

MILIK PERPUSTAKAAN  
UNISMUH MAKASSAR

SKRIPSI

STUDI PERUBAHAN GARIS PANTAI MENGGUNAKAN APLIKASI  
MATLAB DAN ARCGIS PADA PANTAI TAMASAJU KEC. GALESONG

UTARA



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR  
LEMBAGA PENELITIAN & PENGUJIAN

Tgl. Terima	16/08/2022
Nama	-
Jumlah	1 BxP
Marga	Sumbangan Alim
Nama	E/031 / Sip / 2020
No. Kuitansi	SOR / DEAN
	S

Oleh :

SARDINAL

RANI IRMAYAN LASMAN

105 81 11079 17

105 81 11068 17

PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2022

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

## PENGESAHAN

Skripsi atas nama Sardinal dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 11079 17 dan Rani Imayani Isman dengan nomor induk mahasiswa 105 81 11068 17, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0007/SK-Y/22201/091004/2022, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Rabu tanggal 27 Juli 2022.

Makassar, 28 Dzulhijjah 1443 H  
27 Juli 2022 M

Panitia Ujian:

Pengawas Umum

Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag

Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. Eng. Muhammad Idran Ramli, ST., MT.

Anggota:

a. Ketua : Dr. Ir. Eng. Faruk Maricar, MT., M.Eng

b. Sekretaris : Indriyanti, ST., MT

3. Anggota: 1. Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT., IPM

2. Ir. Fauzan Hamoi, ST., MT

3. Kasmawati, ST. MT

Mengetahui:

Pembimbing I



Dr. Ir. Nenny T Karim, ST., MT., IPM

Pembimbing II



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



Dekan Fakultas Teknik

Dr. dr. Hj. Nuhawaty, ST., MT., IPM

NBM : 795 108



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir ini di ajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : STUDI PERUBAHAN GARIS PANTAI MENGGUNAKAN APLIKASI MATLAB DAN ARCGIS PADA PANTAI TAMASAUU KEC. GALESONG UTARA

Nama

SARDINAL

RANI IRMAYANI JASMAN

No. Stambuk

105 81 11079 17

105 81 11069 17

Mekassar, 27 Juli 2022

Telah Diperiksa dan Diterima  
Oleh Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Dr. Ir. Netny T Karim, ST., MT., IPM

Pembimbing II

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

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Pengairan

  
M. Agusfidi, ST., MT  
NBM : 947 993



# Studi Perubahan Garis Pantai Menggunakan Aplikasi MATLAB Dan Arcgis Pada Pantai Tamasaju Kec. Galesong

Sardinal<sup>1</sup> | Rani Irmayani Jasman<sup>2</sup> | Nenny T Karim<sup>3</sup> | Andi Makbul Syamsuri<sup>4</sup>

1. sardinal@ftek.umsida.ac.id

2. rani.irmayani@ftek.umsida.ac.id

3. nenny@ftek.umsida.ac.id

4. amakbul@ftek.umsida.ac.id

5. amakbul@ftek.umsida.ac.id

6. amakbul@ftek.umsida.ac.id

7. amakbul@ftek.umsida.ac.id

8. amakbul@ftek.umsida.ac.id

9. amakbul@ftek.umsida.ac.id

10. amakbul@ftek.umsida.ac.id

11. amakbul@ftek.umsida.ac.id

12. amakbul@ftek.umsida.ac.id

13. amakbul@ftek.umsida.ac.id

14. amakbul@ftek.umsida.ac.id

15. amakbul@ftek.umsida.ac.id

16. amakbul@ftek.umsida.ac.id

17. amakbul@ftek.umsida.ac.id

18. amakbul@ftek.umsida.ac.id

19. amakbul@ftek.umsida.ac.id

20. amakbul@ftek.umsida.ac.id

21. amakbul@ftek.umsida.ac.id

22. amakbul@ftek.umsida.ac.id

23. amakbul@ftek.umsida.ac.id

24. amakbul@ftek.umsida.ac.id

25. amakbul@ftek.umsida.ac.id

26. amakbul@ftek.umsida.ac.id

27. amakbul@ftek.umsida.ac.id

28. amakbul@ftek.umsida.ac.id

**ABSTRAK** - Pantai Tamasaju Kecamatan Galesong Utara mengalami abrasi dan akresi yang menjadi masalah utama terjadinya perubahan garis pantai, dengan ombak yang kuat yang mengancam eksistensi bangunan dan bangunan yang ada di sekitar pantai Tamasaju. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui bagaimana terjadinya perubahan garis pantai dengan menggunakan aplikasi MATLAB dan untuk mengetahui luasnya pada pantai Tamasaju yang mengalami abrasi dan akresi menggunakan aplikasi Arcgis. Metode yang digunakan yaitu metode kuantitatif yaitu menggunakan metode penelitian untuk memeliti pada observasi dan pengamatan. Adapun data yang digunakan yaitu data sekunder dan data primer. Hasil penelitian menggunakan aplikasi MATLAB adalah perubahan perubahan garis pantai sepanjang 1000 meter. Posisi awal garis pantai adalah 8,0, 9,8, 5,5, 12, 18, 9, 7, 5, 8, 12, 14, 7, 6, 5, 5, 4, (meter). Setelah dilakukan langkah  $t = 3600$  step posisi akhir garis pantai menjadi 8,1, 7,8, 7,7, 5,9, 6,5, 12,8, 15,3, 8,2, 7,9, 5,5, 9,1, 11,7, 12,3, 6,7, 7, 5,5, 8,3, 4,5, 5,5, 9,9 (meter). Dari hasil dari program aplikasi Arcgis adalah dengan luas perubahan garis pantai yang terjadi adalah abrasi total = rata 56,92 m<sup>2</sup> dan akresi rata - rata 7,50 m<sup>2</sup>.

**Kata Kunci** - Abrasi, Akresi, Arcgis, Garis Pantai, MATLAB

**ABSTRACT** - Tamasaju Beach, North Galesong District, is experiencing the abrasion and accretion which is the main problem in changing the coastline. The strong waves that threaten the existence of houses and buildings around Tamasaju beach. The purpose of this study is to find out how the coastline changes using the MATLAB application, and to find out the area on the Tamasaju beach that is experiencing abrasion and accretion using the Arcgis application. This study used a quantitative method is a research method to examine the observations and observations. The data used are secondary data and primary data. The result of the research using the MATLAB application is the monitoring of shoreline changes along 1000 meters. The starting position of the coastline is 8,0, 9,8, 5,5, 12, 18, 9, 7, 5, 8, 12, 14, 7, 6, 5, 5, 4, in meters. After performed  $t = 3600$  step the end position of the shoreline is 8,1, 7,8, 7,7, 5,9, 6,5, 12,8, 15,3, 8,2, 7,9, 5,5, 9,1, 11,7, 12,3, 6,7, 7, 5,5, 8,3, 4,5, 5,5, 9,9 (meters). And the result of the Arcgis application is that the area of the change in shoreline that occurs is 56.92 m<sup>2</sup> of average abrasion and 7.50 m<sup>2</sup> of accretion.

**Keywords** - Abrasion, Accretion, Arcgis, Coastline, MATLAB

## KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena Rahmat dan Hidayah-Nyalah sehingga kami dapat menyelesaikan skripsi tugas akhir ini, dan dapat kami selesaikan dengan baik.

Skripsi tugas akhir ini dibuat sebagai salah satu persyaratan mahasiswa yang harus dipenuhi dalam rangka menyelesaikan program studi pada Jurusan Sipil, Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir kami "**Studi Perubahan Garis Pantai Menggunakan Aplikasi Matlab Dan ArcGIS Pada Pantai Tamasaja Kec. Galesong Utara**". Penulis menyadari sepenuhnya bahwa didalam penulisan skripsi tugas akhir ini masih terdapat kekurangan-kekurangan, hal ini disebabkan karena penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan. Oleh karena itu, penulis meminta dengan sangat ikhlas dengan senang hati segala koreksi serta perubahan atau penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Skripsi tugas akhir ini dapat terwujud berkat adanya bantuan, arahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag. sebagai Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.

2. Ibu Dr. Ir. Hj. Numawaty, S.T., M.T., IPM sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak M. Agussalim, S.T., M.T. sebagai Ketua Prodi Teknik Pengelasan, Bapak Amir Zainuddin, S.T., M.T., IPM sebagai sekretaris prodi Teknik Pengelasan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Ibu Dr. Ir. Nenny T. Karmu, S.T., M.T., IPM, selaku Pembimbing I dan Bapak Dr. Andi Makhul Syamsur, S.T., M.T., IPM, selaku Pembimbing II yang banyak meluangkan waktu di sini membimbing kami.
5. Bapak dan Ibu Dosen serta para staf pegawai di Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Ayah dan Bunda yang tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, do'a serta pengorbannya terutama dalam bentuk materi untuk menyederhanakan kuliah kami dan rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik.

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

Makassar, ..... 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

SAMPUL	.....	i
HALAMAN JUDUL	.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	.....	iii
KATA PENGANTAR	.....	iv
DAFTAR ISI	.....	v
DAFTAR GAMBAR	.....	vi
DAFTAR TABEL	.....	vii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	.....	1
A. Latar Belakang	.....	1
B. Rumusan Masalah	.....	2
C. Tujuan Penelitian	.....	2
D. Manfaat Penelitian	.....	3
E. Batasan Penelitian	.....	3
F. Sistematika Penulisan	.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	.....	5
A. Garis Pantai	.....	5
B. Faktor Hidroseonografi	.....	6
C. Model Perubahan Garis Pantai	.....	21



D. Program Aplikasi MATLAB .....	23
E. Program aplikasi ArcGIS .....	25
F. Penelitian Sebelumnya tentang perubahan garis pantai .....	27
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	29
A. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	29
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data .....	29
C. Bahan dan Alat .....	30
D. Metode Pengambilan Data .....	32
E. Langkah langkah Simulasi MATLAB .....	36
F. Langkah langkah Simulasi aplikasi ArcGIS .....	40
G. Flowchart Penelitian .....	46
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	47
A. Data Koordinat Awal Pantai .....	47
B. Kondisi Hidrogeomorfologi .....	49
C. Transport Sedimen Sepanjang Pantai .....	99
D. Ukuran butiran dan Jenis Sedimen .....	102
E. Prediksi Angkutan Sedimen Pantai Tamasaju .....	103
F. Hasil dan analisa Permodelan garis pantai (MATLAB) .....	106
G. Hasil Penggambaran peta pada lokasi penelitian menggunakan aplikasi ArcGIS .....	123



<b>BAB V PENUTUP</b> .....	128
A. Kesimpulan.....	128
B. Saran.....	129

**DAFTAR PUSTAKA**



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Sketsa Gelombang laut bangkitan angin.....	7
Gambar 2. Siklus Perairan Pantai.....	10
Gambar 3. Refraksi gelombang dengan berbagai tipe bentuk kontur garis pantai.....	12
Gambar 4. Difraksi Gelombang di Belahang Kintangan.....	13
Gambar 5. Profil gelombang sinusoidal di laut lepas.....	16
Gambar 6. Tipe gelombang pada saat pecah.....	17
Gambar 7. Transport sedimen sepanjang pantai.....	19
Gambar 8. Konsentrasi sedimen, arus, dan transport sepanjang pantai.....	20
Gambar 9. Pembentukan garis pantai menjadi sederetan.....	22
Gambar 10. Angkutan Sedimen yang masuk dan keluar (Honkawa,1988).....	22
Gambar 11. Sedimen masuk dan sedimen yang keluar.....	23
Gambar 12. Aplikasi MATLAB.....	24
Gambar 13. Aplikasi ArcGIS.....	25
Gambar 14. Peta Lokasi Penelitian.....	29
Gambar 15. Tampilan Software MATLAB.....	36
Gambar 16. Tampilan Command window.....	37
Gambar 17. Editor MATLAB.....	38
Gambar 18. Jendela tampilan figure windows.....	39
Gambar 19. Jendela tampilan figure windows.....	39
Gambar 20. Tampilan ArcMap Dalam Program ArcGIS.....	40
Gambar 21. Tampilan menu dan icon.....	41

Gambar 22. Tampilan data layar .....	42
Gambar 23. Tampilan Peta Dengan menggunakan ArcMap .....	42
Gambar 24. Tampilan table pada ArcMap .....	43
Gambar 25. Tampilan data tabular .....	43
Gambar 26. Tampilan layar properties dan symbology .....	44
Gambar 27. Tampilan symbol dan symbol selector .....	45
Gambar 28. flowchart (Bagian Penelitian) .....	46
Gambar 29. Lokasi Penelitian .....	47
Gambar 30. Panjang Fetch dari arah Barat Daya Barat, dan Barat laut .....	51
Gambar 31. Mawar angin di perairan Pantai Tamasaju tahun 2017-2021 .....	58
Gambar 32. Grafik hubungan antara kecepatan angin di laut dan di darat .....	58
Gambar 33. Grafik hubungan antara tinggi gelombang dan periode gelombang .....	66
Gambar 34. Mawar gelombang di perairan Tamasaju tahun 2017-2021 .....	67
Gambar 35. Penentuan sudut darangnya gelombang .....	69
Gambar 36. Grafik Pasang surut pantai Tamasaju .....	76
Gambar 37. Tampilan awal aplikasi MATLAB .....	108
Gambar 38. Tampilan perintah untuk plot data koordinat awal pantai .....	109
Gambar 39. Tampilan perintah untuk menginput nilai nilai parameter .....	110
Gambar 40. Tampilan perintah untuk menginput batas kondisi awal pantai .....	111
Gambar 41. Tampilan perintah untuk proses integrasi dan angkutan sedimen .....	112
Gambar 42. Tampilan stabilitas perhitungan .....	113
Gambar 43. Tampilan stabilitas perhitungan .....	114
Gambar 44. Gambar Awal garis pantai .....	115



Gambar 45. Gambar Hasil akhir pemodelan garis pantai.....	116
Gambar 46. Gambar Penambahan legend dan color bar.....	117
Gambar 47. Gambar tampilan untuk mengedit plot.....	118
Gambar 48. Gambar hasil edit plot.....	119
Gambar 49. Gambar penambahan text.....	120
Gambar 50. Gambar perubahan garis pantai pada peta Tamasaçu.....	121
Gambar 51. Gambar aplikasi ArcGIS.....	123
Gambar 52. Gambar ArcMap pada aplikasi ArcGIS.....	124
Gambar 53. Gambar perintah ArcMap untuk memuatkan data shp.....	124
Gambar 54. Gambar peta hasil pantai tamasaçu di ArcMap.....	125
Gambar 55. Gambar hasil dari penggambaran peta pada lokasi pantai Tamasaçu.....	126
Gambar 56. Gambar letak pantai Tamasaçu.....	127
Gambar 57. Gambar hasil akhir perubahan garis pantai dari aplikasi ArcGIS.....	128

## DAFTAR TABEL

Table 1. Koefisien refleksi .....	14
Table 2. Alat pengambilan data lapangan .....	30
Table 3. Bahan pengambilan data lapangan .....	31
Table 4. Alat pengambilan data laboratorium .....	31
Table 5. Bahan pengambilan data laboratorium .....	32
Table 6. Titik Koordinat Profil Pantai .....	40
Table 7. Perhitungan Fetch efektif arah barat daya .....	52
Table 8. Perhitungan Fetch Efektif arah Barat .....	53
Table 9. Perhitungan Fetch arah Barat Laut .....	54
Table 10. Perhitungan Fetch efektif arah Utara .....	55
Table 11. Data fetch di lokasi studi .....	55
Table 12. Persentasi kejadian angin berdasarkan arah datangnya di lokasi studi .....	56
Table 13. Persentasi kejadian angin berdasarkan interval kecepatan .....	57
Table 14. Hasil hitungan parameter gelombang tahun 2017 .....	61
Table 15. Hasil hitungan parameter gelombang tahun 2018 .....	62
Table 16. Hasil hitungan parameter gelombang tahun 2019 .....	63
Table 17. Hasil hitungan parameter gelombang tahun 2020 .....	64
Table 18. Hasil hitungan parameter gelombang tahun 2021 .....	65
Table 19. Persentasi kejadian tinggi dan periode gelombang berdasarkan arah datangnya di lokasi studi .....	66
Table 20. Tinggi dan kedalaman gelombang pecah di lokasi penelitian .....	71

Table 21. Tabel data pasang surut 29 hari interval 1 jam.....	74
Table 22. Data hasil perhitungan grafik pasang surut pantai Tamasaja.....	77
Table 23. Penyusunan hasil perhitungan $X_1, X_2, X_3, X_4$ , dan $Y_4$ dari skema 2....	92
Table 24. Penyusunan hasil perhitungan harga $X$ dan $Y$ index ke satu dari skema3.....	93
Table 25. Bilangan pengali untuk pantai: interval 29 bulan (29 hari).....	94
Table 26. Penyusunan hasil perhitungan bobaran $X$ dan $Y$ skema 5 dan 6.....	95
Table 27. Konstanta pasang surut pantai Tamasaja.....	95
Table 28. Sampel 1 sedimen longshore.....	99
Table 29. Sampel sedimen li longshore.....	100
Table 30. Berat jenis sedimen laut (Sampel 1).....	101
Table 31. Pembagian jenis tanah berdasarkan berat jenis.....	101
Table 32. Berat jenis sedimen laut (Sampel 2).....	102
Table 33. Pembagian berat jenis tanah berdasarkan berat jenis.....	102
Table 34. Jenis sedimen pantai Tamasaja.....	103



## BAB I PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Indonesia menduduki peringkat garis pantai terpanjang ke empat di dunia dengan panjang mencapai lebih dari 95.181 km. Indonesia memiliki pulau sebanyak kurang lebih 17.480 pulau (Hermanto, 1986). Dengan demikian keadaaan Indonesia masih memiliki kelimpahan sumber daya pesisir yang harus dilestarikan jika kelestarian pesisir terganggu, maka akan menyebabkan bencana alam salah satu bencana pesisir yang saat ini sedang dialami oleh hampir seluruh pantai di Indonesia.

Pada kawasan pantai Tamasaju terletak pada Desa Tamasaju, Kecamatan Galesong Utara Kabupaten Takalar. Luas wilayah Kecamatan Galesong Utara sekitar 15,11 Km<sup>2</sup> atau sebesar 1,67% dari luas total Kabupaten Takalar. Dimana wilayah ini merupakan wilayah pesisir karena berhadapan langsung dengan selat Makassar.

Di pantai Tamasaju Kecamatan Galesong utara abrasi menjadi masalah utama yang terjadi di sepanjang pantai dengan ombak yang kuat yang mengancam ekosistem tanaman dan bangunan yang ada disekitar pantai Tamasaju. Abrasi merupakan suatu peristiwa mundurnya garis pantai pada wilayah pesisir pantai yang rentan pada aktivitas yang terjadi di darat maupun di laut. Pengikisan yang terjadi pada daratan wilayah pantai menyebabkan angkutan sedimen berpindah dari

tempat asalnya dan menyusuri arah gelombang datang, sehingga mempengaruhi perubahan garis pantai.

Abrasi adalah proses pengikisan pantai oleh tenaga gelombang laut dari arus laut yang bersifat merusak. Dan akresi merupakan perubahan garis pantai yang menuju laut lepas karena adanya proses sedimentasi dari daratan atau sungai menuju arah laut.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka kami akan melakukan suatu penelitian untuk mencoba mengatasi permasalahan tersebut dengan melakukan penelitian di pantai Tamasaju Kec. Galesong Utara. Dari Selanjutnya kami tuangkan dalam sebuah karya tulis ilmiah sebagai tugas akhir dengan judul **"STUDI PERUBAHAN GARIS PANTAI MENGGUNAKAN APLIKASI MATLAB DAN ARCGIS PADA PANTAI TAMASAJU KEC. GALESONG UTARA"**

#### **B. Rumusan Masalah**

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

1. Bagaimana cara mengetahui aplikasi MATLAB untuk memperoleh perubahan garis pantai
2. Berapa luasan perubahan garis pantai yang terjadi abrasi dan akresi dengan menggunakan ArcGIS

#### **C. Tujuan Penelitian**

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

1. Mengetahui perubahan garis pantai Tamasaju dengan aplikasi MATLAB
2. Mengetahui luasan perubahan garis pantai yang terjadi abrasi dan akresi dengan menggunakan ArcGIS.

#### D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari hasil penelitian "Studi perubahan garis pantai menggunakan aplikasi MATLAB dan ArcGIS di pantai Tamasaju Kec Galesong Utara" adalah

1. Mengetahui masalah yang akan terjadi mengenai proses abrasi dan akresi garis pantai.
2. Mengetahui luasan perubahan garis pantai yang terjadi pada pantai Tamasaju.

#### E. Batasan Penelitian

Dalam memberikan penjelasan dari permasalahan guna memudahkan dalam menganalisa, maka terdapat batasan masalah yang diberikan pada penelitian tugas akhir ini mengenai Studi Perubahan Garis Pantai Menggunakan ArcGIS, terdiri dari :

1. Penelitian ini berfokus pada perubahan garis pantai dengan menggunakan data-data dari data primer maupun data sekunder.
2. Parameter fisik yang tidak terukur diasumsikan berdasarkan literatur yang ada.
3. Penelitian ini menggunakan aplikasi MATLAB dan aplikasi ArcGIS untuk mengetahui perubahan Garis pantai dan mengetahui luasan yang terjadi abrasi dan akresi.
4. Panjang garis pantai yang akan dilakukan sebagai lokasi penelitian berjarak sekitar 1000 meter.



## F. Sistematika Penulisan

Susunan dari beberapa sistematika dalam proposal ini dapat diuraikan sebagai berikut :

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

**Bab II KAJIAN PUSTAKA :** Dalam bab ini, memberikan teori dan gambaran atau menguraikan literature yang berhubungan dengan permasalahan atau pembahasan. Dan menguraikan tentang teori yang berkaitan dengan penelitian agar dapat membatasi gambaran dan menganalisa masalah.

**Bab III METODE PENELITIAN :** Dalam bab ini, menguraikan lingkup penelitian, Metode penelitian yang terdiri atas waktu, dan tempat penelitian, alat dan bahan, tahapan atau prosedur penelitian, dan bagan alir penelitian.

**Bab IV HASIL DAN PEMBAHASAN :** Dalam bab ini, menguraikan tentang hasil dan pembahasan yang diperoleh dari proses penelitian tentang perubahan garis pantai dikawasan pantai Tamasaji Kec. Galesong Utara.

**Bab V PENUTUP :** Dalam bab ini, menguraikan tentang kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan, dan saran – saran dari hasil penelitian.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Garis Pantai

Perubahan garis pantai lebih disebabkan oleh erosi pantai dan efek dari hempasan gelombang ke bibir pantai. Pengertian erosi adalah proses pengikisan padatan (sedimen liat, batuan dan partikel lainnya) yang berada di garis pantai yang terjadi karena adanya transportasi gelombang laut. Gelombang laut yang menjadikan abrasi pada garis pantai biasanya gelombang Tsunami. Akan tetapi, tidak semua hempasan gelombang yang menuju garis pantai dapat menyebabkan erosi dan abrasi, namun akan terjadi juga yang ditimbulkannya sedimentasi. Sedimentasi merupakan proses terjadinya pengendapan material di pantai yang disebabkan oleh hantaran gelombang dan arus laut. Proses akan terjadinya sedimentasi biasanya terjadi akibat adanya pengharubut yang tegal lurus terhadap garis pantai.

Kombinasi hempasan gelombang dan arus pada bibir pantai mempengaruhi pergerakan sedimen yang mengubah posisi garis pantai. Pada proses jangka Panjang akan terjadi perubahan morfologi pantai, karena terjadinya pergerakan dan perpindahan material oleh gelombang dan arus pada daerah pantai. Pasokan material pasir yang berada disepanjang pantai berpotensi lebih, seimbang, untuk daerah tertentu jika jumlah pasir yang berpindah dari lokasi tersebut sama dengan jumlah pasir yang akan datang.

Dalam konsep perhitungan perubahan garis pantai bahwa pantai akan mempertahankan bentuk rata-rata yang menjadi ciri khas tertentu, bagian dari perubahan garis pantai yang ekstrim disebabkan oleh badai. Sebagai contoh, garis lengkung pantai akan tetap landai dalam jangka Panjang, pantai curam tetap akan curam dalam jangka Panjang. Terjadinya perubahan musim gelombang yang menyebabkan posisi dari garis pantai berpindah ke arah pantai dan ke arah laut selalu dalam satu siklus, dengan perubahan kelaidan dan keturidan rata-rata dari profil, penyimpangan rata-rata kemiringan profil, penyimpangan rata-rata kemiringan profil pantai yang aktif relative kecil

## B. Faktor Hidroseonografi

Garis pantai ialah bisa berubah ubah dengan sangat cepat maupun lambat tergantung pada topografi lain, batuan, interaksi gelombang, pasang surut, dan angin di lokasi tersebut. Faktor yang mempengaruhi berubahnya kedudukan garis pantai adalah factor hidroseonografi. Hidroseonografi berperan dalam pengukuran parameter oseonografi yang ada di lingkungan laut. Faktor tersebut dapat berpengaruh pada dinamika yang terjadi di pesisir. Adapun parameter yang diukur seperti gelombang, arus, dan pasang surut. Berikut ada beberapa penjelasan parameter-parameter yang digunakan sebagai berikut :

### 1. Gelombang

Gelombang merupakan Gerakan berombak di permukaan air laut yang dihasilkan oleh angin yang bergerak dipermukaan air laut tersebut. Gelombang dilaut dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, tergantung pada gaya pembangkitnya. Diantara gelombang angin yang dibangkitkan oleh tiupan angin di



permukaan laut, gelombang pasang surut yang dibangkitkan akibat dari gaya tarik benda benda langit, gelombang tsunami yang dibangkitkan oleh gempa dan letusan gunung merapi. Dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Sketsa Gelombang laut bangkitan angin  
(<http://www.nemafid.com/indonesia/forever.com/2011/11/gelombang/>)

Pada umumnya bentuk gelombang di laut merupakan sangat kompleks dan sangat sulit digambarkan secara matematis karena ketidaklinieran, tiga dimensi dan mempunyai bentuk yang acak (suatu deret gelombang mempunyai tinggi dan periode berbeda). Gelombang adalah salah satu faktor utama dalam penentuan geometri dan komposisi pantai. Gelombang juga sangat salah satu penentu proses perencanaan dan desain pembangunan pelabuhan.

## 2. Gelombang pecah

Gelombang pecah merupakan gelombang yang bergerak merambat menuju garis pantai dan mengalami perubahan ketinggian gelombang yang merupakan akibat dari proses peridangkalan.

Pada suatu kemiringan pantai saat terjadinya gelombang pecah, umumnya dibagi atas tiga klasifikasi yaitu :

#### a) *Spilling*

*Spilling* adalah bentuk pecah suatu gelombang dengan bentuk muka gelombang sudah pecah sebelum mencapai garis pantai. *Spilling* biasanya terjadi apabila gelombang dengan kemiringan kecil menuju ke pantai yang datar (kemiringan kecil). Gelombang mulai pecah pada jarak yang cukup jauh dari pantai dan pecahnya terjadi berangsur-angsur. Buih terjadi pada puncak gelombang selama mengalami pecah dan meninggalkan suatu lapisan tipis buih pada jarak yang cukup panjang.

#### b) *Plunging*

*Plunging* terjadi karena seluruh puncak gelombang melewati kecepatan gelombang. Gelombang pecah dalam bentuk *plunging* tersebut, umumnya gelombang gelombang Panjang (*swell*). Apabila kemiringan gelombang dan dasar bertambah, gelombang akan pecah dan puncak gelombang akan memutar dengan massa air pada puncak gelombang akan memutar dengan massa air pada puncak gelombang akan memutar dengan massa air pada puncak gelombang akan terjun ke depan. Energi gelombang pecah dibebaskan dalam turbulensi, sebagian kecil dipantulkan pantai ke laut, dan tidak banyak gelombang baru terjadi pada air yang lebih dangkal.

#### c) *Surging*

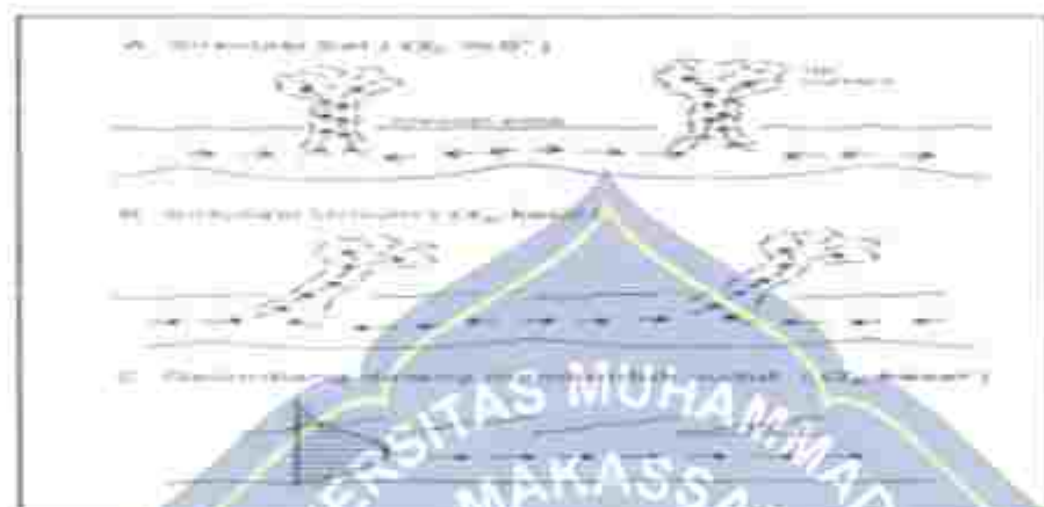
*Surging* merupakan gelombang yang belum pecah saat mendekati garis pantai serta sempat mendaki kaki pantai. *Surging* terjadi pada pantai dengan kemiringan yang sangat besar seperti yang terjadi pada pantai berkarang. Daerah gelombang pecah sangat sempit, dan sebagian besar energi di pantulkan kembali ke

laut dalam. Gelombang pecah tipe *surgings* ini mirip dengan *plungings*, tetapi sebelum puncaknya terjun, dasar gelombang sudut pecah.

Gelombang pecah juga dipengaruhi oleh arah dan kecepatan angin local. Angin yang menuju kearah pantai akan menyebabkan gelombang memisah pada saat kedalaman yang lebih besar dan membentuk *spilling*. Demikian sebaliknya untuk angin yang menuju ke arah dalam pada saat berada pada kedalaman yang lebih kecil dan membentuk *surgings*.

### 3. Sudut Datang Gelombang

Sudut datang gelombang merupakan arah datangnya gelombang yang membentuk sudut terhadap garis pantai. Sudut datang gelombang pecah dilambangkan  $\alpha_0$ . Apabila garis puncak gelombang sejajar dengan garis pantai, maka akan terjadi arus yang dominan di pantai yang berupa sirkulasi sej dengan *rip current* yang menuju ke laut. Kejadian ekstrim lainnya terjadi apabila gelombang pecah dengan membentuk sudut terhadap garis pantai ( $\alpha_0 > 5^\circ$ ), yang akan menimbulkan arus sejajar pantai di sepanjang garis pantai. Sedangkan yang biasanya terjadi adalah kombinasi dari dua kondisi tersebut. Dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Siklus Perairan Pantai (Triatmodjo, 1999)

#### 4. Transformasi Gelombang Dari Laut Lepas Menuju Pantai

Apabila suatu deretan gelombang bergerak menuju pantai, gelombang tersebut akan mengalami perubahan bentuk yang disebabkan oleh proses refraksi, pendangkalan gelombang, difraksi, refleksi, dan gelombang pecah (Triatmodjo, 1999).

##### a) Refraksi dan Pendangkalan Gelombang

Refraksi dan pendangkalan gelombang akan dapat menentukan tinggi gelombang disuatu tempat berdasarkan karakteristik gelombang datang. Refraksi mempunyai pengaruh yang cukup besar terhadap tinggi dan arah gelombang serta distribusi energi gelombang di sepanjang pantai. Perubahan arah gelombang karena refraksi tersebut menghasilkan konvergensi (penguncupan) atau divergensi (penyebaran) energi gelombang dan mempengaruhi energi gelombang yang terjadi disuatu tempat di daerah pantai.



Refraksi gelombang adalah peristiwa perubahan arah gelombang yang bergerak ke arah pantai dari kedalaman air yang dangkal. Karena adanya perubahan kedalaman air, peristiwa refraksi gelombang diakibatkan oleh perbedaan kecepatan gelombang yang biasanya disertai juga dengan perubahan Panjang gelombang yang mengecil. Gelombang yang menjalar dari laut dalam menuju pantai akan mengalami perubahan bentuk. Didalam laut bentuk gelombangnya adalah sinusoidal. Di laut transisi dan dangkal, puncak gelombang menjadi semakin tinggi sementara lembah gelombang menjadi semakin landai. Pada suatu kedalaman tertentu puncak gelombang sedemikian tajam sehingga tidak stabil dan pecah. Setelah pecah gelombang terus menjalar ke pantai, dan semakin dekat dengan pantai tinggi gelombang semakin berkurang. Selain mempengaruhi arah gelombang, refraksi juga sangat berpengaruh terhadap tinggi gelombang dan distribusi energi gelombang di sepanjang pantai.

Pola refraksi gelombang pada berbagai bentuk kontur kedalaman perairan dan garis pantai memperlihatkan bahwa pada garis pantai yang lurus dengan kontur kedalaman yang sejajar terhadap garis pantai, maka arah gelombang akan tegak lurus terhadap kontur kedalaman. Pantai mempunyai tonjolan dengan kontur kedalaman yang lebih dekat, maka arah gelombang akan berbentuk konvergen. Pantai ini adalah daerah abrasi karena terjadi pemusatan energi. Pantai yang mempunyai lekukan dengan kontur kedalaman yang lebih jauh, maka arah gelombang berbentuk divergen. Pantai ini adalah daerah akresi karena terjadi penyebaran energi gelombang. Pantai lurus yang mempunyai kontur kedalaman cekung. Dapat dilihat pada gambar 3 dibawah ini.



**Gambar 3.** Refraksi gelombang dengan berbagai tipe bentuk kontur garis pantai. (CERC, 1984)

#### b) Difraksi Gelombang

Difraksi terjadi apabila energi gelombang di suatu titik pada garis puncak gelombang lebih besar daripada titik di dekatnya, yang menyebabkan energi sepanjang puncak gelombang ke arah tinggi gelombang yang lebih kecil. Difraksi gelombang akan terjadi apabila gelombang yang datang terhambat oleh suatu penghalang, dapat berupa bangunan pemecah gelombang maupun pulau-pulau kecil yang ada sekitarnya. Akibat dari terhalangnya gelombang datang akan membelok di sekitar ujung rintangan / penghalang dan masuk ke daerah terlindung yang ada di belakangnya. Besar kecilnya gelombang di pantulkan tergantung pada bentuk dan jenis rintangan. Dalam hal ini, akan terjadi transfer energi dalam arah tegak lurus ke daerah terlindung. Suatu Gelombang akan menghentak Gerakan maju melintasi permukaan air sehingga terjadi gerakan kecil kearah depan dari massa air itu sendiri. Semua fenomena yang dialami gelombang pada hakekatnya berhubungan erat dengan topografi dasar laut. Dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Difraksi Gelombang di Balokang Rintangan. (Timan, dju, 1999)

Pada rintangan (pemisah gelombang) tunggal, tinggi gelombang di suatu tempat di daerah terlindung tergantung pada jarak titik tersebut terhadap ujung rintangan, sudut antara rintangan dan garis yang menghubungkan titik tersebut dengan ujung rintangan  $\beta$  dan sudut antara arah penjalanan gelombang dan rintangan  $\alpha$ .

#### e) Refleksi Gelombang

Gelombang datang yang mengenai / menbentur suatu rintangan akan dipantulkan sebagian atau seluruhnya. Tinjauan refleksi gelombang penting di dalam perencanaan bangunan pantai. Pada bangunan vertikal, halus, dan dinding tidak permeable, gelombang akan dipantulkan seluruhnya.

Besar kemampuan suatu bangunan memantulkan gelombang diberikan oleh koefisien refleksi, yaitu perbandingan antara tinggi gelombang refleksi  $H_r$  dan tinggi gelombang datang  $H_i$ , seperti yang dilihat pada tabel 1 berikut



**Tabel 1.** Koefisien Refleksi

Tipe Bangunan	K
Dinding vertikal dengan puncak di atas air	0,7-1,0
Dinding vertikal dengan puncak terendam	0,5-0,7
Tatapukan batu sisi miring	0,3-0,6
Tatapukan blok beton	0,3-0,6
Bangunan vertikal (dengan puncak di atas gelombang)	0,08-0,2

(Triatmodjo, 1999)

## d) Arus di Dekat Pantai

Di daerah lepas pantai (*offshore zone*) gelombang menimbulkan gerak orbit partikel air, gerak orbit partikel air tidak tertutup sehingga menimbulkan transport masa air. Gelombang yang bergerak menuju garis pantai akan membawa energi dan momentum dalam arah pergerakan gelombang tersebut. Transport tersebut dapat disertai dengan terangkutnya sedimen dasar dalam arah menuju pantai (*onshore*) dan meninggalkan pantai (*offshore*). Gelombang pecah menimbulkan arus dan turbulensi yang sangat besar yang dapat menggerakkan sedimen dasar gerak massa air tersebut disertai dengan terangkutnya sedimen. Arus yang terjadi di surf zone dan swash zone adalah yang paling penting di dalam analisis pantai, dimana sangat tergantung pada arah datang gelombang.

Untuk *onshore*, sudut angin didefinisikan relative terhadap garis pantai angin darat bertiup langsung dari laut menuju pantai, di sekitar arah yang sama gelombang bergerak. Angin lepas pantai bertiup dari pantai ke laut, ke arah yang berlawanan dari gelombang yang masuk. (Gelombang sering berasal dari ratusan mil jumlahnya dimana angin bertiup ke arah yang berbeda. Itu sebabnya pada saat



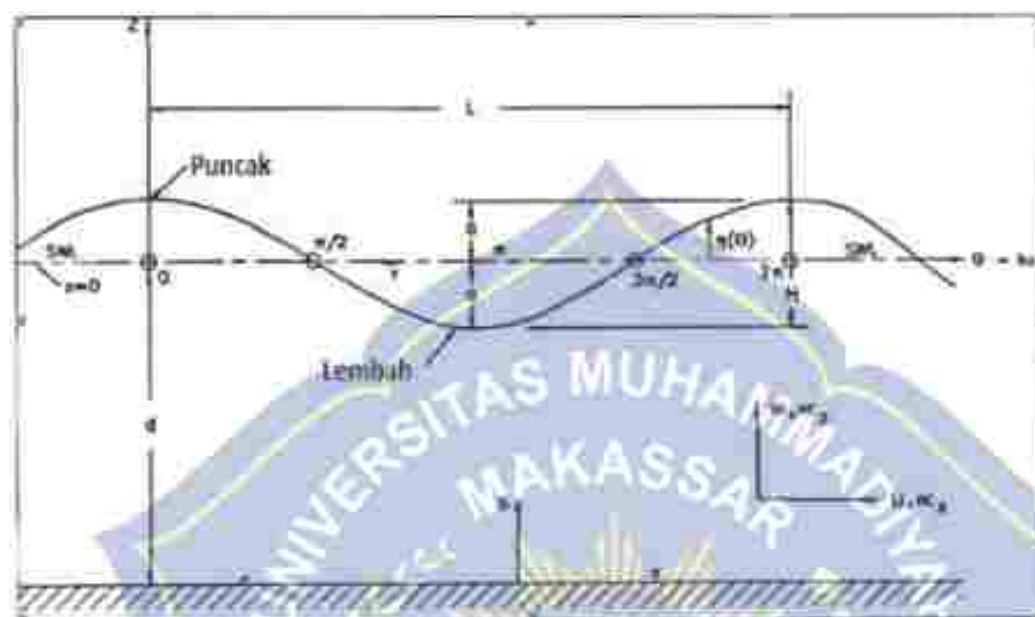
terjadi gelombang angin di pantai bertiup ke arah lepas pantai). Angin yang bertiup dari kanan atau kiri sisi pantai sejajar dengan pantai.

Sedangkan untuk *offshore*, pada saat cuaca terang zona lepas pantai terletak di bawah dasar gelombang dan tidak terpengaruh oleh gelombang dan tidak terpengaruh oleh gelombang normal. Zona lepas pantai biasanya hanya menerima sedimen halus yang mengendap, dan sebaliknya (namun dapat menerima sedimen berbutir kasar selama badai, ketika basis gelombang diturunkan).

Triatmodjo (1992) menyebutkan Arus pasang terjadi pada waktu pasang dan arus surut terjadi pada saat periode air surut. Titik balik (*slack*) merupakan saat dimana arus berbalik antara arus pasang dan arus surut. Titik balik ini bisa terjadi pada saat muka air tertinggi dan muka air terendah. Pada saat tersebut kecepatan arus adalah nol. Arus sepanjang pantai dapat juga dibentuk oleh pasang surut permukaan laut.

### 5. Gelombang Pecah

Profil gelombang merupakan sinusoidal di lam tenang, semakin menuju ke perairan yang lebih dangkal puncak gelombang makin tajam dan lembah gelombang semakin datar. Selain itu, kecepatan dan Panjang gelombang berkurang secara berangsur-angsur sementara tinggi gelombang bertambah. Gelombang menjadi tidak stabil (pecah) jika terlampaui curam atau tinggi gelombang mencapai batas tertentu. Tinggi maksimum gelombang di laut lepas terbatas pada kecuraman gelombang maksimum untuk bentuk gelombang yang relatif stabil. Gelombang yang mencapai *limited steepnes* akan mulai pecah yang mengakibatkan sebagian energinya hilang.



Gambar 5. Profil gelombang sinusoidal di laut lepas, (CERC, 1984)

Ada tiga tipe gelombang pada saat pecah : *spilling breaker*, *plunging breaker*, dan *surging breaker*. Tipe pecah diklasifikasikan berdasarkan nilai dari proses disipasi energi.

*Spilling* terjadi apabila gelombang dengan kemiringan yang kecil menuju ke pantai yang datar, gelombang mulai pecah pada jarak yang cukup jauh dari pantai dan pecahnya berangsur-angsur. *Plunging* terjadi apabila kemiringan gelombang dan dasar laut bertambah, gelombang akan pecah dan puncak gelombang akan memutar dengan masa air pada puncak gelombang akan memutar dengan masa air pada puncak gelombang akan terjun ke depan. *Surging* terjadi pada pantai dengan kemiringan yang cukup besar seperti yang terjadi pada pantai berkarang, daerah gelombang pecah sangat sempit dan energi dipantulkan kembali ke laut dalam. Gelombang tipe ini memiliki daya hantam yang besar terhadap dasar perairan. Dapat dilihat pada gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6. Tipe gelombang pada saat pecah. (Shibayama, 2009)

Gelombang pecah dipengaruhi oleh kemiringan gelombang yaitu, perbandingan antara tinggi gelombang dan kedalaman air. Untuk perairan dangkal formula gelombang pecah dapat ditulis

$$\frac{H_b}{d}$$

Keterangan :

$H_b$  = tinggi gelombang pecah (m)

$d$  = kedalaman air pada saat gelombang pecah (m)

Penulis	Sifat Shoaling	Keterangan Pecah
Collins (1970)	Lamier	$\frac{H_b}{H_d} = 0.76\beta^{\frac{1}{4}} \left(\frac{H_d}{L_d}\right)^{-\frac{1}{4}}$
Battjes (1972)	Lamier	$H_b = \frac{0.80}{k} \tanh\left(\frac{\gamma}{0.08} kd\right)$
Kuo dan Kuo (1974)	Lamier	$H_b = 0.63 h$
Goda (1975)	Nonlamier	$\frac{H_b}{H_d} = A \frac{L_d}{\beta} \left[ 1 - \exp\left\{-1.5 \frac{k}{H_d} \frac{H_d}{L_d}\right\} + K \tanh\left(\frac{\gamma}{0.08} kd\right)\right]$ (1)

(Thornton dan Guza, 1983)

Gelombang yang pecah dengan membentuk sudut terhadap garis pantai dapat menyebabkan arus menyusur pantai (*longshore current*). Arus menyusur pantai terjadi di daerah antara gelombang pecah dan garis pantai.

## 6. Transport Sedimen Pantai

Transport sedimen pantai merupakan gerakan sedimen di daerah pantai yang disebabkan oleh gelombang dan arus yang dibangkitkannya. Transport sedimen pantai dapat diklasifikasikan menjadi transport menuju dan meninggalkan pantai (*onshore-offshore transport*) dan transport sepanjang pantai (*longshore transport*). Transport menuju dan meninggalkan pantai mempunyai arah rata-rata sejajar pantai (Triatmodjo, 1999).

Transport sedimen sepanjang pantai terdiri dari dua komponen utama, ialah transport sedimen dalam arah mata gergaji di garis pantai dan transport sepanjang pantai di surf zone. Pada waktu gelombang menuju ke pantai dengan membentuk sudut terhadap garis pantai maka gelombang tersebut akan naik ke pantai (*uprush*) yang juga membentuk sudut. Massa air yang naik tersebut kemudian turun lagi

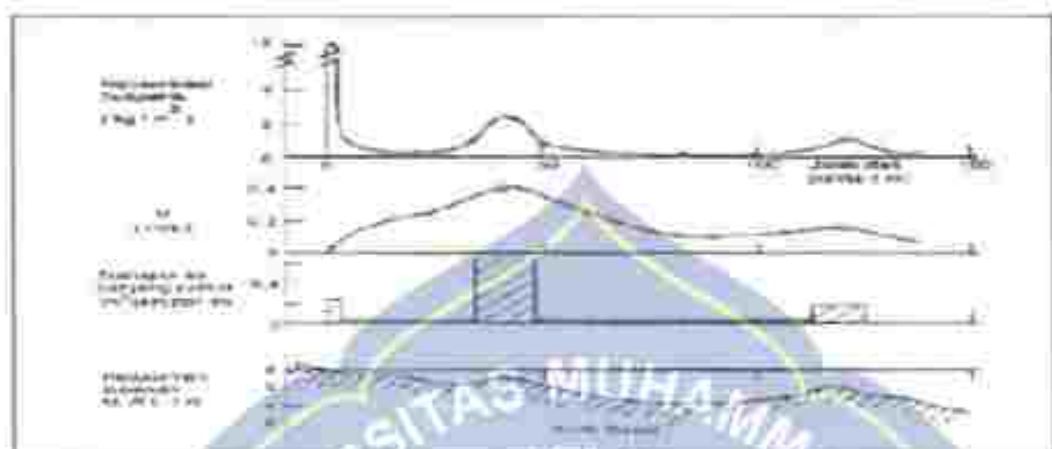


dalam arah tegak lurus pantai. Gerak air tersebut membentuk lintasan seperti mata gergaji, yang disertai dengan terangkutnya sedimen dalam arah sepanjang pantai. Komponen kedua adalah transpor sedimen yang ditimbulkan oleh arus sepanjang pantai yang dibangkitkan oleh gelombang pecah. Transpor sedimen ini terjadi di surf zone (Triatmodjo, 1999). Dapat dilihat pada gambar 7 dibawah ini.



Gambar 7. Transpor sedimen sepanjang pantai. (Triatmodjo, 1999)

Zenkovitch (dalam Triatmodjo, 1999) melakukan pengukuran transpor sedimen sepanjang pantai. Hasil pengukurannya Terlihat dua puncak terkonsentrasi sedimen suspensi yang ditimbulkan oleh gelombang pecah di sekitar lokasi gelombang pecah dan di garis pantai. Konsentrasi tinggi di dekat garis pantai disebabkan oleh air berbentuk gergaji seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Zenkovitch juga mengukur laju transpor sedimen sepanjang pantai. Tinggi histogram diperoleh dengan membagi laju transpor total tiap blok dengan lebar blok tegak lurus garis pantai. Di daerah gelombang pecah sebagian besar terjadi dalam suspensi sedang di luar gelombang pecah sebagai bedload (Triatmodjo, 1999). Dapat dilihat pada gambar 8 dibawah ini.



Gambar 8. Konsentrasi sedimen, arus, dan transport sepanjang pantai.  
(Triatmodjo)

## 7. Penentuan garis pangkal biasa (normal baseline)

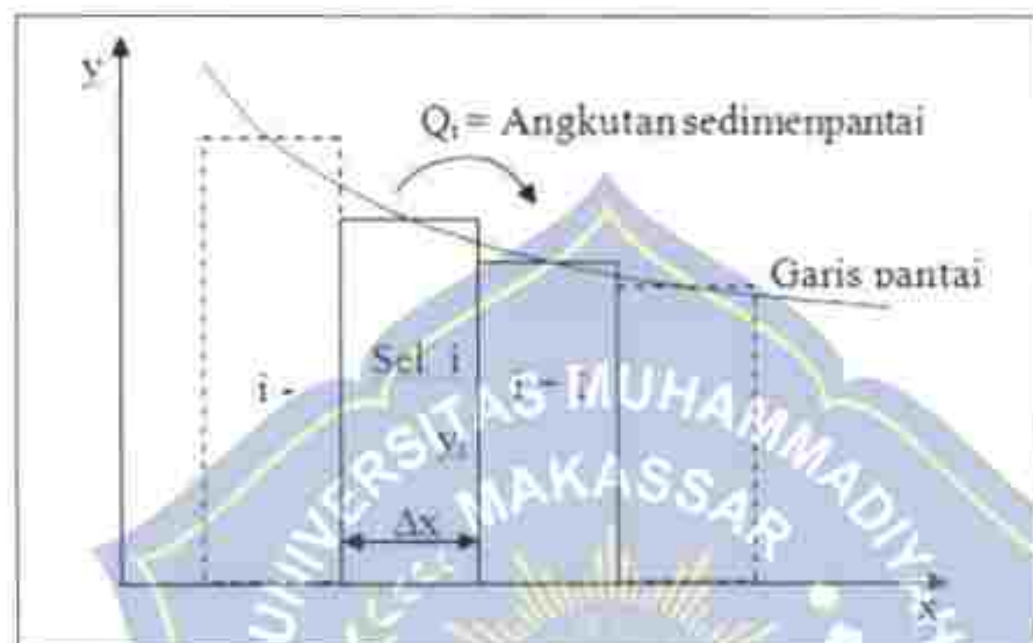
Kelentuan (UNCLOS, 1982) tentang penentuan garis pangkal mengemukakan bahwa fungsi dari garis pangkal sangat diperfokus, untuk menetapkan batas antara suatu garis pantai yang diukur dari zona terluar dapat diukur, sehingga keberadaan titik dimana garis pangkal ini diukur akan menjadi mutlak keberadaannya bagi setiap negara pantai. Negara pantai dapat menetapkan garis pangkal secara bergantian dengan menggunakan cara penarikan manapun yang telah diatur dalam pasal-pasal mengenai pengukuran garis pangkal.

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 besar yang secara resmi diakui oleh negara pantai tersebut.

### C. Model Perubahan Garis Pantai

Perubahan garis pantai dapat diprediksi dengan membuat model matematik yang didasarkan pada imbuangan sedimen pantai pada daerah pantai yang ditinjau. Sebab itu, Perubahan profil pantai sangat dipengaruhi oleh angkutan sedimen tegak lurus pantai. Gelombang badai yang terjadi dalam waktu singkat dapat menyebabkan terjadinya erosi pantai. Selanjutnya gelombang biasa yang terjadi sehari – hari akan membentuk kembali pantai yang sebelumnya tererosi. Dengan demikian dalam satu siklus yang tidak terlalu lama profil pantai kembali pada bentuk semula, dengan kata lain dalam satu siklus tersebut pantai dalam kondisi stabil. Sebaliknya, akibat pengaruh transport sedimen sepanjang pantai, sedimen dapat terangkut sampai jauh dan menyebabkan perubahan garis pantai. Era untuk mengembalikan perubahan garis pantai pada kondisi semula diperlukan waktu cukup lama. Bahkan apabila gelombang dari satu arah lebih dominan daripada gelombang dari arah yang lain, sulit untuk mengembalikan garis pantai pada kondisi semula. Dari uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa transport sedimen sepanjang pantai merupakan penyebab utama terjadinya perubahan garis pantai. Dengan alasan tersebut maka dalam model perubahan garis pantai ini hanya diperhitungkan transport sedimen sepanjang pantai (Triatmodjo, 1999).

Model perubahan garis pantai didasarkan pada persamaan kontinuitas sedimen. Untuk itu pantai dibagi menjadi sejumlah sel (ruas). Pada setiap sel ditinjau angkutan sedimen yang masuk dan keluar. Dapat dilihat pada gambar 9 dan gambar 10 dibawah ini.



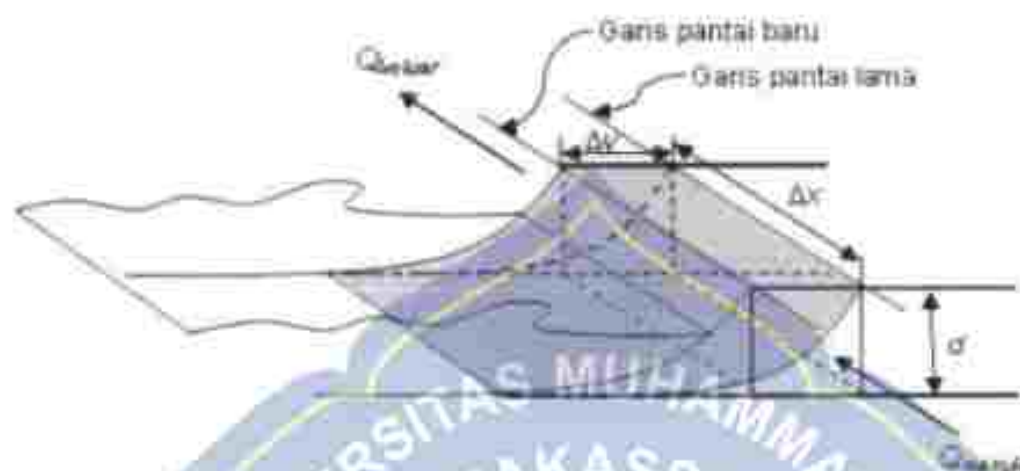
Gambar 9. Pembagian garis pantai menjadi sel-sel. (Horikawa, 1988)



Gambar 10. Angkutan Sedimen yang masuk dan keluar, ( Horikawa, 1988)

Sesuai dengan hukum kekekalan massa, maka laju angkutan sedimen bersih di dalam sel adalah sebanding dengan perubahan massa di dalam sel setiap satuan waktu. Angkutan sedimen yang masuk dan keluar sel dan perubahan volume, Dapat dilihat pada gambar 11 dibawah ini.





Gambar 11. Sedimentasi masam dan sedimentasi yang kaku. (Horikawa, 1988)

#### D. Program Aplikasi MATLAB

Aplikasi MATLAB merupakan aplikasi yang berperan dalam membantu soal-soal yang sifatnya sistematis. Software ini sangat mirip dengan matlab, karena memiliki beberapa program dalam menjalankan komputasi numerik dan memvisualkan data. MATLAB sendiri merupakan aplikasi freeware / open source yang bisa didapatkan oleh setiap orang.

Menurut Sobiruddin (2015), MATLAB adalah sebuah software atau aplikasi yang bebas biaya yang bebas biaya atau gratis untuk digunakan. MATLAB sendiri adalah software yang hampir mirip dengan Matlab. Sedangkan menurut Arfianti, (2018) mengemukakan bahwa ada beberapa kegunaan dari software MATLAB, diantaranya yaitu :

- A. Pada bidang matematika dan terapan, yaitu digunakan untuk melakukan pengenalan komputansi matematika kepada mahasiswa sebagai media pembelajaran berbagai operasi matematika dan analisis data yang sering ditemukan pada bidang teknik dan sains.

- B. Menvisualisasikan gambar dalam 2D dan 3D, yaitu berfungsi untuk memvisualisasikan data dalam bentuk berbagai jenis plot dan grafik (2D dan 3D).
- C. Kegunaan untuk optimasi, yaitu membuat algoritma untuk memecahkan masalah optimasi kontinu dan diskrit tanpa kendala dan tidak terbatas.
- D. Kegunaan dalam bidang sains, yaitu sebagai alat untuk analisis data dan pemodelan.

Dengan aplikasi MATLAB untuk Analisa perubahan dan pergerakan garis pantai dapat divisualisasikan sehingga hasil akhirnya akan terlampir data pergerakan garis pantai serta gambar yang berisikan garis pantai pada awal dan pergerakan garis pantai sesuai durasi waktu dan kondisi gelombang. Dapat dilihat pada gambar 12 dibawah ini.



Gambar 12. Aplikasi MATLAB, (*Mathworks.com*)

## E. Program aplikasi ArcGIS



Gambar 13. Aplikasi ArcGIS, (Lantasbumi.com)

ArcGIS adalah paket perangkat lunak yang terdiri dari produk perangkat lunak sistem informasi geografis (SIG) yang diproduksi oleh Esri.

ArcGIS meliputi beberapa perangkat lunak berbasis Windows, antara lain:

- a). ArcReader, yang memungkinkan pengguna menampilkan peta yang dibuat menggunakan produk ArcGIS lainnya.
- b). ArcGIS Desktop; Memiliki tiga tingkat lisensi:
  - o ArcView, yang memungkinkan pengguna menampilkan data spasial, membuat peta berlapis, serta melakukan analisis spasial dasar
  - o ArcEditor, memiliki kemampuan sebagaimana ArcView dengan tambahan peralatan untuk memanipulasi berkas shapefile dan geodatabase.
  - o ArcInfo, memiliki kemampuan sebagaimana ArcEditor dengan tambahan fungsi manipulasi data, penyuntingan, dan analisis.

c). ArcGIS Desktop adalah kumpulan software (suite) yang terdiri dari beberapa software tersendiri yaitu :

1) ArcMap

ArcMap merupakan software paling utama di dalam ArcGIS karena hampir semua tahapan GIS seperti input, analisis dan output data spasial dapat dilakukan pada ArcMap.

2) ArcCatalog

ArcCatalog merupakan pengelolaan spasial meliputi input, konversi, dan analisis data. ArcCatalog dapat dianalogikan sebagai file explorer (windows explorer) pada OS windows. ArcCatalog dapat juga digunakan untuk menambahkan data ke dalam ArcMap dengan cara *drag and drop* dari ArcCatalog.

3) ArcScene

ArcScene berfungsi untuk visualisasi 3D, yaitu menampilkan tampilan yang perspektif, bernavigasi dan bertieraksi dengan data fitur 3D dan raster. Software ini biasa digunakan untuk cakupan lokal atau tidak terlalu luas, misalnya untuk visualisasi sebuah kota kecil, kawasan hutan, bendungan, dan sebagainya.

4) ArcGlobe

ArcGlobe merupakan bagian dari ArcGIS Desktop yang ditunjukkan untuk eksplorasi data spasial secara virtual dengan ukuran dan cakupan data yang besar.



### 5) ArcReader

Arc Reader ialah dapat digunakan untuk membagi project ArcMap dengan pihak lain. Pihak penerima project dapat membuka dan melakukan eksplorasi project tersebut. ArcReader memiliki beberapa fungsi untuk mengatur bagaimana data yang dibagikan dalam project dapat diakses. Data spasial yang turut dipaketkan dan disalin dapat dikunci sehingga pengguna tidak memiliki akses penuh terhadap data spasial yang ditung.

### d). Ada beberapa fungsi ArcGIS sebagai berikut:

- Menyajikan GIS yang relevan
- Pembuatan dan mengedit peta – peta
- Analisis spasial dengan ArcGIS
- Visualisasi dan sharing data

### F. Penelitian Sebelumnya tentang perubahan garis pantai

Beberapa penelitian tentang perubahan garis pantai dengan ArcGIS adalah sebagai berikut:

1. Agus S. Atmadiponeva, 2020. Dengan judul "Analisis Pergerakan Garis Pantai di Wilayah Pantai Barat Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan" dengan hasil penelitian yaitu dengan hasil analisis neraca abrasi / akresi di 19 sel, maka wilayah yang dominan mengalami akresi terjadi di sel 1 sepanjang 18,157 km dengan luas 433,674 ha, diikuti wilayah pada sel 7 dan 2 yang masing-masing dengan Panjang perubahan garis pantai 31,839 km dan 22,148 km dengan luas 308,683 ha dan 203,110 ha. Wilayah yang dominan mengalami abrasi yaitu terjadi di sel 3 sepanjang 3,550 km dengan luas 12,795 ha.

2. **Made Ardantia, 2018.** Dengan judul " Deteksi Perubahan Garis Pantai Kabupaten Karangasem" dengan hasil penelitian yaitu hasil deteksi menunjukkan rata-rata perubahan garis pantai yang terjadi di kabupaten Karangasem adalah sebesar 12.04 m, sedangkan rata-rata laju erosi pantai yang terjadi di kabupaten Karangasem adalah sebesar 1.72 m / tahun.

3. **Rizqi Irfan, 2012.** Dengan judul "Analisa korelasi perubahan garis pantai Kawasan pesisir kota Semarang terhadap perubahan garis pantai Kabupaten Demak" dengan hasil penelitian yaitu hasil Analisa korelasi akresi di pesisir kabupaten Demak dari tahun 1989 sampai tahun 2012, berdasarkan hasil perhitunganyang dilakukan secara manual dan menggunakan bantuan software didapatkan bahwa akresi di pesisir kota Semarang tidak berkorelasi dengan abrasi di pesisir kabupaten Demak dan abrasi di pesisir kota Semarang berkorelasi secara signifikan dengan akresi di pesisir kabupaten Demak, dengan angka korelasi 0,814.

4. **Andi Gita Prescila Rose, 2021.** Dengan judul "Analisa perubahan garis pantai dengan metode one-line model pantai Tamaseju Kecamatan Galesong utara Kabupaten Takalar". Dengan hasil penelitian garis pantai yang berjarak sepanjang 600 meter bahwa terdapat daerah yang mengalami erosi (pengurangan sedimen) dan akresi (penambahan sedimen). Faktor yang menimbulkan adanya abrasi adalah gelombang laut yang terjadi dalam periode musim barat dan yang menyebabkan factor akresi adalah adanya suplai sedimen sebanyak 89,424 m<sup>3</sup>/tahun.

### BAB III

#### METODE PENELITIAN

##### A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian lapangan dilaksanakan pada Kawasan perairan pesisir pantai Tamasgu, Kecamatan Gracesong Utara, Kabupaten Takalar. Terletak antara  $5^{\circ}17'08''$  LS dan  $119^{\circ}22'22''$  BT. Jarak yang akan diteliti sekitar 1000 meter dengan waktu pelaksanaan selama 4-2 Bulan.



Gambar 14. Peta Lokasi Penelitian, (*mathworks.com*)

##### B. Jenis Penelitian dan Sumber Data

Jenis penelitian yang digunakan adalah Deskriptik Analitik, yaitu dengan cara mendeskripsikan atau memberi gambaran terhadap objek yang diteliti dengan melalui sampel yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa melakukan analisis dan membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum. Penelitian deskriptik analitik mengambil masalah dan memusatkan perhatian kepada masalah – masalah yang



terjadi pada saat penelitian yang dilaksanakan, hasil penelitian yang kemudian diolah dan dianalisis untuk diambil kesimpulan dari data tersebut. Penulis ini menggunakan metode deskriptif analitik karena metode ini dirasakan sangat cocok untuk mengetahui fenomena – fenomena alam yang saat ini sedang berlangsung. Pada penelitian ini akan menggunakan dua sumber data yaitu:

1. Data primer adalah data yang diperoleh dengan melakukan pengukuran langsung di lapangan. Data primer yang dibutuhkan adalah data pengukuran *baseline* dan data pengambilan sampel sedimen di lapangan.
2. Data sekunder adalah yaitu data yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) sebagai data pendukung dan pelengkap dari data primer. Data sekunder yang dibutuhkan ialah data kecepatan angin, data gelombang laut, dan data pasang surut.

### C. Bahan dan Alat

Ada tiga langkah untuk melakukan penelitian yaitu, pengambilan data lapangan, data analisa sampel sedimen di Laboratorium, dan pengolahan data. Berikut ialah bahan dan alat yang di gunakan selama penelitian berlangsung.

1. Alat dan Bahan Pengambilan data lapangan

**Tabel 2.** Alat pengambilan data lapangan

No.	Bahan	Fungsi
1	Roll Meter	Mengukur panjang garis pantai yang ingin diteliti
2	Handphone	Menentukan titik koordinat garis pantai



3	Bak ukur Buatan	Mengukur Pasang Surut
4	Patok kayu sebanyak 4 batang	Pemanda setiap sel berjarak 100 meter perpatok
5	Sedimen Trap buatan	Jelakan sedimen tempat masuknya sampel sedimen

Tabel 3. Bahan pengambilan data lapangan

No.	Bahan	Fungsi
1	Kantong Plastik	Menyimpan sampel sedimen
2	Kertas Label	Memberi label/ nama pada setiap sampel sedimen
3	Alat Tulis	Mewatit data data yang telah diperoleh dari lapangan

## 3. Alat dan bahan pengambilan data laboratorium

Tabel 4. Alat pengambilan data laboratorium

NO	Alat	Fungsi
1	Timbangan manual / digital	Menimbang berat dari sampel sedimen
2	Cawan	Wadah sampel sedimen yang akan di oven
3	Oven	Alat yang akan mengeringkan sampel sedimen
4	<i>Sieve Shaker</i>	Alat yang digunakan untuk memisahkan sedimen sesuai dengan ukuran diameter butiran sedimen
5	Pengayak / penyaring	Menyaring sampel sedimen sesuai dengan ukuran diameternya

**Tabel 5** Bahan pengambilan data laboratorium

No	Bahan	Fungsi
1	Sampel Sedimen	Bahan yang akan disaring dengan menggunakan sieve seaker
2	Kertas Label	Memberi label / nama pada setiap sampel sedimen
3	Alat Tulis	Mencatat data data yang telah diperoleh dan lapangan

#### D. Metode Pengambilan Data

Ada tiga langkah untuk melakukan penelitian dan bertahap – tahap selama kegiatan penelitian berlangsung. Tahap pertama yang dilakukan ialah penelitian dengan mengukur ketinggian secara langsung, hal ini dilakukan untuk mengambil data primer yaitu data topografi laut dan data pasang surut. Dari penelitian selanjutnya, penelitian yang dilakukan ialah ini dilakukan untuk penelitian di laboratorium hal ini dilakukan untuk mengambil data transport sedimen, dan penelitian terakhir yaitu pengolahan data baik data yang diperoleh lapangan maupun data yang diperoleh di laboratorium, data data ini akan diolah dan dimasukkan kedalam aplikasi MATLAB. Kemudian setelah menggunakan aplikasi MATLAB, data yang sudah diolah di aplikasi MATLAB di gambarkanlah letak peta topografi terhadap perubahan garis pantai menggunakan aplikasi ArcGIS di daerah pantai Tamasaju Kec. Galesong Utara.

##### a. Langkah – langkah Pengambilan data di Lapangan

###### 1) Tahap penentuan lokasi penelitian

Lokasi yang dipilih dalam perubahan garis pantai menggunakan ArcGIS ialah Pantai Tamasaju Kec. Galesong Utara. Setelah menentukan tempat lokasi survei, maka tahap selanjutnya adalah melakukan survei yang di lokasi tersebut. Tahapan yang dilakukan saat melakukan survei adalah sebagai berikut :

- a) Menentukan titik BM untuk pengawalan pengukuran
- b) Menentukan jarak bentang garis pantai, yang mana saat melakukan survei yang akan diteliti berjarak sekitar 1000 meter. Disampingnya 1000 meter jarak bentang garis pantai yang diteliti, ditentukan 10 grid dengan jaraknya masing – masing jaraknya 1000 meter.
- c) Melakukan survei di sepanjang garis pantai sampai menemukan titik garis pantai di 10 grid.

## 2) Tahap pengambilan Sampel sedimen

Pengambilan sampel sedimen dilakukan dengan menggunakan sedimen trap yang diletakkan di bibir pantai sesuai dengan titik lokasi yang telah ditentukan. Dan penelitian pengujian analisa saringan dan berat jenis dilaksanakan di laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

- a) Sedimen trap terbuat dari botol plastik yang ditancapkan pada bibir pantai, sedimen trap yang dipasang di tiap stasiun sebanyak 3 yaitu untuk menganalisa *longshore current* kanan, *longshore current* kiri, dan untuk *baseline* laut.
- b) Sedimen trap akan ditancapkan pada waktu tertentu setiap harinya selama satu minggu yaitu dari pukul 09.00 Wita – Pukul 17.00 Wita, setelah itu sampel sedimen yang berada di dalam sedimen trap di ambil.

- c) Kemudian dianalisa jenis tekstur dan ditimbang untuk mengetahui laju sedimentasinya di Laboratorium.

### 3) Tahap Pengambilan Data Pasang Surut

Pengambilan data pasang surut diambil dari Kantor Darlantasam VI AL, data pasang surut yang diambil adalah bulan Januari tahun 2022.

#### b. Langkah – langkah Penelitian di Laboratorium

##### 1) Tahap pengolahan sampel sedimen

- a) Sampel sedimen yang sudah diambil dari lokasi penelitian, kemudian dikeringkan terlebih dahulu selama 24 jam.
- b) Kemudian, sampel sedimen ditimbang dengan menggunakan timbangan manual, digital hingga mencapai berat 300 gram.
- c) Siapkan saringan dan wad dengan diameter ukuran butir.
- d) Selanjutnya, sampel sedimen kemudian disaring menggunakan sieve shaker dan dilakukan selama 15 menit.
- e) Pisahkan sampel sedimen yang sudah disaring ke dalam kantong plastik dan ditimbang kembali.
- f) Sampel sedimen yang lolos saringan dari alat sieve shaker di masukkan ke dalam gelas ukur dengan volume 1000 ml yang sudah berisi aquades, kemudian di aduk secara homogen lalu dilakukan pemipetan sesuai dengan waktu pemipetan.
- g) Pemipetan dilakukan dengan cara mengambil larutan sedimen dengan pipet volume sebanyak 20 ml. Kemudian, sampel sedimen yang telah diambil dituang ke dalam botol kecil.



- h) Hasil pemipetan pada setiap ukuran butir dan dilakukan penimbangan berat bersih dari sedimen tersebut.
- i) Hasil pengayakan dan pemipetan selanjutnya akan digunakan untuk penentuan jenis sedimen di tiap bagian / sel berdasarkan sistem persamaan segitiga shepard.
- j) Hasil pemipetan masing – masing diameter dilakukan penyaringan dengan menggunakan kertas saring milipore yang sudah dibasahi dengan aquades.
- k) Hasil dari penyaringan tersebut dikeringkan dengan menggunakan oven.
- l) Setelah sampel sedimen di oven, kemudian ditimbang bersama dengan kertas saring.

Cara memprediksi transport sedimen sepanjang pantai dengan menggunakan rumus empiris yang didasarkan pada kondisi gelombang yang ditinjau. Rumus empiris ini merupakan hubungan sederhana antara transport sedimen dengan komponen fluks energi sepanjang pantai dengan bentuk persamaan:

Rumus :

CERC (1984) memberikan hubungan untuk QS dengan satuan m / tahun yaitu :

$$QS = 1290 P1$$

Untuk QS dengan satuan m / hari sebagai berikut :

$$QS = 3,534 P1$$

Keterangan :

QS = Angkutan sedimen sepanjang pantai

P1 = Komponen fluks energi gelombang sepanjang pantai pada saat pecah (Nm / d/m)

$P$  = Rapat massa air laut ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$H_b$  = Tinggi Gelombang pecah ( $\text{m}/\text{d}$ ) : gdb

$\alpha_b$  = Sudut datang gelombang pecah

$K_u$  = Konstanta

### E. Langkah langkah Simulasi MATLAB

Pada penelitian ini, data-data yang telah di dapatkan baik pada saat melakukan pengukuran di lapangan dan penelitian di laboratorium. Kemudian akan diolah dan dikerjakan dengan menggunakan program aplikasi MATLAB. Adapun langkah langkah dalam pengolahan data dengan menggunakan MATLAB sebagai berikut:

#### 1. Langkah Pre-Processing

##### a. Membuka Tampilan Software MATLAB



Gambar 15. Tampilan Software MATLAB, ([www.mathworks.com](http://www.mathworks.com))

b. MATLAB Command window adalah jendela yang muncul ketika kita akan membuka pertama kali setiap kita menjalankan aplikasi MATLAB. Pada jendela tampilan ini kita dapat melakukan akses-akses ke command command MATLAB

dengan cara mengetikkan algoritma – algoritma pada MATLAB, Seperti mengakses help window dan lain – lainnya.



Gambar 16. Tampilan Command window. ([matlabworks.com](http://matlabworks.com))

#### c. MATLAB Editor / Debugger: (Editor M-File/Pencarian Kesalahan)

Jendela ini merupakan alat yang disediakan oleh MATLAB versi 5 ke atas berfungsi sebagai editor script Matlab (M-File). Walaupun sebenarnya script ini untuk pemrograman Matlab dapat saja menggunakan editor yang lain seperti notepad, notepad++, maupun word.

Untuk mengakses jendela tampilan m-file ini dapat kita lakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Pilih menu File – kemudian pilih New
2. Pilih m-file, maka MATLAB akan menampilkan editor window :



Gambar 17. Editor MATLAB. ([mathworks.com](http://mathworks.com))

#### d. Figure Windows

Jendela tampilan *figure* adalah merupakan hasil visualisasi dari script Matlab. Namun Matlab memberi kemudahan bagi programmer untuk mengedit jendela tampilan ini sekaligus memberikan program utama, untuk itu. Sehingga jendela tampilan ini selain berfungsi sebagai visualisasi output dapat juga sekaligus menjadi media input yang interaktif.





Gambar 18. Jendela tampilan figure windows. (mathworks.com)

#### e. MATLAB Help Window

MATLAB juga menyediakan sistem help yang dapat diakses dengan perintah help. Misalnya untuk memperoleh informasi tentang fungsi erf, if, for, dan lain-lain. Yang termasuk bagian dari fungsi untuk trigonometri, eksponensial, complex dan lain-lain.



Gambar 19. Jendela tampilan figure windows. (mathworks.com)

## F. Langkah langkah simulasi aplikasi ArcGIS

Pada penelitian ini, setelah didapatkan data-data yang telah diperoleh dari pengukuran di lapangan, pengujian di laboratorium, dan kemudian akan diolah data menggunakan aplikasi MATLAB. Maka digambarkanlah peta yang mengalami perubahan garis pantai lituasinya kawasan pesisir pantai Tanjung Kee, Galesong Utara dengan menggunakan Aplikasi ArcGIS.

ArcGIS merupakan software GIS yang dikembangkan oleh Esri. ArcGIS memiliki beberapa program seperti ArcMap, ArcCatalog, ArcGlobe dan ArcScene dan memiliki fungsi yang berbeda beda. Dan untuk pembuatan peta, maka kita gunakan aplikasi ArcGIS dengan program ArcMap. Adapun langkah langkah menggunakan aplikasi ArcMap sebagai berikut :

### 1. Langkah – langkah penggunaan ArcMap dalam Program ArcGIS

#### a. Membuka Tampilan ArcMap dalam Program ArcGIS



Gambar 20. Tampilan ArcMap Dalam Program ArcGIS,  
(<http://musnanda.files.wordpress.com>)

- b. ArcMap akan memberikan pilihan eksekusi suatu perintah dengan menggunakan menu dan juga icon. Pilihan menu dapat dilakukan seperti pada program berbasis windows lainnya.



Gambar 21. Tampilan menu dan icon.  
(<http://anastomula.fdes.wordpress.com/>)

- c. Beberapa icon yang digunakan dalam pembuatan peta dan beserta fungsinya :
-  : Fungsi dasar untuk membuat peta baru, membuka map, menyimpan dan melakukan pencetakan peta, membuka / menampilkan layar.
  -  : Digunakan untuk proses zoom out, menggeser peta dan menampilkan list peta, Arcatalog, ArcToolbox.
  -  : Digunakan untuk proses zoom out pada model layout dan digunakan untuk indentify atau mengetahui isi dari feature yang ditampilkan.
  -  : Digunakan untuk mengukur jarak dalam tampilan peta.

- d. Kemudian menambahkan layer, klik add data atau klik menu file dan klik sub menu Add data



Gambar 22. Tampilan data layer, (<http://muananda.files.wordpress.com>)

- e. Menampilkan lokasi peta yang akan di gambar.



Gambar 23. Tampilan peta dengan menggunakan ArcMap, (Aplikasi ArcGIS)



### c. Cara Menampilkan Tabel pada ArcMap

Pilih open Attribute Tabel



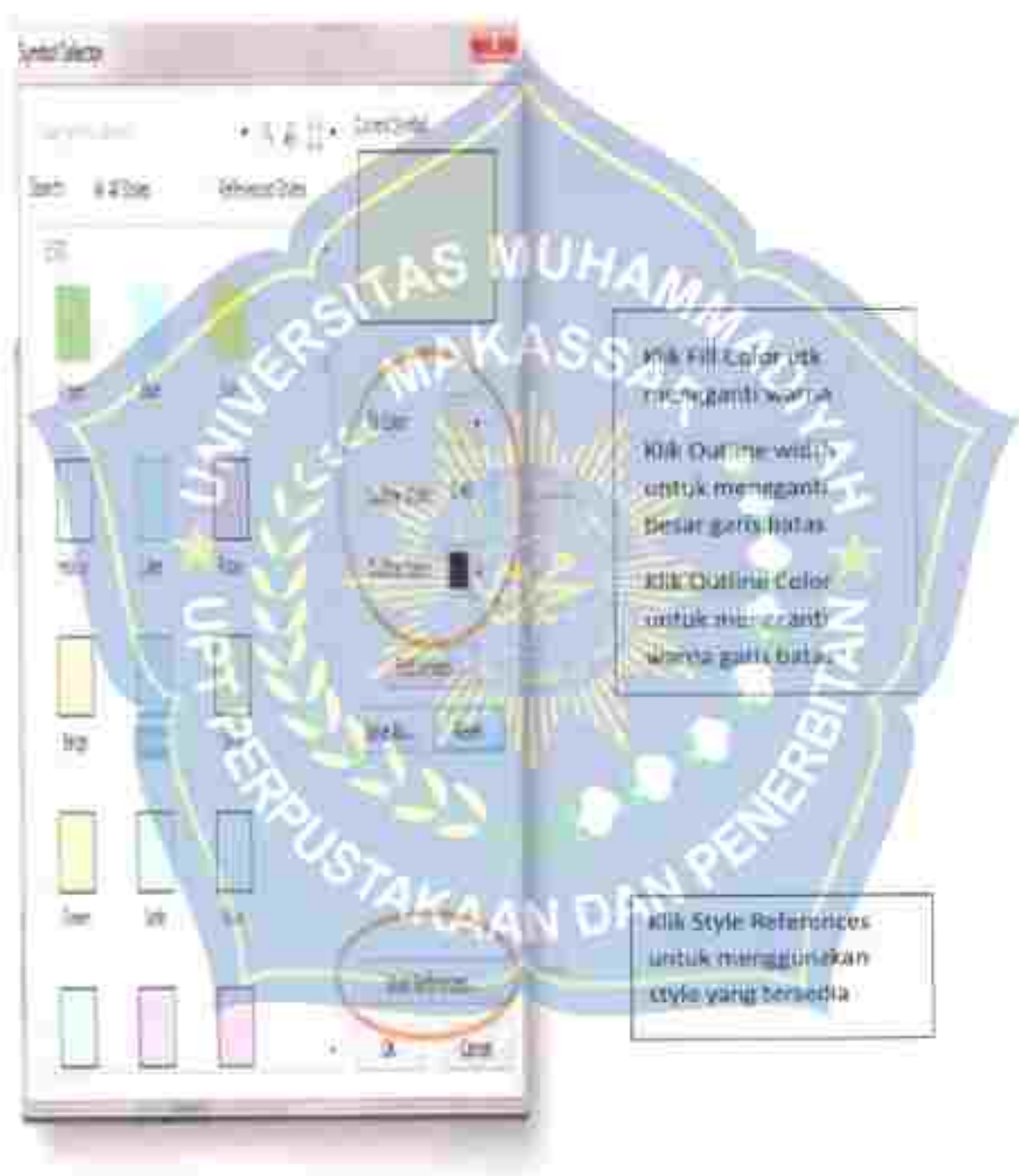
Gambar 24. Tampilan tabel pada ArcMap, (<https://mummannda.filez.wordpress.com>)

- g. Cara selanjutnya, setelah tabel terbuka maka menu selanjutnya digunakan digunakan untuk mengelola data tabular.

Gambar 25. Tampilan data tabular,  
(<https://mummannda.filez.wordpress.com>)



- i. Dan mengatur simbol warna dan tampilan pada symbol selector.



Gambar 27. Tampilan symbol dan symbol selector  
(<https://files.wordpress.com>)

### G. Flowchart Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan sesuai dengan bagan alir pada gambar berikut ini :



Gambar 28. flowchart (Bagan Penelitian)



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Data Koordinat Awal Pantai

Sebelum kami mengetahui perubahan garis pantai yang terjadi di lokasi penelitian, terlebih dahulu kami harus mensurvei garis pantai dan menemukan koordinat awal garis pantai. Lokasi penelitian terletak di Desa Tamasaju, Kecamatan Galeson Utara, Kabupaten Tolcar, dengan koordinat  $5^{\circ}17'08''$  LS dan  $119^{\circ}22'22''$  BT



Gambar 29. Lokasi Penelitian (Google earth)

Setelah melakukan peninjauan dan pengukuran secara langsung di lapangan menggunakan GPS disepanjang garis pantai pada saat kondisi pasang. Setiap stasiun diberikan tanda atau patok dengan jarak 200 meter, dan patok ditempatkan sekitar 3 meter dari bibir pantai, hal ini bertujuan agar masyarakat sekitar pantai mengetahui adanya penelitian dan tidak mengganggu kapal nelayan yang sedang bersandar. Panjang garis pantai di lokasi penelitian berjarak kurang lebih 1000 meter terdapat 5 stasiun dengan 21 titik koordinat garis pantai awal dengan jarak sekitar 50 meter tiap titik koordinatnya. Titik koordinat di ambil dengan mengikuti baseline dari garis pantai sehingga mendapatkan jarak dalam arah garis pantai ( $x$ ) adalah 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700, 750, 800, 850, 900, 950, dan 1000.

Cara menentukan Posisi garis pantai dari baseline ( $Y$ ) di dapatkan dari jarak titik koordinat pengukuran dari garis baseline (Garis Pangkal) garis pangkal yang digunakan pada penelitian ini adalah garis pangkal biasa (Normal Baseline) yaitu garis air terendah sepanjang pantai pada waktu air sedang surut, yang mengikuti liku / morfologi pantai dan pelabuhan garis air terendah tersebut dapat ditarik sebagai suatu garis lurus,  $X$  dan  $Y$  merupakan parameter initial condition pada scenario pemodelan, MATLAB.

Data titik dan jarak koordinat garis pantai di kawasan Pantai Tamasaju, dan data parameter lainnya :

- Nilai  $x$  di dapat pada jarak antar section atau garis pantai awal
- Nilai  $y$  di dapat dari titik koordinat profil pantai yang sudah di dapat pada pengukuran.

Table 6. Titik Koordinat Profil Pantai

No	Jarak antara secara garis pantai (X)	Longitudide Garis bujur	Longitudide Garis lintang	Posisi awal garis pantai dari baseline (Y)	Posisi akhir garis pantai (M)
1	0	119.377795°	-5.282692°	6	8,1
2	50	119.373254°	-5.283132°	2	8,1
3	100	119.373778°	-5.283557°	8	7,8
4	150	119.373078°	-5.284001°	8	7,7
5	200	119.373048°	-5.284415°	6	5,9
6	250	119.373039°	-5.284422°	5	6,5
7	300	119.372876°	-5.284833°	12	12,8
8	350	119.372805°	-5.285298°	18	15,3
9	400	119.372740°	-5.285746°	9	8,2
10	450	119.372703°	-5.286213°	7	7,9
11	500	119.372554°	-5.286632°	5	5,6
12	550	119.372459°	-5.287100°	8	9,1
13	600	119.372451°	-5.287411°	12	11,7
14	650	119.372255°	-5.287935°	14	12,3
15	700	119.372219°	-5.288412°	7	6,7
16	750	119.372011°	-5.288851°	6	7
17	800	119.371962°	-5.289296°	6	6,5
18	850	119.371910°	-5.289735°	9	8,3
19	900	119.371852°	-5.290187°	5	4,5
20	950	119.371723°	-5.290631°	4	5,5
21	1000	119.371704°	-5.291048°	9	9,9

## B. Kondisi Hidroseonografi

Kondisi Hidroseonografi di pantai Tamassaju, Kecamatan Galesong Utara, Kabupaten Takalar meliputi Gelombang pecah dan pasang surut. Berikut merupakan hasil dan pengolahan data hidroseonografi di lokasi tersebut.

### 1. Gelombang Pecah

Untuk menentukan tinggi gelombang pecah, hal yang harus dilakukan adalah menghitung *fetch* efektif, mengelola arah angin, perlawanan tinggi dan periode gelombang, peta batimetri dan topografi laut dan perhitungan gelombang pecah. Hal ini dilakukan karena untuk menghitung gelombang pecah yang terjadi di lokasi penelitian harus terlebih dahulu mengetahui parameter - parameter tersebut.

#### a. 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 daya dan Barat Timur, sedangkan arah timur dan tenggara tidak diperhitungkan arah *fetch* efektifnya karena angin yang berhembus melewati daratan.





Gambar 36. Panjang F6 gelombang berm Dyeol, Flaut dan Barat laut.

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

Tabel 7. Perhitungan *Fetch* efektif arah Barat Daya

	$\alpha$ (°)	$\cos \alpha$	$X_i$ (km)	$X_i \cos \alpha$
BARAT DAYA	20	0,9397	462,26	439,081
	15	0,9659	462,73	446,963
	10	0,9848	579,67	570,864
	5	0,9962	563,09	560,947
	0	1,0000	485,72	485,320
	-5	0,9962	346,85	345,530
	-10	0,9848	398,23	393,547
	-15	0,9659	21,59	20,854
	-20	0,9397	22,59	21,228
	Total		8,7732	

Berdasarkan tabel di atas untuk perhitungan *fetch* efektif arah barat daya dengan rumus berikut ini :

$$F_{eff} = \frac{\sum x_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} = \frac{3194,33}{8,7732} = 364,099 \text{ Km} \leftrightarrow 364,099 \text{ M}$$

Keterangan :

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

$\alpha$  = Deviasi kedua sisi dari arah angin , dengan menggunakan sudut pertambahan 6° sampai 42° pada kedua sisi dari arah angin.

Tabel 8. Perhitungan *Fetch* Efektif arah Barat

	$\alpha$ (°)	$\cos \alpha$	$X_i$ (km)	$X_i \cos \alpha$
BARAT	20	0,9397	512,29	481,395
	15	0,9659	554,54	535,645
	10	0,9848	136,4	134,328
	5	0,9962	189,17	188,450
	0	1,0000	1606,71	1606,710
	-5	0,9962	100,85	100,466
	-10	0,9848	934,76	920,559
	-15	0,9659	722,73	698,104
	-20	0,9397	625,6	587,672
	Total	8,7732		5253,53

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

$$F_{eff} = \frac{\sum x_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} = \frac{5253,52}{8,7732} = 598,812 \text{ km} \Rightarrow 598812 \text{ m}$$

Keterangan :

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

$\alpha$  = Deviasi kedua sisi dari arah angin , dengan menggunakan sudut pertambahan 6° sampai 42° pada kedua sisi dari arah angin.

Tabel 9. Perhitungan *Fetch* Efektif arah Barat Laut

	$\alpha$ (°)	$\cos \alpha$	$X_i$ (km)	$X_i \cos \alpha$
BARAT LAUT	20	0,9397	576,55	541,780
	15	0,9659	404,98	391,181
	10	0,9848	559,44	550,941
	5	0,9962	487,96	486,103
	0	1,0000	479,88	479,880
	-5	0,9962	452,49	450,708
	-10	0,9848	409,75	407,525
	-15	0,9659	398,73	385,144
	-20	0,9397	398,32	374,298
	Jumlah		8,7732	

Berdasarkan tabel diatas urutk perhitungan *fetch* efektif arah Barat Laut dengan rumus berikut ini :

$$F_{eff} = \frac{\sum x_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} = \frac{4063,62}{8,7732} = 463,183 \text{ km} \Rightarrow 463183 \text{ m}$$

Keterangan :

$X_i$  = Panjang segmen *fetch* yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung titik *fetch*.

$\alpha$  = Deviasi kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan sudut pertambahan 6° sampai 42° pada kedua sisi dari arah angin.



Tabel 10. Perhitungan *Fetch* efektif arah Utara

	$\alpha$ ( $^{\circ}$ )	$\cos \alpha$	$X_i$ (km)	$X_i \cos \alpha$	
UTARA	5	0,9962	171,58	170,927	
	0	1,0000	200,59	200,590	
	-5	0,9962	196,95	196,201	
	-10	0,9848	198,41	195,396	
	-15	0,9659	201,73	194,856	
	-20	0,9397	451,78	424,534	
	Total		5,8828		1387,50

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

$$F_{eff} = \frac{e x_i \cos \alpha}{z \cos \alpha} = \frac{2031,63}{4,5866} = 415,75 \text{ km} \approx 41575 \text{ m}$$

Keterangan :

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

$\alpha$  = Deviasi kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan sudut pertambahan  $6^{\circ}$  sampai  $42^{\circ}$  pada kedua sisi dari arah angin.

Tabel 11. Data *fetch* di lokasi studi

ARAH		$F_{ef}$ (Km)	$F_{ef}$ (m)
U	0	415,758	415758
BL	315	463,183	463183
BL	270	598,813	598813
BD	225	364,100	364100

Berdasarkan tabel diatas merupakan rekapitulasi *fetch* efektif untuk tiap – tiap mata angin.

#### b. Analisa data angin

Data Angin yang akan kami gunakan pada penelitian ini diperoleh dari stasiun Badan Meteorologi Maritim Poetere Makassar atau biasa disebut BMKG, dengan  $5^{\circ}17'08''$  LS dan  $119^{\circ}22'22''$  BT serta ketinggian elevasi stasiun dari permukaan tanah adalah 5 m. Data yang diperoleh adalah data angin lima tahun terakhir yaitu tahun 2017 sampai 2021. Dari data hasil pengukuran, selanjutnya dilakukan analisa untuk mendapatkan beberapa parameter penting, yakni kecepatan rata – rata ( $k_{avr}$ ) dan arah terbanyak ( $\alpha$ ), kecepatan maksimum ( $k_{max}$ ) dan arah saat kecepatan maksimum ( $\alpha$ ), yang disusun dalam bentuk table setiap bulan tabel setiap bulan dalam setahun data pengamatan data angin pada tahun 2017 – 2021 terdapat pada lampiran.

**Tabel 12.** Persentase kejadian angin berdasarkan arah datangnya di lokasi studi

Arah		Jumlah data	Persentase Kejadian %
Notasi	Derajat		
Utara (U)	0	4	6,7
Timur Laut (TL)	45	10	16,70
Timur (T)	90	1	1,7
Tenggara (TG)	135	3	5
Selatan (S)	180	4	6,7
Barat Daya (BD)	225	8	13,3
Barat (B)	270	14	23
Barat Laut (BL)	315	16	26,7
Total		60	100

Stasiun Meteorologi Maritim Poetere Makassar

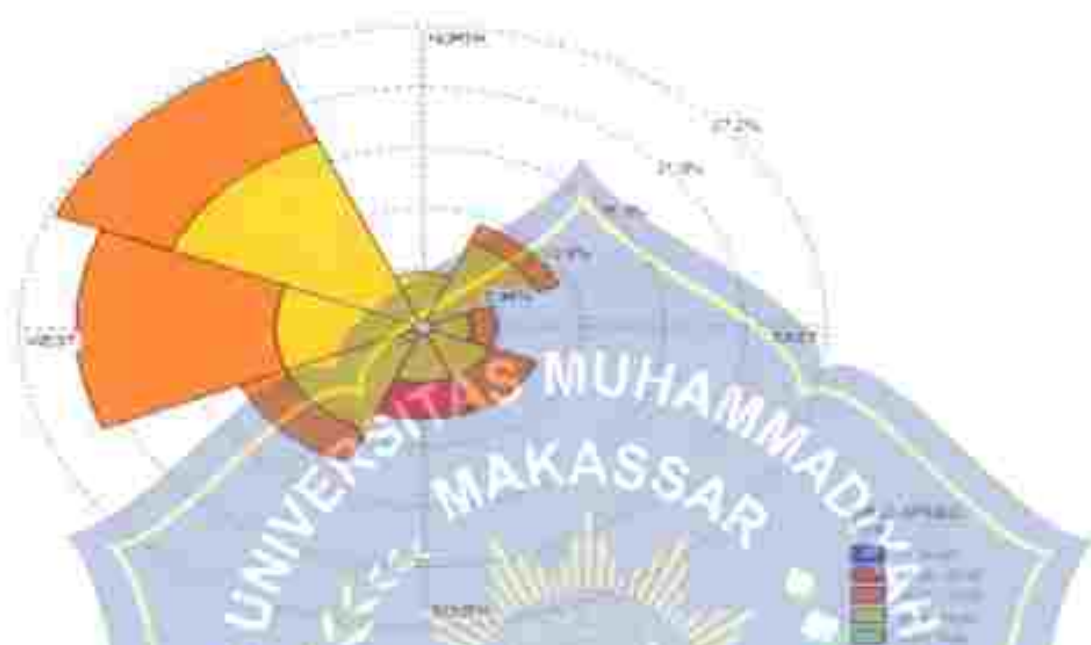
Berdasarkan tabel diatas Memperlihatkan bahwa persentasi kejadian angin yang paling besar atau sering terjadi merupakan angin yang berhembus dari arah Barat laut (26,7), disusul masing-masing dari Barat (23,3%), Timur Laut (16,7%) arah Barat daya (13,3%), dan untuk angin yang berhembus di timur sebanyak (1,7%). Sementara itu, persentasi kejadian menurut interval kecepatan di sajikan pada tabel.

Berdasarkan tabel dibawah ini dapat diketahui bahwa arah angin dominan adalah barat laut dengan persentase kejadian sebanyak 26,7 % dengan kecepatan maksimum 23 knot (4,82 m/detik). Dalam skala beaufort, angin yang berhembus termasuk tergolong sebagai angin agak kuat. Data angin yang didapatkan dari BMKG yang dicatat pada elevasi 5 m kemudian dikonversi dalam data angin pada ketinggian 10 m.

$$\begin{aligned}
 U_{10} &= U_5 (10/5)^{0,7} \\
 &= U_5 (10/5)^{0,7} \\
 &= 11,882 \times 0,286 \\
 &= 3,395 \text{ m / detik}
 \end{aligned}$$

Tabel 13. Persentasi kejadian angin berdasarkan interval kecepatan

Interval(m/s)	Jumlah data	Persentase (%)
0 - 5	7	100
5 - 10	0	0
10 - 15	0	0
15 - 20	0	0
>20	0	0
Total	7	100



Gambar 31. Mawar angin di perairan Tamasaju dari tahun 2017 sampai 2021

c. Peramalan tinggi dan periode gelombang

Berdasarkan kecepatan maksimum yang terjadi tiap bulan ditari nilai  $R_L$  dengan menggunakan grafik hubungan antara kecepatan angin di laut dan di darat ( $U_W$ ) dengan rumus:



(Gunn, 1962)

Gambar 32. Grafik hubungan antara kecepatan angin di laut dan di darat ( $U_W$ ) dan di darat ( $U_L$ )



$$t1 = \frac{1609}{U^{10}}$$

$$= \frac{1609}{8,73} = 184,28 \text{ m / detik}$$

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

$$= \frac{8,73}{0,90}$$

$$= 9,70 \text{ m / detik}$$

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

$$= 9,70 \times 1,10$$

$$= 10,67 \text{ m / detik}$$

Hitung  $U_w$  dengan rumus:

$$U_w = U_s \times RL$$

$$= 10,67 \times 0,90$$

$$= 11,92 \text{ m / det}$$

Hitung  $U_A$  dengan rumus:

$$U_A = 0,71 \times U_w^{1,22}$$

$$= 0,71 \times 11,92^{1,22}$$

$$= 14,97 \text{ m / det}$$

Keterangan :

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

$U_s$  : koreksi stabilitas

- RL : faktor reduksi  
 RT : koefisien stabilitas  
 UA : wind stress factor  
 Uw : kecepatan angin dilaut

Berdasarkan hasil analisa parameter sebelumnya, tinggi dan periode gelombang pada bulan Januari 2017 kecepatan angin maksimum yang berhembus berasal dari arah selatan yang melewati daratan yang tidak memiliki pembangkit gelombang, maka tidak ada tinggi dan periode gelombang yang terjadi.

Keterangan :

- UL = Kecepatan angin di darat  
 RL = Faktor Reduksi  
 RT = Koefisien Stabilitas  
 UW = Kooreksi Lokasi  
 UA = Wind stress factor (Faktor tegangan angin)

Berdasarkan nilai UA dan besarnya  $C_{dA}$ , tinggi dan periode gelombang dapat dicari dengan menggunakan grafik persamaan gelombang. Karena pada bulan Januari 2017 kecepatan angin maksimum berasal dari arah selatan yang melewati daratan maka tidak ada tinggi dan periode gelombang yang terjadi.

Berdasarkan pada tabel dibawah ini adalah hasil perhitungan parameter gelombang pada tahun 2017 – 2021.

Tabel 14. Hasil hitungan parameter gelombang tahun 2017

Bulan	Kurapan (mm)	Aras	(%)	Ch (mm)	H (m)	RL (m)	1200 (mm)	RE	DN (mm)	Le (mm)	Ca (mm)	Frek (mm)	M (mm)	n	Kondisi pancing	Frek (ms)	H (ms)	T (ms)
Januari	6,22	5	30	8,2311470	142,7740	4,5	6,794625	1,1	0,0730605	11,021323	14,6714	0	25,736	0	tidak pancing	-	0	0
Februari	7,31	6	30	7,2309260	211,113278	1,12492261	6,0702100	1,1	1,1116706	6,127550	10,1794	100,2	107,24	107,57	tidak pancing	-	2,1064	6,9157
Maret	4,12	70	30	3,80049	3,4420060	1,0694820	3,1704212	1,1	1,4671077	1,3112324	2,7016	0	56,741	0	tidak pancing	-	0	0
April	3,04	84	30	2,9140413	45,977560	1,6681740	2,2074800	1,1	1,0076748	0,606572	3,1119	60,00	165,51	11,501	tidak pancing	-	0,0251	4,1552
Mai	3,49	6	30,3333333	3,2451161	47,560309	1,5730740	3,6640725	1,1	1,4706421	1,071044	9,79	91,12	40,62	12,64	tidak pancing	-	0,051	4,9540
Juni	3,59	81	30	3,2607161	17,300050	1,0731400	3,6410725	1,1	1,0000011	0,273342	1,016	40,00	26,43	10,876	tidak pancing	-	0,051	4,9540
Juli	4,12	71	40	3,8007011	47,900010	1,1116200	3,9040125	1,1	1,4770411	4,215025	3,200	7	55,703	0	tidak pancing	-	0	0
Agustus	4,03	0	30	4,2666210	3,820000	1,0716200	4,1540100	1,1	1,4410007	1,040000	1,117	5,56	11,03	10,11	tidak pancing	-	1,0411	6,1940
September	5,14	111	30	3,567270	317,30250	1,0400000	4,1554004	1,1	0,7400001	1,191706	2,962	1,041	41,94	62,54	tidak pancing	-	1,315	6,6179
Oktober	5,14	8	30	4,9071135	11,112000	1,0730000	4,472404	1,1	1,0700000	3,1110706	2,746	1,995	46,04	10,48	tidak pancing	-	1,518	6,6179
November	4,05	11	30	4,1466139	34,240000	1,0730000	4,1010700	1,1	1,0000007	1,0000000	1,017	2,002	11,03	10,77	tidak pancing	-	1,1401	6,1940
Desember	6,10	80	30	5,830774	79,149974	1,1015000	4,1066100	1,1	1,7005340	2,944074	0,5842	10,00	36,62	10,72	tidak pancing	-	2,8705	7,2924
	6,22			6,2311470	50,135504	1,12492261	6,794625	1,1	1,0171063	1,1241329	16,74	107,58	12,64			-	2,1064	6,9157



Tabel 15. Hasil hitungan parameter gelombang tahun 2018

Bulan	Kecapaian (m)	Asah (°)	CU (m/s)	U (m/s)	HL (m/s)	U300 (m/s)	RT (m/s)	IS (m/s)	Ds (m/s)	LA (m/s)	FAsh (m)	id (m)	r (m)	Klasifikasi gelombang	Fase (m)	H (m)	T (m/s)
Januari	5,64	24,113333	1,1958421	30,154778	1,0110274	4,3456921	1,1	4,1258558	2,9827131	4,26179	3480	7122,1	1072,2	td-locked	-	1,6173	1,0972
Februari	5,64	28	1,2146423	30,154778	1,0664208	3,9633402	1,1	3,9998815	3,3227310	4,71112	5012	1507,1	1024,6	td-locked	-	1,1127	1,1569
Maret	4,12	25	2,96033	41,62246	1,0885817	3,9633402	1,1	3,9998815	3,3227310	4,71112	5012	1507,1	1024,6	td-locked	-	1,1127	1,1569
April	3,98	29	1,355116	42,80728	1,2310764	3,63223	1,1	3,9998815	3,3227310	4,71112	5012	1507,1	1024,6	td-locked	-	1,054	1,0754
Mai	3,58	3	1,355116	47,80728	1,591116	3,63223	1,1	3,9998815	3,3227310	4,71112	5012	1507,1	1024,6	td-locked	-	1,054	1,0754
Juni	2,57	27,5	1,429164	47,80728	1,591116	3,63223	1,1	3,9998815	3,3227310	4,71112	5012	1507,1	1024,6	td-locked	-	1,4517	1,3371
Juli	6,02	30	4,295270	33,25813	1,111481	3,848912	1,1	4,295270	4,177665	3,941	4713	1071,1	1008,7	td-locked	-	1,3919	1,0917
Agustus	3,04	28	2,916021	37,13968	1,071021	2,721786	1,1	3,050746	4,477023	4,474	3687	4,011	974,7	td-locked	-	1,6279	1,1539
September	3,58	9	1,455192	47,13968	1,071021	2,721786	1,1	3,050746	4,477023	4,474	3687	4,011	974,7	td-locked	-	1,4517	1,3371
Oktober	6,02	10,5	6,285178	33,13968	1,111481	3,848912	1,1	4,295270	4,177665	3,941	4713	1071,1	1008,7	td-locked	-	1,3919	1,0917
November	4,12	17,5	2,96033	41,62246	1,0885817	3,9633402	1,1	3,9998815	3,3227310	4,71112	5012	1507,1	1024,6	td-locked	-	1,1127	1,1569
Desember	4,03	10,5	4,368019	10,13968	1,030812	4,108297	1,1	4,368019	4,686468	3,953	4611	4,011	902,6	td-locked	-	1,5611	1,0912
RUC			4,399878	42,81118	1,252791	3,9633402	1,1	4,399878	4,686468	3,953	4611	4,011	902,6	td-locked	-	1,5611	1,0912



Tabel 16. Hasil hitungan parameter gelombang tahun 2019.

Bulan	Kategori (m)	Arsh	f (1)	U10 (m/s)	H (m)	KL (m/s)	U1000 (m/s)	RT	US (m/s)	Uv (m/s)	UA (m/s)	Asah (m)	M (m)	H (m)	Karakteristik gelombang	Fmbs (m)	H (m)	T (s)
Januari	5,14	R	20	4,5075115	31,722594	1,8440594	4,4131664	(1)	4,3725311	4,311746	7,260	3,0032	6,0581	1,4270	Eg. deepend	-	0,5613	6,2173
Februari	4,10	R	20	3,5207761	27,410754	1,8773941	3,2540354	(1)	3,7522245	7,662470	6,1425	4,0331	3,6221	4,9723	Md. deepend	-	2,0733	7,9003
Maret	4,56	R	20	4,3251123	30,50506	1,8796110	4,1138707	(1)	3,7474717	4,033010	6,073	3,9422	4,1313	1,7751	Md. deepend	-	1,3441	6,1640
April	3,04	R	15	2,5097035	35,47554	1,8624531	2,2521119	(1)	2,4797243	4,675291	3,111	4,0741	4,6534	1,2421	Md. deepend	-	0,5230	4,1539
Mai	4,45	TL	10	4,3059573	30,50506	1,8787255	3,7474702	(1)	3,1106565	4,033010	6,073	3,9422	4,1313	1,7751	Md. deepend	-	0	6
Juni	3,04	RI	107,5	1,9439553	45,242778	1,8454611	1,4511171	(1)	2,2541721	2,570624	3,041	3,9422	4,1313	1,7751	Md. deepend	-	0,2400	2,4733
Juli	2,37	TL	11	2,4259510	30,52719	1,874001	3,3004349	(1)	2,2549244	4,033010	6,073	3,9422	4,1313	1,7751	Md. deepend	-	0	6
Agustus	2,0	R	20,222222	2,4259510	30,52719	1,874001	3,3004349	(1)	2,2549244	4,033010	6,073	3,9422	4,1313	1,7751	Md. deepend	-	0	6
September	3,04	RI	145	2,5140025	41,27254	1,8703783	1,5171711	(1)	1,8307746	4,033010	6,073	4,0331	4,1313	1,7751	Md. deepend	-	0	6
Oktober	3,04	RI	50	2,9140025	35,47554	1,8703783	1,7427360	(1)	1,8307746	4,033010	6,073	4,0331	4,1313	1,7751	Md. deepend	-	0	6
November	3,04	TL	11	4,1150013	30,52719	1,874001	3,0409057	(1)	3,1106565	7,662470	6,073	7,1121	0	0	Md. deepend	-	0	6
Desember	3,04	RI	30	5,0390013	30,52719	1,874001	1,6820011	(1)	3,1106565	7,662470	6,073	7,1121	0	0	Md. deepend	-	1,1179	7,9405
	4,10			4,3251123	30,50506	1,8796110	4,1138707	(1)	4,3725311	7,662470	6,073	7,6621				1	3,0733	7,9403

Tabel 17. Hasil hitungan parameter gelombang tahun 2020

Bulan	Suripata (m)	Arak	f (1)	DK (m/s)	if (00)	KL	DKM (m/s)	RT	DS (m/s)	DS (m/s)	Us (m/s)	Teah (m)	M (m)	h (m)	Keabuan pelayang	Fah (m)	H (m)	T (m)
Januari	4,56	B	27	5,570742	27,417574	1,155561	1,590734	11	1,142254	1,142254	0,1445	2002	3052,1	10,18	td/decided	-	2,0723	2,9023
Februari	4,53	B	29	4,365213	30,53764	1,070425	23,107307	11	4,413347	4,413347	0,2075	4033	1030,5	10,24	td/decided	-	1,9411	1,9402
Maret	4,52	B	29	4,294271	55,11971	1,117033	0,044707	11	4,214747	4,214747	0,1740	4142	1037,6	10,06	td/decided	-	1,7470	1,9107
April	3,58	B	29	3,281141	41,16070	1,07374	1,524977	11	3,166901	3,166901	0,1010	4033	4002,4	10,25	td/decided	-	1,0034	1,0728
Mai	3,84	B	41	2,916295	37,11774	1,081230	2,217061	11	3,061145	3,061145	0,1710	4033	4033,0	10,30	td/decided	-	1,1	1,1
Juni	2,37	BD	21	2,402303	40,27114	1,040460	2,200243	11	2,554261	2,554261	0,2877	4002	2602,7	10,09	td/decided	-	0,4067	1,1371
Juli	3,04	B	45	2,944325	4,405344	1,071307	2,257404	11	3,061145	3,061145	0,1010	4033	4033,0	10,30	td/decided	-	1,1	1,1
Agustus	4,03	C	5	4,503024	30,12106	1,170024	4,154707	11	4,413347	4,413347	0,1010	4033	4033,0	10,30	td/decided	-	1,9411	1,9402
September	2,57	BD	10	2,473174	40,40118	1,053011	2,265403	11	2,554261	2,554261	0,2075	4002	2602,7	10,09	td/decided	-	0,4067	1,1371
Oktober	6,16	BD	21	5,50774	2,42714	1,051011	4,504034	11	4,702316	4,702316	0,1802	4002	2602,7	10,09	td/decided	-	2,0723	2,9023
November	3,58	BD	23	3,391141	41,16074	1,073740	1,544774	11	3,166901	3,166901	0,1010	4033	4033,0	10,30	td/decided	-	0,8524	1,9748
Desember	4,03	B	20	4,503024	4,405344	1,071307	4,154707	11	4,413347	4,413347	0,1010	4033	4033,0	10,30	td/decided	-	1,9411	1,9402
	6,02			6,391141	40,40118	1,053011	1,544774	11	6,391141	6,391141	0,1010	4033	4033,0	10,30	td/decided	-	2,9023	2,9023

Tabel 18. Hasil hitungan parameter gelombang tahun 2021

Bahai	Korpotan	Asb	f (1/s)	U (m/s)	U <sub>10</sub> (m/s)	U <sub>15</sub> (m/s)	U <sub>20</sub> (m/s)	U <sub>25</sub> (m/s)	U <sub>30</sub> (m/s)	U <sub>35</sub> (m/s)	U <sub>40</sub> (m/s)	U <sub>45</sub> (m/s)	U <sub>50</sub> (m/s)	U <sub>55</sub> (m/s)	U <sub>60</sub> (m/s)	U <sub>65</sub> (m/s)	U <sub>70</sub> (m/s)	U <sub>75</sub> (m/s)	U <sub>80</sub> (m/s)	U <sub>85</sub> (m/s)	U <sub>90</sub> (m/s)	U <sub>95</sub> (m/s)	U <sub>100</sub> (m/s)	
Januari	408	BL	N	4.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
Februari	664	BL	D	3.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
Maret	514	L	S	4.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
April	628	L	D	3.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
Mai	138	BL	S	2.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
Juni	411	TL	S	3.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
Juli	257	L	S	2.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
Agustus	411	TL	S	3.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
September	331	TL	S	4.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
Oktober	411	BL	S	3.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
November	188	L	S	2.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
Desember	411	L	S	3.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
Jumlah	478			3.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000





Dari hasil perhitungan metode hindcasting 5 tahun terakhir maka dibuatkan grafik hubungan antara tinggi gelombang dan periode gelombang untuk memperoleh periode maksimum berdasarkan perubahan kedalaman.



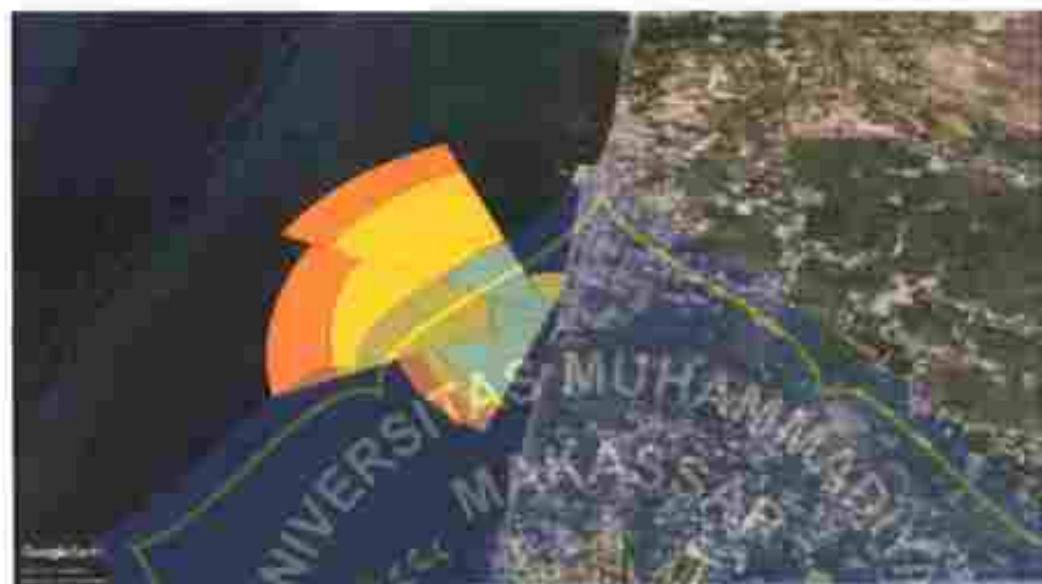
Gambar 33. Grafik hubungan antara tinggi gelombang dan periode gelombang.

Tabel 19. Persentase kejadian tinggi gelombang dan periode gelombang berdasarkan arah datangnya di lokasi studi

Arah	Jumlah data	Persentase Kejadian (%)
Utara (U)	3	7,32
Barat Daya (BD)	8	19,51
Barat (B)	14	34,15
Barat Laut (BL)	16	39,02
Total	41	100

Berdasarkan tabel diatas, diketahui bahwa kejadian tinggi gelombang yang paling dominan di lokasi penelitian adalah Barat laut dengan persentase kejadian paling banyak (39,02%), disusul oleh Barat daya (19,51%) dan terakhir arah utara dengan persentase kejadian (7,32 %).





Gambar 34. Mawar gelombang di peminan Tamassiti dari tahun 2017 sampai 2021

#### d. Penentuan Tinggi dan kedalaman Gelombang Pecah

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

Berdasarkan grafik di hubungan H dan T didapatkan persamaan :

$$y = -0,4419x^2 + 3,6232x + 2,0342$$

Untuk arah Utara :

$$H_0 = 1,34 \text{ m}$$

$$T = -0,4419 \cdot H_0^2 + 3,6232 \cdot H_0 + 2,0342$$

$$= -0,4449 \times 1,34^2 + 3,6232 \cdot 1,34 + 2,0342$$

$$= 6,10 \text{ detik}$$

a. Menghitung Panjang gelombang dalam laut dalam

$$\begin{aligned} L_0 &= 1,56 T^2 \\ &= 1,56 \times (6,10)^2 \\ &= 58,05 \text{ m} \end{aligned}$$

Dimana :

$L_0$  = Panjang gelombang laut dalam

T = Periode gelombang laut dalam

b. Hitung nilai  $\alpha$

Tentukan nilai  $d = -25$  m untuk mengetahui perubahan gelombang akibat pendangkalan.

$$\begin{aligned} \frac{d}{L_0} &= \frac{25}{58,05} \\ &= 0,431 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk :

$$\begin{aligned} d/L_0 &= 0,431 \\ d/L &= 0,21419 \\ n &= 0,6833 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka } L &= \frac{d}{\frac{d}{L}} = \frac{25}{0,21419} \\ &= 116,719 \text{ m} \end{aligned}$$

c. Cepat rambat gelombang

Dalam hitungan cepat rambat gelombang dan koefisien refraksi maka diketahui sudut datangnya gelombang ( $\alpha_0$ ) =  $76^\circ$  seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 35. Penentuan sudut datangnya gelombang.

$$C_0 = \frac{L_0}{T} = \frac{50,05}{6,10}$$

$$= 9,510 \text{ m/detik}$$

$$C = \frac{L}{T} = \frac{116,719}{6,10}$$

$$= 19,122 \text{ m / detik}$$

$$\sin \alpha = \frac{C}{C_0} \times \sin \alpha_0 = \frac{19,1216}{9,510} \times \sin 76^\circ$$

$$= 0,804$$

$$= 38,225^\circ$$

d. Perhitungan koefisien refraksi

$$K_r = \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha}} = \sqrt{\frac{\cos 76^\circ}{\cos 38,225^\circ}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,2419}{0,785}}$$

$$K_r = 0,554 \text{ m}$$

e. Perhitungan koefisien shoaling

Dimana :  $n_0$  (dilat dalam)

$$K_s = \sqrt{\frac{n_0 L_0}{n L}} = \sqrt{\frac{0,5 \times 58,05}{0,683 \times 116,719}}$$

$$= \sqrt{\frac{29,02}{79,75}} = 0,603 \text{ m}$$

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

$$H_0' = H_0 + K_r + K_s$$

$$= 1,34 + 0,554 + 0,603$$

$$= 2,497 \text{ m}$$

f. Perhitungan tinggi gelombang pecah

$$\frac{H_b}{H_0'} = \frac{1}{3,3 \times \frac{H_0'}{L_0}} = \frac{1}{3,3 \times \frac{2,497}{58,05}}$$

$$\frac{H_b}{2,497} = 1,168 \text{ m}$$

$$H_b = 1,168 \times 2,497$$

$$= 2,91 \text{ m}$$

g. Perhitungan kedalaman gelombang pecah

$$a = 43,75 (1 - e^{-10a}) = 43,75 (1 - e^{-1990,000}) = 4,71$$



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

$$= 0,82$$

$$\frac{db}{Hb} = \frac{1}{b - \left( a \frac{Hb}{gT^2} \right)} = \frac{1}{0,82 - \left( 4,71 \times 2,87 / 9,81 \times 9,77^2 \right)}$$

$$= \frac{1}{0,82 - 0,0129}$$

$$\frac{db}{2,91} = 1,24$$

$$db = 1,24 \times 2,91 = 3,60 \text{ m}$$

Dimana :

Hb = Tinggi gelombang pecah (m)

Ho = Tinggi gelombang laut dalam (m)

Ks = Koefisien pendanglalar

Kr = Koefisien refraksi

Tabel 23. Tinggi dan kedalaman gelombang pecah di lokasi penelitian

NO	Arah	Hb	Db
1	Utara	2,91	3,60
2	Barat Laut	5,35	6,91
3	Barat	6,12	7,62
4	Barat Daya	4,64	5,76

## F. Perhitungan Fluks energi Gelombang Pecah

Gelombang datang ke perairan mengakibatkan terbentuknya sudut datang gelombang pecah  $\alpha_0$  yang berasal dari arah dominan angin barat laut. Pengukuran dengan menggunakan peta sehingga menghasilkan sudut sebesar  $71^\circ$ . Data yang diperoleh pada perhitungan sebelumnya adalah tinggi gelombang pecah ( $H_b$ ) = 2,91 m, kedalaman gelombang pecah adalah ( $d_b$ ) = 3,60 m, sudut datang gelombang ( $\alpha_0$ ) =  $71^\circ$ , percepatan gravitasi ( $g$ ) =  $9,81 \text{ m/s}^2$ .

Kelompok gelombang pecah yang memberikan fluks energi pada pesisir pantai memiliki cepat rambat gelombang pecah ( $C_b$ ), yang dihitung dengan persamaan berikut:

$$C_b = \sqrt{g \cdot d_b}$$

$$C_b = \sqrt{9,81 \times 3,60}$$

$$C_b = \sqrt{11,275}$$

$$C_b = 3,357 \text{ m/detik}$$

Menurut CERC, persamaan cepat rambat gelombang sangat krusial ketika berurusan dengan gelombang periode Panjang, sering disebut sebagai gelombang Panjang. Namun, ketika gelombang hanya bergantung pada kedalaman laut. Gelombang pecah pada umumnya datang dengan ketinggian yang bervariasi. Umumnya yang terjadi kondisi gelombang terkarakteristik menurut tinggi yang bervariasi. Akan tetapi, dapat digunakan komponen fluks energi gelombang saat gelombang pecah ( $P_f$ ) dengan persamaan sebagai berikut :

$$P_f = \frac{\rho g}{8} \cdot H_b^3 \times \sin \alpha_0 \times \cos \alpha_0$$

$$P_1 = \frac{1,03 \times 9,81}{8} \times (2,91)^2 \times \sin 71^\circ \times \cos 71^\circ$$

$$P_1 = 1,263 \times 5,82 \times 0,945 \times 0,325$$

$$P_1 = 2,257 \text{ ton} \cdot \text{m} / \text{hari} / \text{m}$$

Dalam hitungan harian, maka komponen fluks energi gelombang sebagai berikut :

$$P_1 = 2,257 \times 24 \text{ jam} \times 86400 \text{ detik}$$

$$P_1 = 195.004,8 \text{ ton} \cdot \text{m} / \text{hari} / \text{m}$$

Adanya komponen fluks energi gelombang tersebut menyebabkan partikel sedimen di pantai mengalami pergerakan terutama disorot zone pantai.



## 2. Data Pasang Surut

Tabel 21. Tabel data pasang surut 29 hari interval 1 jam

Tg/Bln/Thn	Bilangan skala per 1 jam																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				
01-Jan-22	80	60	50	40	40	30	40	40	50	60	60	50	100	120	130	140	140	140	140	140	140	130	120	110	100			
02-Jan-22	80	70	60	50	40	30	30	30	30	30	60	70	100	120	130	140	140	140	140	140	140	130	120	110	100			
03-Jan-22	90	80	70	60	40	30	30	30	30	30	40	60	80	100	120	140	140	140	140	140	140	130	120	110	100			
04-Jan-22	100	90	80	70	50	40	30	30	30	30	40	60	80	100	120	140	140	140	140	140	140	130	120	110	100			
05-Jan-22	100	90	80	80	70	60	50	40	30	30	40	60	80	100	120	140	140	140	140	140	140	130	120	110	100			
06-Jan-22	100	90	80	80	80	70	60	50	40	30	40	60	80	100	120	140	140	140	140	140	140	130	120	110	100			
07-Jan-22	100	90	80	80	80	70	60	50	40	30	40	60	80	100	120	140	140	140	140	140	140	130	120	110	100			
08-Jan-22	90	80	80	80	80	70	60	50	40	30	40	60	80	100	120	140	140	140	140	140	140	130	120	110	100			
09-Jan-22	80	80	80	80	80	70	60	50	40	30	40	60	80	100	120	140	140	140	140	140	140	130	120	110	100			
10-Jan-22	80	70	70	70	60	50	40	30	30	30	40	60	80	100	120	140	140	140	140	140	140	130	120	110	100			
11-Jan-22	70	60	60	60	70	60	50	40	30	30	40	60	80	100	120	140	140	140	140	140	140	130	120	110	100			
12-Jan-22	70	60	50	50	60	70	60	50	40	30	40	60	80	100	120	140	140	140	140	140	140	130	120	110	100			
13-Jan-22	80	80	90	90	90	80	70	60	50	40	30	40	60	80	100	120	140	140	140	140	140	130	120	110	100			
14-Jan-22	90	90	90	90	90	80	70	60	50	40	30	40	60	80	100	120	140	140	140	140	140	130	120	110	100			
15-Jan-22	70	50	40	40	40	40	40	40	50	60	70	80	100	120	140	140	140	140	140	140	140	130	120	110	100			

Danlantarwal VI AL. Makassar

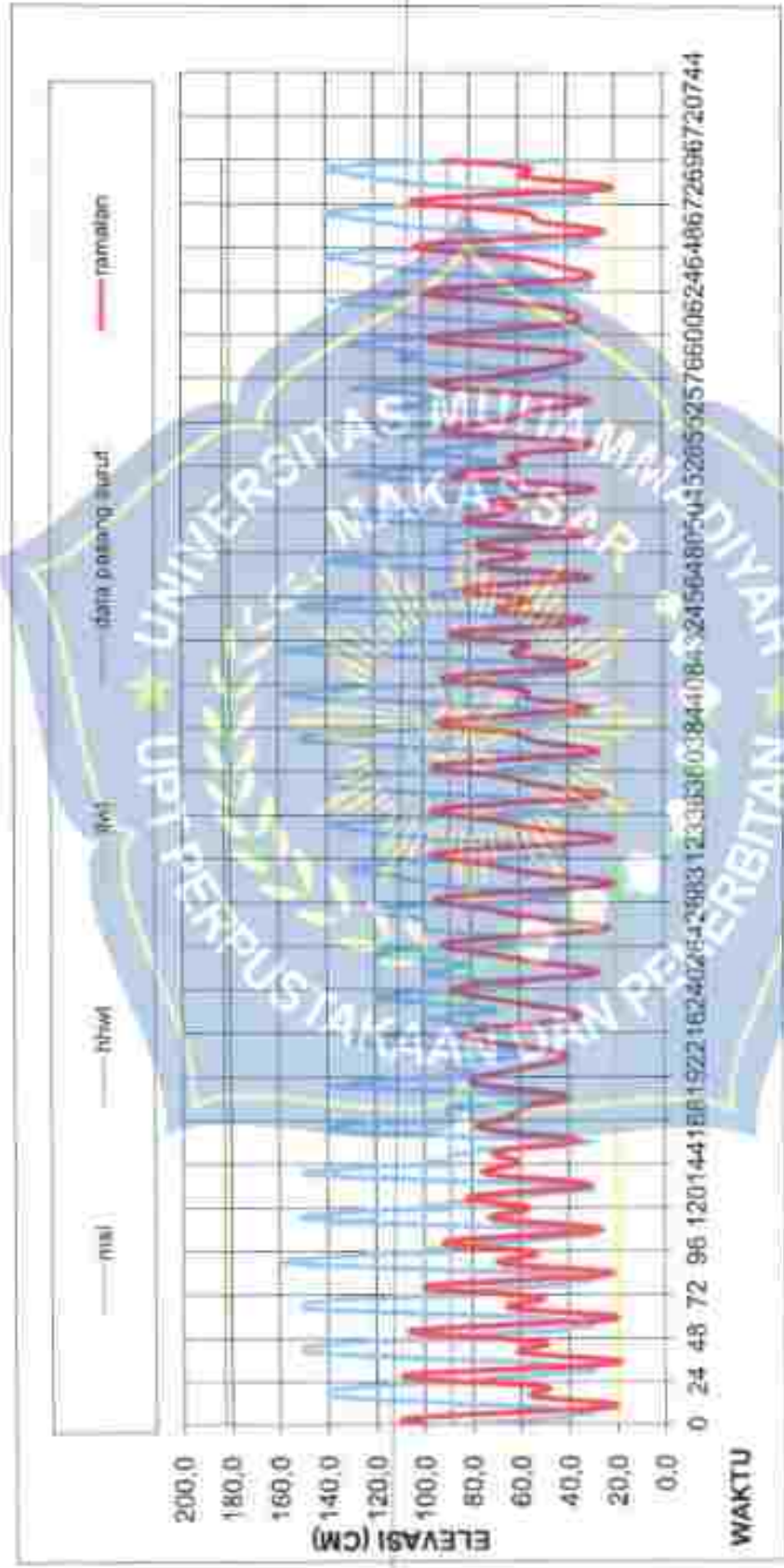


16-Jul-21	70	60	50	70	30	40	40	40	40	50	50	70	80	70	100	110	130	140	150	150	150	140	130	120	110	60
17-Jul-21	80	70	50	40	30	40	40	40	40	40	50	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	70
18-Jul-21	90	70	60	50	40	40	40	40	40	40	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	70
19-Jul-21	90	80	70	60	50	50	50	50	50	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	80
20-Jul-21	100	90	80	70	60	60	60	60	60	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	90
21-Jul-21	100	90	80	80	70	70	70	70	70	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	90
22-Jul-21	90	80	70	60	50	60	60	60	60	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	90
23-Jul-21	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	80
24-Jul-21	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	70
25-Jul-21	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	60
26-Jul-21	60	50	50	50	50	50	50	50	50	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	50
27-Jul-21	50	40	40	40	40	40	40	40	40	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	40
28-Jul-21	50	40	30	30	30	30	30	30	30	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	40
29-Jul-21	60	40	30	30	30	30	30	30	30	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	40

Darulnaim VI AL Makassar

Pengambilan data pasang surut ini diambil dari Dangkalan VI AL Makassar, data yang diambil selama 29 hari pada bulan

Januari tahun 2022.



Gambar.36. Grafik Pasang surut Pantai Tamaraju

Tabel 22. Data hasil perhitungan grafik pasang surut pada Pantai Tamasaju.

DAYA (CM)	MSL	HUWL	LLWL	RESIDU	Kirral residu (m)	Kirral orbit A1 (m)	Residu
30	89,2	162,6	16,0	20,58124	6,847096	6,841	6,694166
40	89,2	162,6	16,0	40,16248	6,847096	6,841	6,694166
50	89,2	162,6	16,0	59,74372	6,847096	6,841	6,694166
60	89,2	162,6	16,0	79,32496	6,847096	6,841	6,694166
70	89,2	162,6	16,0	98,90620	6,847096	6,841	6,694166
80	89,2	162,6	16,0	118,48744	6,847096	6,841	6,694166
90	89,2	162,6	16,0	138,06868	6,847096	6,841	6,694166
100	89,2	162,6	16,0	157,64992	6,847096	6,841	6,694166
110	89,2	162,6	16,0	177,23116	6,847096	6,841	6,694166
120	89,2	162,6	16,0	196,81240	6,847096	6,841	6,694166
130	89,2	162,6	16,0	216,39364	6,847096	6,841	6,694166
140	89,2	162,6	16,0	235,97488	6,847096	6,841	6,694166
150	89,2	162,6	16,0	255,55612	6,847096	6,841	6,694166
160	89,2	162,6	16,0	275,13736	6,847096	6,841	6,694166
170	89,2	162,6	16,0	294,71860	6,847096	6,841	6,694166
180	89,2	162,6	16,0	314,30000	6,847096	6,841	6,694166
190	89,2	162,6	16,0	333,88120	6,847096	6,841	6,694166
200	89,2	162,6	16,0	353,46240	6,847096	6,841	6,694166
210	89,2	162,6	16,0	373,04360	6,847096	6,841	6,694166
220	89,2	162,6	16,0	392,62480	6,847096	6,841	6,694166
230	89,2	162,6	16,0	412,20600	6,847096	6,841	6,694166
240	89,2	162,6	16,0	431,78720	6,847096	6,841	6,694166
250	89,2	162,6	16,0	451,36840	6,847096	6,841	6,694166
260	89,2	162,6	16,0	470,94960	6,847096	6,841	6,694166
270	89,2	162,6	16,0	490,53080	6,847096	6,841	6,694166
280	89,2	162,6	16,0	510,11200	6,847096	6,841	6,694166
290	89,2	162,6	16,0	529,69320	6,847096	6,841	6,694166
300	89,2	162,6	16,0	549,27440	6,847096	6,841	6,694166
310	89,2	162,6	16,0	568,85560	6,847096	6,841	6,694166
320	89,2	162,6	16,0	588,43680	6,847096	6,841	6,694166
330	89,2	162,6	16,0	608,01800	6,847096	6,841	6,694166
340	89,2	162,6	16,0	627,59920	6,847096	6,841	6,694166
350	89,2	162,6	16,0	647,18040	6,847096	6,841	6,694166
360	89,2	162,6	16,0	666,76160	6,847096	6,841	6,694166
370	89,2	162,6	16,0	686,34280	6,847096	6,841	6,694166
380	89,2	162,6	16,0	705,92400	6,847096	6,841	6,694166
390	89,2	162,6	16,0	725,50520	6,847096	6,841	6,694166
400	89,2	162,6	16,0	745,08640	6,847096	6,841	6,694166
410	89,2	162,6	16,0	764,66760	6,847096	6,841	6,694166
420	89,2	162,6	16,0	784,24880	6,847096	6,841	6,694166
430	89,2	162,6	16,0	803,83000	6,847096	6,841	6,694166
440	89,2	162,6	16,0	823,41120	6,847096	6,841	6,694166
450	89,2	162,6	16,0	842,99240	6,847096	6,841	6,694166
460	89,2	162,6	16,0	862,57360	6,847096	6,841	6,694166
470	89,2	162,6	16,0	882,15480	6,847096	6,841	6,694166
480	89,2	162,6	16,0	901,73600	6,847096	6,841	6,694166
490	89,2	162,6	16,0	921,31720	6,847096	6,841	6,694166
500	89,2	162,6	16,0	940,89840	6,847096	6,841	6,694166
510	89,2	162,6	16,0	960,47960	6,847096	6,841	6,694166
520	89,2	162,6	16,0	980,06080	6,847096	6,841	6,694166
530	89,2	162,6	16,0	1000,04200	6,847096	6,841	6,694166
540	89,2	162,6	16,0	1020,02320	6,847096	6,841	6,694166
550	89,2	162,6	16,0	1040,00440	6,847096	6,841	6,694166
560	89,2	162,6	16,0	1060,00000	6,847096	6,841	6,694166
570	89,2	162,6	16,0	1080,00000	6,847096	6,841	6,694166
580	89,2	162,6	16,0	1100,00000	6,847096	6,841	6,694166
590	89,2	162,6	16,0	1120,00000	6,847096	6,841	6,694166
600	89,2	162,6	16,0	1140,00000	6,847096	6,841	6,694166
610	89,2	162,6	16,0	1160,00000	6,847096	6,841	6,694166
620	89,2	162,6	16,0	1180,00000	6,847096	6,841	6,694166
630	89,2	162,6	16,0	1200,00000	6,847096	6,841	6,694166
640	89,2	162,6	16,0	1220,00000	6,847096	6,841	6,694166
650	89,2	162,6	16,0	1240,00000	6,847096	6,841	6,694166
660	89,2	162,6	16,0	1260,00000	6,847096	6,841	6,694166
670	89,2	162,6	16,0	1280,00000	6,847096	6,841	6,694166
680	89,2	162,6	16,0	1300,00000	6,847096	6,841	6,694166
690	89,2	162,6	16,0	1320,00000	6,847096	6,841	6,694166
700	89,2	162,6	16,0	1340,00000	6,847096	6,841	6,694166
710	89,2	162,6	16,0	1360,00000	6,847096	6,841	6,694166
720	89,2	162,6	16,0	1380,00000	6,847096	6,841	6,694166
730	89,2	162,6	16,0	1400,00000	6,847096	6,841	6,694166
740	89,2	162,6	16,0	1420,00000	6,847096	6,841	6,694166
750	89,2	162,6	16,0	1440,00000	6,847096	6,841	6,694166
760	89,2	162,6	16,0	1460,00000	6,847096	6,841	6,694166
770	89,2	162,6	16,0	1480,00000	6,847096	6,841	6,694166
780	89,2	162,6	16,0	1500,00000	6,847096	6,841	6,694166
790	89,2	162,6	16,0	1520,00000	6,847096	6,841	6,694166
800	89,2	162,6	16,0	1540,00000	6,847096	6,841	6,694166
810	89,2	162,6	16,0	1560,00000	6,847096	6,841	6,694166
820	89,2	162,6	16,0	1580,00000	6,847096	6,841	6,694166
830	89,2	162,6	16,0	1600,00000	6,847096	6,841	6,694166
840	89,2	162,6	16,0	1620,00000	6,847096	6,841	6,694166
850	89,2	162,6	16,0	1640,00000	6,847096	6,841	6,694166
860	89,2	162,6	16,0	1660,00000	6,847096	6,841	6,694166
870	89,2	162,6	16,0	1680,00000	6,847096	6,841	6,694166
880	89,2	162,6	16,0	1700,00000	6,847096	6,841	6,694166
890	89,2	162,6	16,0	1720,00000	6,847096	6,841	6,694166
900	89,2	162,6	16,0	1740,00000	6,847096	6,841	6,694166
910	89,2	162,6	16,0	1760,00000	6,847096	6,841	6,694166
920	89,2	162,6	16,0	1780,00000	6,847096	6,841	6,694166
930	89,2	162,6	16,0	1800,00000	6,847096	6,841	6,694166
940	89,2	162,6	16,0	1820,00000	6,847096	6,841	6,694166
950	89,2	162,6	16,0	1840,00000	6,847096	6,841	6,694166
960	89,2	162,6	16,0	1860,00000	6,847096	6,841	6,694166
970	89,2	162,6	16,0	1880,00000	6,847096	6,841	6,694166
980	89,2	162,6	16,0	1900,00000	6,847096	6,841	6,694166
990	89,2	162,6	16,0	1920,00000	6,847096	6,841	6,694166
1000	89,2	162,6	16,0	1940,00000	6,847096	6,841	6,694166



181	89,2	182,6	18,8	75,01941	8322824	4,189	4,228424
181	89,2	182,6	18,8	75,01941	8322824	4,189	4,228424
180	89,2	182,6	18,9	75,01941	8308004	4,182	4,226476
140	88,2	182,6	18,8	75,01941	8306044	4,176	4,226012
159	89,2	182,6	18,8	75,01941	8305004	4,176	4,225964
120	89,2	182,6	18,8	75,01941	8304004	4,172	4,225764
90	89,2	182,6	18,8	75,01941	8303004	4,166	4,225300
100	89,2	182,6	18,8	75,01941	8302004	4,167	4,225248
80	89,2	182,6	18,8	75,01941	8301004	4,161	4,224784
80	89,2	182,6	18,8	75,01941	8301004	4,161	4,224784
80	89,2	182,6	18,8	75,01941	8301004	4,161	4,224784
80	89,2	182,6	18,8	75,01941	8301004	4,161	4,224784
70	89,2	182,6	18,8	75,01941	8300004	4,155	4,224320
91	89,2	182,6	18,8	75,01941	8299004	4,156	4,224272
51	89,2	182,6	18,8	75,01941	8298004	4,150	4,223808
40	89,2	182,6	18,8	75,01941	8297004	4,144	4,223344
30	89,2	182,6	18,8	75,01941	8296004	4,138	4,222880
10	89,2	182,6	18,8	75,01941	8295004	4,132	4,222416
38	89,2	182,6	18,8	75,01941	8294004	4,126	4,221952
50	89,2	182,6	18,8	75,01941	8293004	4,120	4,221488
60	89,2	182,6	18,8	75,01941	8292004	4,114	4,221024
80	89,2	182,6	18,8	75,01941	8291004	4,108	4,220560
110	89,2	182,6	18,8	75,01941	8290004	4,102	4,220096
130	89,2	182,6	18,8	75,01941	8289004	4,096	4,219632
140	89,2	182,6	18,8	75,01941	8288004	4,090	4,219168
150	89,2	182,6	18,8	75,01941	8287004	4,084	4,218704
160	89,2	182,6	18,8	75,01941	8286004	4,078	4,218240
170	89,2	182,6	18,8	75,01941	8285004	4,072	4,217776
180	89,2	182,6	18,8	75,01941	8284004	4,066	4,217312
190	89,2	182,6	18,8	75,01941	8283004	4,060	4,216848
200	89,2	182,6	18,8	75,01941	8282004	4,054	4,216384
91	89,2	182,6	18,8	75,01941	8281004	4,048	4,215920
80	89,2	182,6	18,8	75,01941	8280004	4,042	4,215456
90	89,2	182,6	18,8	75,01941	8279004	4,036	4,214992
80	89,2	182,6	18,8	75,01941	8278004	4,030	4,214528
70	89,2	182,6	18,8	75,01941	8277004	4,024	4,214064
60	89,2	182,6	18,8	75,01941	8276004	4,018	4,213600
50	89,2	182,6	18,8	75,01941	8275004	4,012	4,213136
40	89,2	182,6	18,8	75,01941	8274004	4,006	4,212672
30	89,2	182,6	18,8	75,01941	8273004	4,000	4,212208
20	89,2	182,6	18,8	75,01941	8272004	3,994	4,211744
10	89,2	182,6	18,8	75,01941	8271004	3,988	4,211280
0	89,2	182,6	18,8	75,01941	8270004	3,982	4,210816



40	89.2	102.8	10.8	42863071	42813610	4.132	4.1370100
40	89.2	102.8	10.8	43063034	43013573	4.011	4.0162791
50	89.2	102.8	10.8	43263007	43213546	4.091	4.0965481
40	89.2	102.8	10.8	43462980	43413519	4.171	4.1768171
60	89.2	102.8	10.8	43662953	43613492	4.051	4.0567861
40	89.2	102.8	10.8	43862926	43813465	4.131	4.1367551
100	89.2	102.8	10.8	44062899	44013438	4.191	4.1968241
120	89.2	102.8	10.8	44262872	44213411	4.251	4.2568931
130	89.2	102.8	10.8	44462845	44413384	4.331	4.3369621
140	89.2	102.8	10.8	44662818	44613357	4.391	4.3970311
140	89.2	102.8	10.8	44862791	44813330	4.451	4.4571001
140	89.2	102.8	10.8	45062764	45013303	4.511	4.5171691
150	89.2	102.8	10.8	45262737	45213276	4.571	4.5772381
150	89.2	102.8	10.8	45462710	45413249	4.631	4.6373071
160	89.2	102.8	10.8	45662683	45613222	4.691	4.6973761
170	89.2	102.8	10.8	45862656	45813195	4.751	4.7574451
180	89.2	102.8	10.8	46062629	46013168	4.811	4.8175141
190	89.2	102.8	10.8	46262602	46213141	4.871	4.8775831
200	89.2	102.8	10.8	46462575	46413114	4.931	4.9376521
210	89.2	102.8	10.8	46662548	46613087	4.991	4.9977211
220	89.2	102.8	10.8	46862521	46813060	5.051	5.0577901
230	89.2	102.8	10.8	47062494	47013033	5.111	5.1178591
240	89.2	102.8	10.8	47262467	47213006	5.171	5.1779281
250	89.2	102.8	10.8	47462440	47412979	5.231	5.2379971
260	89.2	102.8	10.8	47662413	47612952	5.291	5.2980661
270	89.2	102.8	10.8	47862386	47812925	5.351	5.3581351
280	89.2	102.8	10.8	48062359	48012898	5.411	5.4182041
290	89.2	102.8	10.8	48262332	48212871	5.471	5.4782731
300	89.2	102.8	10.8	48462305	48412844	5.531	5.5383421
310	89.2	102.8	10.8	48662278	48612817	5.591	5.5984111
320	89.2	102.8	10.8	48862251	48812790	5.651	5.6584801
330	89.2	102.8	10.8	49062224	49012763	5.711	5.7185491
340	89.2	102.8	10.8	49262197	49212736	5.771	5.7786181
350	89.2	102.8	10.8	49462170	49412709	5.831	5.8386871
360	89.2	102.8	10.8	49662143	49612682	5.891	5.8987561
370	89.2	102.8	10.8	49862116	49812655	5.951	5.9588251
380	89.2	102.8	10.8	50062089	50012628	6.011	6.0188941
390	89.2	102.8	10.8	50262062	50212601	6.071	6.0789631
400	89.2	102.8	10.8	50462035	50412574	6.131	6.1390321
410	89.2	102.8	10.8	50662008	50612547	6.191	6.1991011
420	89.2	102.8	10.8	50861981	50812520	6.251	6.2591701
430	89.2	102.8	10.8	51061954	51012493	6.311	6.3192391
440	89.2	102.8	10.8	51261927	51212466	6.371	6.3793081
450	89.2	102.8	10.8	51461900	51412439	6.431	6.4393771
460	89.2	102.8	10.8	51661873	51612412	6.491	6.4994461
470	89.2	102.8	10.8	51861846	51812385	6.551	6.5595151
480	89.2	102.8	10.8	52061819	52012358	6.611	6.6195841
490	89.2	102.8	10.8	52261792	52212331	6.671	6.6796531
500	89.2	102.8	10.8	52461765	52412304	6.731	6.7397221
510	89.2	102.8	10.8	52661738	52612277	6.791	6.7997911
520	89.2	102.8	10.8	52861711	52812250	6.851	6.8598601
530	89.2	102.8	10.8	53061684	53012223	6.911	6.9199291
540	89.2	102.8	10.8	53261657	53212196	6.971	6.9799981
550	89.2	102.8	10.8	53461630	53412169	7.031	7.0380671
560	89.2	102.8	10.8	53661603	53612142	7.091	7.0981361
570	89.2	102.8	10.8	53861576	53812115	7.151	7.1582051
580	89.2	102.8	10.8	54061549	54012088	7.211	7.2182741
590	89.2	102.8	10.8	54261522	54212061	7.271	7.2783431
600	89.2	102.8	10.8	54461495	54412034	7.331	7.3384121
610	89.2	102.8	10.8	54661468	54612007	7.391	7.3984811
620	89.2	102.8	10.8	54861441	54811980	7.451	7.4585501
630	89.2	102.8	10.8	55061414	55011953	7.511	7.5186191
640	89.2	102.8	10.8	55261387	55211926	7.571	7.5786881
650	89.2	102.8	10.8	55461360	55411899	7.631	7.6387571
660	89.2	102.8	10.8	55661333	55611872	7.691	7.6988261
670	89.2	102.8	10.8	55861306	55811845	7.751	7.7588951
680	89.2	102.8	10.8	56061279	56011818	7.811	7.8189641
690	89.2	102.8	10.8	56261252	56211791	7.871	7.8790331
700	89.2	102.8	10.8	56461225	56411764	7.931	7.9391021
710	89.2	102.8	10.8	56661198	56611737	7.991	7.9991711
720	89.2	102.8	10.8	56861171	56811710	8.051	8.0592401
730	89.2	102.8	10.8	57061144	57011683	8.111	8.1193091
740	89.2	102.8	10.8	57261117	57211656	8.171	8.1793781
750	89.2	102.8	10.8	57461090	57411629	8.231	8.2394471
760	89.2	102.8	10.8	57661063	57611602	8.291	8.2995161
770	89.2	102.8	10.8	57861036	57811575	8.351	8.3595851
780	89.2	102.8	10.8	58061009	58011548	8.411	8.4196541
790	89.2	102.8	10.8	58260982	58211521	8.471	8.4797231
800	89.2	102.8	10.8	58460955	58411494	8.531	8.5397921
810	89.2	102.8	10.8	58660928	58611467	8.591	8.5998611
820	89.2	102.8	10.8	58860901	58811440	8.651	8.6599301
830	89.2	102.8	10.8	59060874	59011413	8.711	8.7199991
840	89.2	102.8	10.8	59260847	59211386	8.771	8.7780681
850	89.2	102.8	10.8	59460820	59411359	8.831	8.8381371
860	89.2	102.8	10.8	59660793	59611332	8.891	8.8982061
870	89.2	102.8	10.8	59860766	59811305	8.951	8.9582751
880	89.2	102.8	10.8	60060739	60011278	9.011	9.0183441
890	89.2	102.8	10.8	60260712	60211251	9.071	9.0784131
900	89.2	102.8	10.8	60460685	60411224	9.131	9.1384821
910	89.2	102.8	10.8	60660658	60611197	9.191	9.1985511
920	89.2	102.8	10.8	60860631	60811170	9.251	9.2586201
930	89.2	102.8	10.8	61060604	61011143	9.311	9.3186891
940	89.2	102.8	10.8	61260577	61211116	9.371	9.3787581
950	89.2	102.8	10.8	61460550	61411089	9.431	9.4388271
960	89.2	102.8	10.8	61660523	61611062	9.491	9.4988961
970	89.2	102.8	10.8	61860496	61811035	9.551	9.5589651
980	89.2	102.8	10.8	62060469	62011008	9.611	9.6190341
990	89.2	102.8	10.8	62260442	62210981	9.671	9.6791031
1000	89.2	102.8	10.8	62460415	62410954	9.731	9.7391721

86	89,2	102,5	16,0	4,236427	4,378468	6,71	4,320862
86	89,2	102,5	16,0	16,912307	4,966984	5,91	4,262394
86	89,2	102,5	16,0	14,291962	4,907764	4,71	4,322393
86	89,2	102,5	16,0	18,401281	5,003611	5,19	4,229469
90	89,2	102,8	16,0	11,665823	4,401176	4,96	4,602176
91	89,2	102,8	16,0	7,121961	4,364411	4,49	4,611369
92	89,2	102,8	16,0	4,231031	4,340977	4,91	4,494309
95	89,2	102,8	16,0	4,533430	4,394210	4,90	4,273902
88	89,2	102,8	16,0	8,792811	4,356876	4,58	4,309735
75	89,2	102,8	16,0	4,141899	4,377381	4,00	4,241988
86	89,2	102,8	16,0	13,486881	4,366174	4,05	4,296290
80	89,2	102,8	16,0	7,822716	4,399818	4,70	4,381112
85	89,2	102,8	16,0	13,650536	4,374426	4,96	4,581962
84	89,2	102,8	16,0	14,580126	4,344667	4,80	4,331386
79	89,2	102,8	16,0	4,471888	4,366076	4,45	4,203070
88	89,2	102,8	16,0	13,465307	4,383068	4,77	4,312164
100	89,2	102,8	16,0	12,763079	4,340977	4,59	4,178912
118	89,2	102,8	16,0	14,821776	4,382713	7,91	4,551962
120	89,2	102,8	16,0	16,847967	4,331007	4,00	4,228660
130	89,2	102,8	16,0	13,284334	4,344667	4,72	4,296290
130	89,2	102,8	16,0	4,986338	4,376776	4,88	4,194862
125	89,2	102,8	16,0	16,701044	4,327941	4,61	4,268941
116	89,2	102,8	16,0	11,293311	4,324611	4,67	4,488277
88	89,2	102,8	16,0	13,473881	4,377176	4,73	4,294114
88	89,2	102,8	16,0	4,489409	4,377381	4,49	4,332010
72	89,2	102,8	16,0	2,602336	4,311464	4,50	4,275416
74	89,2	102,8	16,0	4,482181	4,344667	4,74	4,382312
73	89,2	102,8	16,0	7,173491	4,382368	4,74	4,293492
84	89,2	102,8	16,0	11,611988	4,361176	4,28	4,111136
85	89,2	102,8	16,0	2,611982	4,388388	4,84	4,114308
89	89,2	102,8	16,0	4,589881	4,361176	4,63	4,386184
100	89,2	102,8	16,0	11,514496	4,311464	4,76	4,181814
90	89,2	102,8	16,0	4,337381	4,366437	4,71	4,294012
99	89,2	102,8	16,0	11,271467	4,328977	4,76	4,298678
86	89,2	102,8	16,0	4,491738	4,340976	4,78	4,274502
87	89,2	102,8	16,0	7,160966	4,378074	4,05	4,289700
70	89,2	102,8	16,0	11,105041	4,311176	4,77	4,481098
70	89,2	102,8	16,0	13,481968	4,344667	4,61	4,311038
81	89,2	102,8	16,0	14,773345	4,388088	4,84	4,171088
86	89,2	102,8	16,0	11,291962	4,391111	4,74	4,228112
101	89,2	102,8	16,0	14,402336	4,388088	4,76	4,171088
110	89,2	102,8	16,0	4,489409	4,382368	4,28	4,222868

120	89.2	162.6	16.2	4130403	4130403	4.100	4130403
120	89.2	162.6	16.2	4130404	4130404	4.100	4130404
120	89.2	162.6	16.2	4130405	4130405	4.100	4130405
110	89.2	162.6	16.2	4130406	4130406	4.100	4130406
100	89.2	162.6	16.2	4130407	4130407	4.100	4130407
90	89.2	162.6	16.2	4130408	4130408	4.100	4130408
80	89.2	162.6	16.2	4130409	4130409	4.100	4130409
70	89.2	162.6	16.2	4130410	4130410	4.100	4130410
60	89.2	162.6	16.2	4130411	4130411	4.100	4130411
50	89.2	162.6	16.2	4130412	4130412	4.100	4130412
40	89.2	162.6	16.2	4130413	4130413	4.100	4130413
30	89.2	162.6	16.2	4130414	4130414	4.100	4130414
20	89.2	162.6	16.2	4130415	4130415	4.100	4130415
10	89.2	162.6	16.2	4130416	4130416	4.100	4130416
100	89.2	162.6	16.2	4130417	4130417	4.100	4130417
110	89.2	162.6	16.2	4130418	4130418	4.100	4130418
120	89.2	162.6	16.2	4130419	4130419	4.100	4130419
130	89.2	162.6	16.2	4130420	4130420	4.100	4130420
140	89.2	162.6	16.2	4130421	4130421	4.100	4130421
150	89.2	162.6	16.2	4130422	4130422	4.100	4130422
160	89.2	162.6	16.2	4130423	4130423	4.100	4130423
170	89.2	162.6	16.2	4130424	4130424	4.100	4130424
180	89.2	162.6	16.2	4130425	4130425	4.100	4130425
190	89.2	162.6	16.2	4130426	4130426	4.100	4130426
200	89.2	162.6	16.2	4130427	4130427	4.100	4130427
210	89.2	162.6	16.2	4130428	4130428	4.100	4130428
220	89.2	162.6	16.2	4130429	4130429	4.100	4130429
230	89.2	162.6	16.2	4130430	4130430	4.100	4130430
240	89.2	162.6	16.2	4130431	4130431	4.100	4130431
250	89.2	162.6	16.2	4130432	4130432	4.100	4130432
260	89.2	162.6	16.2	4130433	4130433	4.100	4130433
270	89.2	162.6	16.2	4130434	4130434	4.100	4130434
280	89.2	162.6	16.2	4130435	4130435	4.100	4130435
290	89.2	162.6	16.2	4130436	4130436	4.100	4130436
300	89.2	162.6	16.2	4130437	4130437	4.100	4130437
310	89.2	162.6	16.2	4130438	4130438	4.100	4130438
320	89.2	162.6	16.2	4130439	4130439	4.100	4130439
330	89.2	162.6	16.2	4130440	4130440	4.100	4130440
340	89.2	162.6	16.2	4130441	4130441	4.100	4130441
350	89.2	162.6	16.2	4130442	4130442	4.100	4130442
360	89.2	162.6	16.2	4130443	4130443	4.100	4130443
370	89.2	162.6	16.2	4130444	4130444	4.100	4130444
380	89.2	162.6	16.2	4130445	4130445	4.100	4130445
390	89.2	162.6	16.2	4130446	4130446	4.100	4130446
400	89.2	162.6	16.2	4130447	4130447	4.100	4130447
410	89.2	162.6	16.2	4130448	4130448	4.100	4130448
420	89.2	162.6	16.2	4130449	4130449	4.100	4130449
430	89.2	162.6	16.2	4130450	4130450	4.100	4130450
440	89.2	162.6	16.2	4130451	4130451	4.100	4130451
450	89.2	162.6	16.2	4130452	4130452	4.100	4130452
460	89.2	162.6	16.2	4130453	4130453	4.100	4130453
470	89.2	162.6	16.2	4130454	4130454	4.100	4130454
480	89.2	162.6	16.2	4130455	4130455	4.100	4130455
490	89.2	162.6	16.2	4130456	4130456	4.100	4130456
500	89.2	162.6	16.2	4130457	4130457	4.100	4130457
510	89.2	162.6	16.2	4130458	4130458	4.100	4130458
520	89.2	162.6	16.2	4130459	4130459	4.100	4130459
530	89.2	162.6	16.2	4130460	4130460	4.100	4130460
540	89.2	162.6	16.2	4130461	4130461	4.100	4130461
550	89.2	162.6	16.2	4130462	4130462	4.100	4130462
560	89.2	162.6	16.2	4130463	4130463	4.100	4130463
570	89.2	162.6	16.2	4130464	4130464	4.100	4130464
580	89.2	162.6	16.2	4130465	4130465	4.100	4130465
590	89.2	162.6	16.2	4130466	4130466	4.100	4130466
600	89.2	162.6	16.2	4130467	4130467	4.100	4130467
610	89.2	162.6	16.2	4130468	4130468	4.100	4130468
620	89.2	162.6	16.2	4130469	4130469	4.100	4130469
630	89.2	162.6	16.2	4130470	4130470	4.100	4130470
640	89.2	162.6	16.2	4130471	4130471	4.100	4130471
650	89.2	162.6	16.2	4130472	4130472	4.100	4130472
660	89.2	162.6	16.2	4130473	4130473	4.100	4130473
670	89.2	162.6	16.2	4130474	4130474	4.100	4130474
680	89.2	162.6	16.2	4130475	4130475	4.100	4130475
690	89.2	162.6	16.2	4130476	4130476	4.100	4130476
700	89.2	162.6	16.2	4130477	4130477	4.100	4130477
710	89.2	162.6	16.2	4130478	4130478	4.100	4130478
720	89.2	162.6	16.2	4130479	4130479	4.100	4130479
730	89.2	162.6	16.2	4130480	4130480	4.100	4130480
740	89.2	162.6	16.2	4130481	4130481	4.100	4130481
750	89.2	162.6	16.2	4130482	4130482	4.100	4130482
760	89.2	162.6	16.2	4130483	4130483	4.100	4130483
770	89.2	162.6	16.2	4130484	4130484	4.100	4130484
780	89.2	162.6	16.2	4130485	4130485	4.100	4130485
790	89.2	162.6	16.2	4130486	4130486	4.100	4130486
800	89.2	162.6	16.2	4130487	4130487	4.100	4130487
810	89.2	162.6	16.2	4130488	4130488	4.100	4130488
820	89.2	162.6	16.2	4130489	4130489	4.100	4130489
830	89.2	162.6	16.2	4130490	4130490	4.100	4130490
840	89.2	162.6	16.2	4130491	4130491	4.100	4130491
850	89.2	162.6	16.2	4130492	4130492	4.100	4130492
860	89.2	162.6	16.2	4130493	4130493	4.100	4130493
870	89.2	162.6	16.2	4130494	4130494	4.100	4130494
880	89.2	162.6	16.2	4130495	4130495	4.100	4130495
890	89.2	162.6	16.2	4130496	4130496	4.100	4130496
900	89.2	162.6	16.2	4130497	4130497	4.100	4130497
910	89.2	162.6	16.2	4130498	4130498	4.100	4130498
920	89.2	162.6	16.2	4130499	4130499	4.100	4130499
930	89.2	162.6	16.2	4130500	4130500	4.100	4130500
940	89.2	162.6	16.2	4130501	4130501	4.100	4130501
950	89.2	162.6	16.2	4130502	4130502	4.100	4130502
960	89.2	162.6	16.2	4130503	4130503	4.100	4130503
970	89.2	162.6	16.2	4130504	4130504	4.100	4130504
980	89.2	162.6	16.2	4130505	4130505	4.100	4130505
990	89.2	162.6	16.2	4130506	4130506	4.100	4130506
1000	89.2	162.6	16.2	4130507	4130507	4.100	4130507







88	89.2	182.6	16.8	4184238	4082442	9296	8279441
89	89.2	182.6	16.8	4179737	4027788	9291	8267888
90	89.2	182.6	16.8	4175236	4023287	9286	8256329
91	89.2	182.6	16.8	4170735	4018786	9281	8244770
92	89.2	182.6	16.8	4166234	4014285	9276	8233211
93	89.2	182.6	16.8	4161733	4009784	9271	8221652
94	89.2	182.6	16.8	4157232	4005283	9266	8210093
95	89.2	182.6	16.8	4152731	4000782	9261	8198534
96	89.2	182.6	16.8	4148230	3996281	9256	8186975
97	89.2	182.6	16.8	4143729	3991780	9251	8175416
98	89.2	182.6	16.8	4139228	3987279	9246	8163857
99	89.2	182.6	16.8	4134727	3982778	9241	8152298
100	89.2	182.6	16.8	4130226	3978277	9236	8140739
101	89.2	182.6	16.8	4125725	3973776	9231	8129180
102	89.2	182.6	16.8	4121224	3969275	9226	8117621
103	89.2	182.6	16.8	4116723	3964774	9221	8106062
104	89.2	182.6	16.8	4112222	3960273	9216	8094503
105	89.2	182.6	16.8	4107721	3955772	9211	8082944
106	89.2	182.6	16.8	4103220	3951271	9206	8071385
107	89.2	182.6	16.8	4098719	3946770	9201	8059826
108	89.2	182.6	16.8	4094218	3942269	9196	8048267
109	89.2	182.6	16.8	4089717	3937768	9191	8036708
110	89.2	182.6	16.8	4085216	3933267	9186	8025149
111	89.2	182.6	16.8	4080715	3928766	9181	8013590
112	89.2	182.6	16.8	4076214	3924265	9176	8002031
113	89.2	182.6	16.8	4071713	3919764	9171	7990472
114	89.2	182.6	16.8	4067212	3915263	9166	7978913
115	89.2	182.6	16.8	4062711	3910762	9161	7967354
116	89.2	182.6	16.8	4058210	3906261	9156	7955795
117	89.2	182.6	16.8	4053709	3901760	9151	7944236
118	89.2	182.6	16.8	4049208	3897259	9146	7932677
119	89.2	182.6	16.8	4044707	3892758	9141	7921118
120	89.2	182.6	16.8	4040206	3888257	9136	7909559
121	89.2	182.6	16.8	4035705	3883756	9131	7898000
122	89.2	182.6	16.8	4031204	3879255	9126	7886441
123	89.2	182.6	16.8	4026703	3874754	9121	7874882
124	89.2	182.6	16.8	4022202	3870253	9116	7863323
125	89.2	182.6	16.8	4017701	3865752	9111	7851764
126	89.2	182.6	16.8	4013200	3861251	9106	7840205
127	89.2	182.6	16.8	4008699	3856750	9101	7828646
128	89.2	182.6	16.8	4004198	3852249	9096	7817087
129	89.2	182.6	16.8	4000000	3847748	9091	7805528
130	89.2	182.6	16.8	3995500	3843247	9086	7793969
131	89.2	182.6	16.8	3991000	3838746	9081	7782410
132	89.2	182.6	16.8	3986500	3834245	9076	7770851
133	89.2	182.6	16.8	3982000	3829744	9071	7759292
134	89.2	182.6	16.8	3977500	3825243	9066	7747733
135	89.2	182.6	16.8	3973000	3820742	9061	7736174
136	89.2	182.6	16.8	3968500	3816241	9056	7724615
137	89.2	182.6	16.8	3964000	3811740	9051	7713056
138	89.2	182.6	16.8	3959500	3807239	9046	7701497
139	89.2	182.6	16.8	3955000	3802738	9041	7689938
140	89.2	182.6	16.8	3950500	3798237	9036	7678379
141	89.2	182.6	16.8	3946000	3793736	9031	7666820
142	89.2	182.6	16.8	3941500	3789235	9026	7655261
143	89.2	182.6	16.8	3937000	3784734	9021	7643702
144	89.2	182.6	16.8	3932500	3780233	9016	7632143
145	89.2	182.6	16.8	3928000	3775732	9011	7620584
146	89.2	182.6	16.8	3923500	3771231	9006	7609025
147	89.2	182.6	16.8	3919000	3766730	9001	7597466
148	89.2	182.6	16.8	3914500	3762229	8996	7585907
149	89.2	182.6	16.8	3910000	3757728	8991	7574348
150	89.2	182.6	16.8	3905500	3753227	8986	7562789











90	99.2	162.0	16.0	2670196	6859184	0.040	0.343010
91	99.2	162.0	16.0	2670470	6860200	0.040	0.343096
92	99.2	162.0	16.0	0100662	6819210	0.040	0.009794
93	99.2	162.0	16.0	0100670	6817000	0.040	0.009800
94	99.2	162.0	16.0	0100764	6847000	0.040	0.009200
95	99.2	162.0	16.0	0100802	6810600	0.040	0.010000
96	99.2	162.0	16.0	0100811	6800000	0.040	0.010000
97	99.2	162.0	16.0	0100806	6800000	0.040	0.010000
98	99.2	162.0	16.0	0100842	6800000	0.040	0.010000
99	99.2	162.0	16.0	0100910	6800000	0.040	0.010000
100	99.2	162.0	16.0	0100924	6800000	0.040	0.010000
101	99.2	162.0	16.0	0100930	6800000	0.040	0.010000
102	99.2	162.0	16.0	0100934	6800000	0.040	0.010000
103	99.2	162.0	16.0	0100938	6800000	0.040	0.010000
104	99.2	162.0	16.0	0100942	6800000	0.040	0.010000
105	99.2	162.0	16.0	0100946	6800000	0.040	0.010000
106	99.2	162.0	16.0	0100950	6800000	0.040	0.010000
107	99.2	162.0	16.0	0100954	6800000	0.040	0.010000
108	99.2	162.0	16.0	0100958	6800000	0.040	0.010000
109	99.2	162.0	16.0	0100962	6800000	0.040	0.010000
110	99.2	162.0	16.0	0100966	6800000	0.040	0.010000
111	99.2	162.0	16.0	0100970	6800000	0.040	0.010000
112	99.2	162.0	16.0	0100974	6800000	0.040	0.010000
113	99.2	162.0	16.0	0100978	6800000	0.040	0.010000
114	99.2	162.0	16.0	0100982	6800000	0.040	0.010000
115	99.2	162.0	16.0	0100986	6800000	0.040	0.010000
116	99.2	162.0	16.0	0100990	6800000	0.040	0.010000
117	99.2	162.0	16.0	0100994	6800000	0.040	0.010000
118	99.2	162.0	16.0	0101002	6800000	0.040	0.010000
119	99.2	162.0	16.0	0101010	6800000	0.040	0.010000
120	99.2	162.0	16.0	0101018	6800000	0.040	0.010000
121	99.2	162.0	16.0	0101026	6800000	0.040	0.010000
122	99.2	162.0	16.0	0101034	6800000	0.040	0.010000
123	99.2	162.0	16.0	0101042	6800000	0.040	0.010000
124	99.2	162.0	16.0	0101050	6800000	0.040	0.010000
125	99.2	162.0	16.0	0101058	6800000	0.040	0.010000
126	99.2	162.0	16.0	0101066	6800000	0.040	0.010000
127	99.2	162.0	16.0	0101074	6800000	0.040	0.010000
128	99.2	162.0	16.0	0101082	6800000	0.040	0.010000
129	99.2	162.0	16.0	0101090	6800000	0.040	0.010000
130	99.2	162.0	16.0	0101098	6800000	0.040	0.010000
131	99.2	162.0	16.0	0101106	6800000	0.040	0.010000
132	99.2	162.0	16.0	0101114	6800000	0.040	0.010000
133	99.2	162.0	16.0	0101122	6800000	0.040	0.010000
134	99.2	162.0	16.0	0101130	6800000	0.040	0.010000
135	99.2	162.0	16.0	0101138	6800000	0.040	0.010000
136	99.2	162.0	16.0	0101146	6800000	0.040	0.010000
137	99.2	162.0	16.0	0101154	6800000	0.040	0.010000
138	99.2	162.0	16.0	0101162	6800000	0.040	0.010000
139	99.2	162.0	16.0	0101170	6800000	0.040	0.010000
140	99.2	162.0	16.0	0101178	6800000	0.040	0.010000
141	99.2	162.0	16.0	0101186	6800000	0.040	0.010000
142	99.2	162.0	16.0	0101194	6800000	0.040	0.010000
143	99.2	162.0	16.0	0101202	6800000	0.040	0.010000
144	99.2	162.0	16.0	0101210	6800000	0.040	0.010000
145	99.2	162.0	16.0	0101218	6800000	0.040	0.010000
146	99.2	162.0	16.0	0101226	6800000	0.040	0.010000
147	99.2	162.0	16.0	0101234	6800000	0.040	0.010000
148	99.2	162.0	16.0	0101242	6800000	0.040	0.010000
149	99.2	162.0	16.0	0101250	6800000	0.040	0.010000
150	99.2	162.0	16.0	0101258	6800000	0.040	0.010000

130	892	1826	160	4397026	8025134	0147	0376344
130	892	1826	160	8662644	8025444	0148	0376111
131	892	1826	160	7508804	8030124	0149	0376076
90	892	1826	160	2249704	8037841	0151	0376055
80	892	1826	160	6027000	8037420	0147	0376000
70	892	1826	160	5376500	8039498	0147	0376070
70	892	1826	160	4397000	8040700	0147	0376024
70	892	1826	160	2881100	8040700	0147	0376036
80	892	1826	160	1592340	8040700	0147	0376100
80	892	1826	160	3047800	8040700	0147	0376044
90	892	1826	160	2589700	8040700	0147	0376044
100	892	1826	160	8118804	8040700	0147	0376000
100	892	1826	160	8020400	8040700	0147	0376004
40	892	1826	160	8020700	8040700	0147	0376000
90	892	1826	160	8540700	8040700	0147	0376000
80	892	1826	160	8540700	8040700	0147	0376000
70	892	1826	160	4020204	8040700	0147	0376000
70	892	1826	160	2020700	8040700	0147	0376000
70	892	1826	160	8540700	8040700	0147	0376000
80	892	1826	160	2020700	8040700	0147	0376000
90	892	1826	160	7540700	8040700	0147	0376000
110	892	1826	160	8540700	8040700	0147	0376000
120	892	1826	160	8540700	8040700	0147	0376000
120	892	1826	160	8000700	8040700	0147	0376000
120	892	1826	160	7540700	8040700	0147	0376000
120	892	1826	160	7540700	8040700	0147	0376000
100	892	1826	160	8040700	8040700	0147	0376000
80	892	1826	160	1020700	8040700	0147	0376000
70	892	1826	160	4200700	8040700	0147	0376000
70	892	1826	160	4200700	8040700	0147	0376000
50	892	1826	160	4200700	8040700	0147	0376000
70	892	1826	160	1120700	8040700	0147	0376000
80	892	1826	160	2020700	8040700	0147	0376000
90	892	1826	160	3040700	8040700	0147	0376000
100	892	1826	160	5000700	8040700	0147	0376000
110	892	1826	160	6020700	8040700	0147	0376000
180	892	1826	160	4020700	8040700	0147	0376000
190	892	1826	160	6040700	8040700	0147	0376000

109	89.2	162A	16.8	6428476	6028487	0.147	6.78167
96	89.2	162A	16.8	6428486	6028497	0.147	6.127858
95	89.2	162A	16.8	6428496	6028507	0.147	6.637289
108	89.2	162A	16.8	6428506	6028517	0.147	6.296371
100	89.2	162A	16.8	6428516	6028527	0.147	6.548014
118	89.2	162A	16.8	6428526	6028537	0.147	6.071188
120	89.2	162A	16.8	6428536	6028547	0.147	6.338719
131	89.2	162A	16.8	6428546	6028557	0.147	6.112627
126	89.2	162A	16.8	6428556	6028567	0.147	6.122486
129	89.2	162A	16.8	6428566	6028577	0.147	6.110816
106	89.2	162A	16.8	6428576	6028587	0.147	6.118084
99	89.2	162A	16.8	6428586	6028597	0.147	6.118881
98	89.2	162A	16.8	6428596	6029007	0.147	6.128717
97	89.2	162A	16.8	6428606	6029017	0.147	6.128479
48	89.2	162A	16.8	6428616	6029027	0.147	6.127328
40	89.2	162A	16.8	6428626	6029037	0.147	6.079381
42	89.2	162A	16.8	6428636	6029047	0.147	6.088889
50	89.2	162A	16.8	6428646	6029057	0.147	6.088187
78	89.2	162A	16.8	6428656	6029067	0.147	6.111798
86	89.2	162A	16.8	6428666	6029077	0.147	6.117300
88	89.2	162A	16.8	6428676	6029087	0.147	6.118881
100	89.2	162A	16.8	6428686	6029097	0.147	6.119779
109	89.2	162A	16.8	6428696	6029107	0.147	6.118881
118	89.2	162A	16.8	6428706	6029117	0.147	6.117187
120	89.2	162A	16.8	6428716	6029127	0.147	6.111188
126	89.2	162A	16.8	6428726	6029137	0.147	6.110478
129	89.2	162A	16.8	6428736	6029147	0.147	6.072321
110	89.2	162A	16.8	6428746	6029157	0.147	6.117884
119	89.2	162A	16.8	6428756	6029167	0.147	6.117786
120	89.2	162A	16.8	6428766	6029177	0.147	6.116278
130	89.2	162A	16.8	6428776	6029187	0.147	6.115176
138	89.2	162A	16.8	6428786	6029197	0.147	6.115176
150	89.2	162A	16.8	6428796	6029207	0.147	6.115176
126	89.2	162A	16.8	6428806	6029217	0.147	6.115176
178	89.2	162A	16.8	6428816	6029227	0.147	6.115176
90	89.2	162A	16.8	6428826	6029237	0.147	6.081380
91	89.2	162A	16.8	6428836	6029247	0.147	6.116384
93	89.2	162A	16.8	6428846	6029257	0.147	6.116881
40	89.2	162A	16.8	6428856	6029267	0.147	6.123788
30	89.2	162A	16.8	6428866	6029277	0.147	6.128789
30	89.2	162A	16.8	6428876	6029287	0.147	6.148814









**Tabel 23.** Penyusunan Hasil Perhitungan harga X1,Y1,X2,Y2,X4,dan Y4 dari skema 2

Tanggal	SKEMA II													
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>		Y <sub>1</sub>		Y <sub>2</sub>		Y <sub>3</sub>		X <sub>4</sub>		Y <sub>4</sub>		
01/01/2022	2130	1130	1400	1470	667	1066	1070	1072	1060	940	730	1060	1050	
02/01/2022	2140	1170	1400	1540	670	1064	1070	1110	1060	980	740	1060	1070	
03/01/2022	2140	990	1130	1500	674	1068	1060	1110	1060	940	730	1070	1040	
04/01/2022	2140	920	1280	1534	675	1060	1040	1130	1060	900	720	1060	1050	
05/01/2022	2120	860	1140	1470	660	1060	1040	1070	1060	900	730	1060	1060	
06/01/2022	2110	820	1280	1490	650	1060	1060	1060	1070	960	710	1070	1060	
07/01/2022	2140	940	1170	1530	670	1070	1070	1070	1070	940	720	1060	1060	
08/01/2022	2140	800	1170	1510	670	1060	1060	1070	1070	900	730	1060	1060	
09/01/2022	2130	860	1190	1530	654	1060	1060	1060	1060	920	720	1060	1070	
10/01/2022	2140	1040	1190	1540	660	1060	1060	1060	1060	940	710	1060	1060	
11/01/2022	2130	1120	1170	1530	670	1060	1060	1060	1060	900	730	1060	1060	
12/01/2022	2140	1100	1170	1530	670	1060	1060	1060	1060	900	730	1060	1060	
13/01/2022	2140	1100	1170	1530	670	1060	1060	1060	1060	900	730	1060	1060	
14/01/2022	2140	1100	1170	1530	670	1060	1060	1060	1060	900	730	1060	1060	
15/01/2022	2140	1100	1170	1530	670	1060	1060	1060	1060	900	730	1060	1060	
16/01/2022	2140	1100	1170	1530	670	1060	1060	1060	1060	900	730	1060	1060	
17/01/2022	2130	1040	1170	1530	670	1060	1060	1060	1060	900	730	1060	1060	
18/01/2022	2140	960	1170	1530	670	1060	1060	1060	1060	900	730	1060	1060	
19/01/2022	2140	960	1170	1530	670	1060	1060	1060	1060	900	730	1060	1060	
20/01/2022	2130	860	1170	1530	670	1060	1060	1060	1060	900	730	1060	1060	
21/01/2022	2130	860	1170	1530	670	1060	1060	1060	1060	900	730	1060	1060	
22/01/2022	2130	860	1170	1530	670	1060	1060	1060	1060	900	730	1060	1060	
23/01/2022	2140	960	1160	1530	650	1060	1060	1060	1060	900	710	1060	1060	
24/01/2022	2130	1070	1060	1530	660	1060	1060	1060	1060	900	720	1060	1060	
25/01/2022	2120	1130	1020	1530	660	1060	1060	1060	1060	900	710	1060	1060	
26/01/2022	2140	1130	970	1520	660	1060	1060	1060	1060	900	710	1060	1060	
27/01/2022	2140	1200	930	1540	670	1060	1060	1060	1060	900	710	1060	1060	
28/01/2022	2120	1200	890	1520	660	1060	1060	1060	1060	900	710	1060	1060	
29/01/2022	2140	1240	860	1410	670	1060	1060	1060	1060	900	710	1060	1060	

Penyusunan hasil perhitungan harga  $X_1, Y_2, X_2, Y_3, X_3, Y_4, X_4$ , dan  $Y_4$ . Pengisian data tabel 18 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  $X_4$  dan bilangan 0 (nol) yang tidak dimasukkan dalam perkalian, maka lakukan perhitungan dengan menambahkan bilangan yang harus dibalikan dengan 1 pada kolom bertanda (+) dibawah kolom  $X_1, Y_2, X_2, Y_3, X_3, Y_4, X_4$ , dan  $Y_4$ . Hal yang sama untuk pengali -1 pada kolom dibawah bertanda (-).

**Tabel 24.** Penyusunan Hasil Perhitungan harga X dan Y indeks k: satu dari skema 3

Tgl Pengamatan	SALINAN III						
	$X_1$	$Y_2$	$X_2$	$Y_3$	$X_3$	$Y_4$	$Y_4$
01-01-2022	2130	2350	1510	600	710	100	110
02-01-2022	2160	2000	1020	700	700	110	820
03-01-2022	2110	2050	1500	610	800	100	730
04-01-2022	2100	2100	1200	800	670	120	810
05-01-2022	2120	2000	1120	600	530	100	800
06-01-2022	2110	2150	1310	810	770	100	820
07-01-2022	2140	2100	1200	800	700	110	820
08-01-2022	2100	2100	1000	700	670	100	820
09-01-2022	2130	2000	1020	600	670	100	810
10-01-2022	2140	2000	1000	600	670	100	820
11-01-2022	2150	2000	1100	600	670	100	810
12-01-2022	2190	1000	1000	600	600	100	810
13-01-2022	2100	1000	1100	610	600	100	810
14-01-2022	2100	1100	1200	600	600	100	800
15-01-2022	2130	1000	1400	600	670	100	810
16-01-2022	2140	900	1500	600	700	100	810
17-01-2022	2150	700	1500	600	700	100	810
18-01-2022	2100	600	1520	600	700	100	820
19-01-2022	2100	500	1600	600	700	100	800
20-01-2022	2120	400	1300	600	700	100	800
21-01-2022	2100	400	1100	600	700	100	820
22-01-2022	2100	400	900	600	600	100	820
23-01-2022	2100	600	900	600	600	100	800
24-01-2022	2150	700	800	600	600	100	810
25-01-2022	2170	800	800	600	600	100	800
26-01-2022	2100	1000	900	600	600	100	840
27-01-2022	2100	1100	1120	600	600	100	820
28-01-2022	2170	1100	1270	600	600	100	810
29-01-2022	2100	1100	1400	600	600	100	820
Jumlah/Nilai	62100	22400	26640	15040	19100	5230	2620







Tabel 26. Penyusunan Hasil Perhitungan Besaran X dan Y skema 5 dan 6

		S <sub>4</sub>	M <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	K <sub>1</sub>	O <sub>1</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>5</sub>
V	PRiser	82100,000	3851,791	4067,138	884,829	2112,290	8629,720	420,000	489,388
V	PRair		854,755	1864,888	1087,400	15407,886	8227,360	310,000	180,200
	PH	82100,000	3861,794	4081,117	109,217	3545,300	12753,080	885,900	669,588
Datar Se	∅	688,070	378,000	448,000	388,000	400,000	588,000	300,000	328,000
Hasil Hitung	r		8,891	7,100	2,780	1,800	5,200	2,000	0,901
Hasil Hitung	r <sub>air</sub>		1,431	3,754	1,540	1,281	1,619	1,000	0,754
Hasil Hitung	V		46,750	0,000	48,375	270,637	36,110	288,880	46,750
Hasil Hitung	u		-1,347	0,000	-1,847	-7,031	4,125	-2,714	-1,847
Hasil Hitung	w		0,000	-2,527	0,000	-2,437	0,000	0,000	2,527
Datar Se	∅		100,000	140,000	200,000	150,000	100,000	80,000	100,000
Hasil Hitung	r		5,314	100,000	100,000	36,304	38,110	267,300	100,000
Jumlah	V		81,100	528,000	300,000	875,910	110,110	744,880	528,000
			71,000	170,484	142,899	319,130	240,240	344,564	100,624
PR (F X (X) + M) / A		91,024	10,000	24,302	1,000	25,410	29,000	1,200	2,232

Tabel 27. Konstanta Pasang surut Pantai Tumbuhan

	S <sub>4</sub>	M <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>1</sub>	O <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>5</sub>
A <sub>m</sub>	89,2	10,7	24,8	1,0	5,8	25,7	30,6	8,5	1,4	2,2
E		21,2	175,5	142,8	175,5	269,8	243,9	208,0	244,0	168,6

Hasil Perhitungan

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

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

$$= \frac{25,7+20,6}{10,7+24,6} = 1,31 \text{ Cm}$$

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

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

- 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.

- 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.

- Pasang surut campuran condong ke harian ganda (mixed Tide Prevalling Semidiurnal )  $0,26 < F < 1,5$  :

Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda.

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

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 pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang berbeda.

Dengan menggunakan konstanta harmonik pasang surut, maka elevasi muka air sebagai fungsi waktu dapat diprediksi dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\eta(t) = S_0 + \sum_{i=1}^n A_i \cos(\omega_i t - P_i)$$

Keterangan :

$\eta(t)$  = Elevasi pasang fungsi dari waktu

$S_0$  = Datar tengah (Mean sea Level)

$A_i$  = Amplitudo Komponen ke- $i$

$n$  = Jumlah komponen

$\omega_i = \frac{2\pi}{T_i}$   $T_i$  = Komponen ke- $i$

$t$  = Waktu

$P_i$  = Fase komponen ke- $i$

Dengan menggunakan data pengamatan dan hasil prediksi elevasi muka air menggunakan persamaan di atas, maka perbandingan grafik elevasi muka air (pasang surut) sebagai fungsi waktu, antara data pengamatan dan hasil prediksi dapat diperoleh dan disajikan seperti pada gambar berikut ini.

Dari gambar diatas memperlihatkan bahwa pasang surut terjadi sebanyak 1 kali yaitu 1 kali pasang dan satu kali surut. Dari elevasi dari mean Sea level berada pada ketinggian 89,2 cm.

#### **Elevasi Muka air laut**

Dari beberapa nilai evaluasi muka air laut antara lain :

Pasut tipe campuran condong harian tunggal (Mixed Tide Prevailing Diurnal).

$$\text{MSL} = 89,2$$

$$\begin{aligned} \text{HHWL} &= Z_0 + (M_2 + S_2) + (K_1 + O_1) \\ &= 101,21 + (10,7 + 24,6) + (25,7 + 20,6) \\ &= 182,81 \text{ CM} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LLWL} &= Z_0 - (M_2 + S_2) - (K_1 + O_1) \\ &= 101,21 - (10,7 + 24,6) - (25,7 + 20,6) \\ &= 20,61 \text{ CM} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MHWL} &= Z_0 + (M_2 + S_2) \\ &= 101,21 + (10,7 + 24,6) \\ &= 111,91 \text{ CM} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MLWL} &= Z_0 - (M_2 + S_2) \\ &= 101,21 - (10,7 + 24,6) \\ &= 65,91 \text{ CM} \end{aligned}$$

**Keterangan :**

**MSL** = Mean Sea Level, Muka air rata-rata muka air tinggi rerata dan muka air rendah rerata.

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

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

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

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



### C. Transport Sedimen Sepanjang Pantai

Dari hasil pengujian analisa saringan diperoleh dari Laboratorium Fakultas Teknik sipil Universitas Muhammadiyah Makassar, ada dua contoh sampel sedimen yang diuji yang berasal dari perairan Pantai Tamasaja. Dari 5 stasiun yang telah dibagi menjadi beberapa bagian (Grid) dengan jarak sekitar 200 meter setiap stasiun, dalam pengujian lab berat sedimen yang digunakan dalam 1500 gram Berikut ini adalah hasil hasil perhitungan sedimen dari sampel sedimen disekitar Pantai Tamasaja.

Tabel 28. Sampel I Sedimen Longshore

Saringan No.	Diameter (mm)	Berat Tertahan (gram)	Berat Kumulatif (gram)	Persen %	
				Tertahan	Lolos
4	4,75	0	0	0,00	100,00
8	2,35	0	0	0,00	100,00
16	1,18	0	0	0,00	100,00
40	0,45	309	309	20,60	79,40
50	0,3	459	768	50,60	48,80
100	0,15	709	1477	47,27	1,53
200	0,075	16	1493	1,07	0,47
Pan		7	1500	0,87	0,00
Jumlah		1500		100,0	

#### Komposisi :

- Pasir : 98,5 %
- Debu : 1 %
- Liat : 0,5 %

Berdasarkan pada tabel sampel sedimen *Longshore I* yang diuji yaitu :

1. Kerikil Halus =  $100 - 100 = 0\%$
2. Pasir Kasar =  $100 - 100 = 0\%$
3. Pasir Sedang =  $100 - 48,80 = 51,2\%$
4. Pasir Halus =  $48,80 - 0,47 = 48,33\%$
5. Liat =  $0,47 - 0,00 = 0,47\%$

Tabel 110. Sampel II Sedimen *Longshore*

Saringan No.	Diameter (mm)	Berat Tertahan (gram)	Berat Kumulatif (gram)	Persen %	
				Tertahan	Tolos
4	4,75	0	0	0,00	100,00
8	2,35	6	6	0,10	99,90
16	1,18	12	18	0,80	99,20
40	0,45	290	290	19,11	79,47
50	0,3	325	615	21,57	57,80
100	0,15	813	1428	54,20	3,60
200	0,075	41	1469	2,73	0,87
Pass		13	1500	0,87	0,00
Jumlah		1500		100,0	

**Komposisi :**

- Pasir : 96 %
- Debu : 3 %
- Liat : 1 %

Berdasarkan pada tabel sampel sedimen *Longshore* II yang diuji yaitu :

1. Kerikil Halus =  $100 - 100 = 0\%$
2. Pasir Kasar =  $100 - 98,8 = 1,2\%$
3. Pasir Sedang =  $98,8 - 57,80 = 41\%$
4. Pasir Halus =  $57,80 - 0,87 = 56,93\%$
5. Liat =  $0,87 - 0,00 = 0,87\%$

Maka sampel Sedimen yang diuji melalui pengujian Analisa saringan paling terbanyak adalah pasir halus yaitu sebanyak 56,93 %.

Tabel 30. Berat jenis sedimen Laut ( Sampel 1)

Nomor Percobaan	I	II
Berat Piktometer, W1 (gram)	213	213
Berat Piktometer + air, W2 (gram)	437	434
Berat Piktometer + air + tanah, W3 (gram)	500	494
Berat tanah kering, Ws (gram)	95	99
Temperatur, °C	29	29
Faktor Koreksi, $\alpha$	0,995	0,995
Berat Jenis, Gs	2,786	2,56
<b>Berat Jenis Rata-rata, Gs</b>	<b>2,650</b>	

Tabel 31. Pembagian jenis tanah berdasarkan berat jenis

Tipe Tanah	Gs
sand (Pasir)	2,65 - 2,67
Silty sand (Pasir Berlanau)	2,67 - 2,70
Inargonic Clay (Lempung Inorganik)	2,70 - 2,80
Soil With mica or iron	2,75 - 3,00
Gambut	< 2,00
Humos Soil	1,37
Grafel	> 2,70

Kesimpulan : Hasil pengujian berat jenis didapatkan bahwa sampel yang di uji berupa Pasir.

Tabel 32. Berat jenis sedimen Laut (Sampel 2)

Nomor Percobaan	I	II
Berat Piknometer, W1 (gram)	213	213
Berat Piknometer + air, W2 (gram)	435	436
Berat Piknometer + air + tanah, W3,(gram)	500	494
Berat tanah kering, Ws(gram)	98	98
Temperatur, °C	29	29
Faktor Koreksi $\mu$	0,995	0,995
Berat Jenis, Gs	2,897	2,438
Berat Jenis Rata - rata, Gs	2,667	

Tabel 36. Pembagian jenis tanah berdasarkan Berat jenis

Tipe Tanah	Gs
sand (Pasir)	2,65 - 2,67
Silty sand (Pasir Berlanau)	2,67 - 2,70
Inargonic Clay (Lempang Inorganik)	2,70 - 2,80
Soil With mica or iron	2,75 - 3,10
Gambut	< 2,00
Humos Soil	1,37
Grafel	>2,70

Kesimpulan : Hasil pengujian berat jenis didapatkan bahwa sampel yang di uji berupa Pasir.

#### D. Ukuran butiran dan Jenis Sedimen

Sedimen pada stasiun 1, 2, dan 3 merupakan pasir sedang berwarna hitam dengan cangkang dan kerang mati. Sedangkan pada stasiun 4 dan 5 merupakan pasir halus hitam.



Tabel 37. Jenis sedimen Pantai Tamasaju

Stasiun	Kerikil Halus	Pasir Kasar	Pasir Sedang	Pasir Halus	Lumpur
Stasiun 1	0%	0%	51,20%	48,33%	0,47%
Stasiun 2	0%	0%	51,20%	48,33%	0,47%
Stasiun 3	0%	0%	51,20%	48,33%	0,47%
Stasiun 4	0%	1,22%	42%	56,52%	0,8%
Stasiun 5	0%	1,20%	41%	56,7%	0,8%

Dari tabel jenis sedimen pantai bahwa pasir halus yang terdapat lebih banyak dilokasi penelitian bahkan lebih dominan dibanding jenis sedimen lainnya. Dan pasir sedang terdapat pada stasiun 1, 2, dan 3 yang lebih banyak dibandingkan dari stasiun 4 dan 5.

#### E. Prediksi Angkutan Sedimen Pantai Tamasaju

Angkutan sedimen sepanjang pantai tamasaju dihitung dengan menggunakan persamaan CERC :  $Q_s = 0,401 P_s$  Metode Tanaka :  $Q_s = 0,120 P_s$  Metode Das :  $Q_s = 0,325 P_s$  dan menggunakan rumus empiris dalam bentuk

(US Army, 2002) :  $Q_s = \frac{K}{(2s-n)(1-n)} \times P_s$  Angkutan sedimen sepanjang pantai ( $Q_s$ )

diperoleh, dan data yang diketahui adalah :

$$P = 0,995 \text{ kg} / \text{m}^3 \text{ (Sampel Dasar 1)}$$

$$P_s = 0,995 \text{ kg} / \text{m}^3 \text{ (Sampel Dasar 1)}$$

$$K = \text{CERC (1984) Memberikan nilai} = 0,39$$

$$n = \text{Porositas (} n = 0,4)$$

$$g = 9,81 \text{ m/d}^2$$

$$P1 = 2,436 \text{ ton.m}^2/\text{hari}$$

Contoh perhitungan transport sedimen sepanjang pantai dengan menggunakan sampel satu untuk sedimen dasar :

1. CERC (Coastal Engineering Research Center) :  $Q_s = 0,401 P1$

$$\begin{aligned} Q_s &= 0,401 P1 \\ &= 0,401 \times 2,257 \\ &= 0,910 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

2. Metode Tanaka:  $Q_s = 0,120 P1$

$$\begin{aligned} Q_s &= 0,120 P1 \\ &= 0,120 \times 2,257 \\ Q_s &= 0,270 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

### 1. Skenario Pemodelan Garis Pantai

#### a. Initial Condition ( Kondisi Awal Pantai )

Profil pantai awal :

Jarak dalam arah garis pantai (x) :

( 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700, 750, 800, 850, 900, 1000 )

Posisi garis pantai dari baseline (y) :

( 6, 9, 8, 8, 6, 5, 12, 18, 9, 7, 5, 8, 12, 14, 7, 6, 6, 9, 5, 4, 9 )

#### b. Boundary Condition

Dibatasi waktu yang hanya sampai 30.000 dengan *time-step* ( $\Delta t$ ) = 100, yang berarti garis pantai disimulasikan sampai 300 kali percobaan.

### c. Nilai parameter yang digunakan

Nilai parameter yang digunakan diambil dari perhitungan sebelumnya dan dari literatur yang sudah ada, yaitu :

Tinggi Gelombang Pecah ( $H_b$ )	= 2,91 m
Parameter Ukuran ( $K$ )	= 0,39 m
Index Pemecah ( $k$ )	= 3,357 m / detik
Gravitasi ( $g$ )	= 9,81 m / s <sup>2</sup>
Specific Gravity ( $s$ )	= 0,341 kg / m <sup>3</sup>
Porositas ( $p$ )	= 0,4
Kedalaman Penutup ( $h^*$ )	= 0,509 m
Ben height ( $B$ )	= 3 m
Sudut datang gelombang ( $\beta$ )	= 71°
$\Delta x$ = 50, dan $\Delta t$ = 100	

#### a. Syarat Stabilitas

Syarat stabilitas ini hanya digunakan dalam penyelesaian persamaan secara eksplit, agar persamaan ini lebih konvergen dan stabil, syarat stabilitas sebagai berikut :

$$\Delta x \leq \frac{(\Delta x)^2}{2G}$$

Pemodelan ini menggunakan persamaan diferensial dengan menggunakan rumus turunan dalam aplikasi MATLAB dapat mudah dan lebih akurat dalam melakukan pemodelan perubahan garis pantai.

## F. Hasil dan analisa pemodelan garis pantai (MATLAB)

### a. Perintah Kerja pemodelan garis pantai di aplikasi MATLAB

NO.	PERINTAH KERJA APLIKASI
1.	<p>Keterangan:</p> <p>Perintah untuk memasukkan data yang telah sebelumnya</p>
2.	<pre> t = 0:0.1:10; K = [1 1 20 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550]; A0 = [50 100 150 200 250 300 350 400 450 500]; T = [1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20]; plot(t,K); xlabel('t'); ylabel('K'); </pre> <p>Keterangan:</p> <p>Perintah untuk mengplot dan plot data koordinat pada pantai Semakajene.</p>
3.	<pre> dt = 1000; dx = 100; L = 1000; D = 10; Hb = 2.5; H = 1.5; x = 1.35; q = 9.81; g = 9.81; P = 0.25; Hs = 0.01; He = 0.01; X0 = 10; Y0 = 0; X0 = 0; x10 = 1000; Dq = K*Hb*2.5*sqrt(q/g)/(16*(e-4*(1-pi))/10); Z*sqrt(cosd(2*alpha))/(Hs*He); lambda = L*dt / dx^2; </pre> <p>Keterangan :</p> <p>Perintah untuk menginput nilai parameter-parameter yang telah didapatkan sebelumnya.</p>



4.	<pre> Kondisi awal: N = 1/dx Y(i) = Y0; x(i) = x0 i = 2:1:n X(i) = x0 + (i-1)*dx Y(n) = Y0; x(n+1) = 1000;  Keterangan : Perintah untuk menggambar grafik garis kondisi awal pantai </pre>
5.	<pre> Kondisi awal: i = 1:1:100 Y(i) = Y0 x(i) = x0 i = 2:n+1 Y(i) = x(i-1) + k*(100-Y(i-1))*dx Y(i) = Y(i) + lambda * (Y(i) - 2*Y(i-1) + Y(i-2))) Y(i) = Y(i) + mu * (Y(i-1) - 2*Y(i) + Y(i+1))) Y(i) = Y(i) + nu * Y(i) i = 1:n+1 Y(i) = Y(i) </pre> <p>Keterangan :</p> <p>Perintah untuk menggambar proses integrasi program dan penentuan angkutan medis sebagai pantai dan garis pantai sampai proses iterasi tertentu.</p>
6.	<pre> hold on plot (X,Y,'b-r') hold on end end </pre> <p>Keterangan :</p> <p>Perintah untuk memplot nilai akhir garis pantai</p>

```

function opact_stabilizy
if da^2 / (2*G) >= dc
    diap ('PERHITUNGAN STABILIS')
else
    diap ('PERHITUNGAN TIDAK STABILIS')
end

```

7.

Perintah 1:

Perintah untuk mengontrol stabilitas.

Setelah membaca perintah kerja dalam perhitungan menggunakan metode eksplisit dalam program Matlab, program secara otomatis melakukan perhitungan dengan mengklik bilangan di program Matlab. Selanjutnya ditampilkan nilai perubahan garis pantai, dan ditampilkan plot perubahan garis pantai.

#### b. Langkah – langkah Pemodelan Garis Pantai pada aplikasi MATLAB

##### 1. Membuka aplikasi MATLAB (Mathworks R2017b)



Gambar 37. Gambar Tampilan awal aplikasi MATLAB

2. Kemudian setelah membuka aplikasi MATLAB, kami memasukkan rumus atau perintah untuk memplot data koordinat awal lokasi penelitian, yaitu dengan x adalah jarak arah dalam garis pantai dan y merupakan posisi garis pantai dari baseline.



Gambar 38. Gambar tampilan pemetaan titik plot data koordinat awal

3. Kemudian memasukkan perintah atau rumus untuk menginput nilai nilai parameter yang telah didapatkan setelah melalui perhitungan.



Gambar 39. Gambar Tampilan Program untuk menginput nilai nilai parameter





5. Dan memasukkan perintah untuk menginput proses integritas dan perintah untuk menentukan angkutan sedimen sepanjang pantai.



Gambar 41. Gambar tampilan perintah untuk proses integrasi dan angkutan sedimen



7. Selanjutnya, memasukkan perintah atau nimitus untuk mengontrol stabilitas apakah stabil atau tidak. Lalu, mengklik Run untuk menjalankan perintah.



Gambar 4.3. Gambar tampilan stabilitas perhitungan



8. Setelah memasukkan rumus atau perintah pemodelan. Maka, akan muncul jendela lainnya yang bernama Figure 1, Gambar ini adalah hasil plot akhir, dan akan muncul garis pantai awal dan perubahan garis pantai yang didapatkan.



Gambar 44. Gambar awal garis pantai



Gambar 45. Contoh Hasil akhir penastofelan gambar

9. Untuk memperindah atau melengkapi hasil plot akhir yaitu dengan menambahkan legend bar dan color bar dengan mengklik

insert terlebih dahulu:



Gambar 46. Gambar. Perambukan legend dan color bar





Figure 19



Gambar 19. Gambar hasil edit plot

11. Kemudian untuk memberikan hasil yang lebih bagus dan lebih detail, maka dengan menambahkan lutan dan daratan dengan mengklik insert dan klik tex box.



Gambar 19. Contoh: penambahan text



Gambar 50. Gambar Perubahan garis pantai pada pantai Tamasaju

Dari gambar grafik no. 50 maka hasil akhir pemodelan garis pantai adalah :

- Stasiun 1 mengalami proses abrasi dan akresi pada patok 0 mengalami kemunduran garis pantai. Dan patok 1, 2, 3, 4, mengalami proses akresi atau kemajuan garis pantai.
- Stasiun 2 mengalami proses abrasi dan akresi pada patok 5 dan 6 mengalami abrasi dan patok 7 dan 8 mengalami akresi.
- Stasiun 3 mengalami proses abrasi pada patok 9, 10, 11, 12, mengalami kemunduran garis pantai.
- Stasiun 4 mengalami proses abrasi dan akresi pada patok 13 dan 14 mengalami akresi atau kemajuan garis pantai. Dan untuk patok 15 dan 16 mengalami abrasi atau kemunduran garis pantai.
- Stasiun 5 mengalami proses abrasi dan akresi pada patok 17, 20, 21, mengalami abrasi dan untuk patok 18 dan 19 mengalami proses akresi atau kemajuan garis pantai.



**G. Hasil Penggambaran peta pada lokasi penelitian menggunakan aplikasi ArcGIS**

**a. Langkah-langkah dalam menggunakan aplikasi ArcGIS**

**1. Membuka aplikasi ArcGIS (ArcMap 10.8)**



**Gambar 51.** Gambar aplikasi ArcGIS.

2. Kemudian, setelah membuka aplikasi ArcGIS dan akan muncul menu ArcMap pada gambar berikut ini :



Gambar 52. Gambar ArcMap pada aplikasi ArcGIS

3. Setelah membuka menu ArcMap, langkah selanjutnya dengan mengklik add data untuk memasukkan data shp pada lokasi penelitian.

Gambar 53. Gambar perintah ArcMap untuk memasukkan data shp

4. Setelah memasukkan data shp pada ArcMap sesuai dengan data lokasi penelitian, maka muncullah peta pada lokasi penelitian,



Gambar 54. Hasil peta digital amatur di ArcMap





6. Untuk memperjelas lokasi penelitian pada pantai Tamasaju Kec. Galesong Utara

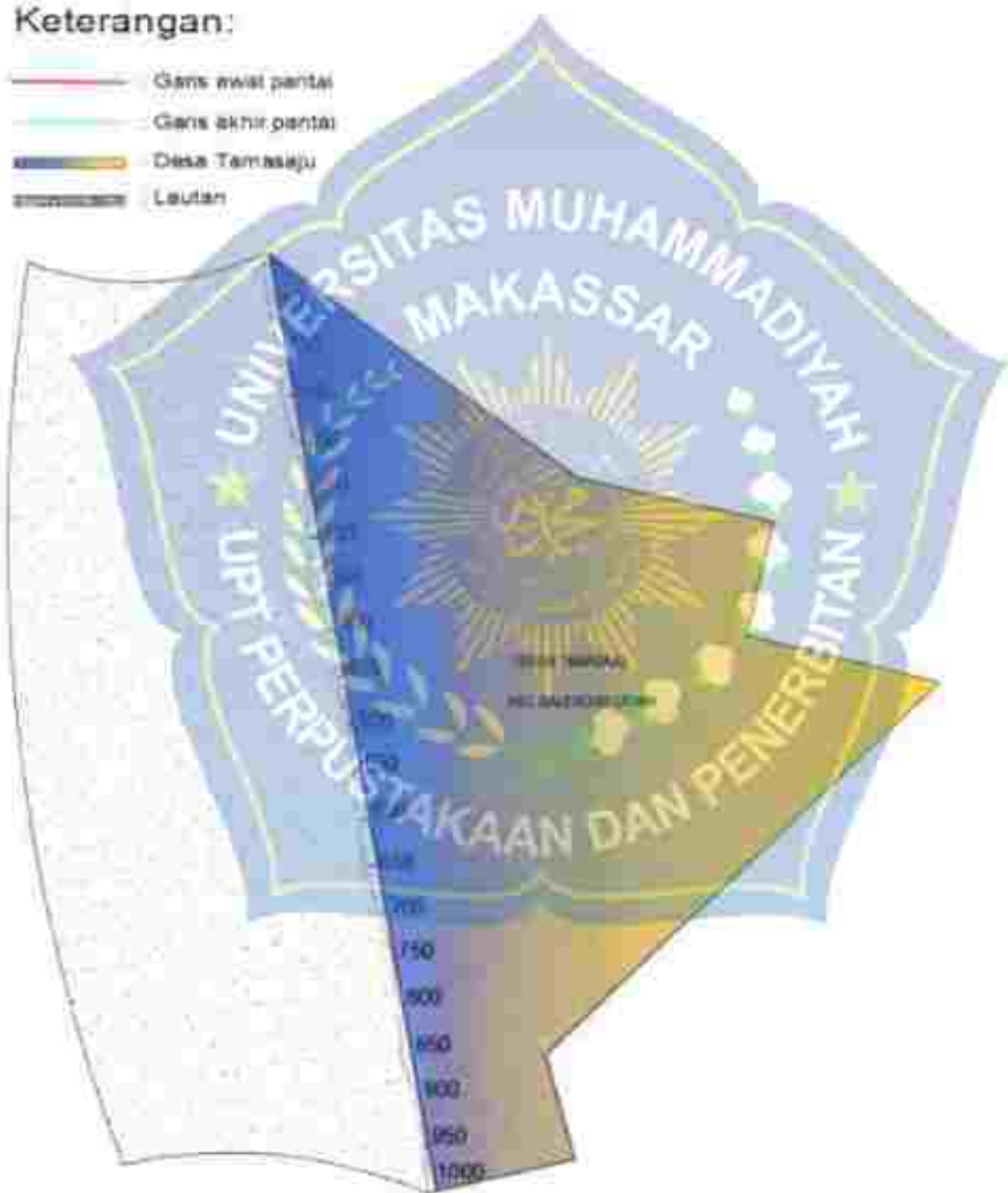


Gambar 56. Gambar letak pantai Tamasaju

7. Hasil akhir penggambaran perubahan garis pantai kawasan pantai Tamasaju yang terjadi abrasi dan akresi.

Keterangan:

-  Garis awal pantai
-  Garis akhir pantai
-  Desa Tamasaju
-  Lautan



Gambar 57. Gambar hasil akhir perubahan garis pantai dari aplikasi ArcGIS

## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan pemodelan garis pantai dengan menggunakan aplikasi MATLAB dan ArcGIS maka dapat diambil suatu kesimpulan bahwa:

1. Dengan menggunakan aplikasi MATLAB kita dapat mengetahui perubahan garis pantai dan dari hasil pemodelan garis pantai Tamiasaji yang berjarak sepanjang 1000 meter terdapat abrasi dan akresi dengan durasi waktu 3600 step untuk perhitungan 2 tahun kedepan.
2. Hasil analisa dari program ArcGIS di dapat lunas perubahan garis pantai yang terjadi abrasi rata – rata 56,92 M<sup>2</sup> dan akresi rata – rata 37,90 M<sup>2</sup>.

#### B. Saran

1. Untuk warga Kawasan pesisir pantai Tamiasaji agar segera membuat bangunan pelindung pantai agar rumah yang ada disekitar pantai tidak mengalami kerusakan karena adanya ombak dan arus laut.
2. Dan untuk penelitian selanjutnya agar melakukan pengukuran garis pantai menggunakan software untuk pengukuran garis pantai agar lebih memudahkan pengukuran untuk pengambilan data.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus S. Atmadipoera & Nurjaya, I. W., & Atmadipoera, A. S. (2020). Analisis perubahan garis pantai di wilayah pantai Barat Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan. *Jurnal Ilmu dan teknologi kelautan tropis*, 12(1), 211-222.
- Aryastana, P., Ardantha, I. M., Rahadiani, A. A. S. D., & Candrajana, K. W. (2018). Deteksi perubahan garis pantai di Kabupaten Karangasem dengan penginderaan jauh. *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 7(2).
- Ahdannabiel, H., Widada, S., & Hariadi, H. (2017). Distribusi sedimen dasar akibat arus sejajar pantai disekitar groin diperairan pantai wisata pemalene. *Journal of Oceanography*, 6(4), 650-658.
- CERC, 1984. Shore protection manual volume I, fourth edition. U.S. Army coastal engineering research center, washington.
- Hermanto, B. (1989). Perantaraan garis pantai dengan menggunakan citra lindist. *Geografi XI*, 163.
- Horikawa, K., & Arrington, W. F. (1988). A versatile means of intracellular labeling: injection of lipocystin and its detection with avidin conjugates. *Journal of neuroscience methods*, 25(1), 1-11.
- Opa, E. T. (2011). Perubahan garis pantai Desa Beatenan Kecamatan Pasomaen, Minalasa Tenggara. *Jurnal perikanan dan kelautan tropis*, 7(3), 109-114.
- Made Ardantha. (2018) Aryastana, P., Ardantha, I. M., Rahadiani, A. A. S. D., & Candrajana, K. W. (2018). Deteksi perubahan garis pantai di Kabupaten Karangasem dengan Penginderaan Jauh. *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 7(2).
- Rizqi Irfan, & Suprayogi, A. (2012). Analisis korelasi perubahan garis pantai kawasan pesisir kota Semarang terhadap perubahan garis pantai pesisir Kabupaten Demak (Dari tahun 1989-2012). *Jurnal geodesi undip*, 1(1).
- Riski, R. K. (2019). Analisa perubahan garis pantai dengan metode one line model (Studi Kasus: Pantai Mutiara Kabupaten Serdang Bedagai Sumatera Utara).



- Shibayama, (2009) & T. Amano, F., Prieto-Mahaney, O. O., Terada, Y., Yasumoto, T., & Ohtani, B. (Decahedral single-crystalline particles of anatase titanium (IV) oxide with high photocatalytic activity. *Chemistry of Materials*, 21(13), 2601-2603.
- Sobiruddin, D. (2015). Penerapan Software: MATLAB terhadap kemampuan menyelesaikan masalah numerik mahasiswa jurusan pendidikan matematika. *Paradikna jurnal pendidikan matematika*, 8(1).
- Sudarsono, A., Nakanishi, T., & Funahiki, N. (2011, July). Efficient proofs of attributes in pairing-based anonymous credential system. In *International Symposium on Privacy Enhancing Technologies Symposium* (pp. 246-263). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Sutisna, (2005). Abidin, H. Z., Pahlarasari, T., Villanueva, K. J., & Kahar, J. Geodetic datum of Indonesian maritime boundaries: Status and problems. *Marine Geodesy*, 28(4), 291-304.
- Thornton, E. B., & Gaza, R. T. (1983). Transformation of wave height distribution. *Journal of Geophysical Research, Oceanic*, 88(C10), 5925-5938.
- Triatmodjo, B. 1999. Teknik pantai. Beta offset, Yogyakarta
- United Nations Convention on the law of the Sea 1982