9	12	15	212	2.42
2021	9	13	16	100	2.35
2021	9	14	17	74	4.70
2021	9	15	18	57	3.27
2021	9	16	19	49	4.55
2021	9	17	20	88	5.49
2021	9	18	21	63	5.79
2021	9	19	22	97	4.09
2021	9	20	23	27	6.13
2021	9	21	24	39	5.81
2021	9	22	1	24	7.53
2021	9	23	2	68	5.46
2021	9	24	3	19	2.18
2021	9	25	4	77	3.73
2021	9	26	5	91	3.87
2021	9	27	6	82	4.31
2021	9	28	7	103	3.83
2021	9	29	8	93	4.65
2021	9	30	9	99	4.17
2021	10	1	10	65	3.23
2021	10	2	11	74	2.33
2021	10	3	12	214	4.18
2021	10	4	13	240	4.20
2021	10	5	14	253	0.78
2021	10	6	15	115	1.22
2021	10	7	16	80	3.84
2021	10	8	17	105	2.24
2021	10	9	18	132	3.44
2021	10	10	19	101	3.44
2021	10	11	20	210	1.48
2021	10	12	21	101	2.97
2021	10	13	22	96	3.61
2021	10	14	23	124	2.16
2021	10	15	24	222	2.35
2021	10	16	1	80	3.80
2021	10	17	2	101	3.38
2021	10	18	3	66	3.36
2021	10	19	4	3	1.42
2021	10	20	5	129	1.96
2021	10	21	6	49	1.64
2021	10	22	7	244	2.15
2021	10	23	8	206	4.08
2021	10	24	9	80	3.42
2021	10	25	10	86	4.56
2021	10	26	11	88	5.09
2021	10	27	12	103	3.76
2021	10	28	13	93	2.77
2021	10	29	14	99	2.87
2021	10	30	15	211	1.16
2021	10	31	16	204	1.50

2021	11	1	17	235	1.43
2021	11	2	18	73	3.11
2021	11	3	19	122	3.77
2021	11	4	20	81	4.06
2021	11	5	21	234	2.74
2021	11	6	22	61	0.60
2021	11	7	23	116	2.05
2021	11	8	24	233	6.35
2021	11	9	1	258	1.78
2021	11	10	2	231	4.85
2021	11	11	3	261	2.83
2021	11	12	4	273	7.13
2021	11	13	5	257	6.27
2021	11	14	6	238	5.96
2021	11	15	7	259	3.90
2021	11	16	8	178	4.95
2021	11	17	9	65	4.84
2021	11	18	10	73	5.02
2021	11	19	11	52	3.27
2021	11	20	12	264	2.86
2021	11	21	13	332	2.37
2021	11	22	14	215	0.89
2021	11	23	15	249	2.54
2021	11	24	16	245	4.70
2021	11	25	17	255	7.02
2021	11	26	18	274	5.05
2021	11	27	19	318	7.76
2021	11	28	20	252	6.39
2021	11	29	21	285	7.33
2021	11	30	22	250	4.33
2021	12	1	23	278	5.61
2021	12	2	24	237	3.72
2021	12	3	1	256	7.69
2021	12	4	2	310	6.01
2021	12	5	3	275	11.62
2021	12	6	4	31	0.34
2021	12	7	5	273	7.69
2021	12	8	6	289	5.67
2021	12	9	7	260	8.27
2021	12	10	8	263	8.26
2021	12	11	9	272	6.95
2021	12	12	10	305	5.49
2021	12	13	11	324	4.44
2021	12	14	12	269	5.40
2021	12	15	13	212	1.87
2021	12	16	14	243	4.14
2021	12	17	15	266	3.06
2021	12	18	16	249	1.67
2021	12	19	17	52	2.80
2021	12	20	18	282	4.98
2021	12	21	19	327	1.26
2021	12	22	20	266	8.31
2021	12	23	21	305	3.35
2021	12	24	22	273	7.33
2021	12	25	23	290	5.37
2021	12	26	24	278	7.59
2021	12	27	1	273	5.11
2021	12	28	2	340	3.01
2021	12	29	3	301	6.52
2021	12	30	4	261	5.02
2021	12	31	5	34	2.43

Tahun 2022	Bulan	Tanggal	Jam	Arah Angin	Kecepatan Angin (knot)
2022	1	1	1	64	5.09
2022	1	2	2	288	4.50
2022	1	3	3	344	4.15
2022	1	4	4	329	2.14
2022	1	5	5	252	10.80
2022	1	6	6	287	6.97
2022	1	7	7	283	6.02
2022	1	8	8	22	5.13
2022	1	9	9	341	5.15
2022	1	10	10	221	2.46
2022	1	11	11	247	9.02
2022	1	12	12	265	4.94
2022	1	13	13	272	9.48
2022	1	14	14	274	6.88
2022	1	15	15	271	9.60
2022	1	16	16	283	3.20
2022	1	17	17	317	4.96
2022	1	18	18	255	11.50
2022	1	19	19	249	10.34
2022	1	20	20	257	10.66
2022	1	21	21	283	2.81
2022	1	22	22	281	7.17
2022	1	23	23	295	7.26
2022	1	24	24	295	4.60
2022	1	25	1	294	5.50
2022	1	26	2	314	6.04
2022	1	27	3	289	7.10
2022	1	28	4	281	6.40
2022	1	29	5	284	6.75
2022	1	30	6	298	6.20
2022	1	31	7	289	5.10
2022	2	1	8	327	2.22
2022	2	2	9	285	7.31
2022	2	3	10	292	6.38
2022	2	4	11	301	7.04
2022	2	5	12	6	3.99
2022	2	6	13	189	3.77
2022	2	7	14	263	4.95
2022	2	8	15	258	5.89
2022	2	9	16	287	6.42
2022	2	10	17	327	4.19
2022	2	11	18	238	7.04
2022	2	12	19	162	3.89
2022	2	13	20	267	5.10
2022	2	14	21	150	1.59
2022	2	15	22	326	4.09
2022	2	16	23	266	2.89
2022	2	17	24	213	4.55
2022	2	18	1	249	9.50
2022	2	19	2	255	8.80
2022	2	20	3	270	10.91
2022	2	21	4	299	7.21
2022	2	22	5	319	7.77
2022	2	23	6	282	6.98
2022	2	24	7	285	6.11
2022	2	25	8	291	4.82
2022	2	26	9	271	10.00
2022	2	27	10	301	6.83
2022	2	28	11	287	7.70
2022	3	1	12	314	4.69

2022	3	2	13	337	3.03
2022	3	3	14	321	6.50
2022	3	4	15	247	9.07
2022	3	5	16	No Data	No Data
2022	3	6	17	No Data	No Data
2022	3	7	18	338	4.41
2022	3	8	19	289	6.41
2022	3	9	20	265	2.64
2022	3	10	21	171	1.77
2022	3	11	22	179	1.52
2022	3	12	23	256	2.39
2022	3	13	24	4	4.10
2022	3	14	1	168	1.06
2022	3	15	2	167	1.94
2022	3	16	3	255	2.90
2022	3	17	4	246	4.40
2022	3	18	5	302	5.54
2022	3	19	6	280	6.83
2022	3	20	7	268	4.67
2022	3	21	8	314	1.80
2022	3	22	9	335	1.28
2022	3	23	10	353	1.52
2022	3	24	11	249	3.68
2022	3	25	12	260	7.78
2022	3	26	13	252	8.47
2022	3	27	14	281	7.30
2022	3	28	15	310	2.94
2022	3	29	16	213	5.27
2022	3	30	17	241	4.79
2022	3	31	18	220	2.33
2022	4	1	19	244	4.22
2022	4	2	20	346	5.26
2022	4	3	21	243	4.75
2022	4	4	22	248	2.23
2022	4	5	23	244	5.07
2022	4	6	24	261	8.18
2022	4	7	1	242	5.80
2022	4	8	2	239	5.59
2022	4	9	3	258	2.01
2022	4	10	4	251	4.13
2022	4	11	5	65	1.44
2022	4	12	6	210	2.19
2022	4	13	7	209	3.06
2022	4	14	8	155	0.96
2022	4	15	9	153	1.47
2022	4	16	10	61	3.22
2022	4	17	11	64	2.86
2022	4	18	12	53	2.60
2022	4	19	13	254	3.55
2022	4	20	14	264	7.56
2022	4	21	15	73	2.43
2022	4	22	16	221	3.10
2022	4	23	17	64	4.04
2022	4	24	18	98	3.23
2022	4	25	19	72	3.21
2022	4	26	20	337	0.99
2022	4	27	21	11	3.36
2022	4	28	22	72	3.96
2022	4	29	23	79	5.36
2022	4	30	24	33	4.37
2022	5	1	1	90	6.16

2022	5	2	2	58	4.92
2022	5	3	3	114	4.49
2022	5	4	4	99	2.44
2022	5	5	5	111	1.34
2022	5	6	6	114	3.20
2022	5	7	7	86	5.53
2022	5	8	8	77	4.30
2022	5	9	9	25	2.28
2022	5	10	10	232	3.85
2022	5	11	11	61	4.10
2022	5	12	12	55	2.79
2022	5	13	13	35	1.17
2022	5	14	14	33	2.53
2022	5	15	15	67	3.70
2022	5	16	16	75	3.96
2022	5	17	17	339	0.26
2022	5	18	18	83	4.57
2022	5	19	19	71	4.54
2022	5	20	20	64	6.00
2022	5	21	21	64	5.55
2022	5	22	22	79	5.10
2022	5	23	23	61	5.77
2022	5	24	24	49	4.05
2022	5	25	1	73	4.28
2022	5	26	2	222	1.66
2022	5	27	3	54	1.84
2022	5	28	4	42	4.96
2022	5	29	5	347	2.04
2022	5	30	6	82	1.12
2022	5	31	7	72	3.72
2022	6	1	8	113	2.28
2022	6	2	9	70	4.31
2022	6	3	10	149	1.46
2022	6	4	11	17	2.10
2022	6	5	12	78	2.75
2022	6	6	13	68	3.67
2022	6	7	14	59	4.09
2022	6	8	15	78	4.72
2022	6	9	16	75	5.39
2022	6	10	17	77	4.48
2022	6	11	18	73	7.79
2022	6	12	19	63	4.84
2022	6	13	20	33	5.63
2022	6	14	21	73	4.79
2022	6	15	22	58	7.54
2022	6	16	23	68	6.34
2022	6	17	24	54	5.54
2022	6	18	1	23	1.96
2022	6	19	2	50	5.49
2022	6	20	3	95	5.01
2022	6	21	4	81	4.76
2022	6	22	5	66	6.86
2022	6	23	6	94	5.03
2022	6	24	7	113	3.09
2022	6	25	8	86	3.30
2022	6	26	9	153	2.07
2022	6	27	10	139	2.20
2022	6	28	11	84	4.88
2022	6	29	12	39	0.79
2022	6	30	13	108	4.74
2022	7	1	14	107	3.45

2022	7	2	15	66	5.94
2022	7	3	16	76	5.10
2022	7	4	17	85	3.30
2022	7	5	18	84	3.45
2022	7	6	19	124	5.24
2022	7	7	20	125	3.11
2022	7	8	21	94	0.96
2022	7	9	22	4	2.75
2022	7	10	23	79	7.28
2022	7	11	24	84	6.20
2022	7	12	1	70	5.80
2022	7	13	2	85	6.23
2022	7	14	3	81	5.55
2022	7	15	4	68	7.36
2022	7	16	5	89	6.81
2022	7	17	6	87	5.26
2022	7	18	7	68	7.68
2022	7	19	8	90	6.88
2022	7	20	9	100	7.55
2022	7	21	10	89	6.38
2022	7	22	11	108	5.15
2022	7	23	12	97	4.45
2022	7	24	13	90	5.84
2022	7	25	14	87	5.91
2022	7	26	15	83	5.44
2022	7	27	16	76	5.18
2022	7	28	17	83	7.20
2022	7	29	18	90	7.44
2022	7	30	19	105	5.45
2022	7	31	20	116	4.42
2022	8	1	21	84	4.95
2022	8	2	22	71	5.66
2022	8	3	23	74	4.22
2022	8	4	24	68	4.03
2022	8	5	1	130	1.65
2022	8	6	2	225	3.99
2022	8	7	3	134	1.11
2022	8	8	4	172	1.55
2022	8	9	5	76	3.78
2022	8	10	6	74	7.68
2022	8	11	7	99	3.51
2022	8	12	8	88	4.93
2022	8	13	9	60	4.43
2022	8	14	10	74	5.61
2022	8	15	11	54	6.64
2022	8	16	12	57	6.11
2022	8	17	13	93	7.42
2022	8	18	14	77	4.98
2022	8	19	15	84	6.54
2022	8	20	16	80	6.03
2022	8	21	17	91	5.91
2022	8	22	18	89	6.02
2022	8	23	19	90	6.12
2022	8	24	20	81	5.97
2022	8	25	21	74	6.60
2022	8	26	22	90	6.45
2022	8	27	23	85	5.45
2022	8	28	24	84	4.23
2022	8	29	1	72	4.83
2022	8	30	2	61	3.42
2022	8	31	3	91	3.90

2022	9	1	4	77	4.65
2022	9	2	5	73	4.83
2022	9	3	6	94	3.81
2022	9	4	7	86	5.14
2022	9	5	8	61	4.45
2022	9	6	9	49	5.31
2022	9	7	10	86	5.03
2022	9	8	11	89	3.66
2022	9	9	12	89	2.47
2022	9	10	13	99	3.02
2022	9	11	14	102	4.29
2022	9	12	15	79	5.20
2022	9	13	16	No Data	No Data
2022	9	14	17	No Data	No Data
2022	9	15	18	67	4.59
2022	9	16	19	81	2.73
2022	9	17	20	57	6.30
2022	9	18	21	74	4.34
2022	9	19	22	96	3.53
2022	9	20	23	101	0.97
2022	9	21	24	98	2.55
2022	9	22	1	54	5.26
2022	9	23	2	90	3.33
2022	9	24	3	90	2.79
2022	9	25	4	64	3.83
2022	9	26	5	66	2.49
2022	9	27	6	49	4.34
2022	9	28	7	99	3.99
2022	9	29	8	72	5.25
2022	9	30	9	224	5.56
2022	10	1	10	219	2.03
2022	10	2	11	143	1.93
2022	10	3	12	149	0.82
2022	10	4	13	99	2.87
2022	10	5	14	100	3.76
2022	10	6	15	109	2.33
2022	10	7	16	79	4.92
2022	10	8	17	89	4.15
2022	10	9	18	73	2.36
2022	10	10	19	227	2.31
2022	10	11	20	292	0.84
2022	10	12	21	248	4.18
2022	10	13	22	216	4.37
2022	10	14	23	107	3.07
2022	10	15	24	99	3.20
2022	10	16	1	68	3.56
2022	10	17	2	115	2.37
2022	10	18	3	100	2.27
2022	10	19	4	70	3.99
2022	10	20	5	102	2.60
2022	10	21	6	119	1.95
2022	10	22	7	233	5.19
2022	10	23	8	249	5.20
2022	10	24	9	251	6.56
2022	10	25	10	260	4.49
2022	10	26	11	241	5.47
2022	10	27	12	32	2.39
2022	10	28	13	241	5.50
2022	10	29	14	204	7.55
2022	10	30	15	204	5.34
2022	10	31	16	68	2.95

2022	11	1	17	254	1.63
2022	11	2	18	20	4.64
2022	11	3	19	66	2.45
2022	11	4	20	96	2.39
2022	11	5	21	69	3.14
2022	11	6	22	60	3.52
2022	11	7	23	267	2.06
2022	11	8	24	155	1.37
2022	11	9	1	354	1.13
2022	11	10	2	23	2.97
2022	11	11	3	90	1.91
2022	11	12	4	264	2.94
2022	11	13	5	232	4.05
2022	11	14	6	233	4.17
2022	11	15	7	270	5.71
2022	11	16	8	259	8.74
2022	11	17	9	244	7.00
2022	11	18	10	274	5.49
2022	11	19	11	28	5.67
2022	11	20	12	328	3.93
2022	11	21	13	214	3.27
2022	11	22	14	15	1.86
2022	11	23	15	6	2.13
2022	11	24	16	222	1.94
2022	11	25	17	78	2.47
2022	11	26	18	292	5.71
2022	11	27	19	304	2.16
2022	11	28	20	264	7.14
2022	11	29	21	265	8.37
2022	11	30	22	281	7.48
2022	12	1	23	274	7.08
2022	12	2	24	286	6.68
2022	12	3	1	244	6.21
2022	12	4	2	359	3.94
2022	12	5	3	320	2.52
2022	12	6	4	49	2.77
2022	12	7	5	91	3.47
2022	12	8	6	226	1.05
2022	12	9	7	236	2.91
2022	12	10	8	83	0.52
2022	12	11	9	101	1.45
2022	12	12	10	255	1.29
2022	12	13	11	228	3.82
2022	12	14	12	344	2.57
2022	12	15	13	288	5.66
2022	12	16	14	245	9.38
2022	12	17	15	260	10.57
2022	12	18	16	253	8.28
2022	12	19	17	242	8.29
2022	12	20	18	244	8.10
2022	12	21	19	256	10.31
2022	12	22	20	308	3.19
2022	12	23	21	272	12.58
2022	12	24	22	275	13.31
2022	12	25	23	270	10.89
2022	12	26	24	280	7.42
2022	12	27	1	271	14.04
2022	12	28	2	298	6.33
2022	12	29	3	270	10.72
2022	12	30	4	268	16.19
2022	12	31	5	269	9.07

Tahun 2023	Bulan	Tanggal	Jam	Arah Angin	Kecepatan Angin (knot)
2023	1	1	1	282	8.87
2023	1	2	2	278	7.58
2023	1	3	3	275	11.23
2023	1	4	4	275	10.17
2023	1	5	5	294	6.26
2023	1	6	6	290	5.90
2023	1	7	7	269	6.16
2023	1	8	8	277	7.58
2023	1	9	9	291	6.93
2023	1	10	10	269	7.60
2023	1	11	11	249	8.76
2023	1	12	12	266	7.88
2023	1	13	13	263	9.46
2023	1	14	14	284	8.68
2023	1	15	15	272	8.09
2023	1	16	16	268	8.31
2023	1	17	17	261	4.40
2023	1	18	18	305	5.75
2023	1	19	19	327	3.92
2023	1	20	20	261	8.48
2023	1	21	21	248	5.06
2023	1	22	22	263	8.14
2023	1	23	23	259	7.36
2023	1	24	24	256	8.96
2023	1	25	1	239	5.12
2023	1	26	2	2	2.51
2023	1	27	3	128	1.70
2023	1	28	4	308	4.56
2023	1	29	5	354	3.12
2023	1	30	6	265	6.97
2023	1	31	7	229	0.99
2023	2	1	8	254	3.18
2023	2	2	9	256	12.77
2023	2	3	10	267	7.52
2023	2	4	11	6	2.73
2023	2	5	12	348	3.41
2023	2	6	13	306	6.63
2023	2	7	14	312	3.90
2023	2	8	15	266	5.12
2023	2	9	16	1	2.28
2023	2	10	17	274	2.17
2023	2	11	18	280	7.57
2023	2	12	19	267	7.81
2023	2	13	20	355	4.26
2023	2	14	21	282	7.82
2023	2	15	22	276	3.89
2023	2	16	23	295	5.48
2023	2	17	24	277	7.65
2023	2	18	1	271	8.26
2023	2	19	2	285	6.52
2023	2	20	3	301	5.73
2023	2	21	4	284	4.35
2023	2	22	5	280	7.53
2023	2	23	6	269	10.46
2023	2	24	7	273	7.84
2023	2	25	8	268	8.79
2023	2	26	9	277	10.31
2023	2	27	10	281	5.79
2023	2	28	11	263	9.17
2023	3	1	12	313	6.15

2023	3	2	13	271	9.95
2023	3	3	14	280	8.36
2023	3	4	15	282	7.31
2023	3	5	16	270	8.02
2023	3	6	17	303	0.57
2023	3	7	18	281	7.90
2023	3	8	19	239	8.83
2023	3	9	20	240	5.94
2023	3	10	21	252	5.93
2023	3	11	22	256	3.33
2023	3	12	23	243	7.10
2023	3	13	24	280	3.71
2023	3	14	1	286	4.70
2023	3	15	2	228	2.75
2023	3	16	3	84	0.89
2023	3	17	4	218	3.27
2023	3	18	5	86	1.93
2023	3	19	6	78	3.90
2023	3	20	7	117	2.01
2023	3	21	8	230	5.24
2023	3	22	9	254	2.44
2023	3	23	10	304	1.27
2023	3	24	11	124	3.26
2023	3	25	12	241	8.02
2023	3	26	13	263	8.30
2023	3	27	14	262	7.35
2023	3	28	15	304	5.25
2023	3	29	16	14	3.62
2023	3	30	17	272	6.43
2023	3	31	18	264	5.92
2023	4	1	19	265	8.19
2023	4	2	20	330	6.54
2023	4	3	21	195	1.99
2023	4	4	22	325	4.05
2023	4	5	23	267	2.05
2023	4	6	24	258	7.01
2023	4	7	1	268	8.05
2023	4	8	2	266	8.72
2023	4	9	3	265	9.77
2023	4	10	4	278	7.61
2023	4	11	5	280	7.08
2023	4	12	6	317	5.31
2023	4	13	7	279	9.12
2023	4	14	8	163	1.00
2023	4	15	9	270	6.20
2023	4	16	10	261	2.99
2023	4	17	11	234	2.49
2023	4	18	12	124	1.29
2023	4	19	13	152	1.35
2023	4	20	14	123	4.60
2023	4	21	15	97	3.68
2023	4	22	16	63	4.45
2023	4	23	17	91	4.08
2023	4	24	18	90	4.27
2023	4	25	19	96	1.99
2023	4	26	20	339	1.98
2023	4	27	21	210	4.59
2023	4	28	22	95	2.82
2023	4	29	23	29	1.55
2023	4	30	24	67	2.55
2023	5	1	1	108	3.25

2023	5	2	2	89	5.79
2023	5	3	3	74	5.61
2023	5	4	4	43	3.58
2023	5	5	5	51	4.25
2023	5	6	6	79	3.72
2023	5	7	7	66	3.52
2023	5	8	8	136	7.84
2023	5	9	9	197	4.19
2023	5	10	10	68	2.07
2023	5	11	11	93	4.84
2023	5	12	12	92	5.97
2023	5	13	13	116	6.08
2023	5	14	14	184	4.05
2023	5	15	15	142	2.05
2023	5	16	16	284	1.52
2023	5	17	17	101	2.66
2023	5	18	18	85	3.97
2023	5	19	19	119	4.05
2023	5	20	20	112	5.30
2023	5	21	21	126	6.40
2023	5	22	22	89	3.40
2023	5	23	23	87	4.94
2023	5	24	24	86	3.42
2023	5	25	1	72	4.18
2023	5	26	2	87	3.57
2023	5	27	3	105	5.42
2023	5	28	4	94	6.11
2023	5	29	5	97	6.76
2023	5	30	6	76	5.74
2023	5	31	7	75	5.21
2023	6	1	8	85	4.52
2023	6	2	9	91	4.23
2023	6	3	10	95	5.50
2023	6	4	11	100	5.30
2023	6	5	12	72	4.27
2023	6	6	13	78	5.82
2023	6	7	14	61	4.57
2023	6	8	15	84	3.69
2023	6	9	16	91	4.15
2023	6	10	17	79	4.92
2023	6	11	18	85	10.40
2023	6	12	19	78	6.08
2023	6	13	20	76	5.63
2023	6	14	21	89	4.55
2023	6	15	22	76	4.38
2023	6	16	23	57	4.62
2023	6	17	24	73	5.24
2023	6	18	1	64	5.47
2023	6	19	2	56	4.83
2023	6	20	3	57	2.57
2023	6	21	4	78	4.86
2023	6	22	5	92	3.78
2023	6	23	6	109	4.26
2023	6	24	7	97	3.48
2023	6	25	8	46	3.52
2023	6	26	9	90	3.58
2023	6	27	10	116	2.35
2023	6	28	11	98	3.37
2023	6	29	12	78	4.17
2023	6	30	13	97	4.25
2023	7	1	14	107	3.55

2023	7	2	15	70	1.82
2023	7	3	16	249	0.71
2023	7	4	17	82	3.69
2023	7	5	18	85	5.25
2023	7	6	19	80	6.33
2023	7	7	20	94	6.31
2023	7	8	21	96	4.26
2023	7	9	22	76	6.15
2023	7	10	23	93	4.60
2023	7	11	24	99	4.17
2023	7	12	1	116	2.46
2023	7	13	2	82	5.01
2023	7	14	3	97	5.72
2023	7	15	4	91	3.40
2023	7	16	5	137	3.81
2023	7	17	6	79	7.16
2023	7	18	7	61	6.48
2023	7	19	8	98	3.64
2023	7	20	9	91	5.03
2023	7	21	10	90	5.57
2023	7	22	11	94	5.57
2023	7	23	12	74	6.62
2023	7	24	13	108	4.47
2023	7	25	14	96	6.55
2023	7	26	15	85	4.76
2023	7	27	16	103	6.35
2023	7	28	17	93	6.88
2023	7	29	18	107	5.27
2023	7	30	19	92	6.12
2023	7	31	20	78	6.90
2023	8	1	21	78	5.05
2023	8	2	22	75	6.20
2023	8	3	23	87	5.36
2023	8	4	24	89	6.78
2023	8	5	1	87	6.27
2023	8	6	2	83	5.38
2023	8	7	3	87	6.76
2023	8	8	4	91	6.06
2023	8	9	5	89	4.59
2023	8	10	6	101	4.13
2023	8	11	7	84	5.81
2023	8	12	8	94	4.69
2023	8	13	9	87	4.55
2023	8	14	10	84	5.02
2023	8	15	11	95	4.31
2023	8	16	12	92	3.94
2023	8	17	13	98	3.71
2023	8	18	14	96	4.80
2023	8	19	15	87	7.05
2023	8	20	16	92	9.25
2023	8	21	17	87	6.58
2023	8	22	18	84	5.26
2023	8	23	19	83	5.52
2023	8	24	20	88	5.55
2023	8	25	21	68	5.65
2023	8	26	22	98	3.82
2023	8	27	23	80	6.77
2023	8	28	24	98	4.78
2023	8	29	1	79	5.88
2023	8	30	2	89	6.46
2023	8	31	3	80	5.27

2023	9	1	4	96	5.86
2023	9	2	5	100	6.81
2023	9	3	6	88	6.07
2023	9	4	7	88	7.28
2023	9	5	8	96	5.04
2023	9	6	9	77	4.38
2023	9	7	10	78	3.80
2023	9	8	11	96	3.74
2023	9	9	12	82	4.48
2023	9	10	13	59	4.49
2023	9	11	14	84	8.68
2023	9	12	15	64	4.45
2023	9	13	16	76	7.27
2023	9	14	17	87	6.20
2023	9	15	18	86	5.88
2023	9	16	19	93	6.95
2023	9	17	20	82	4.72
2023	9	18	21	89	5.58
2023	9	19	22	108	4.44
2023	9	20	23	93	3.55
2023	9	21	24	69	3.92
2023	9	22	1	85	4.39
2023	9	23	2	104	3.56
2023	9	24	3	63	4.50
2023	9	25	4	44	4.26
2023	9	26	5	74	5.03
2023	9	27	6	58	5.56
2023	9	28	7	78	5.50
2023	9	29	8	109	3.36
2023	9	30	9	75	3.47
2023	10	1	10	104	2.59
2023	10	2	11	83	4.04
2023	10	3	12	102	3.18
2023	10	4	13	95	3.55
2023	10	5	14	85	4.72
2023	10	6	15	57	5.11
2023	10	7	16	103	5.91
2023	10	8	17	70	3.96
2023	10	9	18	83	3.52
2023	10	10	19	56	4.38
2023	10	11	20	87	4.53
2023	10	12	21	91	5.13
2023	10	13	22	102	5.58
2023	10	14	23	77	4.65
2023	10	15	24	67	4.94
2023	10	16	1	81	4.97
2023	10	17	2	105	5.13
2023	10	18	3	88	4.55
2023	10	19	4	80	4.59
2023	10	20	5	73	4.53
2023	10	21	6	76	4.27
2023	10	22	7	90	3.96
2023	10	23	8	98	2.93
2023	10	24	9	96	3.90
2023	10	25	10	71	3.39
2023	10	26	11	84	4.39
2023	10	27	12	99	5.53
2023	10	28	13	73	4.26
2023	10	29	14	94	4.58
2023	10	30	15	107	3.98
2023	10	31	16	86	4.18

2023	11	1	17	91	4.45
2023	11	2	18	93	4.62
2023	11	3	19	67	3.76
2023	11	4	20	96	1.92
2023	11	5	21	80	4.44
2023	11	6	22	89	3.91
2023	11	7	23	83	3.11
2023	11	8	24	68	3.35
2023	11	9	1	87	3.15
2023	11	10	2	65	2.31
2023	11	11	3	87	1.99
2023	11	12	4	110	1.83
2023	11	13	5	85	2.46
2023	11	14	6	91	2.63
2023	11	15	7	147	1.01
2023	11	16	8	221	3.10
2023	11	17	9	229	6.57
2023	11	18	10	213	3.71
2023	11	19	11	102	2.30
2023	11	20	12	95	4.60
2023	11	21	13	78	5.74
2023	11	22	14	93	6.39
2023	11	23	15	69	4.83
2023	11	24	16	94	0.83
2023	11	25	17	217	3.33
2023	11	26	18	250	2.81
2023	11	27	19	212	2.24
2023	11	28	20	281	1.64
2023	11	29	21	231	1.65
2023	11	30	22	59	2.12
2023	12	1	23	96	2.62
2023	12	2	24	102	2.07
2023	12	3	1	112	3.04
2023	12	4	2	214	0.42
2023	12	5	3	84	1.90
2023	12	6	4	20	1.07
2023	12	7	5	293	2.87
2023	12	8	6	247	6.69
2023	12	9	7	272	5.24
2023	12	10	8	264	9.04
2023	12	11	9	272	7.70
2023	12	12	10	278	7.82
2023	12	13	11	274	7.41
2023	12	14	12	271	7.48
2023	12	15	13	272	6.90
2023	12	16	14	332	5.87
2023	12	17	15	251	9.10
2023	12	18	16	233	8.12
2023	12	19	17	229	6.14
2023	12	20	18	220	6.57
2023	12	21	19	222	2.47
2023	12	22	20	184	1.34
2023	12	23	21	218	2.76
2023	12	24	22	303	3.79
2023	12	25	23	247	11.04
2023	12	26	24	258	4.37
2023	12	27	1	234	7.10
2023	12	28	2	237	4.46
2023	12	29	3	241	3.76
2023	12	30	4	93	2.68
2023	12	31	5	93	3.89

Tahun 2024	Bulan	Tanggal	Jam	Arah Angin	Kecepatan Angin (knot)
2024	1	1	1	98	2.32
2024	1	2	2	67	1.43
2024	1	3	3	233	4.89
2024	1	4	4	226	2.67
2024	1	5	5	240	6.20
2024	1	6	6	222	5.29
2024	1	7	7	299	2.53
2024	1	8	8	259	7.16
2024	1	9	9	321	4.74
2024	1	10	10	283	7.05
2024	1	11	11	295	6.28
2024	1	12	12	300	3.69
2024	1	13	13	291	6.66
2024	1	14	14	302	5.87
2024	1	15	15	257	13.05
2024	1	16	16	271	3.45
2024	1	17	17	337	3.48
2024	1	18	18	358	3.64
2024	1	19	19	268	7.07
2024	1	20	20	259	3.49
2024	1	21	21	351	3.19
2024	1	22	22	291	6.06
2024	1	23	23	330	3.64
2024	1	24	24	281	1.03
2024	1	25	1	21	3.66
2024	1	26	2	42	3.94
2024	1	27	3	91	2.05
2024	1	28	4	268	6.33
2024	1	29	5	257	9.31
2024	1	30	6	281	4.92
2024	1	31	7	267	8.04
2024	2	1	8	274	7.38
2024	2	2	9	272	8.45
2024	2	3	10	289	6.75
2024	2	4	11	263	11.85
2024	2	5	12	280	5.96
2024	2	6	13	295	5.37
2024	2	7	14	303	6.07
2024	2	8	15	275	7.07
2024	2	9	16	224	6.32
2024	2	10	17	317	5.99
2024	2	11	18	296	4.89
2024	2	12	19	296	5.99
2024	2	13	20	17	3.69
2024	2	14	21	226	3.60
2024	2	15	22	No Data	No Data
2024	2	16	23	255	6.54
2024	2	17	24	257	7.38
2024	2	18	1	241	5.57
2024	2	19	2	260	2.24
2024	2	20	3	251	3.26
2024	2	21	4	347	4.43
2024	2	22	5	281	2.00
2024	2	23	6	164	1.49
2024	2	24	7	240	5.55
2024	2	25	8	274	7.65
2024	2	26	9	277	10.15
2024	2	27	10	309	6.20
2024	2	28	11	247	4.19
2024	2	29	12	259	1.35

2024	3	1	13	247	2.60
2024	3	2	14	251	3.59
2024	3	3	15	277	2.72
2024	3	4	16	314	1.20
2024	3	5	17	No Data	No Data
2024	3	6	18	25	1.97
2024	3	7	19	309	6.34
2024	3	8	20	61	2.16
2024	3	9	21	288	1.58
2024	3	10	22	18	6.70
2024	3	11	23	293	8.33
2024	3	12	24	250	8.16
2024	3	13	1	313	2.34
2024	3	14	2	31	4.09
2024	3	15	3	303	6.11
2024	3	16	4	308	4.11
2024	3	17	5	328	5.82
2024	3	18	6	264	9.16
2024	3	19	7	326	2.36
2024	3	20	8	271	5.98
2024	3	21	9	261	9.00
2024	3	22	10	266	5.97
2024	3	23	11	250	4.58
2024	3	24	12	283	1.66
2024	3	25	13	243	3.62
2024	3	26	14	123	1.83
2024	3	27	15	106	2.62
2024	3	28	16	130	1.08
2024	3	29	17	239	5.17
2024	3	30	18	85	2.08
2024	3	31	19	161	0.88
2024	4	1	20	227	5.71
2024	4	2	21	237	7.59
2024	4	3	22	295	5.22
2024	4	4	23	308	6.78
2024	4	5	24	217	4.69
2024	4	6	1	189	0.91
2024	4	7	2	257	1.44
2024	4	8	3	332	2.59
2024	4	9	4	218	3.45
2024	4	10	5	212	1.76
2024	4	11	6	229	4.24
2024	4	12	7	229	1.77
2024	4	13	8	91	2.46
2024	4	14	9	138	2.19
2024	4	15	10	232	3.28
2024	4	16	11	163	1.50
2024	4	17	12	102	2.96
2024	4	18	13	255	4.12
2024	4	19	14	206	1.53
2024	4	20	15	105	2.33
2024	4	21	16	285	1.03
2024	4	22	17	227	2.06
2024	4	23	18	84	5.77
2024	4	24	19	76	3.71
2024	4	25	20	50	4.92
2024	4	26	21	79	4.65
2024	4	27	22	76	6.17
2024	4	28	23	75	6.35
2024	4	29	24	51	4.43
2024	4	30	1	73	3.67

2024	5	1	2	62	5.98
2024	5	2	3	99	4.17
2024	5	3	4	41	5.15
2024	5	4	5	9	2.55
2024	5	5	6	255	3.58
2024	5	6	7	44	5.89
2024	5	7	8	79	3.64
2024	5	8	9	114	1.89
2024	5	9	10	64	5.65
2024	5	10	11	67	6.91
2024	5	11	12	88	5.90
2024	5	12	13	80	3.80
2024	5	13	14	71	5.59
2024	5	14	15	71	4.62
2024	5	15	16	52	5.56
2024	5	16	17	73	6.37
2024	5	17	18	84	6.38
2024	5	18	19	88	5.67
2024	5	19	20	75	6.00
2024	5	20	21	92	5.14
2024	5	21	22	91	5.74
2024	5	22	23	84	6.29
2024	5	23	24	86	6.17
2024	5	24	1	82	4.02
2024	5	25	2	83	4.31
2024	5	26	3	64	6.22
2024	5	27	4	80	4.78
2024	5	28	5	38	8.06
2024	5	29	6	83	4.54
2024	5	30	7	105	3.45
2024	5	31	8	94	4.93
2024	6	1	9	No Data	No Data
2024	6	2	10	76	4.26
2024	6	3	11	78	1.98
2024	6	4	12	No Data	No Data
2024	6	5	13	93	4.53
2024	6	6	14	74	5.79
2024	6	7	15	71	3.63
2024	6	8	16	79	6.24
2024	6	9	17	82	6.36
2024	6	10	18	76	5.76
2024	6	11	19	90	5.65
2024	6	12	20	110	4.97
2024	6	13	21	82	3.41
2024	6	14	22	80	5.21
2024	6	15	23	72	5.17
2024	6	16	24	78	7.73
2024	6	17	1	89	8.15
2024	6	18	2	93	7.72
2024	6	19	3	74	5.06
2024	6	20	4	106	6.02
2024	6	21	5	91	6.03
2024	6	22	6	77	7.14
2024	6	23	7	90	6.07
2024	6	24	8	111	2.89
2024	6	25	9	79	4.00
2024	6	26	10	63	4.84
2024	6	27	11	50	5.31
2024	6	28	12	59	4.05
2024	6	29	13	75	4.18
2024	6	30	14	206	0.47

2024	7	1	15	52	4.73
2024	7	2	16	79	5.80
2024	7	3	17	58	5.13
2024	7	4	18	88	6.68
2024	7	5	19	94	6.29
2024	7	6	20	74	6.04
2024	7	7	21	97	3.58
2024	7	8	22	51	6.14
2024	7	9	23	69	6.89
2024	7	10	24	61	6.12
2024	7	11	1	69	5.63
2024	7	12	2	117	3.48
2024	7	13	3	124	4.95
2024	7	14	4	81	7.98
2024	7	15	5	130	6.29
2024	7	16	6	74	7.13
2024	7	17	7	83	9.61
2024	7	18	8	81	8.80
2024	7	19	9	88	8.79
2024	7	20	10	93	6.12
2024	7	21	11	85	6.30
2024	7	22	12	75	4.58
2024	7	23	13	66	5.42
2024	7	24	14	92	4.55
2024	7	25	15	103	4.21
2024	7	26	16	76	3.65
2024	7	27	17	84	3.29
2024	7	28	18	90	3.02
2024	7	29	19	81	7.35
2024	7	30	20	78	7.18
2024	7	31	21	79	6.58
2024	8	1	22	79	8.28
2024	8	2	23	78	7.05
2024	8	3	24	80	5.09
2024	8	4	1	102	4.69
2024	8	5	2	85	6.32
2024	8	6	3	100	7.18
2024	8	7	4	67	6.10
2024	8	8	5	101	9.45
2024	8	9	6	65	6.74
2024	8	10	7	86	5.42
2024	8	11	8	95	6.16
2024	8	12	9	91	5.44
2024	8	13	10	87	5.41
2024	8	14	11	89	5.98
2024	8	15	12	77	7.08
2024	8	16	13	87	5.51
2024	8	17	14	85	6.48
2024	8	18	15	76	5.29
2024	8	19	16	88	4.51
2024	8	20	17	94	6.85
2024	8	21	18	73	4.40
2024	8	22	19	76	4.05
2024	8	23	20	70	3.82
2024	8	24	21	95	3.16
2024	8	25	22	87	4.10
2024	8	26	23	93	5.16
2024	8	27	24	96	4.37
2024	8	28	1	60	4.86
2024	8	29	2	88	3.54
2024	8	30	3	69	2.13

2024	8	31	4	89	3.81
2024	9	1	5	95	4.38
2024	9	2	6	88	6.33
2024	9	3	7	95	7.62
2024	9	4	8	92	5.14
2024	9	5	9	97	4.15
2024	9	6	10	90	5.90
2024	9	7	11	98	6.68
2024	9	8	12	72	6.33
2024	9	9	13	76	5.40
2024	9	10	14	71	5.12
2024	9	11	15	76	4.85
2024	9	12	16	87	4.63
2024	9	13	17	68	3.76
2024	9	14	18	59	5.35
2024	9	15	19	77	4.18
2024	9	16	20	75	2.43
2024	9	17	21	93	3.05
2024	9	18	22	113	4.05
2024	9	19	23	99	4.73
2024	9	20	24	79	5.99
2024	9	21	1	83	3.47
2024	9	22	2	104	4.47
2024	9	23	3	190	1.26
2024	9	24	4	112	4.14
2024	9	25	5	108	3.13
2024	9	26	6	95	5.09
2024	9	27	7	101	5.17
2024	9	28	8	90	5.14
2024	9	29	9	81	5.05
2024	9	30	10	93	4.80
2024	10	1	11	105	4.96
2024	10	2	12	76	4.51
2024	10	3	13	66	4.79
2024	10	4	14	69	4.57
2024	10	5	15	73	6.24
2024	10	6	16	87	5.10
2024	10	7	17	103	4.40
2024	10	8	18	80	4.35
2024	10	9	19	87	4.51
2024	10	10	20	70	4.92
2024	10	11	21	98	5.39
2024	10	12	22	89	4.95
2024	10	13	23	87	3.22
2024	10	14	24	69	3.33
2024	10	15	1	82	2.65
2024	10	16	2	66	2.61
2024	10	17	3	83	3.08
2024	10	18	4	62	2.53
2024	10	19	5	86	3.33
2024	10	20	6	269	0.39
2024	10	21	7	258	5.79
2024	10	22	8	220	6.89
2024	10	23	9	221	5.43
2024	10	24	10	219	6.72
2024	10	25	11	233	4.87
2024	10	26	12	112	2.16
2024	10	27	13	132	1.95
2024	10	28	14	65	3.79
2024	10	29	15	105	3.86
2024	10	30	16	104	3.39

2024	10	31	17	181	0.98
2024	11	1	18	300	2.12
2024	11	2	19	111	0.19
2024	11	3	20	125	2.93
2024	11	4	21	66	3.69
2024	11	5	22	69	5.01
2024	11	6	23	125	3.71
2024	11	7	24	80	3.49
2024	11	8	1	91	3.52
2024	11	9	2	64	4.71
2024	11	10	3	104	4.05
2024	11	11	4	87	2.72
2024	11	12	5	52	3.21
2024	11	13	6	96	3.87
2024	11	14	7	70	5.63
2024	11	15	8	114	3.69
2024	11	16	9	35	1.55
2024	11	17	10	62	3.97
2024	11	18	11	78	4.86
2024	11	19	12	83	4.12
2024	11	20	13	82	1.54
2024	11	21	14	216	0.48
2024	11	22	15	86	2.44
2024	11	23	16	89	2.70
2024	11	24	17	97	2.22
2024	11	25	18	240	4.41
2024	11	26	19	272	4.36
2024	11	27	20	248	5.55
2024	11	28	21	250	6.00
2024	11	29	22	282	6.40
2024	11	30	23	303	4.87
2024	12	1	24	267	0.26
2024	12	2	1	210	2.92
2024	12	3	2	259	2.30
2024	12	4	3	285	4.19
2024	12	5	4	25	1.96
2024	12	6	5	273	9.72
2024	12	7	6	30	3.60
2024	12	8	7	2	3.62
2024	12	9	8	286	5.07
2024	12	10	9	271	7.02
2024	12	11	10	280	6.77
2024	12	12	11	282	5.23
2024	12	13	12	259	5.82
2024	12	14	13	270	4.20
2024	12	15	14	307	4.88
2024	12	16	15	257	9.21
2024	12	17	16	285	3.82
2024	12	18	17	287	7.61
2024	12	19	18	282	6.64
2024	12	20	19	288	3.83
2024	12	21	20	239	6.05
2024	12	22	21	264	7.09
2024	12	23	22	247	6.51
2024	12	24	23	267	4.95
2024	12	25	24	265	10.98
2024	12	26	1	290	7.10
2024	12	27	2	286	6.31
2024	12	28	3	57	4.34
2024	12	29	4	308	3.46
2024	12	30	5	355	3.74
2024	12	31	6	282	6.00

Lampiran 2. Data tinggi gelombang, arah angin, kecepatan angin tahun 2020-2024

TAHUN	BULAN	KECEPATAN ANGIN(KNOT)	ARAH ANGIN	TINGGI GELOMBANG
2020	January	6.17	260.69	0.31
	February	5.25	231.07	0.27
	March	4.46	224.88	0.17
	April	3.10	163.62	0.12
	May	4.28	95.83	0.31
	June	4.94	85.18	0.38
	July	5.50	92.41	0.45
	August	4.96	84.67	0.35
	September	4.25	89.40	0.30
	October	3.78	105.14	0.21
	November	4.06	145.32	0.19
	December	6.68	243.65	0.41
2021	January	6.72	256.93	0.41
	February	8.31	269.58	0.56
	March	4.91	249.69	0.18
	April	4.09	199.53	0.25
	May	4.70	83.73	0.31
	June	5.01	73.83	0.29
	July	4.65	75.10	0.30
	August	5.35	75.26	0.40
	September	4.48	74.28	0.33
	October	2.85	128.15	0.24
	November	4.20	207.95	0.12
	December	5.19	254.63	0.37
2022	January	6.38	268.55	0.46
	February	6.00	259.52	0.36
	March	4.17	256.40	0.17
	April	3.67	170.80	0.09
	May	3.62	97.88	0.21
	June	4.26	77.97	0.27
	July	5.44	86.79	0.39
	August	4.96	89.65	0.38
	September	4.06	84.52	0.23
	October	3.57	154.96	0.19
	November	3.91	184.33	0.14
	December	6.79	247.22	0.41
2023	January	6.66	261.55	0.47
	February	6.39	263.41	0.46
	March	5.15	230.32	0.21
	April	4.58	203.11	0.25
	May	4.50	104.34	0.31
	June	4.61	81.61	0.30
	July	4.99	96.84	0.37
	August	5.52	87.48	0.42
	September	5.11	82.79	0.34
	October	4.35	85.97	0.23
	November	3.23	126.10	0.13
	December	5.02	214.97	0.24
2024	January	4.94	247.36	0.29
	February	5.62	260.37	0.28
	March	4.13	220.81	0.35
	April	3.64	177.27	0.36
	May	5.13	80.58	0.44
	June	5.09	85.91	0.48
	July	5.88	83.08	0.52
	August	5.43	84.18	0.48
	September	4.73	91.83	0.42
	October	4.05	117.96	0.42
	November	3.60	132.66	0.33
	December	5.33	244.03	0.46

Lampiran 3. Data Pasang surut desember 2024

Tanggal	Waktu (UTC)	Water Level (m)
1-Dec-24	0:59:59	-0.6164
1-Dec-24	1:59:59	-0.3324
1-Dec-24	2:59:59	-0.0473
1-Dec-24	3:59:59	0.1836
1-Dec-24	4:59:59	0.3243
1-Dec-24	5:59:59	0.3655
1-Dec-24	6:59:59	0.3241
1-Dec-24	7:59:59	0.2363
1-Dec-24	8:59:59	0.1478
1-Dec-24	9:59:59	0.1014
1-Dec-24	10:59:59	0.1254
1-Dec-24	11:59:59	0.2248
1-Dec-24	12:59:59	0.3778
1-Dec-24	13:59:59	0.5401
1-Dec-24	14:59:59	0.6571
1-Dec-24	15:59:59	0.6799
1-Dec-24	16:59:59	0.5796
1-Dec-24	17:59:59	0.356
1-Dec-24	18:59:59	0.0383
1-Dec-24	19:59:59	-0.3216
1-Dec-24	20:59:59	-0.6596
1-Dec-24	21:59:59	-0.9133
1-Dec-24	22:59:59	-1.035
1-Dec-24	23:59:59	-1.0027
2-Dec-24	0:59:59	-0.827
2-Dec-24	1:59:59	-0.5488
2-Dec-24	2:59:59	-0.2294
2-Dec-24	3:59:59	0.066
2-Dec-24	4:59:59	0.2846
2-Dec-24	5:59:59	0.3986
2-Dec-24	6:59:59	0.4091
2-Dec-24	7:59:59	0.3427
2-Dec-24	8:59:59	0.243
2-Dec-24	9:59:59	0.1585
2-Dec-24	10:59:59	0.1304
2-Dec-24	11:59:59	0.1803
2-Dec-24	12:59:59	0.3035
2-Dec-24	13:59:59	0.4675
2-Dec-24	14:59:59	0.6203
2-Dec-24	15:59:59	0.705
2-Dec-24	16:59:59	0.6769
2-Dec-24	17:59:59	0.5169
2-Dec-24	18:59:59	0.2374
2-Dec-24	19:59:59	-0.1209
2-Dec-24	20:59:59	-0.4971
2-Dec-24	21:59:59	-0.8235
2-Dec-24	22:59:59	-1.0391
2-Dec-24	23:59:59	-1.1032
3-Dec-24	0:59:59	-1.0056
3-Dec-24	1:59:59	-0.77
3-Dec-24	2:59:59	-0.4492
3-Dec-24	3:59:59	-0.1116
3-Dec-24	4:59:59	0.1773
3-Dec-24	5:59:59	0.3706
3-Dec-24	6:59:59	0.4501
3-Dec-24	7:59:59	0.4273
3-Dec-24	8:59:59	0.3378
3-Dec-24	9:59:59	0.2302
3-Dec-24	10:59:59	0.1541
3-Dec-24	11:59:59	0.1465
3-Dec-24	12:59:59	0.2214
3-Dec-24	13:59:59	0.364
3-Dec-24	14:59:59	0.5324
3-Dec-24	15:59:59	0.6696
3-Dec-24	16:59:59	0.7195
3-Dec-24	17:59:59	0.6441
3-Dec-24	18:59:59	0.4348
3-Dec-24	19:59:59	0.115
3-Dec-24	20:59:59	-0.2649
3-Dec-24	21:59:59	-0.6387
3-Dec-24	22:59:59	-0.938
3-Dec-24	23:59:59	-1.1062
4-Dec-24	0:59:59	-1.1115
4-Dec-24	1:59:59	-0.9555
4-Dec-24	2:59:59	-0.6741
4-Dec-24	3:59:59	-0.329
4-Dec-24	4:59:59	0.0086
4-Dec-24	5:59:59	0.2762
4-Dec-24	6:59:59	0.4346
4-Dec-24	7:59:59	0.4757
4-Dec-24	8:59:59	0.4203
4-Dec-24	9:59:59	0.3106
4-Dec-24	10:59:59	0.1984
4-Dec-24	11:59:59	0.1321
4-Dec-24	12:59:59	0.1437
4-Dec-24	13:59:59	0.239
4-Dec-24	14:59:59	0.3942
4-Dec-24	15:59:59	0.561
4-Dec-24	16:59:59	0.6801
4-Dec-24	17:59:59	0.6987
4-Dec-24	18:59:59	0.5868
4-Dec-24	19:59:59	0.345
4-Dec-24	20:59:59	0.0056
4-Dec-24	21:59:59	-0.3752
4-Dec-24	22:59:59	-0.7293
4-Dec-24	23:59:59	-0.9902
5-Dec-24	0:59:59	-1.1078
5-Dec-24	1:59:59	-1.0597
5-Dec-24	2:59:59	-0.8586
5-Dec-24	3:59:59	-0.5494
5-Dec-24	4:59:59	-0.1987
5-Dec-24	5:59:59	0.1226
5-Dec-24	6:59:59	0.3577
5-Dec-24	7:59:59	0.4759
5-Dec-24	8:59:59	0.4777
5-Dec-24	9:59:59	0.3914
5-Dec-24	10:59:59	0.2636
5-Dec-24	11:59:59	0.1473
5-Dec-24	12:59:59	0.0886
5-Dec-24	13:59:59	0.114
5-Dec-24	14:59:59	0.2223
5-Dec-24	15:59:59	0.3832
5-Dec-24	16:59:59	0.5447
5-Dec-24	17:59:59	0.6482
5-Dec-24	18:59:59	0.6458
5-Dec-24	19:59:59	0.5141
5-Dec-24	20:59:59	0.2612
5-Dec-24	21:59:59	-0.0757
5-Dec-24	22:59:59	-0.4381
5-Dec-24	23:59:59	-0.7587
6-Dec-24	0:59:59	-0.9755
6-Dec-24	1:59:59	-1.0454
6-Dec-24	2:59:59	-0.955
6-Dec-24	3:59:59	-0.7251
6-Dec-24	4:59:59	-0.4064
6-Dec-24	5:59:59	-0.0667
6-Dec-24	6:59:59	0.2265
6-Dec-24	7:59:59	0.4226
6-Dec-24	8:59:59	0.4986
6-Dec-24	9:59:59	0.462
6-Dec-24	10:59:59	0.3459
6-Dec-24	11:59:59	0.1996
6-Dec-24	12:59:59	0.076

6-Dec-24	13:59:59	0.0187
6-Dec-24	14:59:59	0.0497
6-Dec-24	15:59:59	0.1628
6-Dec-24	16:59:59	0.324
6-Dec-24	17:59:59	0.4807
6-Dec-24	18:59:59	0.5767
6-Dec-24	19:59:59	0.5684
6-Dec-24	20:59:59	0.4376
6-Dec-24	21:59:59	0.1958
6-Dec-24	22:59:59	-0.1181
6-Dec-24	23:59:59	-0.4467
7-Dec-24	0:59:59	-0.7258
7-Dec-24	1:59:59	-0.8986
7-Dec-24	2:59:59	-0.9287
7-Dec-24	3:59:59	-0.8096
7-Dec-24	4:59:59	-0.5672
7-Dec-24	5:59:59	-0.2544
7-Dec-24	6:59:59	0.0625
7-Dec-24	7:59:59	0.3208
7-Dec-24	8:59:59	0.4756
7-Dec-24	9:59:59	0.5098
7-Dec-24	10:59:59	0.4355
7-Dec-24	11:59:59	0.2888
7-Dec-24	12:59:59	0.1204
7-Dec-24	13:59:59	-0.017
7-Dec-24	14:59:59	-0.0817
7-Dec-24	15:59:59	-0.0544
7-Dec-24	16:59:59	0.0566
7-Dec-24	17:59:59	0.2163
7-Dec-24	18:59:59	0.3734
7-Dec-24	19:59:59	0.4741
7-Dec-24	20:59:59	0.4782
7-Dec-24	21:59:59	0.369
7-Dec-24	22:59:59	0.1581
7-Dec-24	23:59:59	-0.1172
8-Dec-24	0:59:59	-0.4025
8-Dec-24	1:59:59	-0.638
8-Dec-24	2:59:59	-0.7719
8-Dec-24	3:59:59	-0.7729
8-Dec-24	4:59:59	-0.6387
8-Dec-24	5:59:59	-0.3973
8-Dec-24	6:59:59	-0.101
8-Dec-24	7:59:59	0.1873
8-Dec-24	8:59:59	0.4088
8-Dec-24	9:59:59	0.5231
8-Dec-24	10:59:59	0.5168
8-Dec-24	11:59:59	0.4043
8-Dec-24	12:59:59	0.2237
8-Dec-24	13:59:59	0.027
8-Dec-24	14:59:59	-0.1328
8-Dec-24	15:59:59	-0.2142
8-Dec-24	16:59:59	-0.1982
8-Dec-24	17:59:59	-0.0932
8-Dec-24	18:59:59	0.0674
8-Dec-24	19:59:59	0.2338
8-Dec-24	20:59:59	0.3542
8-Dec-24	21:59:59	0.3883
8-Dec-24	22:59:59	0.3181
8-Dec-24	23:59:59	0.1525
9-Dec-24	0:59:59	-0.0753
9-Dec-24	1:59:59	-0.3147
9-Dec-24	2:59:59	-0.51
9-Dec-24	3:59:59	-0.6133
9-Dec-24	4:59:59	-0.5963
9-Dec-24	5:59:59	-0.4581
9-Dec-24	6:59:59	-0.2263
9-Dec-24	7:59:59	0.0491

9-Dec-24	8:59:59	0.308
9-Dec-24	9:59:59	0.4945
9-Dec-24	10:59:59	0.5706
9-Dec-24	11:59:59	0.5243
9-Dec-24	12:59:59	0.3716
9-Dec-24	13:59:59	0.1523
9-Dec-24	14:59:59	-0.08
9-Dec-24	15:59:59	-0.2704
9-Dec-24	16:59:59	-0.376
9-Dec-24	17:59:59	-0.3757
9-Dec-24	18:59:59	-0.2758
9-Dec-24	19:59:59	-0.108
9-Dec-24	20:59:59	0.0791
9-Dec-24	21:59:59	0.2332
9-Dec-24	22:59:59	0.3113
9-Dec-24	23:59:59	0.2914
10-Dec-24	0:59:59	0.1775
10-Dec-24	1:59:59	-0.0013
10-Dec-24	2:59:59	-0.1984
10-Dec-24	3:59:59	-0.361
10-Dec-24	4:59:59	-0.4432
10-Dec-24	5:59:59	-0.4172
10-Dec-24	6:59:59	-0.2818
10-Dec-24	7:59:59	-0.0626
10-Dec-24	8:59:59	0.1925
10-Dec-24	9:59:59	0.4251
10-Dec-24	10:59:59	0.5803
10-Dec-24	11:59:59	0.6204
10-Dec-24	12:59:59	0.5337
10-Dec-24	13:59:59	0.3377
10-Dec-24	14:59:59	0.0743
10-Dec-24	15:59:59	-0.1997
10-Dec-24	16:59:59	-0.4264
10-Dec-24	17:59:59	-0.5591
10-Dec-24	18:59:59	-0.5738
10-Dec-24	19:59:59	-0.474
10-Dec-24	20:59:59	-0.2898
10-Dec-24	21:59:59	-0.0708
10-Dec-24	22:59:59	0.1275
10-Dec-24	23:59:59	0.2572
11-Dec-24	0:59:59	0.2907
11-Dec-24	1:59:59	0.2271
11-Dec-24	2:59:59	0.0916
11-Dec-24	3:59:59	-0.0717
11-Dec-24	4:59:59	-0.211
11-Dec-24	5:59:59	-0.2805
11-Dec-24	6:59:59	-0.2515
11-Dec-24	7:59:59	-0.1208
11-Dec-24	8:59:59	0.0875
11-Dec-24	9:59:59	0.3266
11-Dec-24	10:59:59	0.5378
11-Dec-24	11:59:59	0.6652
11-Dec-24	12:59:59	0.6703
11-Dec-24	13:59:59	0.542
11-Dec-24	14:59:59	0.2996
11-Dec-24	15:59:59	-0.0113
11-Dec-24	16:59:59	-0.3299
11-Dec-24	17:59:59	-0.5933
11-Dec-24	18:59:59	-0.7508
11-Dec-24	19:59:59	-0.7744
11-Dec-24	20:59:59	-0.6657
11-Dec-24	21:59:59	-0.4555
11-Dec-24	22:59:59	-0.1964
11-Dec-24	23:59:59	0.0507
12-Dec-24	0:59:59	0.2317
12-Dec-24	1:59:59	0.3135
12-Dec-24	2:59:59	0.2913

12-Dec-24	3:59:59	0.1882	14-Dec-24	22:59:59	-1.1831
12-Dec-24	4:59:59	0.0477	14-Dec-24	23:59:59	-0.9898
12-Dec-24	5:59:59	-0.0777	15-Dec-24	0:59:59	-0.6702
12-Dec-24	6:59:59	-0.1406	15-Dec-24	1:59:59	-0.2959
12-Dec-24	7:59:59	-0.1106	15-Dec-24	2:59:59	0.0546
12-Dec-24	8:59:59	0.0174	15-Dec-24	3:59:59	0.3164
12-Dec-24	9:59:59	0.2196	15-Dec-24	4:59:59	0.4529
12-Dec-24	10:59:59	0.4482	15-Dec-24	5:59:59	0.4624
12-Dec-24	11:59:59	0.6424	15-Dec-24	6:59:59	0.3749
12-Dec-24	12:59:59	0.7443	15-Dec-24	7:59:59	0.2423
12-Dec-24	13:59:59	0.7143	15-Dec-24	8:59:59	0.1245
12-Dec-24	14:59:59	0.5429	15-Dec-24	9:59:59	0.074
12-Dec-24	15:59:59	0.2529	15-Dec-24	10:59:59	0.1216
12-Dec-24	16:59:59	-0.1055	15-Dec-24	11:59:59	0.2671
12-Dec-24	17:59:59	-0.466	15-Dec-24	12:59:59	0.4761
12-Dec-24	18:59:59	-0.7606	15-Dec-24	13:59:59	0.6886
12-Dec-24	19:59:59	-0.9341	15-Dec-24	14:59:59	0.8348
12-Dec-24	20:59:59	-0.9561	15-Dec-24	15:59:59	0.8554
12-Dec-24	21:59:59	-0.8282	15-Dec-24	16:59:59	0.7187
12-Dec-24	22:59:59	-0.5839	15-Dec-24	17:59:59	0.4293
12-Dec-24	23:59:59	-0.2813	15-Dec-24	18:59:59	0.0278
13-Dec-24	0:59:59	0.0119	15-Dec-24	19:59:59	-0.4184
13-Dec-24	1:59:59	0.236	15-Dec-24	20:59:59	-0.8291
13-Dec-24	2:59:59	0.3538	15-Dec-24	21:59:59	-1.1281
13-Dec-24	3:59:59	0.3588	15-Dec-24	22:59:59	-1.2592
13-Dec-24	4:59:59	0.2742	15-Dec-24	23:59:59	-1.2
13-Dec-24	5:59:59	0.1452	16-Dec-24	0:59:59	-0.9683
13-Dec-24	6:59:59	0.0261	16-Dec-24	1:59:59	-0.6183
13-Dec-24	7:59:59	-0.0333	16-Dec-24	2:59:59	-0.2272
13-Dec-24	8:59:59	-0.0008	16-Dec-24	3:59:59	0.1253
13-Dec-24	9:59:59	0.1288	16-Dec-24	4:59:59	0.3766
13-Dec-24	10:59:59	0.3304	16-Dec-24	5:59:59	0.4951
13-Dec-24	11:59:59	0.5531	16-Dec-24	6:59:59	0.4851
13-Dec-24	12:59:59	0.7326	16-Dec-24	7:59:59	0.3818
13-Dec-24	13:59:59	0.809	16-Dec-24	8:59:59	0.2407
13-Dec-24	14:59:59	0.7433	16-Dec-24	9:59:59	0.1232
13-Dec-24	15:59:59	0.5287	16-Dec-24	10:59:59	0.0806
13-Dec-24	16:59:59	0.1931	16-Dec-24	11:59:59	0.1399
13-Dec-24	17:59:59	-0.2074	16-Dec-24	12:59:59	0.2947
13-Dec-24	18:59:59	-0.6009	16-Dec-24	13:59:59	0.5049
13-Dec-24	19:59:59	-0.9148	16-Dec-24	14:59:59	0.7066
13-Dec-24	20:59:59	-1.0909	16-Dec-24	15:59:59	0.8303
13-Dec-24	21:59:59	-1.0982	16-Dec-24	16:59:59	0.821
13-Dec-24	22:59:59	-0.941	16-Dec-24	17:59:59	0.6537
13-Dec-24	23:59:59	-0.6585	16-Dec-24	18:59:59	0.3404
14-Dec-24	0:59:59	-0.3155	16-Dec-24	19:59:59	-0.0722
14-Dec-24	1:59:59	0.0142	16-Dec-24	20:59:59	-0.513
14-Dec-24	2:59:59	0.2665	16-Dec-24	21:59:59	-0.9014
14-Dec-24	3:59:59	0.4032	16-Dec-24	22:59:59	-1.1636
14-Dec-24	4:59:59	0.4186	16-Dec-24	23:59:59	-1.2497
14-Dec-24	5:59:59	0.3386	17-Dec-24	0:59:59	-1.1461
14-Dec-24	6:59:59	0.2112	17-Dec-24	1:59:59	-0.8793
14-Dec-24	7:59:59	0.0937	17-Dec-24	2:59:59	-0.5107
14-Dec-24	8:59:59	0.0377	17-Dec-24	3:59:59	-0.12
14-Dec-24	9:59:59	0.076	17-Dec-24	4:59:59	0.2151
14-Dec-24	10:59:59	0.212	17-Dec-24	5:59:59	0.4378
14-Dec-24	11:59:59	0.4169	17-Dec-24	6:59:59	0.5241
14-Dec-24	12:59:59	0.6354	17-Dec-24	7:59:59	0.4854
14-Dec-24	13:59:59	0.7998	17-Dec-24	8:59:59	0.362
14-Dec-24	14:59:59	0.8493	17-Dec-24	9:59:59	0.2123
14-Dec-24	15:59:59	0.7473	17-Dec-24	10:59:59	0.0972
14-Dec-24	16:59:59	0.4922	17-Dec-24	11:59:59	0.0644
14-Dec-24	17:59:59	0.1179	17-Dec-24	12:59:59	0.135
14-Dec-24	18:59:59	-0.3137	17-Dec-24	13:59:59	0.2956
14-Dec-24	19:59:59	-0.7255	17-Dec-24	14:59:59	0.5008
14-Dec-24	20:59:59	-1.0418	17-Dec-24	15:59:59	0.6853
14-Dec-24	21:59:59	-1.2037	17-Dec-24	16:59:59	0.7827

17-Dec-24	17:59:59	0.7447
17-Dec-24	18:59:59	0.5544
17-Dec-24	19:59:59	0.2312
17-Dec-24	20:59:59	-0.1737
17-Dec-24	21:59:59	-0.5881
17-Dec-24	22:59:59	-0.9337
17-Dec-24	23:59:59	-1.143
18-Dec-24	0:59:59	-1.1752
18-Dec-24	1:59:59	-1.027
18-Dec-24	2:59:59	-0.7338
18-Dec-24	3:59:59	-0.3615
18-Dec-24	4:59:59	0.0108
18-Dec-24	5:59:59	0.3112
18-Dec-24	6:59:59	0.4915
18-Dec-24	7:59:59	0.5367
18-Dec-24	8:59:59	0.465
18-Dec-24	9:59:59	0.3214
18-Dec-24	10:59:59	0.1651
18-Dec-24	11:59:59	0.0545
18-Dec-24	12:59:59	0.0317
18-Dec-24	13:59:59	0.1103
18-Dec-24	14:59:59	0.2704
18-Dec-24	15:59:59	0.463
18-Dec-24	16:59:59	0.6242
18-Dec-24	17:59:59	0.6937
18-Dec-24	18:59:59	0.6315
18-Dec-24	19:59:59	0.4293
18-Dec-24	20:59:59	0.1123
18-Dec-24	21:59:59	-0.2658
18-Dec-24	22:59:59	-0.6343
18-Dec-24	23:59:59	-0.9207
19-Dec-24	0:59:59	-1.0668
19-Dec-24	1:59:59	-1.0428
19-Dec-24	2:59:59	-0.856
19-Dec-24	3:59:59	-0.5488
19-Dec-24	4:59:59	-0.1889
19-Dec-24	5:59:59	0.1492
19-Dec-24	6:59:59	0.402
19-Dec-24	7:59:59	0.5315
19-Dec-24	8:59:59	0.5318
19-Dec-24	9:59:59	0.4275
19-Dec-24	10:59:59	0.2663
19-Dec-24	11:59:59	0.1064
19-Dec-24	12:59:59	0.0015
19-Dec-24	13:59:59	-0.0133
19-Dec-24	14:59:59	0.068
19-Dec-24	15:59:59	0.2201
19-Dec-24	16:59:59	0.3932
19-Dec-24	17:59:59	0.5277
19-Dec-24	18:59:59	0.5712
19-Dec-24	19:59:59	0.4928
19-Dec-24	20:59:59	0.2918
19-Dec-24	21:59:59	-0.0025
19-Dec-24	22:59:59	-0.3366
19-Dec-24	23:59:59	-0.6443
20-Dec-24	0:59:59	-0.8617
20-Dec-24	1:59:59	-0.9415
20-Dec-24	2:59:59	-0.8659
20-Dec-24	3:59:59	-0.6513
20-Dec-24	4:59:59	-0.3447
20-Dec-24	5:59:59	-0.0117
20-Dec-24	6:59:59	0.2802
20-Dec-24	7:59:59	0.4779
20-Dec-24	8:59:59	0.5539
20-Dec-24	9:59:59	0.5104
20-Dec-24	10:59:59	0.377
20-Dec-24	11:59:59	0.2022

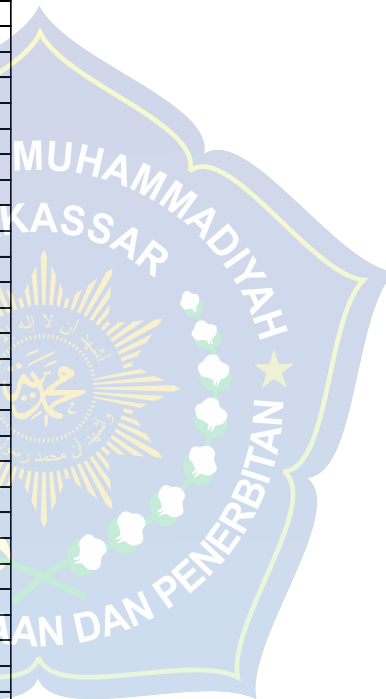
20-Dec-24	12:59:59	0.0412
20-Dec-24	13:59:59	-0.0583
20-Dec-24	14:59:59	-0.0687
20-Dec-24	15:59:59	0.0092
20-Dec-24	16:59:59	0.1469
20-Dec-24	17:59:59	0.2966
20-Dec-24	18:59:59	0.405
20-Dec-24	19:59:59	0.4285
20-Dec-24	20:59:59	0.3449
20-Dec-24	21:59:59	0.1589
20-Dec-24	22:59:59	-0.0982
20-Dec-24	23:59:59	-0.3758
21-Dec-24	0:59:59	-0.6146
21-Dec-24	1:59:59	-0.7607
21-Dec-24	2:59:59	-0.7788
21-Dec-24	3:59:59	-0.6618
21-Dec-24	4:59:59	-0.4331
21-Dec-24	5:59:59	-0.141
21-Dec-24	6:59:59	0.1536
21-Dec-24	7:59:59	0.3924
21-Dec-24	8:59:59	0.5329
21-Dec-24	9:59:59	0.5571
21-Dec-24	10:59:59	0.474
21-Dec-24	11:59:59	0.3162
21-Dec-24	12:59:59	0.1315
21-Dec-24	13:59:59	-0.0292
21-Dec-24	14:59:59	-0.1249
21-Dec-24	15:59:59	-0.1351
21-Dec-24	16:59:59	-0.0655
21-Dec-24	17:59:59	0.0548
21-Dec-24	18:59:59	0.1819
21-Dec-24	19:59:59	0.2697
21-Dec-24	20:59:59	0.283
21-Dec-24	21:59:59	0.2062
21-Dec-24	22:59:59	0.0477
21-Dec-24	23:59:59	-0.162
22-Dec-24	0:59:59	-0.3768
22-Dec-24	1:59:59	-0.546
22-Dec-24	2:59:59	-0.6263
22-Dec-24	3:59:59	-0.5934
22-Dec-24	4:59:59	-0.4489
22-Dec-24	5:59:59	-0.2202
22-Dec-24	6:59:59	0.0459
22-Dec-24	7:59:59	0.2953
22-Dec-24	8:59:59	0.479
22-Dec-24	9:59:59	0.5644
22-Dec-24	10:59:59	0.5413
22-Dec-24	11:59:59	0.4238
22-Dec-24	12:59:59	0.2461
22-Dec-24	13:59:59	0.0539
22-Dec-24	14:59:59	-0.1068
22-Dec-24	15:59:59	-0.201
22-Dec-24	16:59:59	-0.214
22-Dec-24	17:59:59	-0.1542
22-Dec-24	18:59:59	-0.0495
22-Dec-24	19:59:59	0.061
22-Dec-24	20:59:59	0.1381
22-Dec-24	21:59:59	0.153
22-Dec-24	22:59:59	0.0948
22-Dec-24	23:59:59	-0.0273
23-Dec-24	0:59:59	-0.185
23-Dec-24	1:59:59	-0.3381
23-Dec-24	2:59:59	-0.4445
23-Dec-24	3:59:59	-0.4707
23-Dec-24	4:59:59	-0.4014
23-Dec-24	5:59:59	-0.244
23-Dec-24	6:59:59	-0.0274

23-Dec-24	7:59:59	0.2055
23-Dec-24	8:59:59	0.4075
23-Dec-24	9:59:59	0.5381
23-Dec-24	10:59:59	0.5728
23-Dec-24	11:59:59	0.5076
23-Dec-24	12:59:59	0.3602
23-Dec-24	13:59:59	0.1651
23-Dec-24	14:59:59	-0.0341
23-Dec-24	15:59:59	-0.1958
23-Dec-24	16:59:59	-0.2902
23-Dec-24	17:59:59	-0.3062
23-Dec-24	18:59:59	-0.2531
23-Dec-24	19:59:59	-0.1568
23-Dec-24	20:59:59	-0.0521
23-Dec-24	21:59:59	0.027
23-Dec-24	22:59:59	0.0555
23-Dec-24	23:59:59	0.0246
24-Dec-24	0:59:59	-0.0571
24-Dec-24	1:59:59	-0.1648
24-Dec-24	2:59:59	-0.2641
24-Dec-24	3:59:59	-0.3202
24-Dec-24	4:59:59	-0.3077
24-Dec-24	5:59:59	-0.2174
24-Dec-24	6:59:59	-0.06
24-Dec-24	7:59:59	0.1367
24-Dec-24	8:59:59	0.3336
24-Dec-24	9:59:59	0.4898
24-Dec-24	10:59:59	0.5717
24-Dec-24	11:59:59	0.5606
24-Dec-24	12:59:59	0.4574
24-Dec-24	13:59:59	0.2822
24-Dec-24	14:59:59	0.0702
24-Dec-24	15:59:59	-0.1371
24-Dec-24	16:59:59	-0.301
24-Dec-24	17:59:59	-0.3951
24-Dec-24	18:59:59	-0.4102
24-Dec-24	19:59:59	-0.3557
24-Dec-24	20:59:59	-0.256
24-Dec-24	21:59:59	-0.1432
24-Dec-24	22:59:59	-0.0492
24-Dec-24	23:59:59	0.0026
25-Dec-24	0:59:59	0.0031
25-Dec-24	1:59:59	-0.0403
25-Dec-24	2:59:59	-0.106
25-Dec-24	3:59:59	-0.1644
25-Dec-24	4:59:59	-0.1862
25-Dec-24	5:59:59	-0.151
25-Dec-24	6:59:59	-0.0531
25-Dec-24	7:59:59	0.0958
25-Dec-24	8:59:59	0.2694
25-Dec-24	9:59:59	0.4318
25-Dec-24	10:59:59	0.5466
25-Dec-24	11:59:59	0.5845
25-Dec-24	12:59:59	0.5313
25-Dec-24	13:59:59	0.3917
25-Dec-24	14:59:59	0.1885
25-Dec-24	15:59:59	-0.0421
25-Dec-24	16:59:59	-0.259
25-Dec-24	17:59:59	-0.4249
25-Dec-24	18:59:59	-0.5148
25-Dec-24	19:59:59	-0.5209
25-Dec-24	20:59:59	-0.4528
25-Dec-24	21:59:59	-0.3349
25-Dec-24	22:59:59	-0.2
25-Dec-24	23:59:59	-0.0804
26-Dec-24	0:59:59	-0.0005
26-Dec-24	1:59:59	0.03

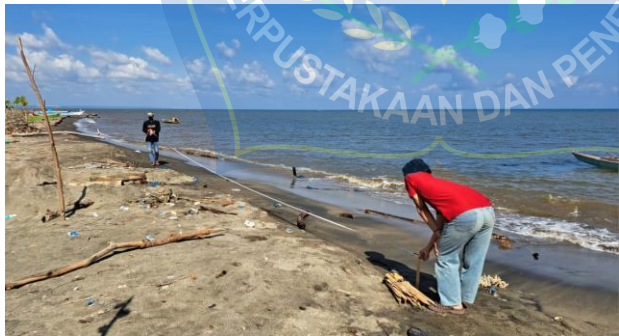
26-Dec-24	2:59:59	0.0169
26-Dec-24	3:59:59	-0.0198
26-Dec-24	4:59:59	-0.0531
26-Dec-24	5:59:59	-0.0566
26-Dec-24	6:59:59	-0.0122
26-Dec-24	7:59:59	0.0845
26-Dec-24	8:59:59	0.2217
26-Dec-24	9:59:59	0.3737
26-Dec-24	10:59:59	0.5062
26-Dec-24	11:59:59	0.5844
26-Dec-24	12:59:59	0.5819
26-Dec-24	13:59:59	0.488
26-Dec-24	14:59:59	0.311
26-Dec-24	15:59:59	0.0775
26-Dec-24	16:59:59	-0.1739
26-Dec-24	17:59:59	-0.4008
26-Dec-24	18:59:59	-0.5657
26-Dec-24	19:59:59	-0.6441
26-Dec-24	20:59:59	-0.6292
26-Dec-24	21:59:59	-0.5328
26-Dec-24	22:59:59	-0.3825
26-Dec-24	23:59:59	-0.2142
27-Dec-24	0:59:59	-0.0635
27-Dec-24	1:59:59	0.0437
27-Dec-24	2:59:59	0.0965
27-Dec-24	3:59:59	0.1014
27-Dec-24	4:59:59	0.0782
27-Dec-24	5:59:59	0.0541
27-Dec-24	6:59:59	0.0556
27-Dec-24	7:59:59	0.1005
27-Dec-24	8:59:59	0.1929
27-Dec-24	9:59:59	0.3203
27-Dec-24	10:59:59	0.4559
27-Dec-24	11:59:59	0.5641
27-Dec-24	12:59:59	0.61
27-Dec-24	13:59:59	0.5687
27-Dec-24	14:59:59	0.433
27-Dec-24	15:59:59	0.2161
27-Dec-24	16:59:59	-0.0505
27-Dec-24	17:59:59	-0.3239
27-Dec-24	18:59:59	-0.5588
27-Dec-24	19:59:59	-0.7163
27-Dec-24	20:59:59	-0.7724
27-Dec-24	21:59:59	-0.7228
27-Dec-24	22:59:59	-0.5843
27-Dec-24	23:59:59	-0.3903
28-Dec-24	0:59:59	-0.1829
28-Dec-24	1:59:59	-0.002
28-Dec-24	2:59:59	0.1249
28-Dec-24	3:59:59	0.1877
28-Dec-24	4:59:59	0.1951
28-Dec-24	5:59:59	0.1699
28-Dec-24	6:59:59	0.1422
28-Dec-24	7:59:59	0.1402
28-Dec-24	8:59:59	0.1828
28-Dec-24	9:59:59	0.2734
28-Dec-24	10:59:59	0.397
28-Dec-24	11:59:59	0.5229
28-Dec-24	12:59:59	0.6121
28-Dec-24	13:59:59	0.6281
28-Dec-24	14:59:59	0.5476
28-Dec-24	15:59:59	0.3678
28-Dec-24	16:59:59	0.1084
28-Dec-24	17:59:59	-0.1926
28-Dec-24	18:59:59	-0.4865
28-Dec-24	19:59:59	-0.7238
28-Dec-24	20:59:59	-0.8642

28-Dec-24	21:59:59	-0.8852
28-Dec-24	22:59:59	-0.7879
28-Dec-24	23:59:59	-0.5968
29-Dec-24	0:59:59	-0.3541
29-Dec-24	1:59:59	-0.1094
29-Dec-24	2:59:59	0.0937
29-Dec-24	3:59:59	0.2271
29-Dec-24	4:59:59	0.2843
29-Dec-24	5:59:59	0.2787
29-Dec-24	6:59:59	0.2387
29-Dec-24	7:59:59	0.1989
29-Dec-24	8:59:59	0.1909
29-Dec-24	9:59:59	0.2342
29-Dec-24	10:59:59	0.3296
29-Dec-24	11:59:59	0.4572
29-Dec-24	12:59:59	0.5799
29-Dec-24	13:59:59	0.6537
29-Dec-24	14:59:59	0.6404
29-Dec-24	15:59:59	0.5192
29-Dec-24	16:59:59	0.2935
29-Dec-24	17:59:59	-0.0091
29-Dec-24	18:59:59	-0.3424
29-Dec-24	19:59:59	-0.651
29-Dec-24	20:59:59	-0.8813
29-Dec-24	21:59:59	-0.9925
29-Dec-24	22:59:59	-0.9663
29-Dec-24	23:59:59	-0.8117
30-Dec-24	0:59:59	-0.5638
30-Dec-24	1:59:59	-0.2753
30-Dec-24	2:59:59	-0.0025
30-Dec-24	3:59:59	0.2083
30-Dec-24	4:59:59	0.3318
30-Dec-24	5:59:59	0.367
30-Dec-24	6:59:59	0.335
30-Dec-24	7:59:59	0.2715
30-Dec-24	8:59:59	0.2169
30-Dec-24	9:59:59	0.2057
30-Dec-24	10:59:59	0.2566
30-Dec-24	11:59:59	0.3654
30-Dec-24	12:59:59	0.5043
30-Dec-24	13:59:59	0.6284
30-Dec-24	14:59:59	0.6883
30-Dec-24	15:59:59	0.6453
30-Dec-24	16:59:59	0.4826
30-Dec-24	17:59:59	0.2117
30-Dec-24	18:59:59	-0.1307
30-Dec-24	19:59:59	-0.4894
30-Dec-24	20:59:59	-0.8025
30-Dec-24	21:59:59	-1.0134
30-Dec-24	22:59:59	-1.0832
30-Dec-24	23:59:59	-1.0004
31-Dec-24	0:59:59	-0.7849
31-Dec-24	1:59:59	-0.4839
31-Dec-24	2:59:59	-0.1602
31-Dec-24	3:59:59	0.1246
31-Dec-24	4:59:59	0.3249
31-Dec-24	5:59:59	0.4206
31-Dec-24	6:59:59	0.4194
31-Dec-24	7:59:59	0.3516
31-Dec-24	8:59:59	0.2612
31-Dec-24	9:59:59	0.1941
31-Dec-24	10:59:59	0.1864
31-Dec-24	11:59:59	0.2533
31-Dec-24	12:59:59	0.383
31-Dec-24	13:59:59	0.5383
31-Dec-24	14:59:59	0.6657
31-Dec-24	15:59:59	0.7117

31-Dec-24	16:59:59	0.6388
31-Dec-24	17:59:59	0.4365
31-Dec-24	18:59:59	0.1253
31-Dec-24	19:59:59	-0.2481
31-Dec-24	20:59:59	-0.6202
31-Dec-24	21:59:59	-0.9239
31-Dec-24	22:59:59	-1.1018
31-Dec-24	23:59:59	-1.1199



Lampiran 5. Dokumentasi Kegiatan Penelitian

No	Dokumentasi	Uraian Kegiatan
1.		Mengsurvei kondisi pantai yang menjadi lokasi penelitian.
2.		Penentuan dan memastikan ulang titik lokasi penelitian
3.		Pengukuran jarak antar patok
4.		Kondisi abrasi yang terjadi

5.		Kondisi akresi yang terjadi
6.		Pengukuran pasang surut pagi hari
7.		Pengukuran pasang surut siang hari
8.		Pengukuran pasang surut sore hari

9.		Pengukuran pasang surut malam hari
10.		Pengukuran pasang surut pagi hari
11.		Pengukuran pasang surut siang hari
12.		Pengukuran pasang surut sore hari

13.		Pengukuran pasang surut pagi hari
14.		Pengukuran tinggi gelombang
15.		Pengukuran pasang surut siang hari
16.		Pengukuran pasang surut sore hari

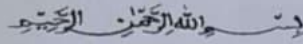
Lampiran 6. Dokumentasi Alat Yang Digunakan

No	Dokumentasi	Uraian Kegiatan
1.		Patok Bambu yang dipasang di titik yang menjadi lokasi penelitian untuk menandai posisi awal pengukuran.
2.		Meter di gunakan untuk mengukur jarak antar patok.
3.		Handphone sebagai alat bantu dalam kegiatan pengukuran garis pantai, yakni penggunaan aplikasi GPS, dan dokumentasi penelitian



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

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



SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT

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

Nama : Putri Mauliddiyah Difinubun

Nim : 105811104021

Program Studi : Teknik Sipil Pengairan

Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Ambang Batas
1	Bab 1	10%	10 %
2	Bab 2	18%	25 %
3	Bab 3	8%	10 %
4	Bab 4	4%	10 %
5	Bab 5	5%	5 %

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

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

Makassar, 12 November 2025

Mengetahui,

Kepala UPT- Perpustakaan dan Penerbitan,



Nursyah S.Hum., M.I.P

NBM. 964 591

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