

SKRIPSI

**STUDI PERUBAHAN GARIS PANTAI DENGAN MENGGUNAKAN
SOFTWARE DSAS (*DIGITAL SHORELINE ANALYSIS SYSTEM*)
(STUDI KASUS PANTAI TANJUNG BARAT BAROMBONG)**



OLEH:

FERI FADLY
105 81 11188 17

ICAL MUNAWIR
105 81 11106 17

**PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
2024**



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Feri Fadly** dengan nomor induk Mahasiswa **105 81 11188 17** dan **Ical Munawir** dengan nomor induk Mahasiswa **105 81 11106 17**, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0008/SK-Y/22202/091004/2024, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Kamis tanggal 15 Agustus 2024.

Makassar, 10 Safar 1446 H
15 Agustus 2023 M

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

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, ST., MT

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Ir. Muh. Yunus Ali, ST., MT., IPM

b. Sekretaris : Ir. Patriyadi, ST., MT

3. Anggota

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

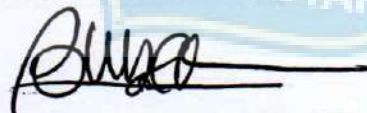
2. Ir. Muh Syafa at S Kub, ST., MT., IPM

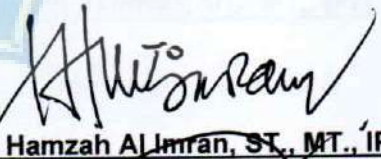
3. Farida Gaffar, ST., MM., IPM

Mengetahui :

Pembimbing I


Pembimbing II


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


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

Dekan Fakultas Teknik




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

NBM. 795 108



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PERSETUJUAN

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

Judul Skripsi : **STUDI PERUBAHAN GARIS PANTAI DENGAN MENGGUNAKAN DSAS (DIGITAL SHORELINE ANALYSIS SYSTEM) (STUDI KASUS PANTAI TANJUNG BARAT BAROMBONG)**

Nama : 1. FERI FADLY

2. ICAL MUNAWIR

Stambuk : 1. 105 81 11188 17

2. 105 81 11106 17

Makassar, 15 Agustus 2024

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

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

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

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Pengairan



Ir. M. Agusalim ST., MT

NBM : 947 993



**STUDI PERUBAHAN GARIS PANTAI DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE
DSAS (DIGITAL SHORELINE ANALYSIS SYSTEM)
(STUDI KASUS PANTAI TANJUNG BARAT BAROMBONG)**

INFO PENULIS

Dr. Ir. Andi Makbul Syamsuri, ST., MT., IPM
Universitas Muhammadiyah Makassar
amakbulsyamsuri@unismuh.ac.id

Dr. Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT., IPM
Universitas Muhammadiyah Makassar

Feri Fadly
Universitas Muhammadiyah Makassar
ferifadly.aa@gmail.com

Ical Munawir
Universitas Muhammadiyah Makassar

INFO ARTIKEL

ISSN: 3026-3603
Vol. 2, No. 22 Agustus 2024
<http://jurnal.ardenjaya.com/index.php/ajst>

© 2024 Arden Jaya Publisher All rights reserved

Saran Penulisan Referensi:

Syamsuri, A. M., Al Imran, H., Fadly, F., & Munawir, I. (2024). Studi Perubahan Garis Pantai Dengan Menggunakan Software DSAS (*Digital Shoreline Analysis System*) (Studi Kasus Pantai Tanjung Barat Barombong).

Abstrak

Perubahan garis pantai dapat mengakibatkan terganggunya keseimbangan ekosistem di pesisir pantai, perubahan tersebut dapat berupa akresi atau abrasi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui jenis dan besarnya perubahan garis pantai serta mengidentifikasi parameter yang mempengaruhinya. Penelitian di laksanakan di sepanjang garis Pantai Tanjung Barat Barombong Kota Makassar. Selama dua bulan yaitu pada bulan April dan Mei 2024 dengan tujuan untuk mengetahui dan memetakan perubahan garis pantai di wilayah pesisir Pantai Tanjung Barat Barombong. Model yang di gunakan dalam penelitian ini adalah model DSAS (*Digital Shoreline Analysis System*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum perubahan garis pantai yang terjadi di wilayah pesisir pantai Mandala Ria pada tahun 2017 - 2023 (6 tahun) berupa abrasi dan Akresi. Perubahan garis pantai yang terjadi diduga disebabkan oleh perbedaan karakteristik pantai (faktor alam) yang bersifat semi terbuka terhadap dinamika perairan yang mendapatkan pengaruh dari gelombang secara langsung. Disamping karakteristik pantai, perubahan garis pantai di pantai Mandala Ria juga diduga di sebabkan oleh aktifitas manusia yang melakukan penambangan pasir untuk keperluan proyek reklamasi, permukiman, dan pariwisata.

Kata kunci: Abrasi, Akresi, DSAS, Garis Pantai

KATA PENGANTAR



Puji syukur kepada Allah SubhanahuWata'ala karena berkat Rahmat, Hidayah dan Karunia-Nya kepada kita semua sehingga kami dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “STUDI PERUBAHAN GARIS PANTAI DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE DSAS (*DIGITAL SHORELINE ANALYSIS SYSTEM*)”. Sholawat dan salam senantiasa kita haturkan kepada Nabiullah Muhammad Sallallahu Alaihi Wassalam sebagai suri tauladan kepada kita semua. Tugas akhir ini disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Strata-1 Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak akan selesaitanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini kami mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dr. Ir. H. Abd. Rakhim Nanda, M.T., IPU, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Ir. M. Aguslim, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar, Kasmawati, ST., MT., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Bapak Dr. Ir. Andi Makbul Syamsuri, ST., MT., IPM selaku Dosen Pembimbing I, dan bapak Dr. Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT., IPM selaku

Pembimbing II dalam penyusunan skripsi ini.

5. Bapak dan Ibu Dosen serta para Staf Akademik pada Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Rekan sepenelitian, Feri Fadly dan Ical Munawir atas *support*, bantuan dan Kerjasamanya sehingga skripsi tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
7. Secara khusus penulis bersujud dan berterima kasih kepada kedua orangtua yang tercinta, kami mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, do'a dalam setiap pembelajaran perjalanan hidup serta pengorbanannya terutama dalam bentuk materi untuk menyelesaikan kuliah kami.

Kami menyadari bahwa skripsi ini tidak luput dari berbagai kekurangan dan kekeliruan. Penulis mengharap kan kritik dan saran demi kesempurnaan dan perbaikannya sehingga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pendidikan dan pengetahuan di masa sekarang dan masa yang akan datang.

“Billahifiisabilhaq,fastabiqul Khaerat”

Makassar, Maret 2024

Tim Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR HALAMAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian.....	3
E. Batasan Masalah	4
F. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Landasan Teori	6
B. Dasar Teori	6
1. Pantai	6
2. Gelombang.....	13
3. Fluktuasi Muka Air Laut	17
4. Pengolahan Data Kecepatan Angin	21
C. DSAS (<i>Digital Shoreline Analysis System</i>)	25

BAB III METODE PENELITIAN	27
A. Lokasi Penelitian	27
B. Jenis Penelitian	27
C. Sumber Data	28
D. Langkah-Langkah Analisis.....	28
E. Langkah-Langkah Simulasi Software DSAS.....	29
F. Bagan Alur	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
A. Data Koordinat Awal Pantai.....	38
B. Kondisi Parameter Hidroseonografi	39
1. Kondisi Angin.....	39
2. Perhitungan <i>Fetch</i> Efektif	41
3. Kondisi Gelombang.....	43
C. Data Pasang Surut.....	46
D. Langkah-langkah pemodelan garis pantai pada Perangkat Lunak.	56
E. Langkah-langkah pemodelan garis pantai pada Perangkat Lunak Digital Shoreline Analysis system (DSAS).....	58
F. Hasil Analisa Menggunakan Perangkat Lunak Digital Shoreline Analysis System.....	65
BAB V PENUTUP	68
A. Kesimpulan.....	68
B. Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	70

DAFTAR GAMBAR

1. Kondisi Pantai Tanjung Barat Barombong	2
2. Kondisi Pantai Tanjung Barat Barombong	2
3. Definisi dan Batasan Pantai	7
4. Batas-batas Pantai dan Karakteristik Gelombang di Sekitarnya	9
5. Proses Sedimentasi dan Erosi	12
1. Refraksi Gelombang.....	15
7. Difraksi Gelombang	16
8. Elevasi Muka Air Laut	19
9. RL, UW, UL.....	23
10. Parameter yang di butuhkan DSAS	26
11. Tampilan Perangkat Lunak DSAS	26
12. Lokasi Pantai Tanjung Barat	27
13. Menu Add Data	29
14. Connet To folder	29
15. Connet to folder DSAS sample data	30
16. Add data DSAS sample data	30
17. Add data Baseline dan Shorelines	30
18. Sample data baseline	31
19. Sample data shoreline	31
20. Penampilan layer pada properties shoreline	32
21. Pengaturan menampilkan seluruh informasi waktu garis pantai.....	32

22. Tampilan informasi waktu pada tiap garis pantai	33
23. <i>Set/Edit default parameter</i>	33
24. Pengaturan <i>Cast Transect Settings</i>	34
25. Shoreline calculation settings	34
26. Pengisian metadata settings	35
27. Membuka <i>file Text File</i> hasil perhitungan pada <i>Ms. Excel</i>	35
28. Hasil perhitungan <i>transect intersect</i>	36
29 Bagan Alur	37
30. Citra Satelit Pantai Tanjung Barat Barombong.....	38
31. Mawar angin di perairan Pantai Tanjung Barat Barombong	40
32. Panjang Fetch dari Barat Laut.....	41
33. Panjang Fetch dari Barat	42
34. Mawar Gelombang di Pantai Tanjung Barat Barombong.....	44
35. Penentuan sudut datangnya gelombang	44
36. Grafik pengamatan pasang surut tahun 2017	49
37. Grafik pengamatan pasang surut tahun 2020	49
38. Grafik pengamatan pasang surut tahun 2023	49
39. Garis Pantai Tanjung Barat Barombong tahun 2017	56
40. Garis Pantai Tanjung Barat Barombong tahun 2020	56
41. Garis Pantai Tanjung Barat Barombong tahun 2023	57
42. Tampak 3 data garis pantai yang telah di Digitasi	57
43. Tampilan awal DSAS	58
44. Menu Add Data	58

45. Garis Pantai Tanjung Barat Barombong	59
46. Peta pembagian zona UTM wilayah Indonesia	60
47. Tampilan menu file UTM zone 50 S pada aplikasi DSAS	60
48. Tampilan Garis Baseline (biru), dan Shoreline (merah)	61
49. Tampilan menu default parameter	61
50. Pembuatan Transect (patok).....	62
51. Tampilan menu Calculate Rates	62
52. Menu open Attribute table	63
53. Tabel hasil analisis yang ada pada perangkat lunak DSAS	63
54. Menu Simbology	64
55. Gambar hasil analisis mulai dari Transect 1 – 25	64



DAFTAR TABEL

1. Klasifikasi Gelombang Berdasarkan Kedalaman.....	14
2. Titik Koordinat patok pada garis Pantai.....	39
3. Presentasi kejadian angin di lokasi studi	40
4. Presentase kejadian Angin	41
5. Perhitungan fetch untuk barat laut	42
6. Perhitungan fetch untuk arah barat	43
7. Hasil perhitungan H dan T gelombang terbesar setiap tahun	43
8. Hasil perhitungan tinggi dan periode gelombang.	45
9. Data pasang surut Tahun 2017.....	46
10. Data pasang surut Tahun 2020.....	47
11. Data pasang surut Tahun 2023.....	48
12. Hasil Perhitungan X1, Y1, X2, Y2, X4 dan Y4 dari skema2	50
13. Bilangan pengali untuk piantan 29 (29 hari).....	51
14. Penyusunan hasil perhitungan X dan Y indeks ke satu dari skema3	52
15. Penyusunan Hasil Perhitungan Besaran X dan Y skema 5 dan 6	53
16. Penyusunan Hasil Perhitungan Besaran X dan Y skema 5 dan 6	53
17. Hasil Analisa Menggunakan DSAS	65
18. Hasil Analisa Menggunakan DSAS	66

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Abrasi	:Proses pengikisan pantai oleh tenaga gelombang laut dan arus laut yang bersifat merusak, kadang juga disebut juga erosi pantai.
Akresi	: perubahan garis pantai menuju laut lepas karena adanya proses sedimentasi dari daratan atau sungai menuju arah laut.
BL	:Barat Laut
BD	:Barat Daya
d/L	:Kedalaman air d dan panjang gelombang L
DAS	:Daerah Aliran Sungai
Erosi	:Peristiwa pengikisan padatan (sedimen, tanah, batuan, dan partikel lainnya) akibat transportasi angin, air atau es, karakteristik hujan, <i>creep</i> pada tanah dan material lain di bawah pengaruh gravitasi.
Fetch	:Daerah pembentukan gelombang yang diasumsikan
Km	:Kilometer
Knot	:Satuan <u>kecepatan</u> yang sama dengan satu <u>mil laut</u>
LS	:Lintang Selatan.
m	:Meter
m^3/dt	:Satuan meter kubik per detik
Piantan	:Sehari semalam (24 jam)
U	:Utara

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pertemuan antara daratan dan lautan yang dipengaruhi oleh pasang surut biasa juga disebut garis pantai. Menurut Ciu dan Li, (2001) garis pantai terdiri atas garis pantai terendah, pasang tertinggi, dan tinggi muka air laut rata rata. Keadaan garis pantai mengalami perubahan yang berlangsung secara terus menerus. Perubahan biasanya terjadi diakibatkan pengikisan daratan yang disebut abrasi maupun penambahan daratan yang disebut akresi. Menurut Arief et al., (2011) proses abrasi dan akresi dapat disebabkan oleh sedimen, pasang surut, gelombang, arus, aktivitas manusia dan penggunaan lahan.

Abrasi menjadi penyebab terjadinya perubahan garis pantai, dimana penyebab utama dari hal tersebut adalah gelombang, angin, dan pasang surut. Menurut Angkotasari et al., (2012) Gelombang yang bergerak menuju pantai akan mengalami transformasi yang kemudian akan membangkitkan arus di dekat pantai, arus yang bergerak di sepanjang pantai memindahkan sedimen sehingga menyebabkan perubahan garis pantai. Abrasi pantai di Sulawesi Selatan terutama terjadi di pesisir pantai Kota Makassar khususnya meliputi sepanjang Pantai barombong. Abrasi pantai ini terjadi karena

Besarnya Gelombang laut telah merusak lahan dan permukiman penduduk yang ada di pantai Tanjung Barat sepanjang 240 meter pada garis pantai. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan dan pengerasan garis pantai yang terjadi sesuai dengan kriteria profil pantai yang terjadi dan untuk mengetahui apakah pantai tersebut dapat stabil dalam jangka waktu tertentu atau

mengalami erosi akibat gelombang sehingga dapat mengetahui cara mengantisipasi. Kajian ini dilakukan dengan menggunakan Software DSAS (*Digital Shoreline Analysis System*) yang merupakan suatu model matematik untuk menghitung perubahan garis pantai akibat adanya serangan gelombang air laut.



Gambar 1: Kondisi Pantai Tanjung Barat Barombong



Gambar 2: Kondisi Pantai Tanjung Barat Barombong

Melihat kondisi pantai tersebut, maka dari itu kami tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul: **“STUDI PERUBAHAN GARIS PANTAI DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE DSAS” STUDI KASUS PANTAI TANJUNG BARAT BAROMBONG.**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka dapat dikemukakan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah penerapan *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)* untuk mengetahui perubahan garis pantai di Pantai Tanjung Barat Barombong tahun 2017 - 2023?
2. Pada Transect ke berapa yang mengalami Akresi, dan Abrasi terbesar?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis perubahan garis pantai yang terjadi di Pantai Tanjung Barat Barombong tahun 2017-2023 menggunakan software DSAS
2. Untuk menganalisis pada Transect ke berapa Akresi, dan Abrasi terbesar terjadi dari tahun 2017-2023 menggunakan DSAS

D. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini dapat mendorong pembaca melakukan penelitian dengan menggunakan software DSAS (*Digital Shoreline analysis system*). Penelitian ini dapat digunakan sebagai informasi tambahan mengenai perubahan garis pantai dan prediksi perubahan garis pantai. Hasil penelitian dapat digunakan

sebagai masukan atau tambahan informasi untuk hal evaluasi dalam perubahan garis pantai dan perancangan antisipasinya.

E. Batasan Masalah

Demi tercapainya penelitian diperlukan suatu batasan dalam penulisan agar pembahasan tidak meluas ruang lingkungannya sehingga tujuan dari penulisan dapat tercapai dan dipahami.

Adapun parameter yang dijadikan batasan dalam penulisan adalah:

1. Daerah penelitian permodelan dibatasi sejauh 1 km ke arah laut, 100 m ke arah darat, dan sepanjang 240 m garis pantai.
2. Durasi selama 10 tahun terakhir
3. Permodelan perubahan Garis Pantai dilakukan dengan software DSAS.

F. Sistematika Penulisan

Penulisan ini merupakan susunan yang serasi dan teratur oleh karena itu dibuat dengan komposisi bab-bab mengenai pokok-pokok uraian sehingga mencakup pengertian tentang apa dan bagaimana, jadi sistematika penulisan diuraikan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Membahas tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI,

menguraikan tentang teori-teori yang berhubungan dengan judul tugas akhir ini, mengenai tema perubahan garis pantai.

BAB III METODE PENELITIAN

Menguraikan tentang lokasi penelitian dan metode-metode yang dilakukan mulai sumber data penelitian sampai permodelan perubahan garis pantai

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan tentang hasil penelitian, dan pengujian permodelan menggunakan software DSAS (*Digital Shoreline Analysis System*)

BAB V PENUTUP

Bab ini merupakan penutup yang berisi kesimpulan dari hasil dan pembahasan serta memberikan saran-saran sehubungan dengan penelitian yang telah dilakukan



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

Dalam sebuah penelitian, diperlukan tinjauan kajian secara umum yang berkaitan dengan penelitian tersebut sebagai dasar sekaligus batasan agar pembahasan dalam penelitian dijelaskan secara spesifik dan tetap pada tujuan awal karena akan dijadikan sebagai acuan dalam perhitungan serta analisa dari hasil yang diperoleh. Pada bab ini menyajikan teori-teori dari berbagai sumber yang bertujuan untuk memperkuat materi pembahasan maupun sebagai dasar untuk menggunakan rumus-rumus tertentu dalam melakukan simulasi model.

B. Dasar Teori

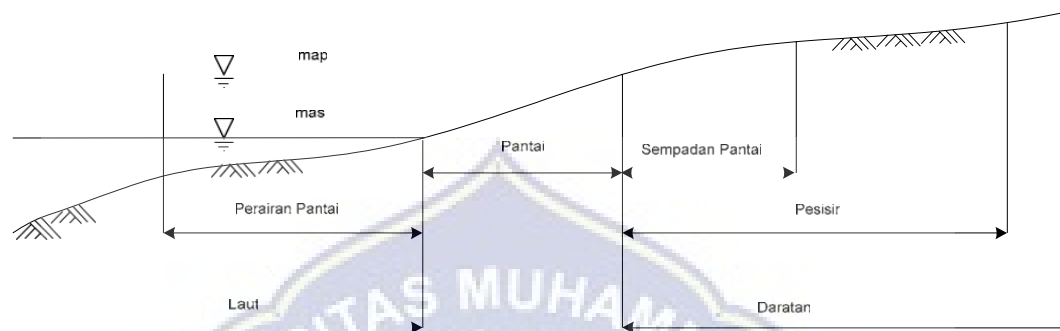
1. Pantai

Pantai secara umum diartikan sebagai batas antara wilayah yang bersifat daratan dengan wilayah yang bersifat lautan. Pantai merupakan daerah di tepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang tertinggi dan surut terendah.

Daerah pantai sering juga disebut daerah pesisir atau wilayah pesisir. Daerah pantai atau pesisir adalah suatu daratan beserta perairannya dimana pada daerah tersebut masih dipengaruhi baik oleh aktivitas darat maupun oleh aktifitas kelautan. (Yuwono, 2005)

Sebenarnya, dari dua istilah tentang kepantaian dalam bahasa Indonesia yang sering rancu pemakaiannya yaitu pesisir (*coast*) dan pantai (*shore*). Pesisir adalah daerah darat di tepi laut yang masih mendapat pengaruh laut seperti pasang surut, angin laut dan perembesan air laut. Sedangkan pantai adalah daerah di tepi

perairan yang dipengaruhi oleh air pasang tertinggi dan air surut terendah. Penjelasan mengenai beberapa definisi tentang kepastaian ini dapat dipahami dengan memperhatikan gambar berikut



Gambar 3: Definisi dan Batasan Pantai
Sumber Triadmojo (Teknik Pantai, 1999)

Garis pantai adalah garis batas pertemuan antara daratan dan air laut, dimana posisinya tidak tetap dan dapat berpindahsesuai dengan pasang surut air laut dan erosi pantai yang terjadi. Sempadan pantai adalah kawasan tertentu sepanjang pantai yang mempunyai manfaat penting untuk mempertahankan kelestarian fungsi pantai. Kriteria sempadan pantai adalah daratan sepanjang tepian yang lebarnya sesuai dengan bentuk dan kondisi fisik pantai, minimal 100 m dari titik pasang tertinggi ke arah daratan.

Beberapa defenisi pantai dibagi dalam beberapa bagian daerah yang berkaitan dengan karakteristik gelombang di daerah sekitar pantai (Triatmodjo, 1999) diantaranya:

a) *Coast*

Merupakan daratan pantai yang masih terpengaruh laut secara langsung, misalnya pengaruh pasan gsurut, angin laut dan ekosistem pantai.

b) *Swashzone*

Merupakan daerah yang dibatasi oleh garis batas tertinggi naiknya gelombang dan batas terendah turunnya gelombang di pantai.

c) *Surfzone*

Merupakan daerah yang terbentang antara bagian dalam dari gelombang pecah sampai batas naik-turunnya gelombang di pantai.

d) *Breakerzone*

Merupakan daerah dimana terjadi gelombang pecah.

e) *Offshore*

Adalah daerah dari gelombang (mulai) pecah sampai kelaut lepas.

f) *Foreshore*

Adalah daerah yang terbentang dari garis pantai pada saat surut terendah sampai batas atas dari uprush pada saat air pasang tertinggi.

g) *Inshore*

Adalah daerah antara *offshore* dan *foreshore*.

h) *Backshore*

Adalah daerah yang dibatasi oleh *foreshore* dan garis pantai yang terbentuk pada saat terjadi gelombang badai bersamaan dengan muka air tertinggi.

1) Abrasi

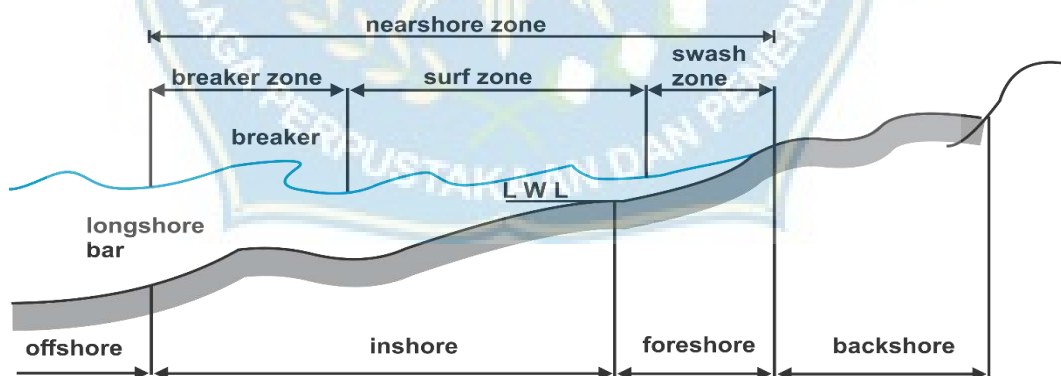
Dilansir dari laman resmi Kementerian Kelautan dan Perikanan RI, Abrasi adalah proses alam yang berupa pengikisan tanah di daerah pesisir pantai yang disebabkan ombak dan arus yang sifatnya merusak. Arti abrasi sudah diketahui. Abrasi biasa juga disebut dengan erosi pantai.

2) Akresi

Akresi pantai adalah perubahan garis pantai menuju laut lepas karena adanya proses sedimentasi dari daratan atau sungai menuju arah laut. Proses sedimentasi di daratan dapat disebabkan oleh pembukaan areal lahan, limpasan air tawar dengan volume yang besar karena hujan yang berkepanjangan dan proses transport sedimen dari badan sungai menuju laut. Akresi pantai juga dapat menyebabkan terjadi pendangkalan secara merata ke arah laut yang lambat laun akan membentuk suatu dataran berupa delta atau tanah timbul. Proses akresi pantai biasanya terjadi di perairan pantai yang banyak memiliki muara sungai dan energi gelombang yang kecil serta daerah yang bebas terjadi badai.

3) Garis Pantai

Garis pantai adalah garis batas pertemuan antara daratan dan air laut, dimana posisinya tidak tetap dan dapat berpindah sesuai dengan pasang surut air laut dan erosi pantai yang terjadi.



Gambar 4: Batas-batas Pantai dan Karakteristik Gelombang di Sekitarnya (Sumber: Triatmodjo 1999)

Pantai bisa terbentuk dari material dasar berupa lumpur, pasir atau kerikil (*gravel*). Kemiringan dasar pantai tergantung pada bentuk dan ukuran material

dasar. Pada pantai kerikil kemiringan pantai bisa mencapai 1:4, pantai pasir mempunyai kemiringan 1:20-1:50 dan untuk pantai berlumpur mempunyai kemiringan sangat kecil mencapai 1:5000. Pantai berlumpur terjadi di daerah pantai di mana terdapat banyak muara sungai yang membawa sedimen suspensi dalam jumlah besar ke laut. Selain itu kondisi gelombang di pantai tersebut relatif tenang sehingga tidak mampu membawa sedimen tersebut ke perairan dalam laut lepas. Pada pantai berpasir mempunyai bentuk seperti ditunjukkan pada (Gambar 4). Dalam gambar tersebut pantai dibagi menjadi *backshore* dan *foreshore*. Batas antara kedua zona adalah puncak berm, yaitu titik dari *run up* maksimum pada kondisi gelombang (biasa). *Run up* adalah naiknya gelombang pada permukaan miring. *Run up* gelombang mencapai batas antara pesisir dan pantai hanya selama terjadi gelombang badai. *Surf zone* terbentang dari titik di mana gelombang pertama kali pecah sampai titik *run up* di sekitar lokasi gelombang pecah. Di lokasi gelombang pecah terdapat *longshore bar*, yaitu gundukan pasir di dasar yang memanjang sepanjang pantai.

Pada kondisi gelombang normal pantai membentuk profilnya yang mampu menghancurkan energi gelombang. pada suatu saat terjadi gelombang yang lebih besar, pantai tidak mampu meredam energi gelombang sehingga terjadi erosi. Pasir yang tererosi akan bergerak ke arah laut. Setelah sampai di daerah dimana kecepatan air di dasar kecil, pasir tersebut mengendap. Akumulasi endapan tersebut akan membentuk *longshore bar*. *Longshore bar* ini menyebabkan lokasi gelombang pecah berada lebih jauh dari garis pantai yang memperlebar *surf zone* dimana sisa energi gelombang dihancurkan. Dengan demikian *longshore bar* juga berfungsi

sebagai pertahanan pantai terhadap serangan gelombang. Pembentukan *longshore bar* ini semakin besar pada waktu terjadinya gelombang badai.

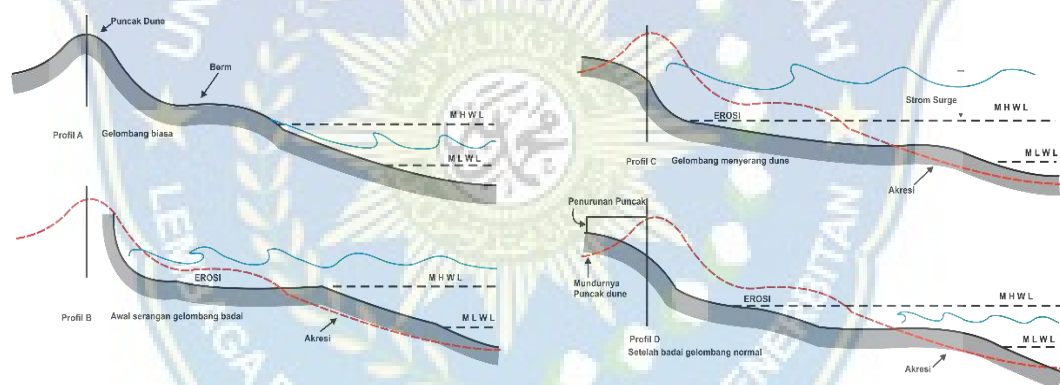
Selama terjadinya badai yang tinggi dan kemiringan gelombang besar, angin dan gelombang tersebut dapat menyebabkan kenaikan elevasi muka air laut (*wind setup dan wave setup*), sehingga serangan gelombang dapat mengenai bagian pantai yang lebih tinggi. Bagian tersebut biasanya tidak terkena serangan gelombang.

Kenaikan elevasi muka air tersebut memungkinkan gelombang besar melewati *offshore bar* tanpa pecah. Gelombang tersebut akan pecah pada lokasi yang sudah dekat garis pantai, sehingga lebar *surf zone* tidak cukup untuk menghancurkan energi gelombang badai tersebut. Akibatnya pantai, *berm* kadang-kadang *dune* yang sekarang terbuka terhadap serangan gelombang akan tererosi. Material yang tererosi tersebut dibawa ke arah laut (*offshore*) dalam jumlah besar yang kemudian diendapkan di dasar *nearshore* dan membentuk *offshore bar*. Bar tersebut akhirnya tumbuh cukup besar untuk memecah gelombang datang lebih jauh ke *offshore*, sehingga penghancuran energi gelombang di *surf zone* lebih efektif.

Pada saat terjadi badai, dimana gelombang besar dan elevasi muka air diam lebih tinggi karena adanya setup gelombang dan angin, pantai dapat mengalami erosi. (Gambar 5) menunjukkan proses terjadinya erosi pantai oleh gelombang badai (CERC, 1984) dengan puncak gelombang sejajar garis pantai. (Gambar 5) adalah profil pantai dengan gelombang normal sehari-hari. Pada saat terjadinya badai dengan bersamaan muka air tinggi, gelombang mulai mengerosi *sand dunes*, dan membawa material ke arah laut kemudian mengendap (Gambar 5). Gelombang badai yang berlangsung cukup lama semakin banyak mengerosi bukit pasir (*sand*

dunes) seperti terlihat dalam (Gambar 5). Setelah badai reda gelombang normal kembali. Selama terjadi badai tersebut terlihat perubahan profil pantai. Dengan membandingkan profil pantai sebelum dan sesudah badai, dapat diketahui volume sedimen yang tererosi dan mundurnya garis pantai (Gambar 5) Setelah badai berlalu, kondisi gelombang normal kembali.

Gelombang ini akan mengangkut sedimen yang telah diendapkan di perairan dalam selama badai, kembali ke pantai. Gelombang normal yang berlangsung dalam waktu panjang tersebut akan membentuk pantai kembali ke profil semula. Dengan demikian profil pantai yang ditinjau dalam satu periode panjang menunjukkan kondisi yang stabil dinami



Gambar 5: Proses Sedimentasi dan Erosi
(Sumber: CERC, 1984)

Apabila gelombang yang terjadi membentuk sudut dengan garis pantai, maka terjadi dua proses angkutan sedimen yang bekerja bersamaan, yaitu komponen tegak lurus dan sejajar garis pantai. Sedimen yang tererosi oleh komponen tegak lurus dan sejajar pantai akan terangkut oleh arus sepanjang pantai sampai ke lokasi yang cukup jauh. Akibatnya apabila ditinjau di suatu lokasi, pantai yang mengalami erosi pada saat terjadinya badai tidak bisa terbentuk kembali pada saat gelombang

normal, Dengan demikian, untuk suatu periode waktu panjang, gelombang yang datang dengan membentuk sudut terhadap garis pantai dapat menyebabkan mundurnya garis pantai (erosi). Sedimen pantai bisa berasal dari erosi garis pantai itu sendiri, dari daratan yang di bawa oleh sungai, dan/atau dari laut dalam yang terbawa arus ke daerah pantai. Sifat-sifat tersebut adalah ukuran partikel dan distribusi butir sedimen, rapat massa, bentuk, kecepatan endap, tahanan terhadap erosi.

2. Gelombang

Gelombang adalah pergerakan naik turunnya air laut di sepanjang permukaan air. Gelombang laut dapat beraneka ragam tergantung dari gaya pembangkitnya. Gelombang tersebut dapat berupa gelombang angin (gelombang yang dibangkitkan oleh tiupan angin), gelombang pasang surut (gelombang yang dibangkitkan oleh gaya tarik benda-benda langit terutama gaya tarik matahari dan bulan terhadap bumi) gelombang tsunami (gelombang yang terjadi akibat letusan gunung berapi atau gempa didasar laut), gelombang kecil (biasanya dibangkitkan oleh kapal yang bergerak) dan sebagainya.

Dalam hal ini bentuk gelombang yang umum dipakai adalah gelombang angin dan gelombang pasang surut. Gelombang biasanya menimbulkan energi untuk membentuk pantai, menimbulkan arus dan transpor sedimen sepanjang pantai. bentuk gelombang laut ini sangat kompleks dan sulit digambarkan secara matematis karena ketidaklinearannya, tiga dimensi dan bentuknya random.

Berdasarkan kedalaman relatif, yaitu perbandingan antara kedalaman air d dan panjang gelombang L , (d/L), gelombang dapat diklasifikasikan menjadi tiga,

yaitu:

- a) Gelombang di laut dangkal, jika $d/L \leq 1/20$
- b) Gelombang di laut transisi, jika $1/20 \leq d/L \leq 1/2$
- c) Gelombang di laut dalam, jika $d/L \geq 1/2$

Menurut Horikawa (1980), bahwa untuk perairan dalam nilai $2\pi h/L \gg 1$, maka nilai \tanh , $2\pi h/L \approx 1$, sehingga kecepatan dan panjang gelombang untuk laut dalam diprediksi dengan persamaan :

$$C_0 = g T / 2\pi = 1,56 T \quad (\text{m/dt}) \quad (2.1)$$

$$L_0 = g T^2 / 2\pi = 1,56 T^2 \quad (\text{m}) \quad (2.2)$$

Sedangkan untuk laut dangkal, dimana nilai $2\pi h/L \leq \pi/10$; $h/L \leq 1/20$, maka:

$$C = (gh)^{1/2} L = T (gh)^{1/2} \quad (2.3)$$

Berikut (Tabel 1) yang memperlihatkan klasifikasi gelombang menurut rasio kedalaman dan panjang gelombang (h/L) dan nilai batas \tanh ($2\pi h/L$)

Tabel 1. Klasifikasi Gelombang Berdasarkan Kedalaman

Klasifikasi	h/L	$2\pi \cdot h/L$	$\text{Tanh} 2\pi \cdot h/L$
Laut Dangkal	$> 1/2$	$> \pi$	≈ 1
Transisi	$1/25 - 1/2$	$1/4 - \pi$	$\tanh^{2\pi h/L}$ —
Laut Dalam	$< 1/25$	$< 1/4$	$\approx \frac{2\pi h}{L}$ —

(Sumber: SPM. CERC 1984, Page 2-9)

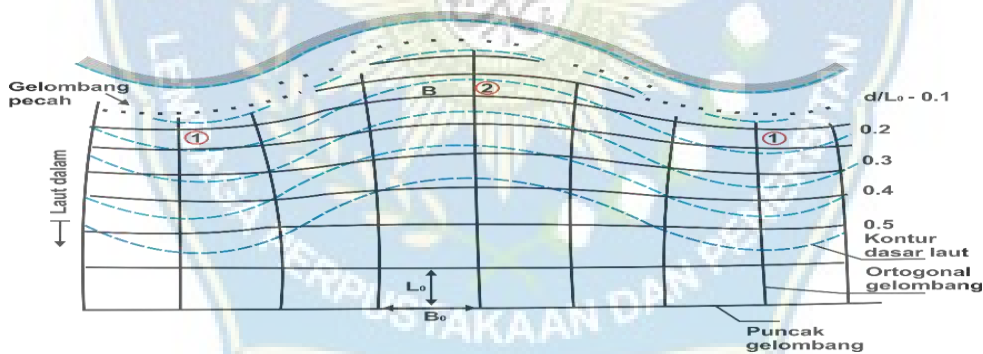
Apabila suatu deretan gelombang bergerak menuju pantai, gelombang tersebut akan mengalami perubahan bentuk yang disebabkan oleh proses Refraksi dan Difraksi. Nilai koefisien deformasi gelombang di atas merupakan suatu pertimbangan penting dalam menghitung gelombang laut dalam ekivalen yang

nantinya digunakan dalam analisis gelombang pecah, limpasan gelombang dan proses lain.

1) Refraksi Gelombang

Refraksi gelombang adalah perubahan bentuk pada gelombang yang terjadi karena adanya pengaruh perubahan kedalaman laut. Gelombang menjalar tanpa dipengaruhi dasar laut di laut dalam, namun dilaut transisi dan laut dangkal, bentuk gelombang dipengaruhi oleh dasar laut.

Refraksi mempunyai pengaruh cukup besar terhadap tinggi dan arah gelombang serta distribusi energi gelombang di sepanjang pantai. Perubahan arah gelombang akibat refraksi akan menghasilkan konvergensi (penguncupan) atau divergensi (penyebaran) energi gelombang dan mempengaruhi energi gelombang yang terjadi di suatu tempat di daerah pantai.



Gambar 6: Refraksi Gelombang
(Sumber: Triatmodjo, 1999)

Gambar tersebut menjelaskan tentang proses refraksi gelombang di daerah pantai yang mempunyai garis kontur dasar laut dan garis pantai yang tidak teratur. Suatu deretan gelombang L_0 dan garis puncak gelombang sejajar bergerak menuju pantai. Telihat dalam gambar bahwa garis puncak gelombang berubah bentuk dan berusaha untuk sejajar garis kontur pantai Pada lokasi.

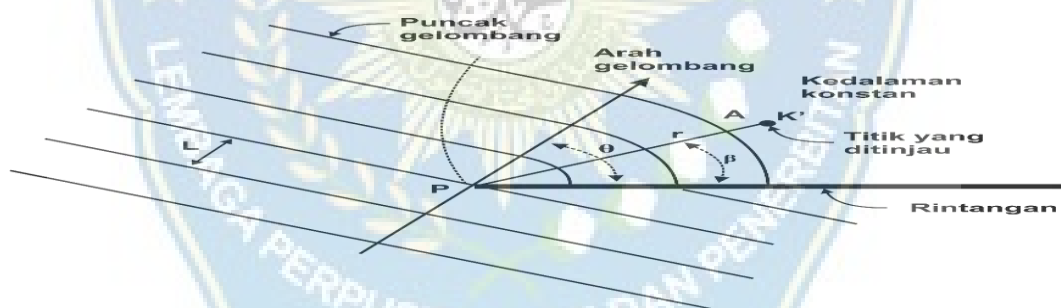
a, garis *orthogonal* gelombang menguncup sedangkan di lokasi

b garis *orthogonal* menyebar.

Karena energi diantara kedua garis *orthogonal* adalah konstan sepanjang lintasan, berarti energi gelombang tiap satuan lebar di lokasi 1 adalah lebih besar daripada di lokasi 2 karena jarak antar garis *orthogonal* di lokasi 1 lebih kecil daripada jarak antar garis *orthogonal* di laut dalam dan jarak antargaris *orthogonal* di lokasi 2 lebih besar daripada jarak antar garis *orthogonal* di dalam.

2) Difraksi Gelombang

Difraksi gelombang adalah suatu gelombang datang terhalang oleh suatu rintangan seperti pulau atau bangunan pemecah gelombang, maka gelombang akan membelok di sekitar ujung rintangan dan masuk ke daerah terlindung di belakangnya.



Gambar 7: Difraksi Gelombang
(Sumber: Triatmodjo, 1999)

Apabila tidak terjadi difraksi gelombang, daerah di belakang rintangan akan tenang. Namun, karena adanya proses difraksi, maka daerah tersebut terpengaruh oleh gelombang datang. Transfer energi ke daerah terlindung menyebabkan terbentuknya gelombang di daerah tersebut, meskipun tidak sebesar gelombang di luar daerah terlindung.

3. Fluktuasi Muka Air Laut

1) Pasang Surut

Pasang surut adalah fluktuasi (naik turunnya) muka air laut karena adanya gaya tarik benda-benda di langit, terutama bulan dan matahari terhadap massa air laut di bumi. Gaya tarik menarik antara bulan dengan bumi lebih mempengaruhi terjadinya pasang surut air laut daripada gaya tarik menarik antara matahari dengan bumi, sebab gaya tarik bulan terhadap bumi nilainya 2,2 kali lebih besar daripada gaya tarik matahari terhadap bumi. Hal ini terjadi karena meskipun massa bulan lebih kecil daripada massa matahari, akan tetapi jarak bulan terhadap bumi jauh lebih dekat daripada jarak bumi terhadap matahari. (Triatmodjo, 1999).

Pasang surut terbentuk karena rotasi bumi yang berada di bawah muka air yang menggelembung ini, yang mengakibatkan kenaikan dan penurunan permukaan laut di wilayah pesisir secara periodik. Daerah-daerah pesisir mengalami dua kali pasang dan dua kali surut selama periode sedikit diatas 24 jam. (Priyana, 1994)

a) Pasang surut harian ganda (*semidiurnaltide*)

Pasang surut tipe ini adalah dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut dengan tinggi yang hampir sama dan pasang surut terjadi secara berurutan dan teratur. Periode pasang surut rata-rata adalah 12 jam 24 menit.

b) Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*)

Pasang surut tipe ini apabila dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut dengan periode pasang surut 24 jam 50 menit.

- c) Pasang surut campuran condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semi diurnal*)

Pasang surut tipe ini apabila dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda.

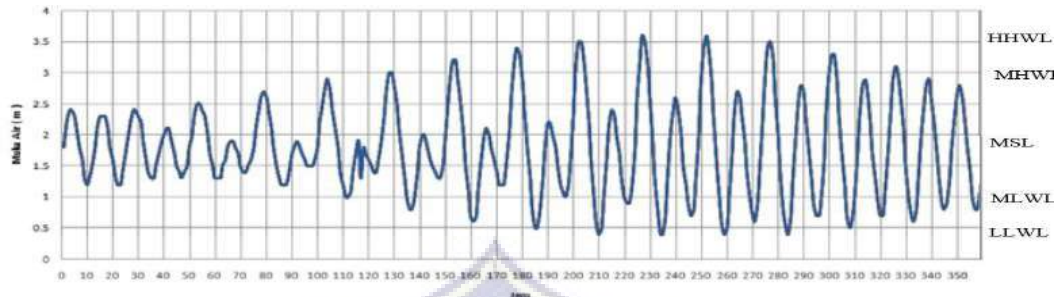
- d) Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*)

Pada tipe ini dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut, tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda.

Beberapa elevasi muka air laut adalah sebagai berikut:

- a) Muka air tinggi (*high water level/HWL*), yaitu muka air tertinggi yang dapat dicapai pada saat air pasang dalam suatu siklus pasang surut.
- b) Muka air rendah (*low water level/LWL*), yaitu kedudukan air terendah yang dicapai pada saat air surut dalam suatu siklus pasang surut.
- c) Muka air tinggi rata-rata (*mean high water/MHWL*), yaitu rata-rata dari muka air tinggi selama 19 tahun.
- d) Muka air rendah rata-rata (*mean low water level/MLWL*), yaitu rata-rata dari muka air rendah selama periode 19 tahun.
- e) Muka air rata-rata (*mean sea level/MSL*), yaitu muka air rata-rata antara muka air tinggi rata-rata dan muka air rendah rata-rata. Elevasi ini digunakan sebagai referensi untuk elevasi daratan.
- f) Muka air tinggi tertinggi (*highest high water level/HHWL*), yaitu muka air tertinggi pada saat pasang surut purnama/ bulan mati.

- g) Muka air rendah terendah (*lowest low water level/ LLWL*), yaitu air terendah pada saat pasang surut purnama.



Gambar 8: Elevasi Muka Air Laut
(Sumber: <http://repository.unhas.ac.id>)

Berdasarkan definisi elevasi muka air laut di atas, dibutuhkan waktu pengamatan yang sangat lama (19 tahun) untuk mendapatkan data pasang surut ideal. Hal ini tentulah sangat sulit untuk dipenuhi disaat akan merencanakan atau untuk menganalisis kinerja dari suatu bangunan pantai. Maka dari itu, untuk mendapatkan data pasang surut, digunakanlah pendekatan dengan pengamatan pasang surut selama 30 hari, karena pada tanggal 1 (bulan baru/ muda) dan tanggal 15 (bulan purnama) diperoleh pasang tinggi yang sangat tinggi dan surut rendah yang sangat rendah. Pada siklus ini, posisi bumi, bulan dan matahari berada dalam satu garis lurus. Siklus ini sering disebut siklus pasang surut purnama / spring tide / pasang besar. Sedangkan pada tanggal 7 (bulan $\frac{1}{4}$) dan tanggal 21 (bulan $\frac{3}{4}$) diperoleh pasang tinggi yang rendah dan surut rendah yang tinggi. Pada siklus ini, posisi bumi, bulan dan matahari membentuk sudut tegak lurus. Siklus ini sering disebut pasang surut perbani / neap tide / pasang kecil.

2) Pembangkitan dan Peramalan Gelombang

Angin merupakan sirkulasi yang kurang lebih sejajar dengan permukaan bumi (Triatmodjo,1999). Angin terjadi akibat adanya perubahan ataupun perbedaan

suhu antara suatu tempat dengan tempat yang lain. Perubahan temperatur di atmosfer disebabkan oleh perbedaan penyerapan panas oleh tanah dan air atau perbedaan panas di gunung dan lembah, atau perubahan yang disebabkan oleh siang dan malam atau perbedaan suhu pada belahan bumi bagian utara dan selatan karena adanya perbedaan musim dingin dan panas. Salah satu contoh yang dapat diambil adalah perubahan suhu yang terjadi antara daratan dan lautan. Daratan cenderung lebih cepat menerima dan melepaskan panas. Oleh karena itu pada waktu siang hari daratan lebih panas dari pada laut maka siang hari terjadi angin laut yang diakibatkan oleh naiknya udara daratan dan digantikan oleh udara dari laut. Sebaliknya, pada waktu malam hari daratan lebih dingin daripada laut, udara di atas laut akan naik dan diganti oleh udara dari daratan sehingga terjadi angin darat.

Angin yang berhembus diatas permukaan air akan memindahkan energinya ke air. Kecepatan angin akan menimbulkan tegangan pada permukaan air laut, sehingga permukaan air yang semula tenang akan terganggu dan timbul riak gelombang kecil di atas permukaan air. Apabila kecepatan angin bertambah, riak tersebut menjadi semakin besar, dan apabila angin berhembus terus akhirnya akan terbentuk gelombang. Semakin lama dan semakin kuat angin berhembus, semakin besar gelombang yang terbentuk.

Data angin yang digunakan untuk peramalan gelombang adalah data di permukaan laut pada lokasi pembangkitan. Data dapat diperoleh dari pengukuran langsung di atas permukaan laut atau pengukuran di darat di dekat lokasi peramalan yang kemudian di konversi menjadi data angin di laut. Kecepatan angin diukur dengan anemometer, dan biasanya dinyatakan dalam knot dimana knot merupakan

panjang satu menit garis bujur melalui katulistiwa yang ditempuh dalam satu jam atau 1 knot = 1,852 km/jam = 0,514 m/s. Data angin dicatat tiap jam dan biasanya disajikan dalam bentuk tabel.

Dari data angin yang diperoleh kemudian disajikan dalam bentuk tabel (ringkasan) atau diagram yang disebut mawar angin (*Wind Rose*). Dengan mawar angin ini maka karakteristik angin dapat dibaca. Penyajian tersebut dapat diberikan dalam bentuk bulanan, tahunan atau untuk beberapa tahun pencatatan.

4. Pengolahan Data Kecepatan Angin

Salah satu cara peramalan gelombang adalah dengan melakukan pengolahan data angin. Prediksi gelombang disebut *hindcasting* jika dihitung berdasarkan kondisi meteorologi yang telah lampau dan *forecasting* jika dihitung berdasarkan kondisi meteorologi hasil prediksi. Prosedur penghitungan keduanya sama, perbedaannya hanya pada sumber data meteorologinya.

Gelombang laut yang akan diramal adalah gelombang di laut dalam suatu perairan yang dibangkitkan oleh angin, kemudian merambat ke arah pantai dan pecah seiring dengan mendangkalnya perairan didekat pantai. Hasil peramalan gelombang berupa tinggi dan periode gelombang signifikan untuk setiap data angin.

Data-data yang dibutuhkan untuk meramal gelombang terdiri dari:

- a) Data angin yang telah dikonversi menjadi wind stress factor (UA).
- b) Panjang fetch efektif.
- 1) Penentuan *Wind Stress Factor* (UA)

Data angin yang berupa kecepatan perlu dikoreksi untuk mendapatkan wind stress factor (UA). Adapun koreksi tersebut meliputi:

2) Koreksi Lokasi Pengamatan

Apabila pengukuran data angin dilakukan di atas daratan, maka perlu ada koreksi lokasi untuk menjadikan data angin di atas daratan menjadi data angin hasil pengukuran di laut. Jika lokasi pengamatan dilakukan di perairan maka tidak perlu dilakukan koreksi lokasi. Jika lokasi pengamatan berada di darat dan fetch tidak cukup untuk pembentukan *fully developed sea* (lebih jauh dari 16 km atau 10 mil), maka data pengamatan angin perlu dikoreksi menjadi data pengamatan di atas air menggunakan.

3) Koreksi Stabilitas

Apabila terdapat perbedaan temperatur antara udara dan laut, maka kecepatan angin efektif dapat diperoleh dengan melakukan koreksi stabilitas sebagai berikut:

$$u = ut \cdot Rt \quad (2.4)$$

di mana:

Rt = rasio amplifikasi

Ut = kecepatan angin hasil koreksi durasi (m/s)

Apabila data perbedaan temperatur tidak diketahui, maka SPM 1984 menyarankan penggunaan $Rt = 1,1$.

4) Koreksi Elevasi

Data angin yang digunakan adalah data angin yang diukur pada elevasi 10 m dari permukaan tanah. Apabila angin tidak diukur pada elevasi tersebut, maka harus dikoreksi dengan persamaan:

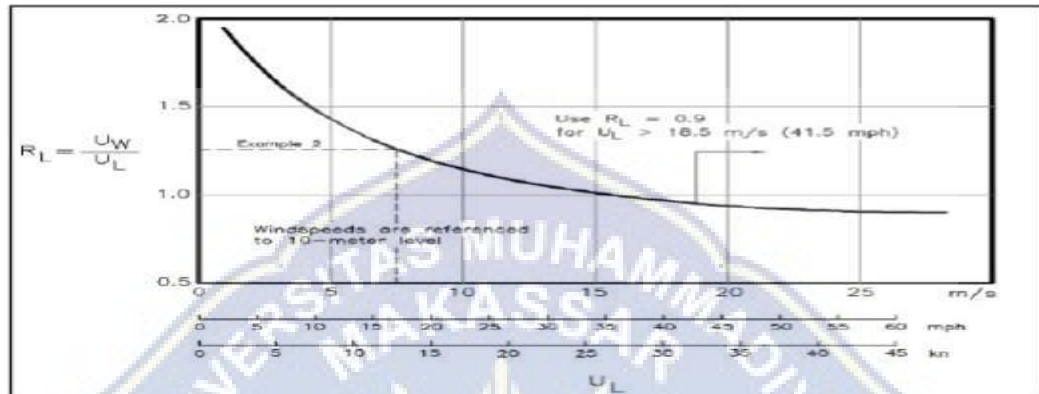
$$U_{10} = U_z \left(\frac{10}{z} \right)^{1/7} \quad (2.5)$$

di mana:

U_{10} = kecepatan angin hasil koreksi elevasi (m/s)

U_z = kecepatan angin yang tidak diukur pada ketinggian 10 m (m/s)

z = elevasi alat ukur (m)



Gambar 9: Gambar Rasio R_L dari kecepatan angin di atas air, U_W , terhadap kecepatan angin di atas darat, U_L , sebagai fungsi dari kecepatan angin di atas darat (Sumber: Eprints.undip.ac.id)

Berikut ini adalah persamaan yang digunakan:

$$u = ut \cdot R_L \quad (2.6)$$

di mana:

R_L = rasio kecepatan angin di atas laut dengan di daratan

U_t = kecepatan angin hasil koreksi stabilitas (m/s)

Untuk pengukuran angin yang dilakukan di pantai atau di laut, koreksi ini tidak perlu dilakukan ($R_L = 1$).

5) Daerah Pembentukan Gelombang (Fetch Efektif)

Fetch adalah daerah pembentukan gelombang yang diasumsikan memiliki arah dan kecepatan angin yang relatif konstan. Karakteristik gelombang yang ditimbulkan oleh angin ditentukan juga oleh panjang fetch.

Penghitungan panjang fetch efektif ini dilakukan dengan menggunakan bantuan peta topografi lokasi dengan skala yang cukup besar, sehingga dapat

terlihat pulau-pulau atau daratan yang mempengaruhi pembentukan gelombang di suatu lokasi. Penentuan titik fetch diambil pada posisi laut dalam dari lokasi perairan yang ditinjau. Ini karena gelombang yang dibangkitkan oleh angin terbentuk di laut dalam suatu perairan, kemudian merambat ke arah pantai dan pecah seiring dengan mendangkalnya dasar perairan di dekat pantai.

Pada peramalan gelombang, data yang digunakan adalah data-data besar kecepatan angin maksimum harian berikut arahnya yang kemudian diproyeksi ke delapan arah mata angin utama. Selain itu juga dibutuhkan informasi tentang panjang fetch efektif untuk delapan arah mata angin utama.

Untuk menghitung panjang fetch digunakan prosedur sebagai berikut:

- a) Tarik garis fetch untuk suatu arah.
- b) Tarik garis fetch dengan penyimpangan sebesar 50 dan -50 dari suatu arah sampai pada batas areal yang lain. Pengambilan nilai 50 ini dilakukan mengingat adanya keadaan bahwa angin bertiup dalam arah yang bervariasi atau sembarang, maka panjang fetch diukur dari titik pengamatan dengan interval 50. Tiap garis pada akhirnya memiliki 9 garis fetch.
- c) Ukur panjang fetch tersebut sampai menyentuh daratan terdekat, kalikan dengan skala peta.
- d) Panjang fetch efektif adalah:

$$F_{eff} = \frac{\sum_{i=1}^n F_i}{\sum_{i=1}^n \cos^2 \theta_i} \quad (2.7)$$

dimana:

F_i = panjang fetch ke-i

θ_i = sudut pengukuran fetch ke-i

- i = nomor pengukuran fetch
n = jumlah pengukuran fetch

6) Penentuan Tinggi dan Periode Gelombang

Untuk menentukan tinggi gelombang dan periode gelombang, digunakan data hasil hind casting yang berupa F_{eff} (Fetch Efektif) dan U_A . Kedua parameter tersebut digunakan ke dalam tiga persamaan berikut sesuai dengan prosedur peramalan gelombang dari SPM 1984:

$$H_{mo} = \frac{0.0016 \times U_A^2}{g} \left(\frac{q \times F_{eff}}{U_A^2} \right)^{1/2}$$

$$T_p = \frac{0.2857 \times U_A^2}{g} \left(\frac{q \times F_{eff}}{U_A^2} \right)^{1/2}$$

$$\frac{q \times T}{U_A^2} = 68.8 \left(\frac{q \times F_{eff}}{U_A^2} \right)^{2/3} \leq 7.15 \times 10^4$$

dimana:

- H_{mo} = tinggi gelombang signifikan menurut energi spektral (m)
 T_p = periode puncak spektrum (detik)
 g = percepatan gravitasi bumi = 9.81(m/s²)
 U_A = wind stress factor (m/s)
 F_{eff} = panjang fetch efektif (m)
 T = durasi angin yang bertiup (detik)

C. DSAS (Digital Shoreline Analysis System)

Dalam pengukuran garis pangkal biasa (*normal baseline*) yang terdapat pada pasal 5 yaitu digunakan untuk mengukur luasnya laut teritorial dengan garis permukaan air terendah (*low water line*) sepanjang pantai ditandai pada peta skala Program Digital Shoreline Analysis System (DSAS)

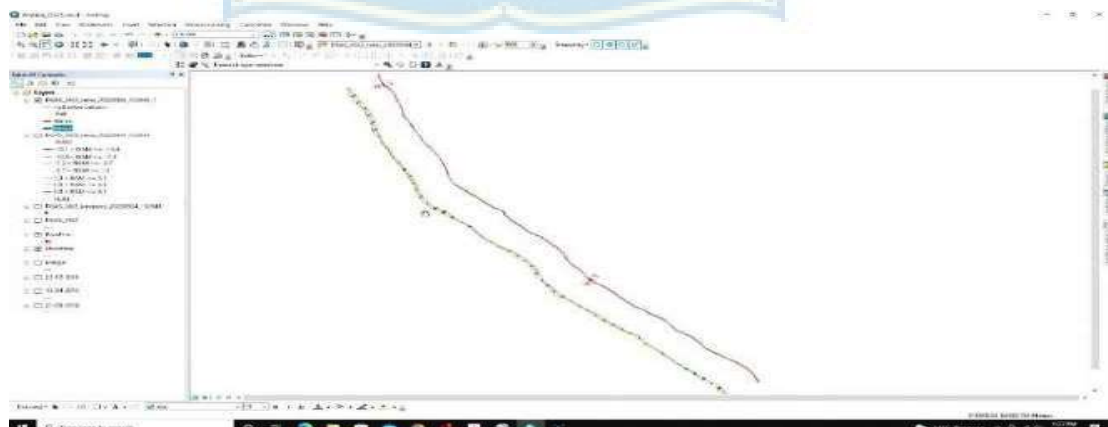
Digital Shoreline Analysis System (DSAS) merupakan teknologi penginderaan jauh yang dapat digunakan untuk mendeteksi dan menghitung perubahan garis pantai di suatu wilayah secara otomatis (Sugiyono dkk., 2015).

Digital Shoreline Analysis System (DSAS) merupakan perangkat lunak yang dapat digunakan untuk menghitung laju perubahan garis pantai dari waktu ke waktu. (Hakim et al., 2014).

Parameter yang diperlukan dalam DSAS terdiri dari baseline yaitu garis acuan titik nol yang digunakan sebagai garis acuan untuk mengukur perubahan garis pantai dan garis ini tidak termasuk dalam garis pantai, shorelines yaitu garis pantai yang akan diukur perubahannya, transects yaitu garis tegak lurus dengan baseline yang membagi pias-pias pada garis pantai.



Gambar 10. Parameter yang di butuhkan DSAS

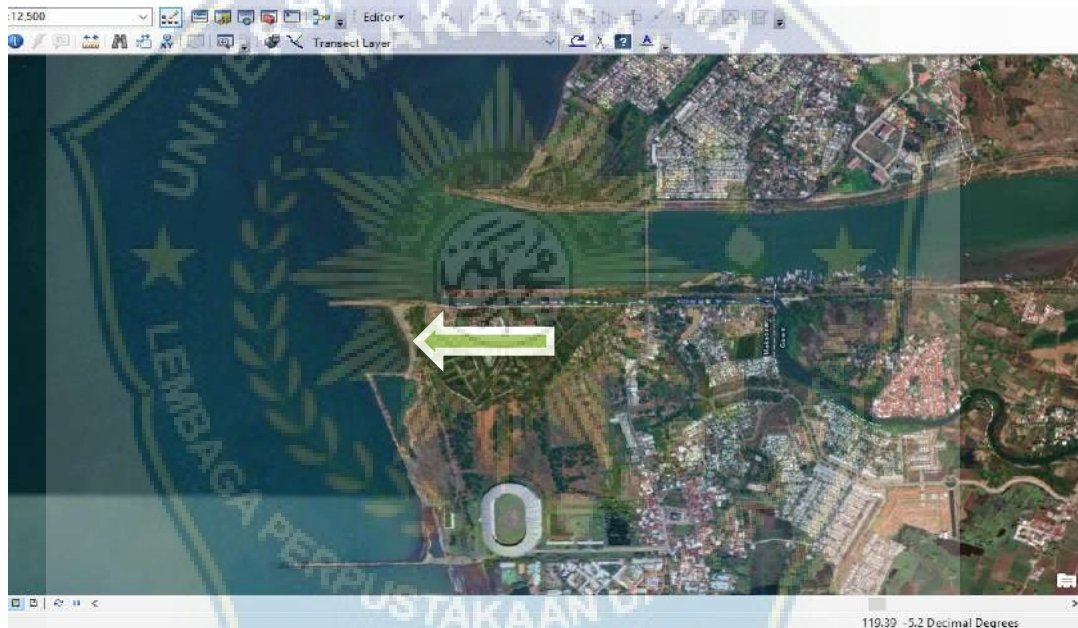


Gambar 11. Tampilan Perangkat Lunak DSAS

BAB III METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Pantai Tanjung Barat Barombong, Kec. Tamalate, Kota Makassar, Sulawesi Selatan dengan panjang 240 meter. Daerah di sekitar pantai Tanjung Barat Barombong juga adalah daerah perkampungan nelayan terbesar di Makassar, yang dimana permukiman penduduk berada sangat dekat dengan garis pantai maka dari itu fenomena perubahan garis pantai di daerah tersebut patut di perhatikan.



Gambar 12: Lokasi Pantai Tanjung Barat
(Sumber: Arcmap)

B. Jenis Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian deskriptif dengan pendekatan studi kasus. Deskriptif kuantitatif adalah jenis penelitian yang digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul.

C. Sumber Data

Peneliti mengelompokkan sumber data kedalam 2 bagian yaitu:

1) Data primer

Data Primer adalah sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data. Menggunakan data primer karena peneliti mengumpulkan sendiri data-data yang dibutuhkan yang bersumber langsung dari objek pertama yang akan diteliti. Pengambilan data dilakukan pada tinjauan kondisi-kondisi Pesisir Pantai Tanjung Barat, Kecamatan Tamalate, Kota Makassar.

2) Data sekunder

Data Sekunder adalah data yang didapatkan dengan menghubungi instansi-instansi yang berkaitan dengan penelitian Kajian Perubahan Garis Pantai Dengan Menggunakan Software DSAS di Pantai Tanjung Barat, Kecamatan Tamalate, Kota Makassar. Memerlukan data sekunder sebagai berikut:

- a) Data Tinggi Muka Air laut Kecamatan Tamalate Kota Makassar
- b) Data Angin Kecamatan Tamalate, Kota Makassar, Stasiun Maritim Paotere Kota Makassar dari tahun 2014-2023
- c) Peta Topografi dan Bathimetri

D. Langkah-Langkah Analisis

Langkah-langkah analisis adalah sebagai berikut:

- a) Pengolahan data angin
- b) Pengolahan data angin ke data gelombang.
- c) Analisa data dengan menggunakan software DSAS
- d) Menganalisa model perubahan garis pantai.

E. Langkah –Langkah Simulasi Software DSAS

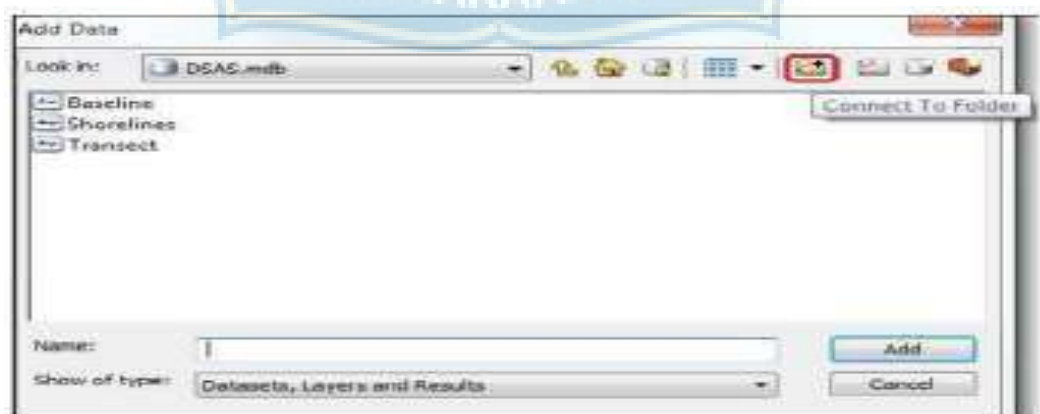
Pada penelitian ini, data – data yang telah di dapatkan baik pada saat melakukan pengukuran di lapangan dan penelitian di laboratorium. Kemudian, akan di olah dan dikerjakan dengan menggunakan program Digital Shoreline Analisis System (DSAS). Adapun langkah – langkah untuk mengelolah sampel data DSAS yaitu:

1. Masukan data pada folder sample data DSAS dengan cara pada *toolbar ArcGIS* klik “Add Data (Gambar 13)



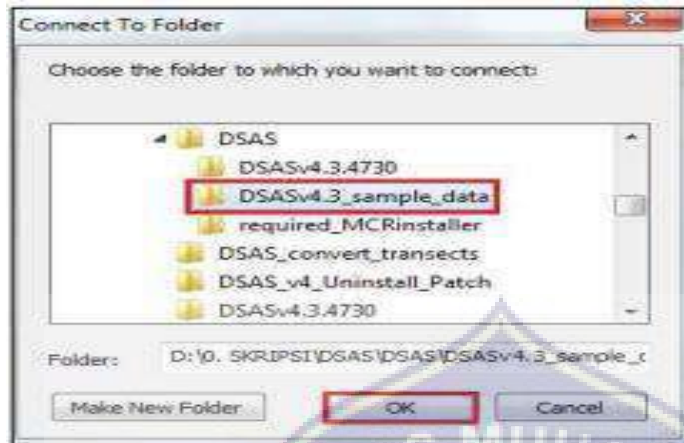
Gambar 13: Menu Add Data

2. klik *connet to folder*” (Gambar 14)



Gambar 14. Connet To folder

3. pilih folder DSASv. 4.3_sample_data. (Gambar 14)



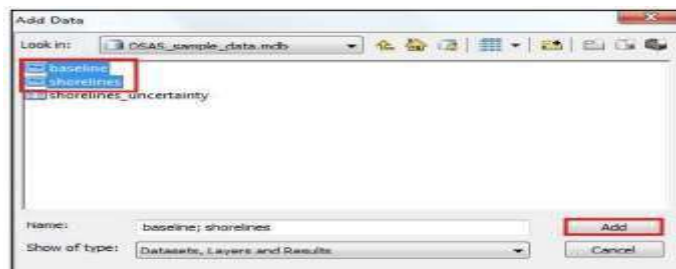
Gambar 15. Connet to folder DSAS sample data

4. klik 2x pada DSAS_ Sample data dan klik OK (Gambar 15)



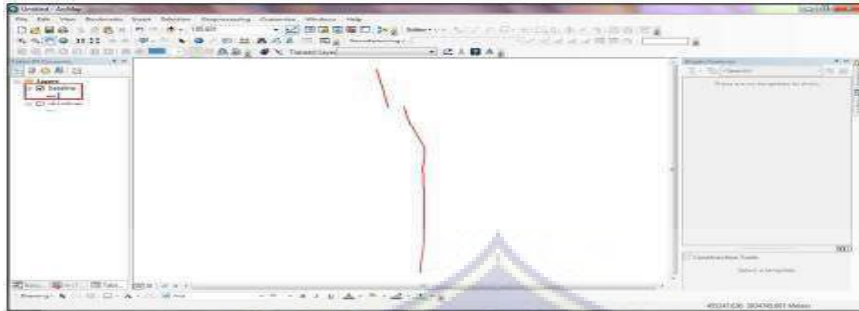
Gambar 16. Add data DSAS sample data

5. pilih file “baseline” dan “shoreline” lalu klik add (Gambar 16)



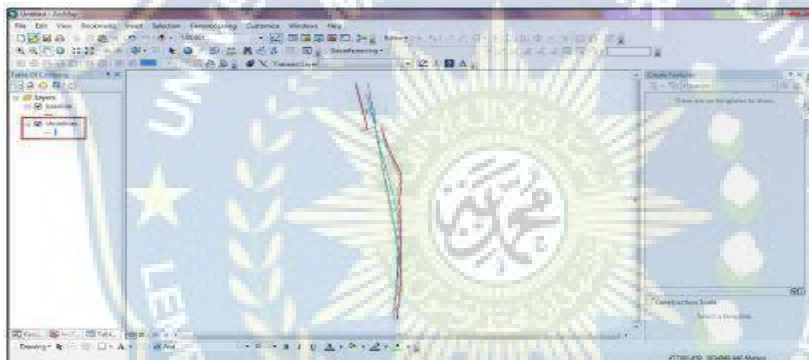
Gambar 17. Add data Baseline dan Shorelines

6. Kemudian pada *jendela table of contents* akan muncul layar *Baseline* dan *shoreline*. Tampilan *sample data baseline* dapat dilihat pada Gambar 18



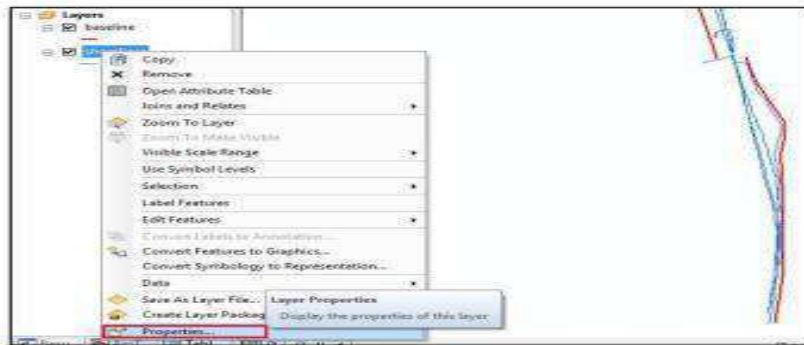
Gambar 18. Sample data baseline

7. *sample data shoreline* dapat dilihat pada Gambar 19



Gambar 19. Sample data shoreline

8. Data *shoreline* seperti yang dapat di lihat terjadi dari banyak garis, garis garis tersebut merupakan informasi garis pantai dari berbagai tahun. Untuk mengetahui informasi dari setiap garis pantai di lakukan dengan cara klik kanan pada layer "*shoreline*" dan pilih "*properties*" seperti yang dapat dilihat pada gambar 20.



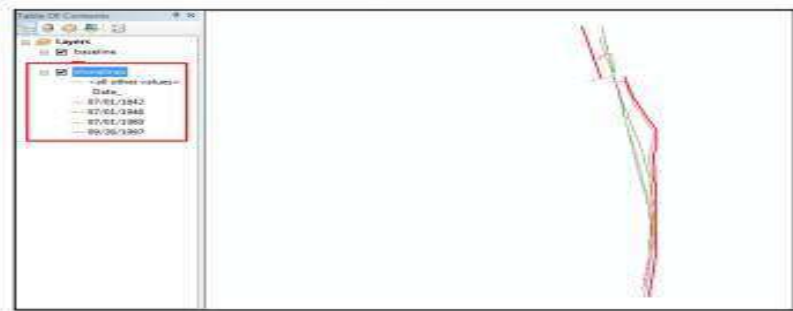
Gambar 20. Penampilan layer pada properties shoreline

9. Kemudian akan muncul jendela *Layer properties* – pilih *symbology* – pada *show* pilih *categories* – pada *value field* pilih *Date_* - klik *Add All Value* – klik *OK* seperti yang dapat dilihat pada Gambar 21.



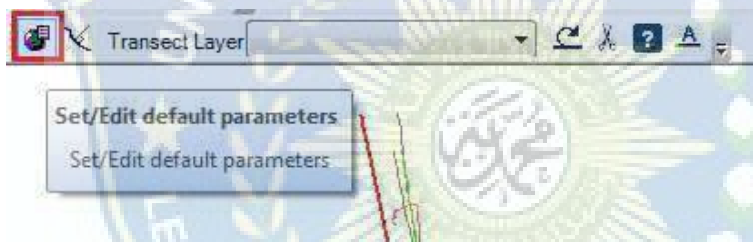
Gambar 21. Pengaturan menampilkan seluruh informasi waktu garis pantai

10. *Layer shoreline* kemudian akan muncul informasi tambahan mengenai waktu dari tiap garis pantai dan tiap waktu akan memiliki warna garis yang berbeda untuk membedakan garis pantai tiap tahunnya seperti dapat dilihat pada Gambar 22.



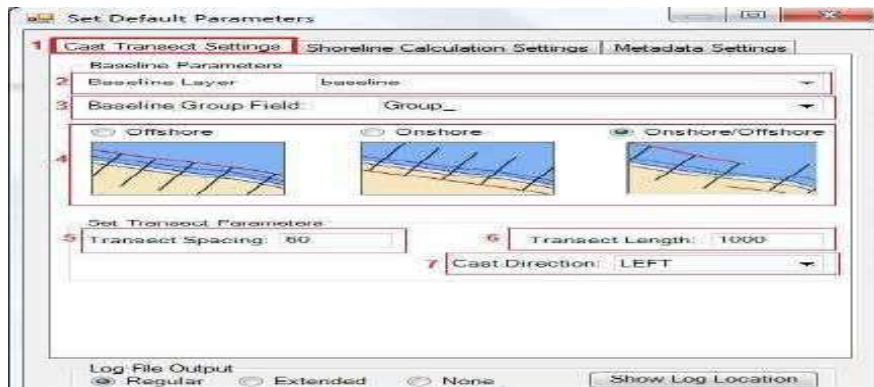
Gambar 22. Tampilan informasi waktu pada tiap garis pantai

11. Setelah memasukkan *baseline* dan *shorelines* untuk menghitung perubahan garis pantai perlu menggunakan bantuan *transect*, cara untuk membuat *transect* yaitu pada *DSAS Toolbar* pilih simbol “*Set/Edit default parameters*” seperti yang dapat dilihat pada 23.



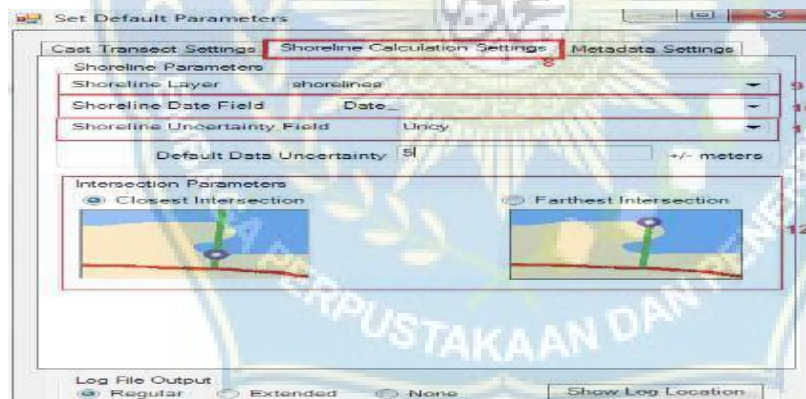
Gambar 23. *Set/Edit default parameter*

12. Kemudian akan muncul jendela *Set Default Parameters*, pilih “*Cast Transect Settings*” – pada *Baseline Layer* pilih “*baseline*” – pada *Baseline Group Field* pilih “*Group_*” – pilih jenis transek yang akan digunakan (*Offshore*, *Onshore* atau *Onshore/Offshore*) – pada “*Transect Spacing*” isidengan jarak antar transek yang akan digunakan dalam satuan meter – pada “*Transect Length*” isi dengan panjang transek yang akan digunakan dalam satuan meter – pada “*Cast Direction*” pilih metode pembacaan transek dimulai dari kiri “*LEFT*” atau kanan “*RIGHT*” seperti yang dapat dilihat pada 25



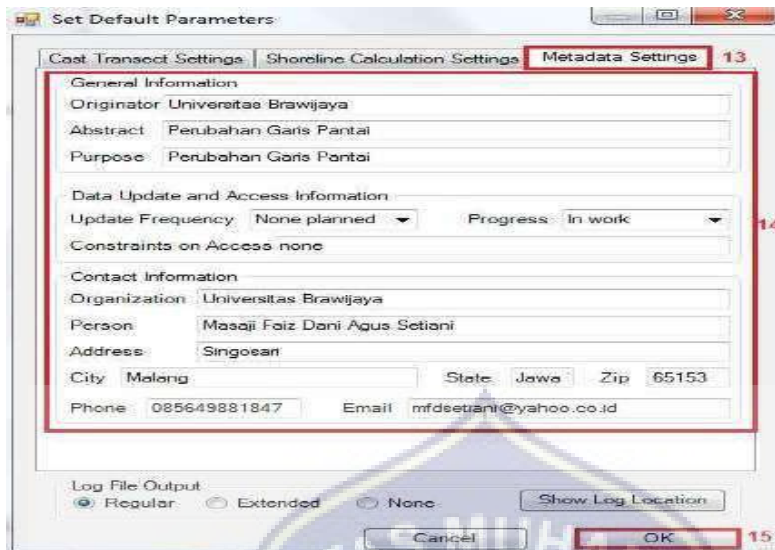
Gambar 24. Pengaturan *Cast Transect Settings*

13. Selanjutnya pilih “*Shoreline Calculation Settings*” – pada *Shoreline Layer* pilih “*shorelines*” – pada *Shoreline Date Field* pilih “*Date_*” – pada *Shoreline Uncertainty Field* pilih “*Uncy*” – pada “*Intersection Parameters*” pilih (*Closest Intersection* atau *Farthest Intersection*) seperti yang dapat dilihat pada gambar 25.



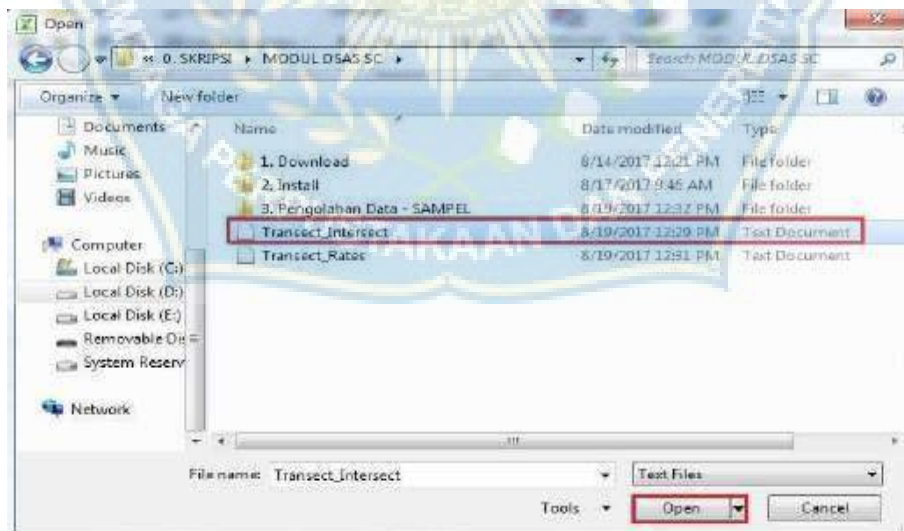
Gambar 25. *Shoreline calculation settings*

14. Selanjutnya pilih “*Metadata Settings*”, pada bagian ini isi setiap informasi sebisamungkin dengan jujur, baik dan benar karena jika tidak diisi dengan sempurna maka proses pembuatan transek akan gagal atau mengalami *error*, setelah pengisian selesai klik “*OK*”. pengisian *metadata* dapat dilihat pada gambar 26.



Gambar 26. Pengisian metadata settings

15. Pengolahan data hasil perhitungan dapat dilakukan pada *Microsoft Excel*, untuk memunculkan hasil pengolahan data dari *Text File* ke dalam *Excel* yaitu buka *file* hasil perhitungan dalam format *file* (*.txt) yang akan dimunculkan dalam *Excel* seperti yang dapat dilihat pada 27.



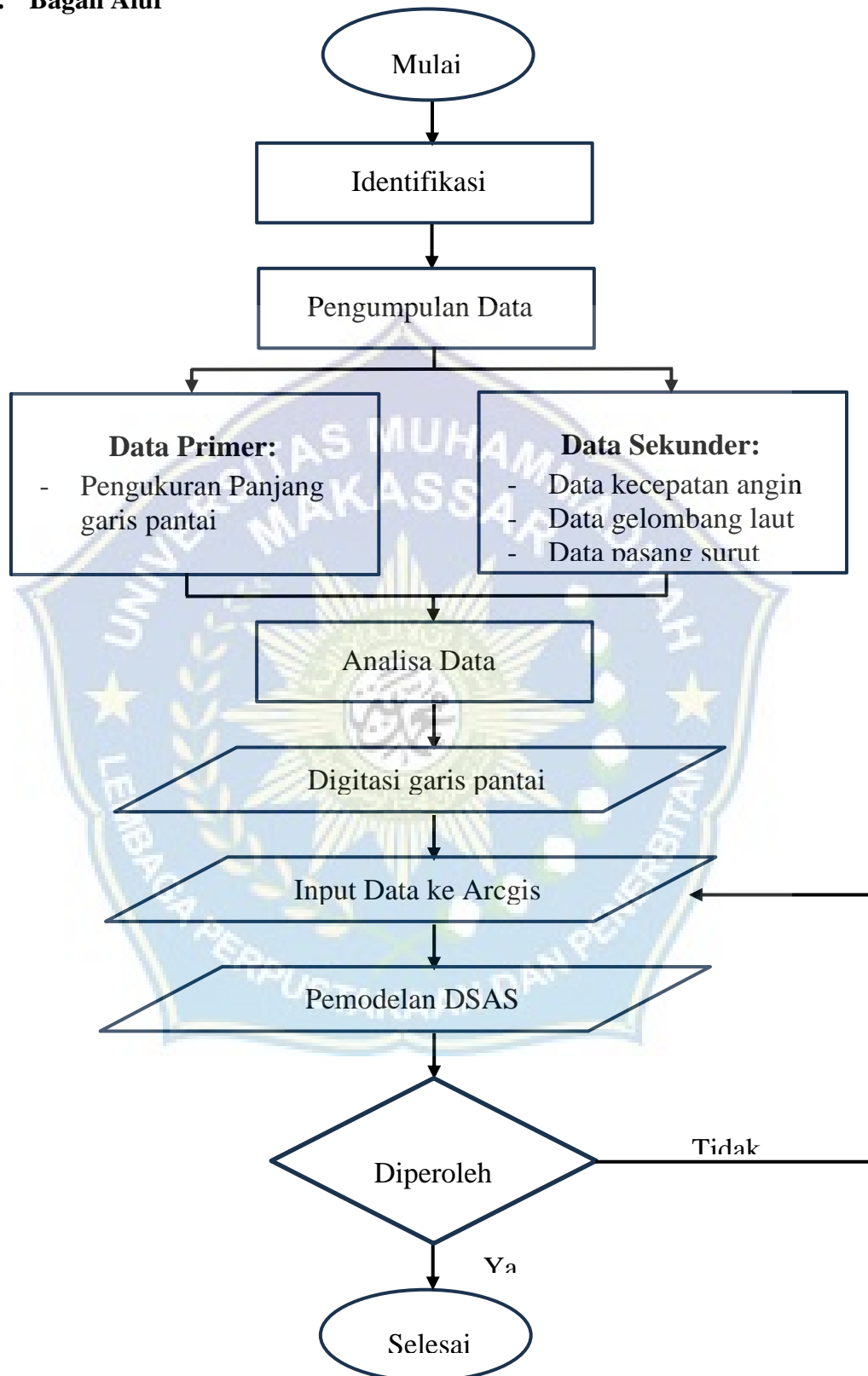
Gambar 27. Membuka *file* Text File hasil perhitungan pada *Ms. Excel*

16. Kemudian pada lembar kerja *Excel* akan muncul hasil perhitungan dari DSAS

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	OBJECTID	Transect	Baseline	Shoreline	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 28. Hasil perhitungan *transect intersect*

dari *Transect Intersect* (25). Langkah untuk mengekspor file *Transect Rate* dari data berupa tabel pada ArcGIS ke dalam *Excel* sama dengan langkah yang telah dilakukan sebelumnya pada *Transect Intersect*

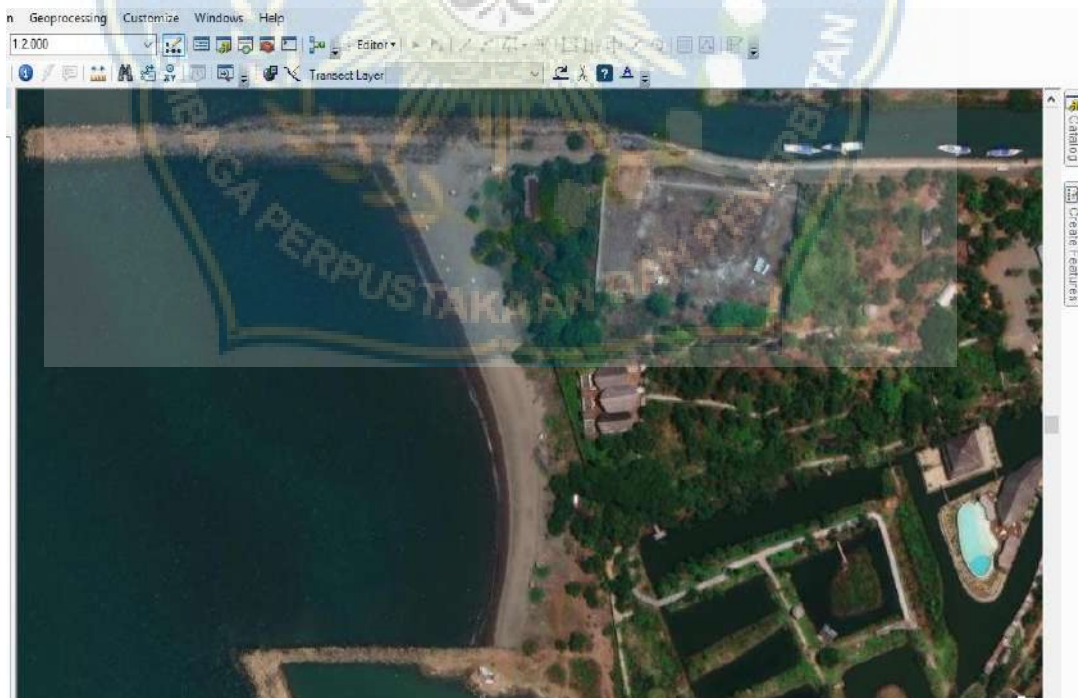
F. Bagan Alur**Gambar 29** Bagan Alur

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Koordinat Awal Pantai

Sebelum kami mengetahui perubahan garis pantai yang terjadi di Pantai Tanjung Barat Barombong, terlebih dahulu kami mensurvei garis pantai dan menentukan koordinat awal garis pantai. Lokasi Penelitian terletak di Barombong, Kecamatan Tamalate, Kota Makassar, dengan koordinat $5^{\circ}11'44.1''$ S dan $119^{\circ}22'48.3''$ E.

Setelah melakukan peninjauan dan mengukur secara langsung di lapangan menggunakan GPS di sepanjang garis pantai terlihat mengalami kerukasan. Setiap patok di tempatkan pada bibir pantai dengan jarak spasi antar patok yang kami berikan adalah 10 meter. Panjang garis pantai dilokasi penelitian kurang lebih adalah 240 meter terdapat 25 titik koordinat.



Gambar 30: Citra Satelit Pantai Tanjung Barat Barombong
(Sumber: Arcmap)

Tabel 2: Titik Koordinat patok pada garis Pantai

No	Jarak antar patok	Longitude Garis Bujur	Longitude garis Lintang
1	0	119°22'49.37"E	5°11'42.42"S
2	10	119°22'47.95"E	5°11'42.63"S
3	20	119°22'47.96"E	5°11'42.78"S
4	30	119°22'48.06"E	5°11'43.02"S
5	40	119°22'48.28"E	5°11'43.36"S
6	50	119°22'48.30"E	5°11'43.64"S
7	60	119°22'48.38"E	5°11'44.06"S
8	70	119°22'48.60"E	5°11'44.33"S
9	80	119°22'48.73"E	5°11'44.50"S
10	90	119°22'48.79"E	5°11'44.82"S
11	100	119°22'48.88"E	5°11'45.22"S
12	110	119°22'48.96"E	5°11'45.48"S
13	120	119°22'49.08"E	5°11'45.78"S
14	130	119°22'49.20"E	5°11'46.11"S
15	140	119°22'49.28"E	5°11'46.45"S
16	150	119°22'49.31"E	5°11'46.88"S
17	160	119°22'49.32"E	5°11'47.16"S
18	170	119°22'49.35"E	5°11'47.46"S
19	180	119°22'49.36"E	5°11'47.92"S
20	190	119°22'49.37"E	5°11'48.32"S
21	200	119°22'49.32"E	5°11'48.44"S
22	210	119°22'49.19"E	5°11'49.05"S
23	220	119°22'49.04"E	5°11'49.38"S
24	230	119°22'48.94"E	5°11'49.72"S
25	240	119°22'48.92"E	5°11'50.02"S

B. Kondisi Parameter Hidroseonografi

Kondisi parameter hidroseonografi pantai Tanjung Barat Barombong, Kec. Tamalate, Kota Makassar meliputi Angin, Gelombang dan pasang surut Yang dimana data tersebut bisa diperoleh dari BMKG Kota Makassar. Berikut merupakan hasil dan pengolahan data di lokasi tersebut.

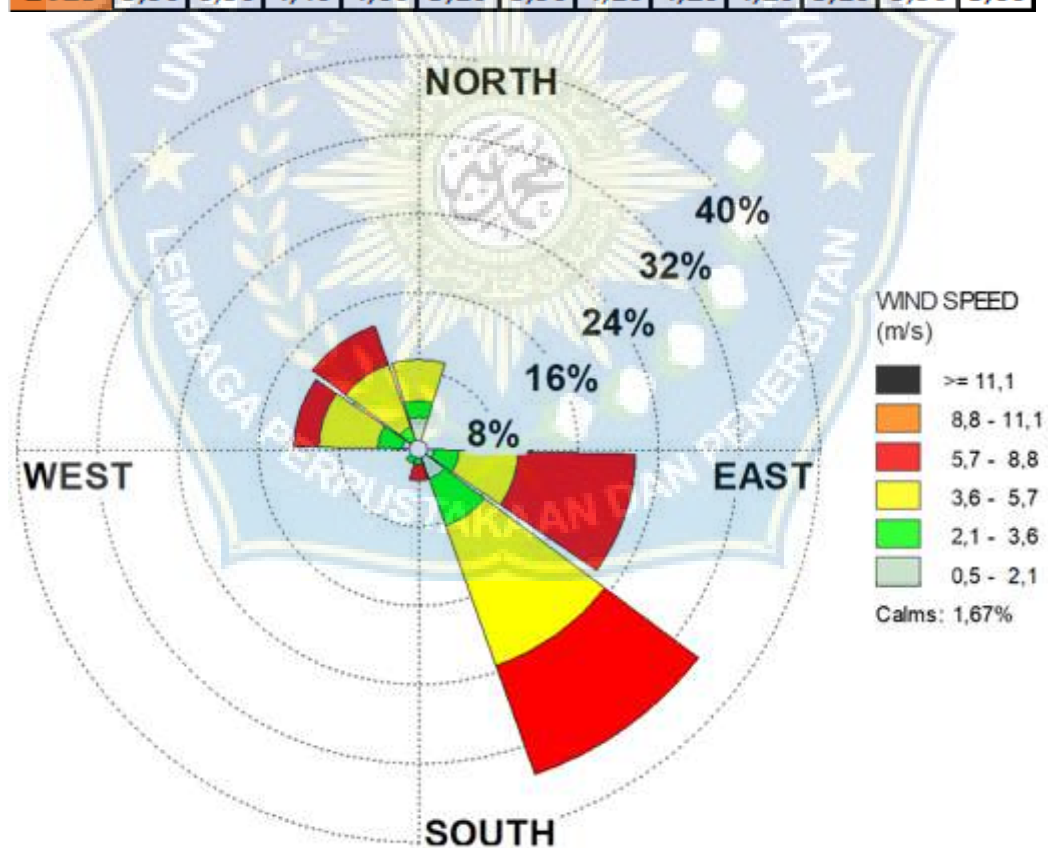
1. Kondisi Angin

Data Angin yang akan kami gunakan pada penelitian ini diperoleh dari stasiun Badan Meteorologi Maritim Paotere Makassar atau biasa disebut BMKG.

Data yang diperoleh adalah data angin 10 tahun terakhir yaitu tahun 2014 sampai 2023.

Tabel 3: Presentasi kejadian angin berdasarkan arah datangnya di lokasi studi

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2014	7,80	5,60	2,10	0,70	5,10	6,10	7,00	8,50	8,50	6,80	2,40	4,40
2015	7,30	4,70	2,60	0,40	6,00	6,90	8,10	8,20	8,30	7,20	2,10	3,90
2016	1,40	3,80	2,20	3,10	3,80	4,10	6,20	5,50	3,90	3,30	0,70	6,50
2017	5,30	5,80	2,90	0,10	5,00	5,20	6,00	7,30	6,50	3,60	2,10	4,40
2018	5,30	3,80	3,70	2,80	5,60	5,90	7,10	7,10	6,60	7,70	1,00	3,70
2019	5,80	2,00	4,30	0,80	5,10	6,30	5,40	6,50	6,30	6,80	6,50	1,20
2020	4,90	4,50	1,90	1,60	3,40	5,70	6,30	5,40	6,10	5,00	1,60	4,60
2021	5,60	4,90	3,00	2,00	3,50	2,40	4,30	3,90	3,50	6,20	1,60	5,10
2022	6,60	5,40	2,70	1,60	2,00	3,10	4,80	4,10	5,70	1,90	1,60	4,30
2023	5,90	6,50	4,40	4,60	5,10	3,90	4,10	4,20	4,20	3,10	3,90	3,60



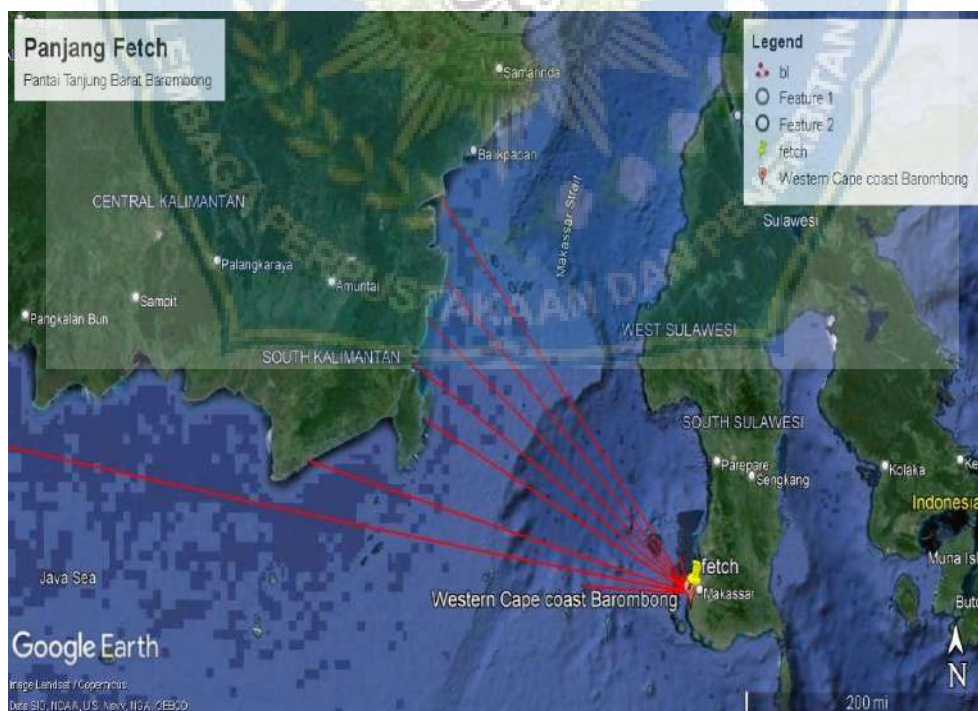
Gambar 31: Mawar angin di perairan Pantai Tanjung Barat Barombong (Sumber: BMKG Paotere Makassar)

Tabel 4: Presentase kejadian Angin

Arah		Jumlah Data	Preesentase Kejadian (%)
Notasi	(Derajat)		
N	0	13	11%
NE	45	0	0%
E	90	11	9%
SE	135	56	47%
S	180	10	8%
SW	225	0	0%
W	270	6	5%
NW	315	24	20%
Jumlah		120	100%

2. Perhitungan *Fetch* Efektif

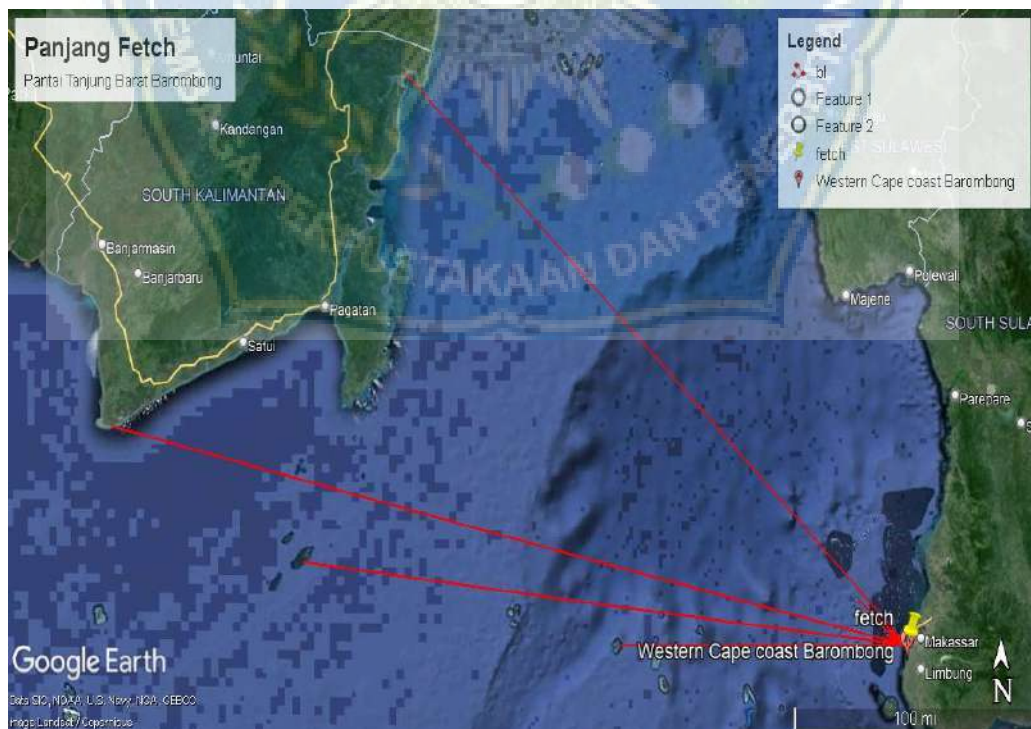
Berdasarkan Kondisi Geografis lokasi penelitian, arah angin yang berpotensi membangkitkan gelombang di lokasi penelitian adalah angin yang bertiup dari arah Barat, Barat Laut, Barat Daya, Utara dan Selatan, sedangkan arah Timur, Tenggara dan Timur Laut tidak diperhitungkan arah *fetch* efektifnya karena angin yang berhembus melewati daratan.



Gambar 32: Panjang Fetch dari Barat Laut

Tabel 5: Perhitungan fetch untuk arah Barat Laut

1	2	3	4	5
Barat Laut	deviasi	cos a	Xi (km)	Xi cos a
	sudut			
	42	0,743	0	0,000
	36	0,809	0	0,000
	30	0,866	0	0,000
	24	0,914	502,49	459,047
	18	0,951	20,91	19,887
	12	0,978	8,71	8,520
	6	0,995	40,58	40,358
	0	1,000	439,94	439,940
	-6	0,995	431,27	428,907
	-12	0,978	419,79	410,617
	-18	0,951	375,91	357,512
	-24	0,914	13,76	12,570
	-30	0,866	502,11	434,840
-36	0,809	1321,19	1068,865	
-42	0,743	136,01	101,075	
Fetch Efektif				279,932



Gambar 33: Panjang Fetch dari Barat

Tabel 6: Perhitungan fetch untuk arah Barat

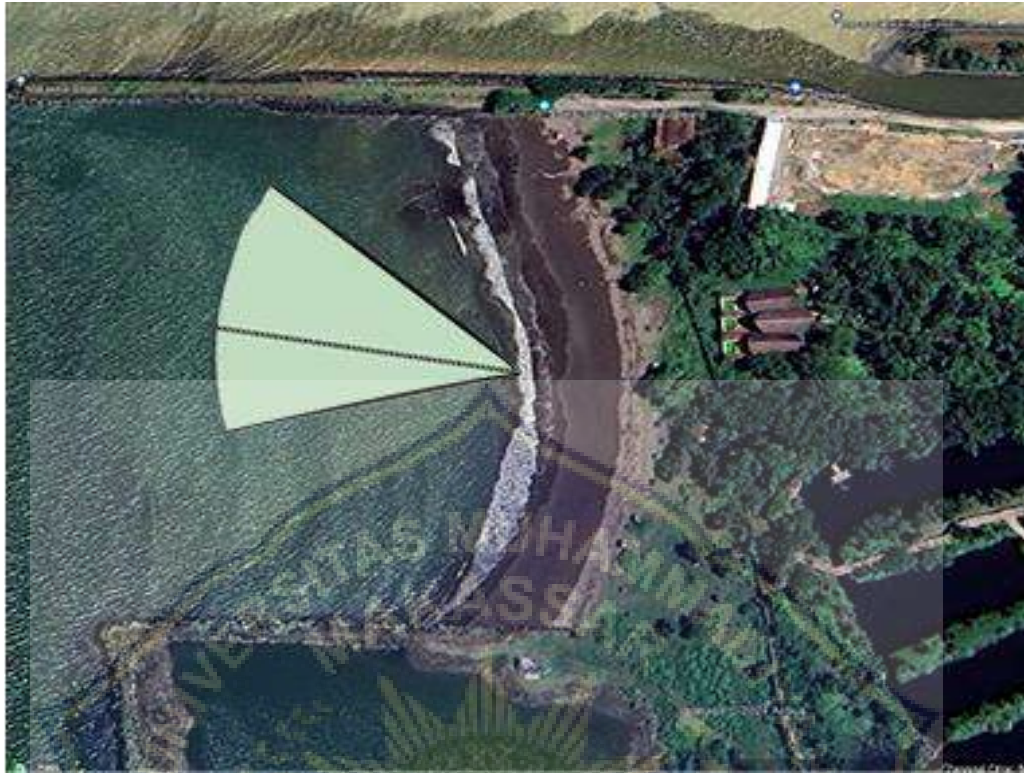
1	2	3	4	5
Barat	deviasi	cos a	Xi (km)	Xi cos a
	sudut			
	42	0,743	443,10	329,287
	36	0,809	41,02	33,186
	30	0,866	36,20	31,350
	24	0,914	13,80	12,607
	18	0,951	14,10	13,410
	12	0,978	534,20	522,526
	6	0,995	397,03	394,855
0	1,000	188,01	188,010	
Fetch Efektif				210,219

3. Kondisi Gelombang

Untuk menentukan tinggi gelombang pecah, hal yang harus dilakukan adalah menghitung fetch efektif, mengelola data angin, peramalan tinggi dan periode gelombang, dilakukan karena untuk menghitung gelombang pecah yang terjadi di lokasi penelitian harus terlebih dahulu mengetahui parameter – parameter tersebut.

Tabel 7: Hasil perhitungan H dan T gelombang terbesar setiap tahun.

Tahun	Bulan	Kec Max	Arah	H	T
		(m/s)	Mata Angin	(m)	(dtk)
2014	Jan	4,01	W	1,736	7,04
2015	Jan	3,75	W	1,683	6,97
2016	Des	3,34	NW	1,741	7,38
2017	Feb	2,98	NW	1,575	7,14
2018	Des	1,9	NW	1,014	6,15
2019	Des	0,62	NW	0,303	4,09
2020	Jan	2,52	NW	1,33	6,74
2021	Jan	2,88	NW	1,543	7,09
2022	Jan	3,39	NW	1,802	7,47
2023	Feb	3,34	NW	1,741	7,38



Gambar 34: Mawar Gelombang di Pantai Tanjung Barat Barombong dari Tahun 2014 – 2023



Gambar 35: Penentuan sudut datangnya gelombang

Tabel 8: Hasil perhitungan tinggi dan periode gelombang.

Tahun	bulan	arah deraja	Arah	Uz (m/dtk)	Fecth (m)	RL	RT	Ua (m/dtk)	Td (dtk)	Keterangan	Tc (dtk)	Keterangan	Tmin (dtk)	H (m)	T (dtk)
										Sempurna Dan Tidak Sempurna		Fecth Limited Duration Limited			
2014	Jan	290	W	7,20	210218517,383	1,4	1,10	4,01	60955,13	Tidak Sempurna	6237495,24	Duration Limited	222620,48	1,736	7,04
2014	Feb	300	NW	5,75	279931975,759	1,7	1,10	2,88	79728,71	Tidak Sempurna	8158583,36	Duration Limited	297541,17	1,602	7,18
2014	Mar	300	NW	1,95	279931975,759	1,9	1,10	1,08	115123,42	Tidak Sempurna	11780499,10	Duration Limited	300773,58	0,547	4,99
2014	Apr	285	W	0,56	210218517,383	2	1,10	0,36	145613,16	Tidak Sempurna	14900493,06	Duration Limited	228395,94	0,136	2,97
2014	Des	300	NW	4,34	279931975,759	1,7	1,10	2,26	87751,16	Tidak Sempurna	8979515,14	Duration Limited	298381,38	1,210	6,53
2015	Jan	290	W	6,98	210218517,383	1,5	1,10	3,75	61606,76	Tidak Sempurna	6304177,02	Duration Limited	222690,12	1,683	6,97
2015	Feb	300	NW	4,60	279931975,759	1,7	1,10	2,42	86005,55	Tidak Sempurna	8800887,91	Duration Limited	298205,10	1,283	6,66
2015	Mar	300	NW	2,52	279931975,759	1,8	1,10	1,34	105525,73	Tidak Sempurna	10798373,59	Duration Limited	300004,50	0,705	5,44
2015	Des	290	W	3,77	210218517,383	1,7	1,10	2,00	75989,65	Tidak Sempurna	7775967,32	Duration Limited	224068,67	0,910	5,66
2016	Jan	290	W	1,30	210218517,383	2	1,10	0,72	108970,74	Tidak Sempurna	11150899,34	Duration Limited	226456,98	0,317	3,96
2016	Feb	300	NW	3,70	279931975,759	1,7	1,10	1,95	92615,47	Tidak Sempurna	9477275,81	Duration Limited	298855,23	1,033	6,19
2016	Mar	300	NW	2,08	279931975,759	1,9	1,10	1,13	112651,13	Tidak Sempurna	11527510,80	Duration Limited	300581,60	0,582	5,10
2016	Des	320	NW	6,25	279931975,759	1,5	1,10	3,34	77493,54	Tidak Sempurna	7929859,36	Duration Limited	297292,43	1,741	7,38
2017	Jan	305	NW	3,58	279931975,759	1,2	1,10	2,72	93678,79	Tidak Sempurna	9586084,45	Duration Limited	298955,59	0,999	6,12
2017	Feb	300	NW	5,65	279931975,759	1,6	1,10	2,98	80196,82	Tidak Sempurna	8206484,47	Duration Limited	297592,41	1,575	7,14
2017	Mar	310	NW	2,83	279931975,759	1,8	1,10	1,49	101510,51	Tidak Sempurna	10387498,97	Duration Limited	299662,40	0,790	5,65
2017	Nov	320	NW	1,99	279931975,759	1,9	1,10	1,08	114351,56	Tidak Sempurna	11701515,03	Duration Limited	300714,07	0,558	5,02
2017	Des	290	W	4,34	210218517,383	1,7	1,10	2,26	72429,79	Tidak Sempurna	7411690,15	Duration Limited	223752,69	1,048	5,94
2018	Des	335	NW	3,63	279931975,759	1,7	1,10	1,90	93202,46	Tidak Sempurna	9537342,07	Duration Limited	298910,77	1,014	6,15
2019	Des	320	NW	1,08	279931975,759	2	1,10	0,62	140812,98	Tidak Sempurna	14409293,09	Duration Limited	302560,76	0,303	4,09
2020	Jan	320	NW	4,77	279931975,759	1,6	1,10	2,52	84949,20	Tidak Sempurna	8692792,61	Duration Limited	298096,72	1,330	6,74
2020	Feb	330	NW	4,43	279931975,759	1,7	1,10	2,31	87113,52	Tidak Sempurna	8914265,81	Duration Limited	298317,39	1,236	6,58
2020	Des	320	NW	4,51	279931975,759	1,7	1,10	2,36	86564,87	Tidak Sempurna	8858122,11	Duration Limited	298261,95	1,259	6,62
2021	Jan	320	NW	5,54	279931975,759	1,6	1,10	2,88	80748,71	Tidak Sempurna	8262959,12	Duration Limited	297652,44	1,543	7,09
2021	Feb	320	NW	4,77	279931975,759	1,6	1,10	2,52	84949,20	Tidak Sempurna	8692792,61	Duration Limited	298096,72	1,330	6,74
2021	Des	320	NW	4,97	279931975,759	1,6	1,10	2,62	83753,76	Tidak Sempurna	8570463,56	Duration Limited	297972,49	1,387	6,84
2022	Jan	320	NW	6,47	279931975,759	1,6	1,10	3,39	76585,94	Tidak Sempurna	7836985,36	Duration Limited	297189,44	1,802	7,47
2022	Feb	320	NW	5,30	279931975,759	1,6	1,10	2,78	81986,20	Tidak Sempurna	8389590,57	Duration Limited	297785,62	1,476	6,98
2023	Jan	320	NW	5,73	279931975,759	1,6	1,10	3,03	79835,92	Tidak Sempurna	8169553,31	Duration Limited	297552,93	1,596	7,17
2023	Feb	330	NW	6,25	279931975,759	1,5	1,10	3,34	77493,54	Tidak Sempurna	7929859,36	Duration Limited	297292,43	1,741	7,38

(Sumber: BMKG Paotere Makassar)

C. Data Pasang Surut

Tabel 9: Data pasang surut Tahun 2017

Jam Tanggal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
01-Dec-17	-13,12	-9,25	-5,75	-2,33	1,69	6,75	12,64	18,52	23,37	26,56	27,91	27,40	24,84	19,90	12,55	3,43	-6,18	-14,94	-22,03	-27,32	-31,03	-33,12	-33,15	-30,59
02-Dec-17	-59,45	-61,03	-55,41	-42,65	-24,41	-3,23	18,21	37,45	52,29	60,94	62,47	57,35	47,61	36,08	25,32	16,61	9,80	3,89	-2,26	-9,42	-18,05	-28,38	-40,10	-52,00
03-Dec-17	-61,75	-66,48	-63,81	-52,98	-35,21	-13,14	10,08	31,55	48,86	60,16	64,29	61,31	52,75	41,35	30,09	20,95	14,29	9,10	3,85	-2,74	-11,35	-22,13	-34,74	-48,13
04-Dec-17	-60,25	-68,23	-69,24	-61,68	-45,93	-24,34	-0,30	22,78	42,08	55,63	62,20	61,59	54,88	44,43	33,28	23,95	17,51	13,32	9,65	4,68	-2,80	-13,14	-25,97	-40,26
05-Dec-17	-54,17	-65,06	-69,95	-66,57	-54,39	-34,97	-11,52	12,18	32,82	48,06	56,59	58,09	53,34	44,30	33,75	24,46	18,16	14,86	13,05	10,55	5,51	-2,96	-14,76	-28,88
06-Dec-17	-43,61	-56,52	-64,76	-65,76	-58,15	-42,54	-21,44	1,47	22,49	38,75	48,61	51,65	48,49	40,80	31,04	21,92	15,55	12,65	12,32	12,46	10,77	5,64	-3,43	-15,79
07-Dec-17	-29,86	-43,41	-53,79	-58,40	-55,45	-44,64	-27,50	-7,08	12,96	29,33	39,90	43,86	41,69	34,89	25,68	16,58	9,82	6,64	6,84	8,89	10,51	9,55	4,74	-3,98
08-Dec-17	-15,50	-27,84	-38,58	-45,27	-45,98	-39,88	-27,56	-11,12	6,36	21,64	32,14	36,52	34,84	28,38	19,21	9,73	2,13	-2,10	-2,56	-0,03	3,73	6,56	6,63	3,01
09-Dec-17	-4,01	-13,05	-22,03	-28,72	-31,26	-28,62	-20,82	-9,04	4,59	17,41	26,86	31,13	29,66	23,25	13,72	3,38	-5,58	-11,57	-13,82	-12,49	-8,54	-3,58	0,55	2,35
10-Dec-17	-16,63	-31,25	-43,88	-51,27	-50,99	-42,22	-26,18	-5,86	14,79	31,89	42,60	45,55	41,04	30,82	17,70	4,97	-4,44	-8,74	-7,76	-2,95	3,09	7,55	8,19	4,00
11-Dec-17	-4,61	-15,90	-27,21	-35,60	-38,55	-34,64	-24,02	-8,44	9,08	25,06	36,34	40,89	38,22	29,40	16,79	3,35	-8,02	-15,19	-17,21	-14,53	-8,77	-2,31	2,44	3,70
12-Dec-17	0,84	-5,39	-13,11	-19,89	-23,46	-22,29	-15,96	-5,24	8,00	21,19	31,55	36,78	35,68	28,52	16,97	3,56	-9,03	-18,60	-23,88	-24,53	-21,20	-15,32	-8,82	-3,64
13-Dec-17	-1,16	-1,68	-4,33	-7,46	-9,25	-8,37	-4,30	2,69	11,65	21,06	29,05	33,68	33,46	27,93	17,91	5,30	-7,59	-18,71	-26,69	-30,85	-31,13	-27,96	-22,34	-15,68
14-Dec-17	-9,53	-4,96	-2,18	-0,46	1,30	4,04	8,10	13,25	18,98	24,62	29,36	32,11	31,69	27,28	18,94	7,76	-4,52	-16,13	-25,79	-32,78	-36,72	-37,36	-34,66	-29,09
15-Dec-17	-21,71	-13,78	-6,30	0,42	6,65	12,74	18,67	23,99	28,19	31,01	32,44	32,45	30,66	26,45	19,44	9,97	-0,97	-12,05	-22,23	-30,92	-37,72	-42,09	-43,28	-40,73
16-Dec-17	-34,54	-25,56	-15,06	-4,13	6,58	16,70	25,73	32,87	37,33	38,81	37,70	34,83	30,80	25,72	19,27	11,27	2,01	-7,80	-17,48	-26,64	-35,08	-42,29	-47,23	-48,55
17-Dec-17	-45,32	-37,50	-26,06	-12,46	1,93	15,97	28,60	38,60	44,78	46,50	44,13	38,94	32,43	25,63	18,77	11,59	3,84	-4,38	-12,85	-21,49	-30,32	-39,12	-46,89	-51,94
18-Dec-17	-52,46	-47,40	-36,98	-22,52	-5,79	11,42	27,46	40,68	49,48	52,77	50,54	44,09	35,48	26,63	18,57	11,39	4,63	-2,12	-9,13	-16,63	-24,92	-34,10	-43,49	-51,41
19-Dec-17	-55,59	-54,07	-46,11	-32,46	-14,92	4,30	23,05	39,27	50,98	56,66	55,80	49,33	39,46	28,77	19,14	11,29	4,90	-0,77	-6,40	-12,56	-19,79	-28,47	-38,33	-48,02
20-Dec-17	-55,18	-57,24	-52,52	-40,97	-24,03	-4,06	16,41	34,95	49,33	57,67	58,95	53,58	43,52	31,62	20,51	11,65	5,14	0,16	-4,30	-9,16	-15,15	-22,85	-32,36	-42,75
21-Dec-17	41,31	32,44	18,77	1,68	-16,40	-32,89	-45,87	-54,37	-58,10	-57,00	-51,27	-41,56	-29,28	-16,29	-4,25	6,11	15,05	23,26	31,06	38,05	43,47	46,74	47,72	46,45
22-Dec-17	42,68	35,77	25,17	11,16	-4,87	-20,88	-35,00	-46,14	-53,91	-58,08	-58,16	-53,67	-44,69	-32,30	-18,29	-4,31	8,71	20,58	31,26	40,25	46,61	49,59	49,22	46,26
23-Dec-17	41,59	35,52	27,66	17,52	5,28	-8,07	-21,14	-32,91	-42,98	-51,11	-56,64	-58,34	-54,98	-46,26	-33,17	-17,61	-1,50	13,84	27,62	39,05	47,04	50,63	49,63	45,04
24-Dec-17	38,63	31,91	25,41	18,66	10,93	1,98	-7,81	-17,90	-27,98	-37,94	-47,24	-54,42	-57,42	-54,47	-45,18	-30,75	-13,42	4,48	21,13	35,10	45,08	49,87	48,98	43,26
25-Dec-17	34,82	26,21	19,23	14,23	10,35	6,37	1,44	-4,81	-12,53	-21,86	-32,50	-43,19	-51,57	-54,90	-51,27	-40,55	-24,41	-5,59	13,13	29,45	41,49	47,81	47,63	41,43
26-Dec-17	31,25	20,16	11,12	5,73	3,82	3,91	4,18	3,11	-0,30	-6,68	-16,10	-27,69	-39,28	-47,75	-50,09	-44,68	-31,98	-14,31	5,13	23,15	37,13	45,15	46,09	40,07
27-Dec-17	28,77	15,34	3,39	-4,23	-6,53	-4,43	-0,09	4,05	5,97	4,24	-1,76	-11,69	-23,82	-35,19	-42,30	-42,37	-34,46	-19,83	-1,41	17,20	32,66	42,36	44,73	39,47
28-Dec-17	27,83	12,69	-2,12	-12,98	-17,65	-16,02	-9,80	-1,78	5,19	8,80	7,62	1,37	-8,84	-20,52	-30,21	-34,57	-31,52	-21,06	-5,25	12,53	28,57	39,66	43,60	39,58
29-Dec-17	28,39	12,45	-4,55	-18,65	-26,76	-27,59	-21,98	-12,34	-1,81	6,58	10,60	9,18	2,70	-6,98	-16,84	-23,48	-24,20	-17,94	-5,68	9,94	25,38	37,13	42,46	39,99

(Sumber: BMKG Paotere Makassar)

Pengambilan data pasang surut di ambil dari BMKG Paotere Makassar, data yang di ambil selama 29 hari dimulai pada tanggal 1 Desember – tanggal 29 Desember tahun 2017

Tabel 10: Data pasang surut Tahun 2020

Jam Tanggal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
01-Dec-20	-54,40	-53,32	-45,79	-32,43	-15,00	4,33	23,36	39,94	52,00	57,93	57,17	50,72	40,81	30,03	20,29	12,24	5,50	-0,68	-7,00	-13,98	-22,10	-31,63	-42,19	-52,29
02-Dec-20	-59,45	-61,03	-55,41	-42,65	-24,41	-3,23	18,21	37,45	52,29	60,94	62,47	57,35	47,61	36,08	25,32	16,61	9,80	3,89	-2,26	-9,42	-18,05	-28,38	-40,10	-52,00
03-Dec-20	-61,75	-66,48	-63,81	-52,98	-35,21	-13,14	10,08	31,55	48,86	60,16	64,29	61,31	52,75	41,35	30,09	20,95	14,29	9,10	3,85	-2,74	-11,35	-22,13	-34,74	-48,13
04-Dec-20	-60,25	-68,23	-69,24	-61,68	-45,93	-24,34	-0,30	22,78	42,08	55,63	62,20	61,59	54,88	44,43	33,28	23,95	17,51	13,32	9,65	4,68	-2,80	-13,14	-25,97	-40,26
05-Dec-20	-54,17	-65,06	-69,95	-66,57	-54,39	-34,97	-11,52	12,18	32,82	48,06	56,59	58,09	53,34	44,30	33,75	24,46	18,16	14,86	13,05	10,55	5,51	-2,96	-14,76	-28,88
06-Dec-20	-43,61	-56,52	-64,76	-65,76	-58,15	-42,54	-21,44	1,47	22,49	38,75	48,61	51,65	48,49	40,80	31,04	21,92	15,55	12,65	12,32	12,46	10,77	5,64	-3,43	-15,79
07-Dec-20	-29,86	-43,41	-53,79	-58,40	-55,45	-44,64	-27,50	-7,08	12,96	29,33	39,90	43,86	41,69	34,89	25,68	16,58	9,82	6,64	6,84	8,89	10,51	9,55	4,74	-3,98
08-Dec-20	-15,50	-27,84	-38,58	-45,27	-45,98	-39,88	-27,56	-11,12	6,36	21,64	32,14	36,52	34,84	28,38	19,21	9,73	2,13	-2,10	-2,56	-0,03	3,73	6,56	6,63	3,01
09-Dec-20	-4,01	-13,05	-22,03	-28,72	-31,26	-28,62	-20,82	-9,04	4,59	17,41	26,86	31,13	29,66	23,25	13,72	3,38	-5,58	-11,57	-13,82	-12,49	-8,54	-3,58	0,55	2,35
10-Dec-20	1,12	-2,71	-7,76	-12,18	-14,29	-13,06	-8,33	-0,69	8,63	17,91	25,18	28,64	27,19	20,89	11,01	-0,36	-11,03	-19,30	-24,21	-25,51	-23,46	-18,82	-12,79	-6,86
11-Dec-20	-2,37	0,02	0,64	0,60	1,21	3,35	7,17	12,28	17,97	23,42	27,63	29,41	27,60	21,61	11,88	-0,11	-12,34	-23,02	-31,01	-35,81	-37,26	-35,35	-30,32	-22,93
12-Dec-20	-14,48	-6,32	0,68	6,50	11,72	16,91	22,11	26,85	30,56	32,92	33,87	33,23	30,42	24,71	15,75	4,09	-8,86	-21,42	-32,27	-40,75	-46,45	-48,91	-47,49	-41,87
13-Dec-20	-32,51	-20,75	-8,22	3,81	14,79	24,62	33,09	39,57	43,37	44,24	42,63	39,34	34,86	28,98	21,06	10,73	-1,57	-14,71	-27,48	-39,00	-48,76	-56,09	-59,84	-58,69
14-Dec-20	-51,86	-39,82	-24,19	-7,11	9,62	24,86	37,82	47,65	53,42	54,67	51,89	46,47	39,96	33,21	26,00	17,52	7,19	-4,84	-17,84	-31,01	-43,74	-55,30	-64,39	-69,07
15-Dec-20	-67,43	-58,58	-43,29	-23,74	-2,61	17,73	35,58	49,60	58,61	61,86	59,53	53,09	44,76	36,54	29,22	22,30	14,59	5,20	-6,10	-18,95	-32,83	-47,05	-60,36	-70,67
16-Dec-20	-75,33	-72,18	-60,59	-41,92	-18,98	4,98	27,18	45,47	58,27	64,50	63,96	57,79	48,39	38,55	30,24	23,89	18,46	12,36	4,33	-6,15	-19,01	-33,74	-49,27	-63,65
17-Dec-20	-74,03	-77,40	-71,76	-57,08	-35,47	-10,33	14,71	36,59	53,04	62,56	64,58	59,78	50,28	39,17	29,33	22,36	18,03	14,74	10,52	3,86	-5,95	-18,91	-34,26	-50,37
18-Dec-20	-64,57	-73,57	-74,40	-65,65	-48,12	-24,61	1,05	25,08	44,44	57,03	61,82	59,02	50,30	38,58	27,20	18,71	13,99	12,14	11,07	8,58	3,05	-6,25	-19,14	-34,45
19-Dec-20	-49,92	-62,43	-68,62	-66,05	-54,18	-34,66	-10,79	13,45	34,42	49,37	56,69	56,11	48,77	37,17	24,64	14,30	8,04	5,93	6,44	7,24	6,07	1,38	-7,38	-19,69
20-Dec-20	-33,88	-47,27	-56,62	-59,00	-52,84	-38,54	-18,40	4,02	24,94	41,13	50,41	51,91	46,24	35,36	22,31	10,34	1,98	-1,73	-1,44	0,95	3,05	2,77	-1,19	-9,09
21-Dec-20	-19,97	-31,80	-41,75	-46,91	-45,19	-36,00	-20,55	-1,52	17,68	33,73	44,04	47,20	43,21	33,47	20,55	7,52	-2,83	-8,79	-10,15	-8,02	-4,41	-1,52	-1,14	-4,22
22-Dec-20	-10,61	-19,05	-27,33	-32,91	-33,61	-28,32	-17,36	-2,44	13,76	28,28	38,48	42,57	40,01	31,59	19,33	5,94	-5,85	-14,02	-17,69	-17,20	-13,88	-9,59	-6,18	-5,06
23-Dec-20	-6,78	-10,86	-15,86	-19,82	-20,82	-17,61	-10,02	1,01	13,63	25,56	34,49	38,57	36,88	29,68	18,38	5,24	-7,28	-17,12	-23,06	-24,85	-23,13	-19,13	-14,38	-10,36
24-Dec-20	-8,06	-7,72	-8,67	-9,61	-9,10	-6,10	-0,30	7,81	17,07	25,93	32,68	35,76	34,17	27,76	17,42	4,89	-7,72	-18,53	-26,24	-30,29	-30,76	-28,24	-23,70	-18,32
25-Dec-20	-13,22	-9,09	-5,96	-3,22	0,00	4,36	10,02	16,60	23,32	29,27	33,40	34,72	32,41	26,16	16,46	4,58	-7,78	-18,97	-27,81	-33,68	-36,36	-35,92	-32,69	-27,35
26-Dec-20	-20,79	-13,91	-7,23	-0,78	5,74	12,54	19,46	25,95	31,34	35,06	36,69	35,87	32,20	25,47	15,93	4,46	-7,61	-18,90	-28,39	-35,56	-40,14	-41,89	-40,63	-36,38
27-Dec-20	-29,61	-21,11	-11,72	-1,96	7,91	17,69	26,84	34,53	39,91	42,46	42,16	39,25	33,94	26,29	16,49	5,10	-6,86	-18,23	-28,17	-36,28	-42,38	-46,20	-47,21	-44,84
28-Dec-20	-38,93	-29,94	-18,76	-6,34	6,60	19,44	31,34	41,16	47,72	50,31	48,99	44,48	37,58	28,87	18,62	7,17	-4,80	-16,37	-26,76	-35,66	-43,03	-48,73	-52,12	-52,20
29-Dec-20	-48,13	-39,76	-27,83	-13,50	2,01	17,67	32,39	44,82	53,45	57,22	55,99	50,64	42,54	32,87	22,23	10,86	-0,94	-12,58	-23,41	-33,06	-41,57	-48,96	-54,72	-57,63

(Sumber: BMKG Paotere Makassar)

Pengambilan data pasang surut di ambil dari BMKG Paotere Makassar, data yang di ambil selama 29 hari dimulai pada tanggal 1 Desember – tanggal 29 Desember tahun 2020

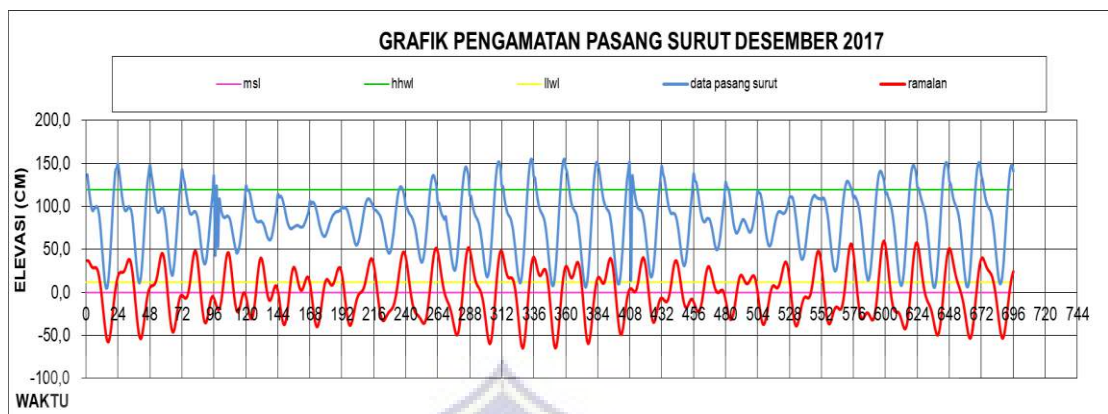
Tabel 11: Data pasang surut Tahun 2023

Jam Tanggal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
01-Dec-23	-63,88	-73,76	-75,57	-67,77	-50,95	-27,67	-1,64	23,29	43,85	57,67	63,50	61,50	53,29	41,78	30,23	21,19	15,61	12,76	10,79	7,62	1,65	-7,94	-21,04	-36,47
02-Dec-23	-51,97	-64,38	-70,43	-67,79	-55,94	-36,47	-12,53	12,06	33,72	49,66	58,16	58,81	52,66	42,09	30,25	20,04	13,18	9,75	8,40	7,10	3,91	-2,44	-12,38	-25,30
03-Dec-23	-39,51	-52,38	-60,81	-62,11	-55,01	-40,06	-19,62	2,96	24,13	40,89	51,16	54,08	50,10	41,04	29,63	18,79	10,70	6,15	4,45	3,96	2,74	-0,76	-7,38	-17,05
04-Dec-23	-28,67	-40,25	-49,12	-52,69	-49,25	-38,61	-22,23	-2,80	16,50	32,71	43,62	48,02	45,93	38,56	28,13	17,30	8,37	2,63	0,04	-0,54	-0,74	-2,16	-5,85	-12,17
05-Dec-23	-20,57	-29,66	-37,39	-41,50	-40,26	-33,00	-20,50	-4,70	11,77	26,27	36,63	41,53	40,64	34,72	25,48	15,14	5,90	-0,76	-4,40	-5,58	-5,55	-5,67	-7,09	-10,39
06-Dec-23	-15,46	-21,45	-26,92	-30,12	-29,54	-24,41	-15,05	-2,76	10,46	22,43	31,25	35,62	35,05	29,98	21,70	12,01	2,82	-4,41	-8,97	-10,99	-11,23	-10,74	-10,52	-11,27
07-Dec-23	-13,18	-15,87	-18,43	-19,63	-18,36	-14,00	-6,69	2,70	12,73	21,79	28,38	31,36	30,24	25,24	17,35	8,05	-1,06	-8,66	-14,00	-16,94	-17,82	-17,27	-16,01	-14,69
08-Dec-23	-13,71	-13,10	-12,39	-10,86	-7,81	-2,90	3,63	11,09	18,44	24,63	28,65	29,71	27,37	21,74	13,57	4,11	-5,25	-13,35	-19,50	-23,48	-25,36	-25,32	-23,69	-20,88
09-Dec-23	-17,38	-13,54	-9,37	-4,61	1,04	7,63	14,69	21,45	27,05	30,83	32,32	31,22	27,31	20,64	11,72	1,56	-8,58	-17,59	-24,85	-30,13	-33,41	-34,57	-33,45	-30,04
10-Dec-23	-24,66	-17,86	-10,16	-1,83	7,03	16,18	24,95	32,35	37,44	39,69	39,09	35,91	30,36	22,57	12,82	1,79	-9,46	-19,85	-28,66	-35,68	-40,85	-43,94	-44,40	-41,63
11-Dec-23	-35,52	-26,54	-15,58	-3,53	8,96	21,30	32,68	41,92	47,85	49,81	47,98	43,14	36,10	27,34	17,04	5,47	-6,71	-18,55	-29,23	-38,37	-45,91	-51,59	-54,66	-54,02
12-Dec-23	-48,84	-39,13	-25,84	-10,40	5,83	21,76	36,32	48,25	56,18	59,19	57,31	51,58	43,42	33,93	23,50	12,08	-0,23	-12,92	-25,22	-36,55	-46,68	-55,35	-61,79	-64,57
13-Dec-23	-62,18	-53,80	-39,95	-22,22	-2,68	16,84	34,82	49,87	60,55	65,68	64,98	59,39	50,72	40,76	30,49	19,91	8,58	-3,68	-16,53	-29,41	-41,83	-53,42	-63,44	-70,40
14-Dec-23	-72,28	-67,40	-55,34	-37,34	-15,75	6,78	28,02	46,21	59,85	67,66	69,04	64,60	56,18	46,08	36,06	26,63	17,20	6,86	-4,83	-17,73	-31,34	-45,10	-58,22	-69,28
15-Dec-23	-76,08	-76,26	-68,36	-52,63	-31,16	-7,00	16,78	37,76	54,14	64,60	68,38	65,76	58,27	48,39	38,58	30,13	22,84	15,47	6,70	-4,15	-17,02	-31,37	-46,32	-60,49
16-Dec-23	-71,76	-77,46	-75,24	-64,18	-45,42	-21,81	3,09	26,02	44,60	57,28	63,23	62,50	56,28	46,90	37,15	29,14	23,48	19,16	14,37	7,46	-2,37	-15,03	-29,77	-45,27
17-Dec-23	-59,53	-69,88	-73,52	-68,51	-54,73	-34,15	-10,21	13,30	33,24	47,51	55,06	55,81	50,72	41,83	31,94	23,69	18,57	16,35	15,33	13,26	8,34	-0,24	-12,28	-26,68
18-Dec-23	-41,66	-54,70	-62,94	-63,85	-56,18	-40,67	-19,92	2,34	22,41	37,50	46,04	47,70	43,26	34,55	24,18	15,00	9,18	7,42	8,73	10,91	11,50	8,65	1,66	-9,05
19-Dec-23	-22,06	-35,17	-45,67	-50,89	-48,88	-39,23	-23,38	-4,29	14,39	29,33	38,30	40,42	36,18	27,20	15,96	5,26	-2,35	-5,40	-3,93	0,53	5,55	8,62	8,00	3,13
20-Dec-23	-5,35	-15,73	-25,66	-32,59	-34,37	-29,86	-19,38	-4,79	10,96	24,58	33,34	35,66	31,47	22,04	9,64	-2,97	-13,11	-18,85	-19,36	-15,24	-8,25	-0,85	4,59	6,46
21-Dec-23	4,35	-0,90	-7,52	-13,29	-16,18	-14,79	-8,74	1,14	12,97	24,11	31,85	34,13	30,12	20,47	7,07	-7,45	-20,39	-29,56	-33,60	-32,22	-26,24	-17,40	-7,98	-0,18
22-Dec-23	4,53	5,85	4,66	2,58	1,34	2,24	5,89	12,12	19,99	27,90	33,77	35,56	31,89	22,58	8,85	-7,02	-22,42	-35,02	-43,20	-46,10	-43,65	-36,58	-26,38	-15,13
23-Dec-23	-4,86	3,06	8,33	11,68	14,29	17,19	20,90	25,41	30,37	35,08	38,47	39,14	35,64	27,18	14,10	-2,01	-18,88	-34,20	-46,20	-53,73	-56,18	-53,35	-45,68	-34,37
24-Dec-23	-21,28	-8,36	3,00	12,40	20,20	26,93	32,86	37,84	41,61	44,02	44,90	43,85	40,01	32,46	20,83	5,77	-11,10	-27,76	-42,44	-53,88	-61,24	-63,78	-60,97	-52,83
25-Dec-23	-40,35	-25,28	-9,60	5,19	18,42	29,91	39,49	46,75	51,20	52,75	51,78	48,79	43,95	36,83	26,83	13,80	-1,56	-17,84	-33,51	-47,37	-58,52	-66,06	-68,91	-66,06
26-Dec-23	-57,23	-43,31	-26,11	-7,76	10,06	26,26	40,07	50,68	57,30	59,53	57,81	53,23	46,93	39,44	30,56	19,76	6,94	-7,37	-22,19	-36,54	-49,66	-60,75	-68,56	-71,49
27-Dec-23	-68,14	-58,13	-42,46	-23,14	-2,50	17,47	35,26	49,55	59,14	63,27	62,03	56,64	48,87	40,30	31,56	22,42	12,30	0,92	-11,50	-24,49	-37,57	-50,16	-61,20	-68,95
28-Dec-23	-71,33	-66,77	-55,04	-37,43	-16,29	5,83	26,66	44,26	57,01	63,68	63,93	58,68	49,91	39,95	30,43	21,85	13,76	5,37	-3,86	-14,11	-25,36	-37,41	-49,54	-60,25
29-Dec-23	-67,25	-68,19	-61,66	-47,83	-28,45	-6,16	16,26	36,28	51,80	61,14	63,47	59,23	50,19	39,02	28,17	19,09	11,87	5,74	-0,37	-7,28	-15,54	-25,41	-36,65	-48,17

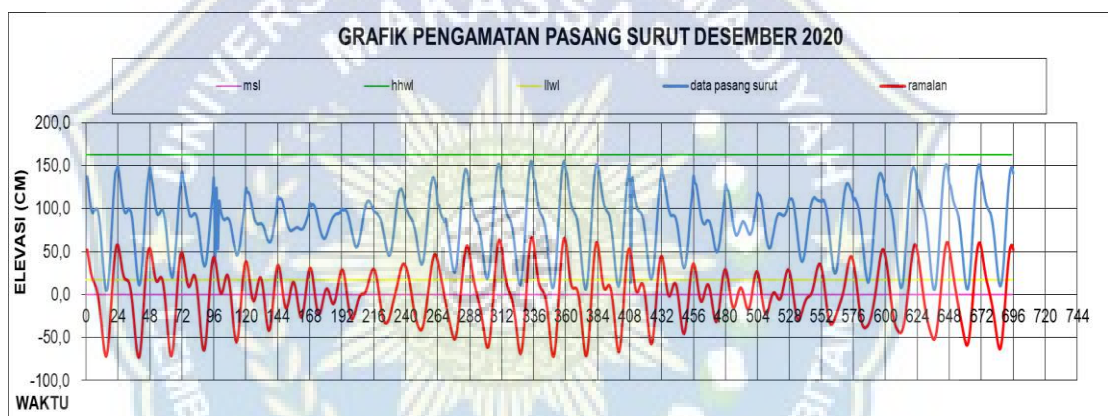
(Sumber: BMKG Paotere Makassar)

Pengambilan data pasang surut di ambil dari BMKG Paotere Makassar, data yang di ambil selama 29 hari dimulai pada tanggal 1

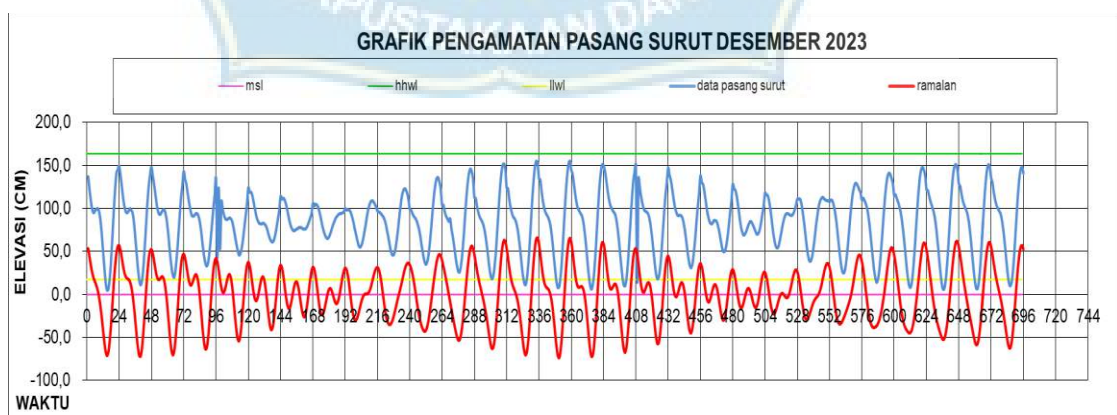
Desember – tanggal 29 Desember tahun 2023



Gambar 36: Grafik pengamatan pasang surut Desember 2017
(Sumber: BMKG Paotere Makassar)



Gambar 37: Grafik pengamatan pasang surut Desember 2020
(Sumber: BMKG Paotere Makassar)



Gambar 38: Grafik pengamatan pasang surut Desember 2023
(Sumber: BMKG Paotere Makassar)

Tabel 12: Hasil Perhitungan X1, Y1, X2, Y2, X4 dn Y4 dari skema 2

X1		Y1		X2		Y2		X4		Y4	
+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
1383	555	1089	849	989	949	775	1163	649	643	958	980
1328	592,3	1107	813	1025	895,4	781	1139	643	636,9	951	969
1270	636,1	1102	804	1049	857,1	806,5	1100	639	632,5	947	959
1217	680	1080	817	1059	838	842,3	1054	635	629,9	945	952
1172	718,9	1042	849	1055	836,6	878,7	1012	633	628,6	944	947
1139	748,4	993	894	1040	847,8	909,3	978,2	631	627,6	944	943
1121	763,8	934	951	1019	866,3	931,7	953,5	630	626,8	945	940
1124	761	870	1015	997	888,8	947,4	937,9	630	626,8	948	937
1153	737,3	809	1081	976	914,3	958,8	931,1	631	629,2	954	936
1208	693,5	763	1138	958	943,4	966,9	934,3	633	635	963	939
1284	635,3	747	1172	944	975,9	969,8	949,6	636	643,6	972	948
1369	573,2	770	1172	933	1008	963,2	978,7	642	652,7	979	962
1442	521	832	1131	929	1034	942,8	1020	649	659,2	984	980
1484	492,2	923	1054	932	1045	907,7	1069	656	661,1	983	993
1481	495,9	1021	956	945	1032	862,2	1115	659	658,1	979	998
1429	533,5	1102	861	969	993,5	816,2	1146	657	651,4	969	993
1338	597,4	1141	794	1001	934,5	782,8	1152	648	642,5	955	980
1230	672,4	1126	776	1035	866,9	773,6	1128	636	632,5	939	963
1132	740	1059	813	1064	807,4	795	1077	626	622,6	925	946
1069	783,8	956	897	1080	772,2	844,7	1008	621	614,9	920	932
1056	794,1	843	1007	1078	771,7	911,9	937,8	622	612,3	927	923
1094	770,2	748	1116	1058	806,8	980,1	884,2	627	616,7	943	921
1171	720,2	692	1199	1023	868,6	1032	859,9	633	628	964	927
693	1179	883	989	1009	863,4	830,4	1042	594	638,4	918	954
1353	597,9	722	1229	945	1006	1040	910,3	644	655,6	990	960
1415	552,7	787	1181	920	1048	998,2	969,4	648	662,9	990	978
1442	529,2	863	1109	914	1058	939,5	1032	651	663,1	982	989
1435	528,4	931	1033	926	1038	880,2	1084	651	657,7	972	992
1402	547	981	969	954	995,4	834,5	1115	649	649,8	961	988

(Sumber: BMKG Paotere Makassar)

Penyusunan hasil perhitungan harga X1,Y2,X2,Y2,X3,Y3,X4, dan Y4, Pengisian data tabel 19 dilakukan dengan bantuan tabel 18 yang mengalikan nilai pengamatan dengan harga pengali pada daftar 1 untuk setiap hari pengamatan. Karena pengali dalam daftar hanya berisi bilangan 1 dan -1 kecuali untuk X4 dan bilangan 0 (nol) yang tidak dimasukkan dalam perkalian, maka lakukan perhitungan dengan menjumlahkan bilangan yang harus dikalikan dengan 1 pada kolom bertanda (+)

dibawah kolom X1,Y2,X2,Y2,X3,Y3,X4, dan Y4. Hal yang sama untuk pengali -1 pada kolom dibawah bertanda (-).

Tabel 13: Bilangan pengali untuk piantan 29 (29 hari)

			So	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4
(29) : Daftar 3a (15) : Daftar 3b	X ⁰⁰ =	55583	55583,18							
	X ¹⁰ =	17284				17283,740	-1382,699			
	X ¹² - Y ^{1b} =	13013		910,890			-260,254	13012,71		260,254
	X ¹³ - Y ^{1c} =	1811								
	X ²⁰ =	2062		-61,855	2061,84	-61,855				
	X ²² - Y ^{2b} =	-4348		-4348,05	-65,221	-143,486	-8,696	252,187		152,182
	X ²³ - Y ^{2c} =	-729		43,724		-728,74				
	X ⁴² - Y ^{4b} =	-237		-7,122						-237,40
V	X ⁴⁴ - Y ^{4d} =	48							47,920	3,834
VI	Y ¹⁰ =	-1757				-1756,70	140,536			
	Y ¹² + X ^{1b} =	4276		299,287		-85,51	4275,53			128,27
	Y ¹³ + X ^{1c} =	-1184								
	Y ²⁰ =	-3778		113,35	-3778,30	113,35				
	Y ²² + X ^{2b} =	-5521		-5520,77	-82,81	-176,66		320,20		193,23
	Y ²³ + X ^{2c} =	1122		-67,30		1121,72				
	Y ⁴² + X ^{4b} =	-472		-14,15					-4,72	-471,55
	Y ⁴⁴ + X ^{4d} =	-81							-80,59	-6,45

(Sumber: BMKG Paotere Makassar)

Tabel 14: Penyusunan hasil perhitungan X dan Y indeks ke satu dari skema3

Xo	X1	Y1	X2	Y2	X4	Y4
	2000	2000	2000	2000	2000	2000
1938	2828	2241	2041	1612	2005	1977
1920	2736	2294	2129	1642	2006	1982
1906	2634	2299	2192	1707	2006	1987
1897	2537	2262	2221	1788	2005	1993
1891	2453	2194	2218	1866	2004	1997
1887	2391	2099	2192	1931	2004	2001
1885	2358	1984	2153	1978	2004	2005
1885	2363	1855	2108	2010	2004	2011
1890	2415	1727	2061	2028	2002	2018
1901	2514	1625	2014	2033	1998	2024
1919	2649	1574	1968	2020	1992	2024
1942	2795	1597	1925	1984	1989	2017
1963	2921	1700	1895	1923	1990	2004
1977	2992	1868	1887	1839	1995	1990
1977	2985	2065	1913	1747	2001	1981
1962	2895	2241	1975	1670	2005	1976
1935	2740	2346	2066	1630	2005	1974
1902	2557	2350	2168	1645	2003	1975
1872	2392	2246	2257	1718	2003	1979
1852	2285	2059	2308	1837	2006	1988
1850	2262	1836	2306	1974	2009	2004
1864	2324	1631	2251	2096	2010	2023
1891	2451	1493	2154	2172	2005	2037
1872	1514	1894	2145	1789	1955	1963
1951	2755	1493	1939	2130	1989	2030
1968	2862	1607	1873	2029	1985	2012
1971	2913	1754	1856	1907	1988	1993
1964	2907	1898	1889	1797	1993	1980
1949	2855	2012	1958	1720	2000	1974

(Sumber: BMKG Paotere Makassar)

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

Tabel 15: Penyusunan Hasil Perhitungan Besaran X dan Y skema 5 dan 6

	So	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4
V PR cos r	55583,180	-3462,413	1996,619	-934,081	17014,790	11882,198	47,920	178,870
V I PR sin r		-5189,584	-3861,112	1058,404	-1842,211	4736,271	-85,306	-156,504
PR	55583,180	6238,596	4346,800	1411,640	17114,228	12791,360	97,844	237,672
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	1,111	1,179	0,930	0,964
Hasil Hitung :1+W		1,000	0,767	0,875	1,191	1,000	1,000	0,767
Hasil Hitung V		-431,437	0,000	-355,051	154,064	-225,502	-1222,875	-431,437
Hasil Hitung u		-0,488	0,000	-0,488	-1,757	1,983	-0,975	-0,488
Hasil Hitung w		0,000	17,336	8,667	11,309	0,000	0,000	17,336
Daftar 3a (3b) : p		333,000	345,000	327,000	173,000	160,000	307,000	318,000
Hasil Hitung : r		236,289	297,344	131,430	353,821	21,732	299,325	318,815
Jumlah : s		137,364	659,680	111,558	690,437	-41,786	-617,525	222,227
g		137,364	299,680	111,558	330,437	318,214	102,475	222,227
PR / [P X f X (1 + W)] = A	79,861	11,574	12,656	2,958	29,465	19,202	0,208	0,601

(Sumber: BMKG Paotere Makassar)

Tabel 16: Penyusunan Hasil Perhitungan Besaran X dan Y skema 5 dan 6

HASIL TERAKHIR										
	So	M2	S2	N2	K2	K1	O1	P1	M4	MS4
A cm	79,9	11,6	12,7	3,0	2,9	29,5	19,2	9,7	0,2	0,6
g		137,4	299,7	111,6	299,7	330,4	318,2	330,4	102,5	222,2

(Sumber: BMKG Paotere Makassar)

Dengan menggunakan data konstanta pasang surut, maka tipe pasang surut yang berbeda dilokasi penelitian dapat diprediksi dengan menggunakan rumus formzhal

Number (fs) sebagai berikut :

$$F = \frac{A(K1)+A(01)}{A(M2)+A(S2)}$$

$$F = \frac{29,5 + 19,2}{11,6 + 12,7}$$

$$F = 2,00 \text{ cm}$$

Berdasarkan nilai Formzhal, maka kriteria pasang surut adalah: Pasut campuran, condong harian tunggal (Mixed Tide Prevalling Diurnal). Dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut, tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang berbeda.

Menurut Triatmodjo (1999) tipe pasang surut yang ditunjukkan ada 4 tipe yaitu sebagai berikut :

- a) Pasang surut harian ganda (Semi Diurnal Tide) $F < 0,25$: Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut dengan tinggi yang hampir sama dan pasang surut terjadi secara teratur. Periode pasang rata – rata adalah 12 jam 24 menit.
- b) Pasang surut harian tunggal (Diurnal Tide) $F > 3,0$: dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut. Periode pasang surut adalah 24 jam 50 menit.
- c) Pasang surut campuran condong kehariian ganda (Mixed Tide Prevalling Semidiurnal) $0,26 < F < 1,5$: Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang

dan dua kali air surut, tetapi tinggihan periodenya berbeda.

- d) Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (Mixed Prevalling Diurnal) $1,5 < F < 3,0$:

Elevasi Muka air laut

Dari beberapa nilai evaluasi muka air laut antara lain : Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (Mixed Tide Prevalling Diurnal)

$$\begin{aligned} \text{MSL} &= 79,9 \\ &= Z_0 + (M_2 + S_2) + (K_1 + O_1) \\ &= 89,30 + (11,6 + 12,7) + (29,5 + 19,2) \\ &= 162,3 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LLWL} &= Z_0 - (M_2 + S_2) - (K_1 + O_1) \\ &= 89,30 - (11,6 + 12,7) - (29,5 + 19,2) \\ &= 16,3 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MHWL} &= Z_0 + (M_2 + S_2) \\ &= 89,30 + (11,6 + 12,7) \\ &= 113,6 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MLWL} &= Z_0 - (M_2 + S_2) \\ &= 89,30 - (11,6 + 12,7) \\ &= 65 \text{ cm} \end{aligned}$$

Keterangan :
MSL = Mean Sea Level, Muka Air rerata antara muka air tinggi dan rerata muka air rendah.

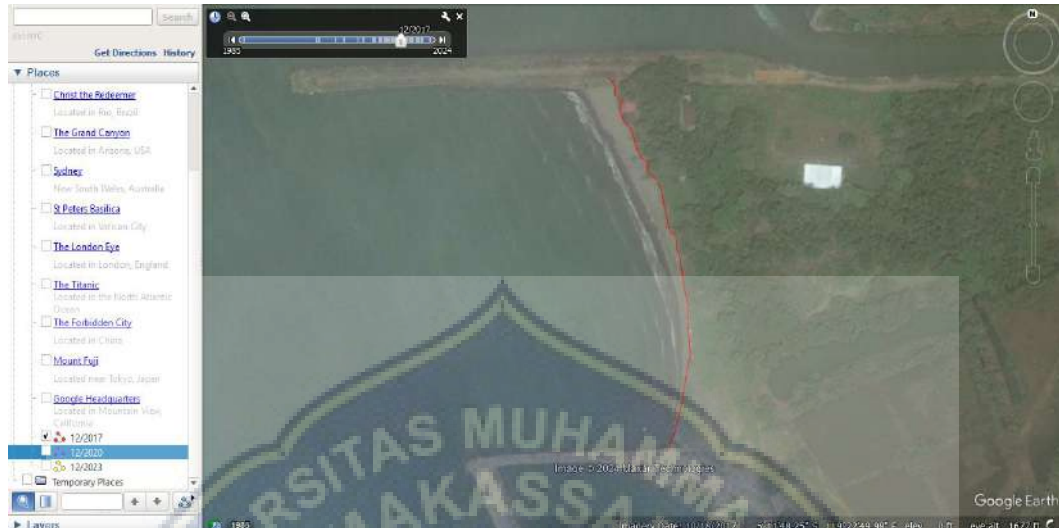
HHWL = Higher High Water Level, Air tertinggi dalam satu hari.

LLWL = Lowest Low Water Level, Air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.

MHWL = Mean High Water Level, Rerata dari muka air laut tinggi

MLWL = Mean Low Water Level, Rerata dari muka air terendah.

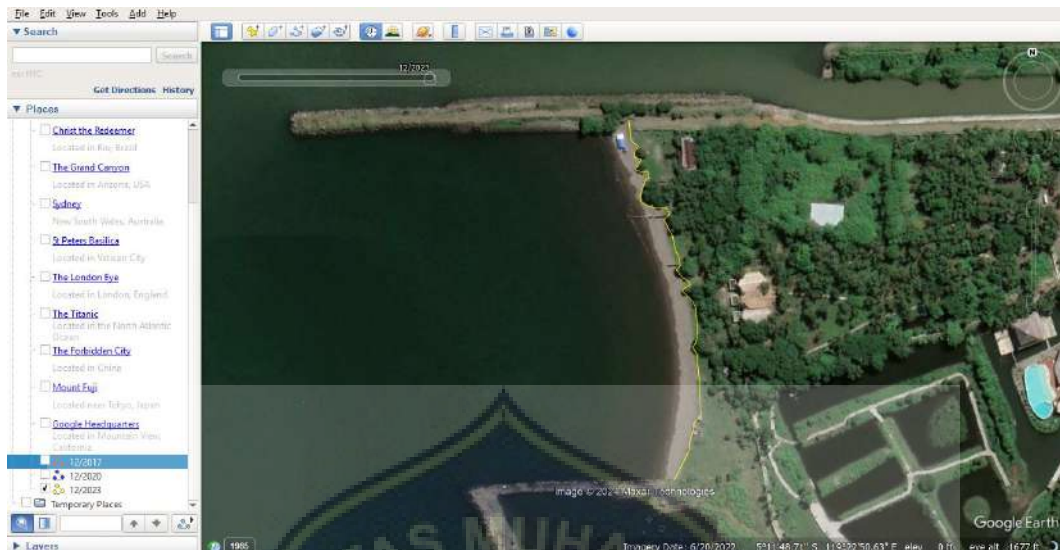
D. Langkah-langkah pemodelan garis pantai pada Perangkat Lunak.



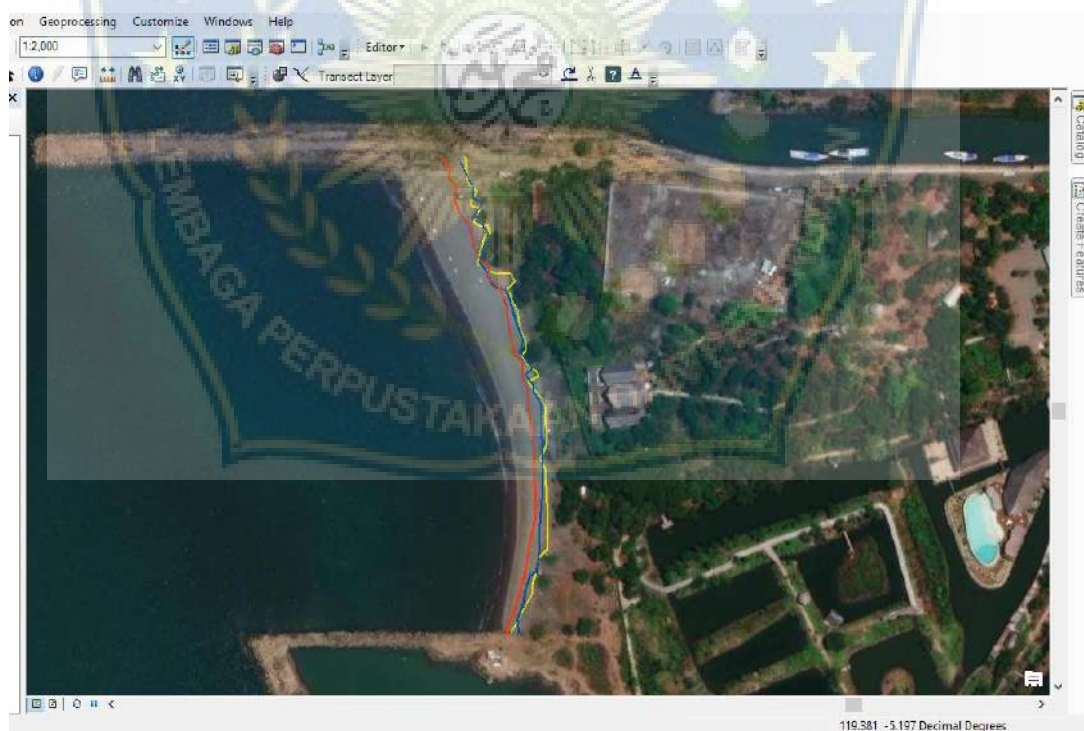
Gambar 39: Garis Pantai Tanjung Barat Barombong yang di digitasi pada aplikasi Google Earth Pro dengan seri waktu Oktober 2017
(Sumber: Google Earth)



Gambar 40: Garis Pantai Tanjung Barat Barombong yang di digitasi pada aplikasi Google Earth Pro dengan seri waktu Desember 2020
(Sumber: Google Earth)



Gambar 41: Garis Pantai Tanjung Barat Barombong yang di digitasi pada aplikasi Google Earth Pro dengan seri waktu Desember 2023 (Sumber: Google Earth)



Gambar 42: Tampak 3 data garis pantai yang telah di Digitasi pada aplikasi Google Earth dan siap di analisis perubahannya pada perangkat lunak DSAS (Sumber: Arcmap)

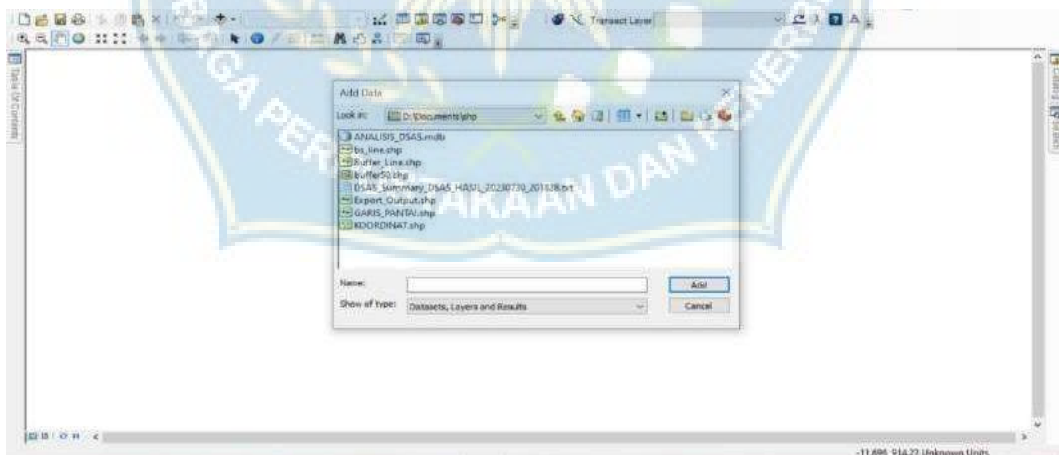
E. Langkah-langkah pemodelan garis pantai pada Perangkat Lunak Digital Shoreline Analisis system (DSAS)

1. Tampilan Awal DSAS Yang Siap Untuk Ditambahkan Data Garis Pantai ke Dalamnya



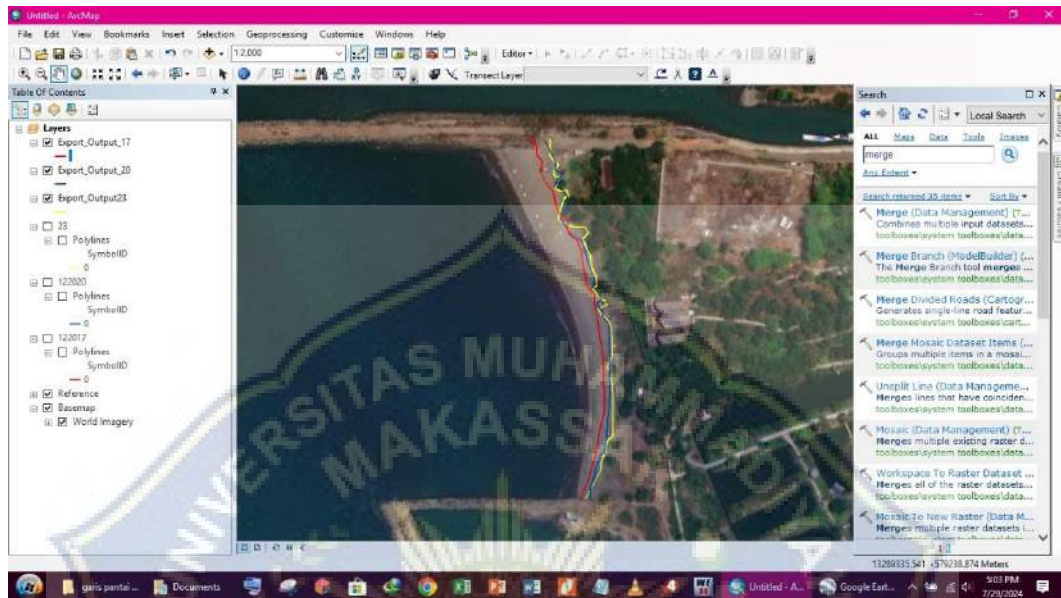
Gambar 43: Tampilan awal DSAS

2. Pilih file garis pantai yang telah di digitasi pada aplikasi google earth lalu tambahkan



Gambar 44: Menu Add Data

3. Tampak Garis Pantai Tanjung Barat Barombong pada perangkat lunak Arcmap dan DSAS dari tahun 2017 (merah), 2020 (biru), 2023 (kuning)

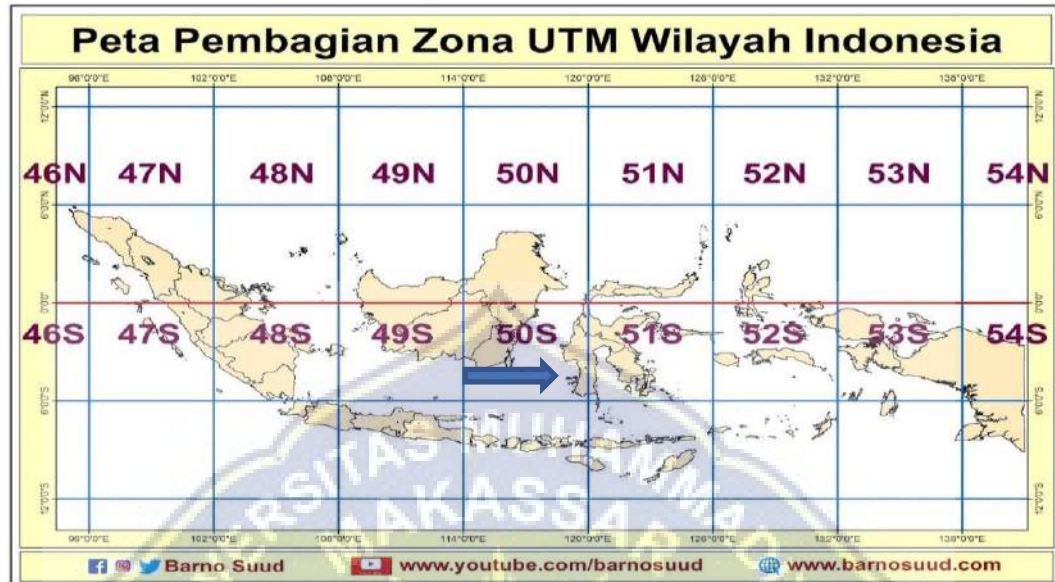


Gambar 45: Garis Pantai Tanjung Barat Barombong

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

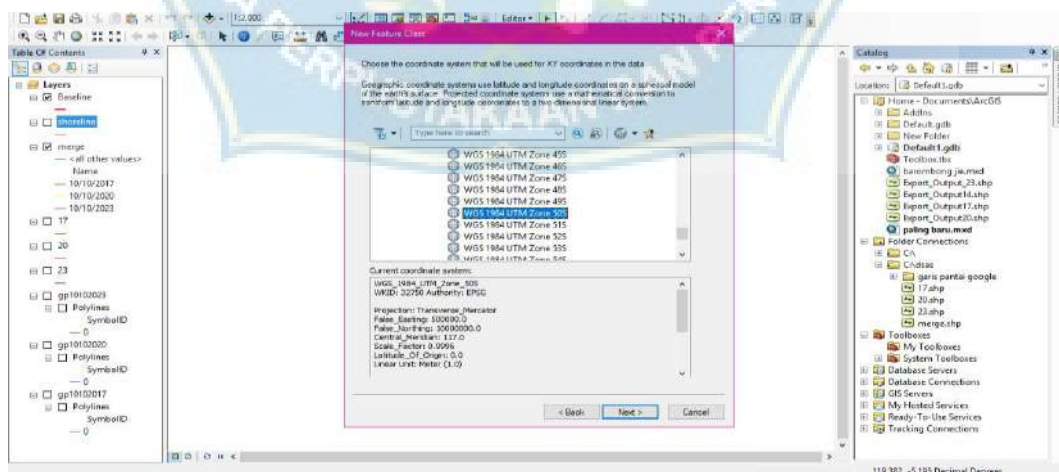
Penggunaan sistem proyeksi UTM ini membantu menentukan titik koordinat suatu tempat secara otomatis. Oleh karena itu, kita harus mencari tahu terlebih dahulu Pantai Tanjung Barat Barombong berada pada zona UTM berapa.

4. Zona UTM Pantai Tanjung Barat Barombong berada pada zona UTM 50 S



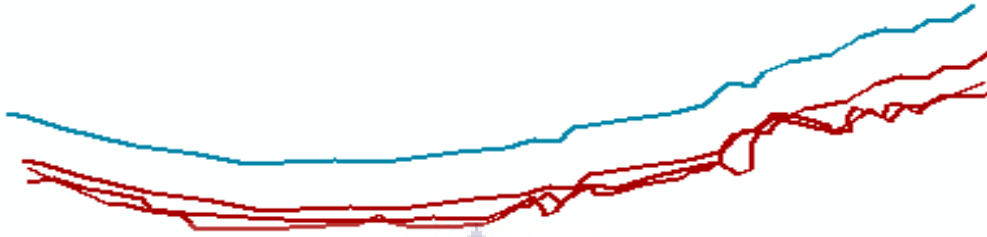
Gambar 46: Peta pembagian zona UTM wilayah Indonesia (Sumber: www.barnosuud.com)

5. Pilih UTM Zone 50 S untuk membantu penentuan titik koordinat pada setiap Transect (patok), atapun unsur lain yang harus menyesuaikan dengan keadaan asli pada lapangan dan Pantai Tanjung Barat Barombong berada pada zona UTM 50S seperti pada (Gambar 43).



Gambar 47: Tampilan menu file UTM zone 50 S pada aplikasi DSAS

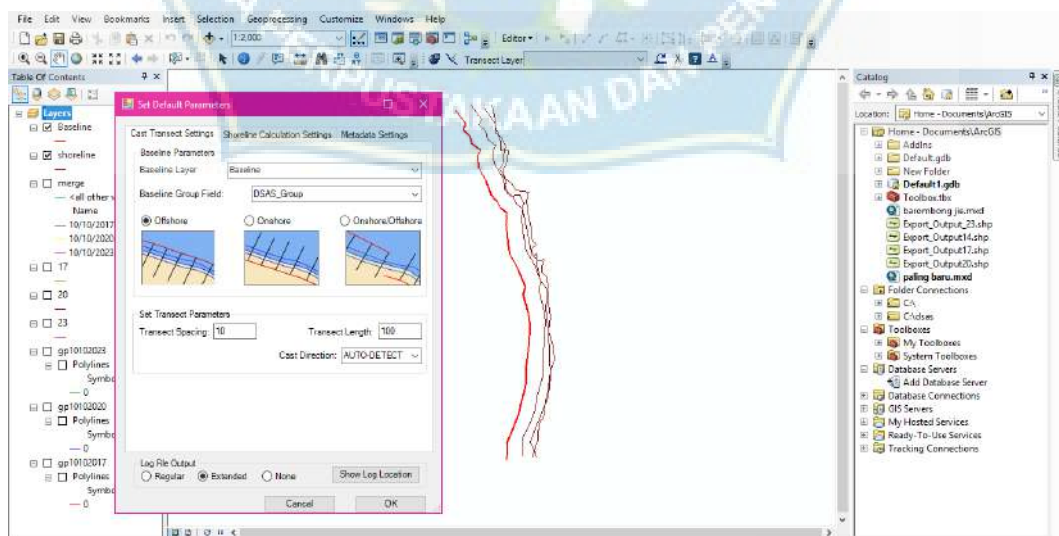
6. Buat File Baseline dan Shoreline



Gambar 48: Tampilan Garis Baseline (Biru), dan Shoreline (Merah)

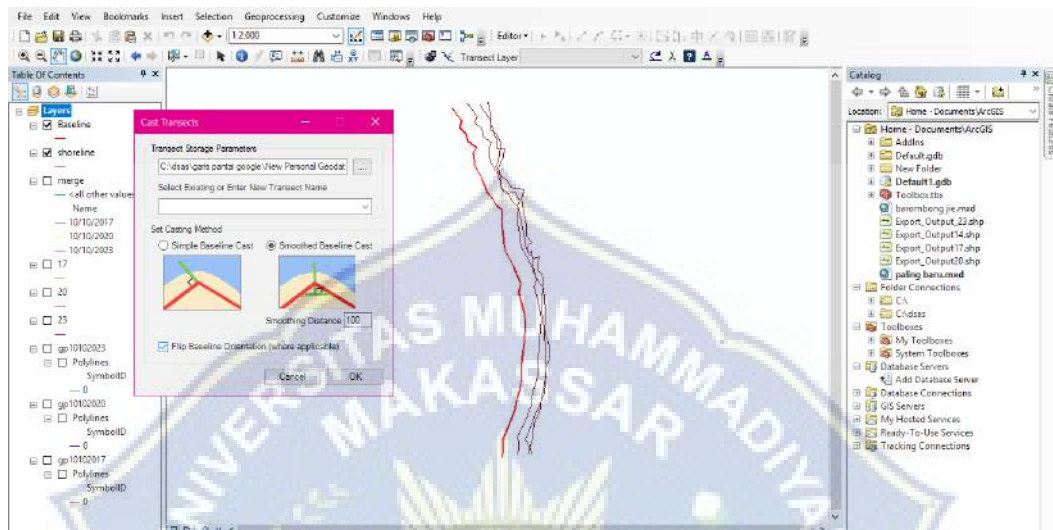
Dimana Baseline adalah garis pantai yang di jadikan patokan untuk menghitung perubahan garis pantai, dan Shoreline adalah garis pantai yang di hitung seberapa besar perubahannya dari garis Baseline. Dalam hal ini, Garis yang kami gunakan sebagai garis Baseline adalah garis Pantai Tanjung Barat Barombong pada tahun 2017 sedangkan Shoreline nya adalah garis Pantai Tanjung Barat Barombong pada tahun 2020 dan 2023.

7. Pada menu default parameter sesuaikan letak Shoreline Pantai Tanjung Barat Barombong yang telah dibuat.



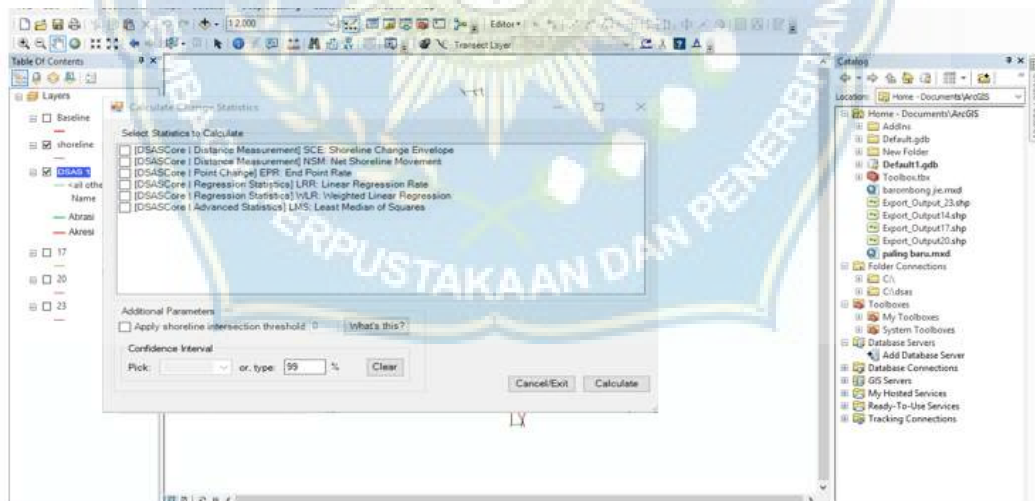
Gambar 49: Tampilan menu default parameter

8. Pembuatan Transect (patok) pada menu cast Transect, dengan jarak antar Transect adalah 10 meter.



Gambar 50: Pembuatan Transect (patok)

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



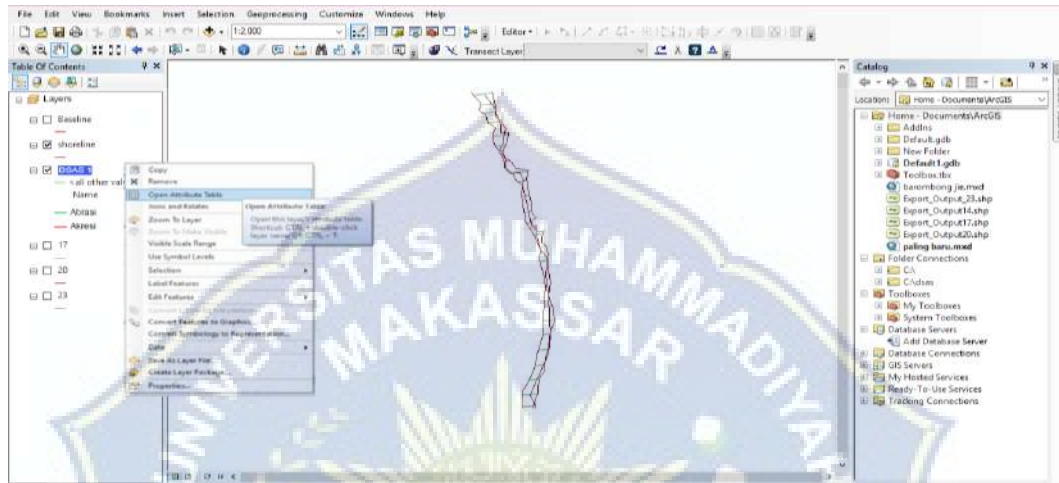
Gambar 51: Tampilan menu Calculate Rates

- 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.

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

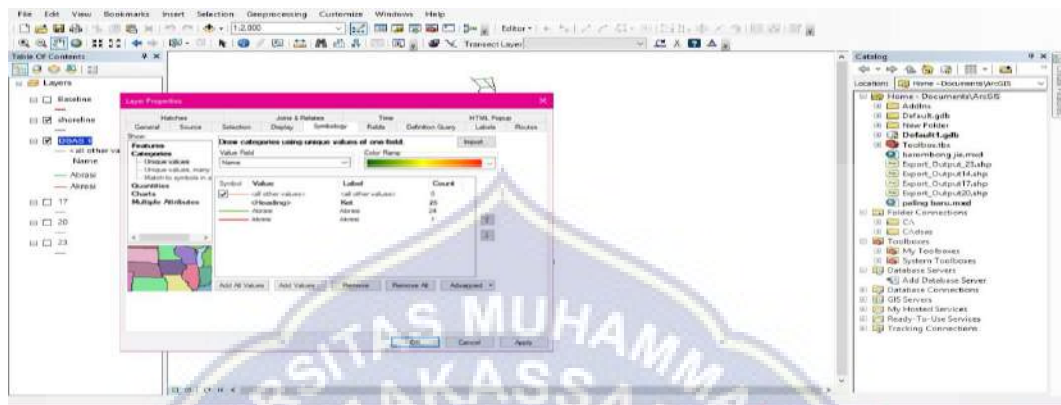


Gambar 52: Menu open Attribute table

object_id	geometry	TCD	SCE	MSM	EPR	SHAPE_Length	KET	X	Y
0	Polyline	220	13.90	-0.90	1.90	13.90372	Abrasi	119°22'47.61"E	5°11'42.42"S
1	Polyline	246	11.95	-0.97	1.52	11.253197	Abrasi	119°22'47.95"E	5°11'42.63"S
2	Polyline	260	10.29	-4.0	2.66	19.260268	Abrasi	119°22'47.96"E	5°11'42.63"S
3	Polyline	220	10.61	-4.10	1.63	10.012665	Abrasi	119°22'48.06"E	5°11'41.82"S
4	Polyline	500	12.32	-5.66	1.75	12.322755	Abrasi	119°22'48.28"E	5°11'43.36"S
5	Polyline	326	8.39	-2.90	1.26	0.389542	Abrasi	119°22'48.28"E	5°11'43.64"S
6	Polyline	340	4.12	0.18	0.40	4.128270	Abrasi	119°22'48.38"E	5°11'44.06"S
7	Polyline	286	14.87	-7.1	1.90	14.869795	Abrasi	119°22'48.69"E	5°11'44.33"S
8	Polyline	370	9.89	-8.40	0.91	9.899542	Abrasi	119°22'48.73"E	5°11'44.59"S
9	Polyline	336	8.11	-2.10	0.91	8.119551	Abrasi	119°22'48.79"E	5°11'44.82"S
10	Polyline	600	6.20	-2.10	0.90	6.202785	Abrasi	119°22'48.88"E	5°11'45.22"S
11	Polyline	426	3.4	-0.97	0.92	3.430142	Abrasi	119°22'48.98"E	5°11'45.48"S
12	Polyline	446	7.68	-2.29	1.40	7.680407	Abrasi	119°22'49.08"E	5°11'45.78"S
13	Polyline	460	5.19	-1.87	0.72	5.189565	Abrasi	119°22'49.23"E	5°11'46.11"S
14	Polyline	486	8.14	-2.17	0.95	6.145197	Abrasi	119°22'49.28"E	5°11'46.45"S
15	Polyline	506	4.39	-1.21	0.65	4.388642	Abrasi	119°22'49.31"E	5°11'46.80"S
16	Polyline	526	2.57	-2.40	0.40	2.574072	Abrasi	119°22'49.32"E	5°11'47.16"S
17	Polyline	546	0.25	-2.10	1.05	0.254107	Abrasi	119°22'49.35"E	5°11'47.46"S
18	Polyline	566	7.19	-2.50	1.14	7.192785	Abrasi	119°22'49.38"E	5°11'47.82"S
19	Polyline	586	6.1	-2.1	0.91	6.100565	Abrasi	119°22'49.57"E	5°11'48.32"S
20	Polyline	606	0.64	-2.30	1.03	0.642765	Abrasi	119°22'49.32"E	5°11'48.44"S
21	Polyline	626	6.13	-2.16	1.00	6.132542	Abrasi	119°22'49.19"E	5°11'49.08"S
22	Polyline	646	6.43	-2.26	1.03	6.432785	Abrasi	119°22'49.66"E	5°11'49.38"S
23	Polyline	666	9.66	-3.70	1.61	9.665665	Abrasi	119°22'48.94"E	5°11'49.72"S
24	Polyline	686	9.86	-3.1	1.50	8.859542	Abrasi	119°22'48.62"E	5°11'50.02"S

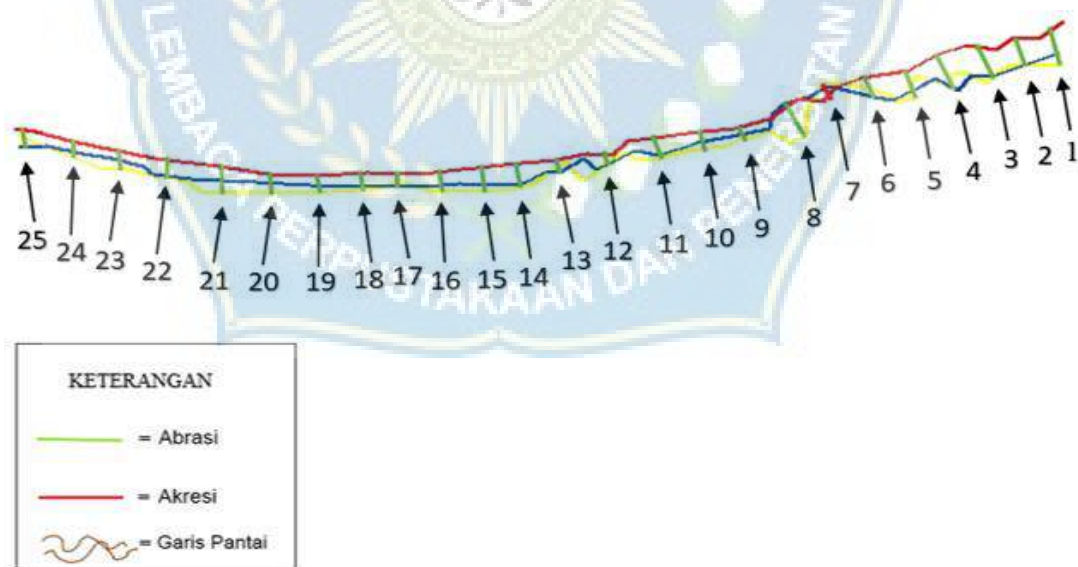
Gambar 53: Tampilan tabel hasil analisis yang ada pada perangkat lunak DSAS

11. Pada menu Properties pilih Simbology masukkan keterangan pada garis pantai agar terlihat pada bagian mana yang mengalami Abrasi dan Akresi



Gambar 54: Pada menu Simbology Hijau adalah Abrasi dan Merah adalah Akresi

12. Hasil analisis garis pantai menggunakan perangkat lunak digital shoreline analysis system (DSAS)



Gambar 55: Gambar hasil analisis mulai dari Transect 1 - 25

Terlihat garis yang diberi warna Merah 2017, Biru 2020, Kuning 2023 sepanjang 240 meter garis pantai Tanjung Barat Barombong dengan jumlah titik

Transect adalah 25, Abrasi Terjadi pada 24 titik Transect dan Akresi terjadi pada 1 titik Transect.

F. Hasil Analisa Menggunakan Perangkat Lunak Digital Shoreline Analysis System

Tabel 17: Hasil Analisa Menggunakan DSAS

No	TCD	SCE	NSM	EPR	KET	Longtitutide Garis Bujur	Longtitutide Garis Lintang
1	0	13.96	-13.96	2,32	ABRASI	119°22'49.37"E	5°11'42.42"S
2	10	11.35	-11.35	1,89	ABRASI	119°22'47.95"E	5°11'42.63"S
3	20	10.29	-9.80	1,71	ABRASI	119°22'47.96"E	5°11'42.78"S
4	30	10.01	-7.12	1,66	ABRASI	119°22'48.06"E	5°11'43.02"S
5	40	12.32	-12.32	2,65	ABRASI	119°22'48.28"E	5°11'43.36"S
6	50	8,39	-8,30	1.40	ABRASI	119°22'48.30"E	5°11'43.64"S
7	60	4,13	0,90	0.68	AKRESI	119°22'48.38"E	5°11'44.06"S
8	70	14.47	-14.47	2.47	ABRASI	119°22'48.60"E	5°11'44.33"S
9	80	9.89	-9.89	1.64	ABRASI	119°22'48.73"E	5°11'44.50"S
10	90	6.11	-5.97	1.01	ABRASI	119°22'48.79"E	5°11'44.82"S
11	100	6.28	-6.19	1.04	ABRASI	119°22'48.88"E	5°11'45.22"S
12	110	3.4	-2.97	0.56	ABRASI	119°22'48.96"E	5°11'45.48"S
13	120	7.88	-7.29	1.31	ABRASI	119°22'49.08"E	5°11'45.78"S
14	130	5.19	-4.87	0.86	ABRASI	119°22'49.20"E	5°11'46.11"S
15	140	6.14	-5.79	1.02	ABRASI	119°22'49.28"E	5°11'46.45"S
16	150	4.39	-3.21	0.73	ABRASI	119°22'49.31"E	5°11'46.88"S
17	160	2.57	-2.49	0.42	ABRASI	119°22'49.32"E	5°11'47.16"S
18	170	6.25	-6.25	1.04	ABRASI	119°22'49.35"E	5°11'47.46"S
19	180	7.19	-7.19	1.2	ABRASI	119°22'49.36"E	5°11'47.92"S
20	190	6.10	-6.10	1.01	ABRASI	119°22'49.37"E	5°11'48.32"S
21	200	6.64	-6.64	1.10	ABRASI	119°22'49.32"E	5°11'48.44"S
22	210	6.13	-6.10	1.02	ABRASI	119°22'49.19"E	5°11'49.05"S
23	220	6.62	-6,62	1,10	ABRASI	119°22'49.04"E	5°11'49.38"S
24	230	9.66	-9.73	1.62	ABRASI	119°22'48.94"E	5°11'49.72"S
25	240	8.86	-5.20	0.91	ABRASI	119°22'48.92"E	5°11'50.02"S

Berdasarkan hasil deteksi dan analisa perubahan garis pantai menggunakan Digital Shoreline Analysis System (DSAS) di Pantai Tanjung Barat Barombong telah mengalami

perubahan garis pantai pada beberapa area tertentu selama kurun waktu 6 tahun yaitu dari tahun 2017 hingga 2023, serta hasil survei lapangan di tahun 2024 dapat dilihat bahwa keseluruhan area pantai memiliki perubahan pantai yang normal hingga paling signifikan. Hasil perhitungan DSAS yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian perubahan garis pantai selama 6 tahun ini menggunakan 3 data 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.

Berikut ini merupakan Tabel Hasil Analisa menggunakan software DSAS (*Digital Shoreline Analysis System*) di Pantai Tanjung Barat Barombong.

Tabel:18 Hasil Analisa Menggunakan DSAS

No	TCD	SCE	NSM	EPR	KET	Longtitutide Garis Bujur	Longtitutide Garis Lintang
1	0	13.96	-13.96	2,32	ABRASI	119°22'49.37"E	5°11'42.42"S
2	10	11.35	-11.35	1,89	ABRASI	119°22'47.95"E	5°11'42.63"S
3	20	10.29	-9.80	1,71	ABRASI	119°22'47.96"E	5°11'42.78"S
4	30	10.01	-7.12	1,66	ABRASI	119°22'48.06"E	5°11'43.02"S
5	40	12.32	-12.32	2,65	ABRASI	119°22'48.28"E	5°11'43.36"S

6	50	8,39	-8,30	1.40	ABRASI	119°22'48.30"E	5°11'43.64"S
7	60	4,13	0,90	0.68	AKRESI	119°22'48.38"E	5°11'44.06"S
8	70	14.47	-14.47	2.47	ABRASI	119°22'48.60"E	5°11'44.33"S
9	80	9.89	-9.89	1.64	ABRASI	119°22'48.73"E	5°11'44.50"S
10	90	6.11	-5.97	1.01	ABRASI	119°22'48.79"E	5°11'44.82"S
11	100	6.28	-6.19	1.04	ABRASI	119°22'48.88"E	5°11'45.22"S
12	110	3.4	-2.97	0.56	ABRASI	119°22'48.96"E	5°11'45.48"S
13	120	7.88	-7.29	1.31	ABRASI	119°22'49.08"E	5°11'45.78"S
14	130	5.19	-4.87	0.86	ABRASI	119°22'49.20"E	5°11'46.11"S
15	140	6.14	-5.79	1.02	ABRASI	119°22'49.28"E	5°11'46.45"S
16	150	4.39	-3.21	0.73	ABRASI	119°22'49.31"E	5°11'46.88"S
17	160	2.57	-2.49	0.42	ABRASI	119°22'49.32"E	5°11'47.16"S
18	170	6.25	-6.25	1.04	ABRASI	119°22'49.35"E	5°11'47.46"S
19	180	7.19	-7.19	1.2	ABRASI	119°22'49.36"E	5°11'47.92"S
20	190	6.10	-6.10	1.01	ABRASI	119°22'49.37"E	5°11'48.32"S
21	200	6.64	-6.64	1.10	ABRASI	119°22'49.32"E	5°11'48.44"S
22	210	6.13	-6.10	1.02	ABRASI	119°22'49.19"E	5°11'49.05"S
23	220	6.62	-6,62	1,10	ABRASI	119°22'49.04"E	5°11'49.38"S
24	230	9.66	-9.73	1.62	ABRASI	119°22'48.94"E	5°11'49.72"S
25	240	8.86	-5.20	0.91	ABRASI	119°22'48.92"E	5°11'50.02"S

Berdasarkan tabel diatas dengan menggunakan Software DSAS sebanyak 25 transect dapat diketahui pada Trasect beberapa yang mengalami Akresi dan Abrasi dalam waktu 6 tahun terakhir yakni dari tahun 2017 sampai Tahun 2023 dan dapat diketahui juga berapa nilai Akresi dan Abrasi nya.

BAB V PENUTUP

A. KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan analisis garis pantai dengan menggunakan Program Digital Shoreline Analisis System (DSAS) maka, dapat di ambil kesimpulan bahwa:

1. Dengan menggunakan DSAS, Garis Pantai Tanjung Barat Barombong dengan panjang dua ratus empat puluh meter, Di beri titik Transect sebanyak dua puluh lima Transect. Teridentifikasi terdapat dua puluh empat Transect yang mengalami Abrasi dan satu Transect yang mengalami Akresi.
2. Dengan menggunakan DSAS dapat diketahui bahwa Abrasi terbesar terjadi pada Transect delapan dengan nilai total Abrasi adalah -14.47 meter dan Akresi terjadi pada Transect tujuh dengan nilai 0,90 meter.

B. SARAN

1. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengatur jarak antar Transect supaya lebih berdekatan, sehingga cakupan data perubahan garis pantai yang terbaca oleh Perangkat lunak DSAS lebih akurat dan maksimal.
2. Ada beberapa cara untuk mengurangi kekuatan gelombang yang menuju ke pantai yaitu pemerintah dan warga kawasan pesisir Pantai Tanjung Barat Barombong agar melakukan penanaman bibit pohon mangrove, tidak menambang pasir secara berlebihan dan yang paling penting adalah melakukan penanaman bibit terumbu karang, karena Terumbu karang mempunyai kemampuan mengurangi kekuatan gelombang yang menuju ke pantai di masa mendatang, dan dapat menjadi habitat baru bagi mahluk hidup lain

di sekitarnya.

3. Untuk penelitian selanjutnya untuk pengukuran garis pantai agar mengkombinasikan hasil pengukuran menggunakan meter manual dan software, agar bisa mendapatkan nilai yang akurat atau rata-rata dari hasil pengukuran menggunakan 2 metode tersebut.
4. Para warga yang berada di sekitar Pantai Tanjung Barat Barombong dan pengunjung yang datang agar menjaga kebersihan pantai dan tidak membuang sampah sembarangan



DAFTAR PUSTAKA

- Alfiah, N. A., Darwis, M. F., Al Imran, H., & Syamsuri, A. M. (2024). Analisis Perubahan Garis Pantai Takkalasi Kecamatan Balusu Kabupaten Barru. *Arus Jurnal Sains dan Teknologi*, 2(1), 64-71.
- Anto, S., & Syamsuri, A. M. (2023). Analisis Perubahan Garis Pantai Tanjung Bira Kecamatan Bontobahari Kabupaten Bulukumba. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon*, 8(1), 60-68.
- Arsyad, Muhammad. 2013. *Kerusakan Lingkungan Pesisir Pantai*, arsyadmoon1.blogspot.com. Diunduh pada 9 Agustus 2013.
- Cui, B. L., & Li, X. Y. (2011). Coastline change of the Yellow River estuary and its response to the sediment and runoff (1976–2005). *Geomorphology* 127, 32–40.
- Darmiati, I Wayan Nurjaya, & Agus S Atmadipoero.. *Jurnal analisis perubahan garis pantai diwilayah pantai barat kabupaten tanah laut kalimantan selatan*, vol,12 No. 1, Hlm 211-222, April2020
- Dewi, I. P., Purba, M., & Nurjay, I. W. (2011). Perubahan Garis Pantai dari Pantai Teritip Balikpapan sampai Pantai Ambarawang Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. Bogor: Tesis program pasca sarjana.
- Handoko. 1995. *Klimatologi Dasar*. Bogor: Jurusan Geofisika dan Meteorologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor
- Hidayah, Z., & Suharyo, O. S. (2019). Pemanfaatan Citra Satelit Resolusi Tinggi Untuk Identifikasi Perubahan Garis Pantai Pesisir Utara Surabaya. *Jurnal Kelautan*, 12(1), 89-96.
- Istiomah, F. (2016). Pemantauan Perubahan Garis Pantai Menggunakan Aplikasi Digital Shoreline Anaysis System (DSAS) Studi Kasus : Pesisir Kabupaten Demak. *Jurnal Geodesi Undip*, 5(1), 78-89.
- Irwan, I., & Ihsan, M. (2020). Pemodelan Perubahan Garis Pantai Ujung Tape Kabupaten Pinrang. *Jurnal Teknik Sipil: Rancang Bangun*, 6(1), 1-5.
- Jusriadii, W., Madoa, I. Y., Al Imran, H., & Syamsuri, A. M. (2024). Analisis Perubahan Garis Pantai di Pantai Mandala Ria Kecamatan Bontobahari Kabupaten Bulukumba. *Arus Jurnal Sains dan Teknologi*, 2(1), 9-16.
- M. Zainul Hasan, Putu Ananda Citra, A Sedyo Adi Nugraha “ *monitoring perubahan garis pantai di kabupaten jambrana tahun 1997 – 2018 menggunakan modified diffrence water index (Mndwi) dan digital shoreline analisys system (DSAS) VOL 7, No. 3 november 2019.*

- Masaji Fais Dani Agus Setiani, M. Arif Zainul Faud. Dhira Khurniawan Saputra, *deteksi peruban garis pantai menggunakan digital shoreline analisis system (DSAS) dipesisir timur kabupaten probolinggo, jawa timur*, 2017
- Prahasta, E. 2008. REMOTE SENSING: Praktis Penginderaan Jauh & Pengolahan Citra Digital Dengan Perangkat Lunak ER Mapper. Informatika: Bandung
- Pariwono, J.I., 1989. Gaya Penggerak Pasang Surut. *Dalam Pasang SURut*. Penyunting Ongkosongo dan Suyarso. Puslitbang Oseanologi LIPI. Jakarta.
- Sardinal dan Rani Irmayani Jasman *studi perubahan garis pantai menggunakan aplikasi MATLAB dan ARCGIS pada pantai Tamasaju Kec. Galesong Utara* 2022
- Sakka dan Baharuddin, 2021. Dengan judul “ *analisis model penanganan garis pantai di pantai ujung pandaran kab. Kotawaringin timur*”
- Sutanto, 1994. Penginderaan Jauh Jilid II. Gadjah Mada University Press. Bulaksumur, Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang, 1999, Teknik Pantai, Beta Offset, Yogyakarta.
- Tarigan MS. 2007. Perubahan Garis Pantai di Wilayah Pesisir Casidane, provinsi Banten. *Makara Sains* Vol. 11 (Nomor 1) : 49-50



LAMPIRAN

Lampiran dokumentasi alat penelitian



Patok Kayu



Meter



Handpone

DOKUMENTASI PENELITIAN

Pengukuran Panjang Pantai dan Pemasangan Patok











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

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT

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

Nama : Ical munawir / Feri fadly
Nim : 105811110617 / 105811118817
Program Studi : Teknik Sipil Pengairan

Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Ambang Batas
1	Bab 1	10 %	10 %
2	Bab 2	25 %	25 %
3	Bab 3	6 %	10 %
4	Bab 4	2 %	10 %
5	Bab 5	3 %	5 %

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

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

Makassar, 09 Agustus 2024

Mengetahui,

Kepala UPT- Perpustakaan dan Penerbitan,



BAB I Ical munawir /Feri fadly 105811110617/105811118817

by Tahap Tutup



Submission date: 08-Aug-2024 04:49PM (UTC+0700)

Submission ID: 2428978418

File name: BAB_I_-_2024-08-08T180120.377.docx (138.77K)

Word count: 671

Character count: 4325

ORIGINALITY REPORT

10% SIMILARITY INDEX	8% INTERNET SOURCES	7% PUBLICATIONS	4% STUDENT PAPERS
--------------------------------	-------------------------------	---------------------------	-----------------------------

PRIMARY SOURCES

1	text-id.123dok.com Internet Source		3%
2	garuda.ristekdikti.go.id Internet Source		2%
3	Submitted to Universitas Diponegoro Student Paper		2%
4	id.123dok.com Internet Source		2%
5	repo.darmajaya.ac.id Internet Source		2%

Exclude quotes On
Exclude bibliography On

Exclude matches < 2%

BAB II Ical munawir / feri fadly 105811110617/105811118817

by Tahap Tutup



Submission date: 08-Aug-2024 04:50PM (UTC+0700)

Submission ID: 2428978610

File name: BAB_II_-_2024-08-08T180121.166.docx (329.05K)

Word count: 3873

Character count: 23043

ORIGINALITY REPORT

23% SIMILARITY INDEX	23% INTERNET SOURCES	2% PUBLICATIONS	8% STUDENT PAPERS
--------------------------------	--------------------------------	---------------------------	-----------------------------

PRIMARY SOURCES

1	repository.umy.ac.id Internet Source		2%
2	himalaya.fpik.ub.ac.id Internet Source		2%
3	www.studocu.com Internet Source		2%
4	Submitted to Universitas Jenderal Soedirman Student Paper		2%
5	www.big.go.id Internet Source		2%
6	journal.isas.or.id Internet Source		2%
7	ejournal.unmus.ac.id Internet Source		2%
8	repository.uin-suska.ac.id Internet Source		2%
9	www.digilib.its.ac.id Internet Source		2%

10	tutut-hardiyanti.blogspot.com Internet Source	2%
11	repository.unmul.ac.id Internet Source	2%
12	afguns.blogspot.com Internet Source	2%

Exclude quotes On Exclude matches < 2%

Exclude bibliography On



BAB III Ical munawir / feri fadly 105811110617/105811118817

by Tahap Tutup



Submission date: 08-Aug-2024 04:50PM (UTC+0700)

Submission ID: 2428978782

File name: BAB_III_-_2024-08-08T180121.795.docx (1.11M)

Word count: 956

Character count: 5700

ORIGINALITY REPORT

6%

SIMILARITY INDEX

6%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

7%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

repository.unibos.ac.id

Internet Source

4%

2

docplayer.info

Internet Source

2%



Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches 2%

BAB IV Ical munawir / Feri fadly 105811110617/105811118817

by Tahap Tutup



Submission date: 08-Aug-2024 06:12PM (UTC+0700)

Submission ID: 2428997269

File name: BAB_IV_-_2024-08-08T180122.485_1.docx (1.11M)

Word count: 2225

Character count: 12562

ORIGINALITY REPORT

2% SIMILARITY INDEX	2% INTERNET SOURCES	2% PUBLICATIONS	0% STUDENT PAPERS
-------------------------------	-------------------------------	---------------------------	-----------------------------

PRIMARY SOURCES

1 jurnal.ardenjaya.com
Internet Source



2%



Exclude quotes On Exclude matches 2%
Exclude bibliography On



BAB V Ical munawir / Feri fadly 105811110617/105811118817

by Tahap Tutup



Submission date: 08-Aug-2024 06:13PM (UTC+0700)

Submission ID: 2428997462

File name: BAB_V_-_2024-08-08T180122.675.docx (18.83K)

Word count: 701

Character count: 4283

ORIGINALITY REPORT

3%

SIMILARITY INDEX

3%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

bali-travelnews.com

Internet Source

3%



Exclude quotes On

Exclude matches < 2%

Exclude bibliography On

