

# GEOMORFOLOGI PANTAI TETE TONRA KABUPATEN BONE



**JUHAINI**

**L011 20 10 04**



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2024**

**GEOMORFOLOGI PANTAI TETE TONRA KABUPATEN BONE**

**JUHAINI  
L011201004**



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**GEOMORFOLOGI PANTAI TETE TONRA KABUPATEN BONE**

**JUHAINI**  
**L011201004**

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Ilmu Kelautan dan Perikanan

Pada

**DEPARTEMEN ILMU KELAUTAN**  
**FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN**  
**UNIVERSITAS HASANUDDIN**  
**MAKASSAR**  
**2024**

**SKRIPSI**  
**GEOMORFOLOGI PANTAI TETE TONRA KABUPATEN BONE**

**JUHAINI**  
**L011201004**

Skripsi,

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana pada Agustus 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

pada

Program Studi Ilmu Kelautan  
Departemen Ilmu Kelautan  
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan  
Universitas Hasanuddin  
Makassar

Mengesahkan:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Dr. Muhammad Anshar Amran, M.Si.  
NIP. 19640218 199203 1 002



Dr. Wasir Samad, S.Si., M.Si.  
NIP. 19670826 199103 2 001

Mengetahui:

Ketua Program Studi,



Dr. Khairul Amri, S.T., M.Sc.Stud  
NIP. 19690706 199512 1 002

7

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Geomorfologi Pantai Tete Tonra Kabupaten Bone" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Dr. Muhammad Anshar Amran, M.Si. sebagai Pembimbing Utama dan Dr. Wasir Samad, S.Si., M.Si. sebagai Pembimbing Pendamping). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 02 Agustus 2024



## UCAPAN TERIMA KASIH

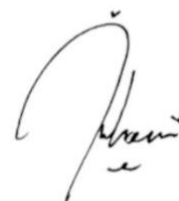
Selama proses penelitian dan penyelesaian /penulisan skripsi ini tentu tidak lepas dari dukungan, bimbingan, motivasi, bantuan, serta masukan dari berbagai pihak. Maka dari itu, penulis ingin menyampaikan apresiasi ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua, **Tanra** dan **Nuhari** yang selalu berjuang untuk kehidupan penulis, mendidik, mendukung, serta mendoakan penulis menjadi pribadi yang lebih baik setiap harinya, yang tidak pernah letih dan selalu sabar dalam mendidik, dan selalu memberikan yang terbaik bagi penulis, baik dalam hal materi maupun moril. Terimakasih kepada saudara-saudara, **Muhammad Jumaini** dan **Jumianti** yang telah menjadi penyemangat penulis.
2. Bapak **Dr. Muhammad Anshar Amran, M.Si.**, selaku pembimbing utama dan Bapak Dr. Wasir Samad, S.Si., M.Si. selaku pembimbing pendamping yang dengan penuh kesabaran dalam membimbing dan memberi ide, saran, dukungan, arahan, kepada penulis, serta memberikan bimbingan mulai tahap penyusunan proposal, penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini, sehingga penulis dapat mengerjakan skripsi ini dengan baik hingga selesai.
3. Bapak **Prof. Dr. Mahatma Lanuru, S.T., M.Sc.** dan **Prof. Andi Iqbal Burhanuddin, S.T., M.Fish.Sc., Ph.D** selaku tim penguji yang telah memberikan nasehat, dukungan, saran, dan kritik yang membangun sebagai pelengkap dalam menjalankan penelitian dan penyusunan skripsi ini.
4. Dosen pengajar Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin yang telah ikhlas mendidik dan memberikan banyak ilmu yang sangat berguna kedepannya bagi penulis.
5. Seluruh staf pegawai Departemen Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan yang telah membantu penulis selama proses administrasi penyusunan skripsi penulis.
6. Teman teman yang telah membantu penelitian di lapangan, yaitu **Alva Alvi Nu'maa Hartono, Saiful, Irman Ardi Pratama, Jackie Saputra Gasong, Yustinus Kristiyadi, Musfirah Mutamiada, dan Rahmat Mulya Ramadhan.**
7. Teman seperjuangan "Tejj", yaitu **Musfirah Mustamiada, Uzlifatul Jannah Ashar, Susilawati, Rhevialdyo Alfa Frezka Buntuma'Dika, Muh. Lutfi Maradhy, Yustinus Kritiyadi, Alprian Madani, Nur Afif Bahmid, Alva Alvi Nu'maa Hartono, Sulfitra Gusmin, Dany dan Asrif** yang selalu memberi bantuan dan hiburan selama penulis menjalani masa kuliah di Jurusan Ilmu Kelautan.
8. Teman seperjuangan "Tante Zhafira", yaitu **Indian, Salwa Seskia, Paramita, Syifa, Fatul, Middo** dan **Uci** telah memberikan banyak dukungan, bantuan, hiburan dan semangat selama penulisan skripsi ini. Serta Teman seperjuangan "Sendal Hiu?", yaitu **Muh. Azizir Furkhan D.** dan **Indian Puspitasari** yang membantu dan menemani dalam perampungan berkas dan penulisan skripsi ini.
9. Seluruh teman-teman (OCEAN) Kelautan UNHAS Angkatan 2020 yang telah memberikan bantuan yang besar terhadap penyelesaian studi penulis dan penyusunan skripsi ini.

10. Keluarga Mahasiswa Jurusan Ilmu Kelautan (KEMAJIK FIKP-UH) yang telah memberikan banyak masukan dan berbagai pengalaman dalam setiap kegiatan sedari awal perkuliahan hingga akhir masa studi penulis.
11. Teman-teman KKN Gelombang 110 Pengembangan Desa Wisata Kabupaten Soppeng, Posko 12 yang telah memberikan dan membagikan pengalaman hidup sosial kepada penulis.
12. Kepada semua pihak yang telah membantu namun tidak sempat disebutkan satu per satu dengan tumpuan harapan semoga Allah SWT membalas segala budi baik para pihak yang telah membantu dan semuanya menjadi pahala ibadah.
13. *Last but not least, I wanna thank me "Juhaini". I wanna thank me for believe in me. I wanna thank me for all doing this hard work. I wanna thank me for having no days off. I wanna thank me for never quitting. I wanna thank me for just being me at all time.*

Penulis berusaha yang terbaik untuk kesempurnaan skripsi ini. Namun penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, segala bentuk kritik dan saran yang sifatnya membangun sangatlah diperlukan untuk memperbaiki kesalahan yang ada. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat baik bagi penulis maupun pembaca.

Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Juhaini', with a stylized flourish above the name.

Juhaini

## ABSTRAK

JUHAINI, "GEOMORFOLOGI PANTAI TETE TONRA KABUPATEN BONE" (dibimbing oleh Muhammad Anshar Amran dan Wasir Samad)

**Latar Belakang** Geomorfologi adalah suatu cabang ilmu dari geologi. Asal-usul kata "geomorfologi" berasal dari bahasa Yunani, yang terdiri dari tiga kata, yaitu "geos" (bumi), "morphos" (bentuk), dan "logos" (ilmu pengetahuan). Perubahan morfologi pantai disebabkan oleh faktor oseanografi, seperti gelombang, arus, dan pasang surut. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis proses dan faktor-faktor yang menyebabkan terbentuknya morfologi di Pantai Tete, Kabupaten Bone. **Metode.** Parameter fisik meliputi gelombang, arus, pasang surut, angin, angkutan sedimen, akumulasi sedimen, besar butir sedimen, kemiringan pantai, dan kedalaman pantai; Perhitungan panjang dan luas morfologi secara spasial dan temporal menggunakan ArcMap. **Hasil.** Gelombang terbesar senilai 8,53 cm, Arus tercepat senilai 0,141m/s, Pasang surut dengan tipe campuran condong harian ganda, Angin dominan berasal dari arah utara hingga tenggara, Angkutan sedimen dominan dari arah timur laut, Akumulasi sedimen rata-rata kecepatan tertinggi senilai 0,00047 gr/cm<sup>3</sup>/hari, Ukuran butir sedimen dominan pasir sedang, Kemiringan pantai dominan berlereng miring, Kedalaman pantai paling dalam senilai 9,9 m, panjang morfologi pantai yaitu pada tahun 2013 sepanjang 1.87162 km dengan luas gusung sebesar 0,8467 km<sup>2</sup>, tahun 2016 sepanjang 1.87199 km dengan luas gusung sebesar 0,8450 km<sup>2</sup>, tahun 2018 sepanjang 1.8495 km dengan luas gusung sebesar 0,8453 km<sup>2</sup>, dan tahun 2022 sepanjang 1.8809 km dengan luas gusung sebesar 0,8450 km<sup>2</sup>. **Kesimpulan.** Perubahan morfologi pantai yang terjadi dominan disebabkan oleh transpor sedimen yang searah dengan arah arus dan oleh faktor alam seperti adanya muara sungai, faktor oseanografi seperti gelombang, angkutan sedimen, arus dan lain – lain. Pantai tete tersusun dari sedimen pasir sedang.

Kata kunci: oseanografi; parameter fisik; gusung pasir; arcmap



## ABSTRACT

JUHAINI, "GEOMORPHOLOGY OF TETE TONRA BEACH BONE REGENCY"  
(supervised by Muhammad Anshar Amran and Wasir Samad)

**Background Geomorphology** is a branch of geology. The origin of the word "geomorphology" comes from Greek, which consists of three words, namely "geos" (earth), "morphos" (form), and "logos" (science). Changes in coastal morphology are caused by oceanographic factors, such as waves, currents, and tides. **Objectives.** This study aims to analyze the processes and factors that cause the formation of morphology on Tete Beach, Bone Regency. **Methods.** Physical parameters include waves, currents, tides, wind, sediment transport, sediment accumulation, large-grained sediment, coastal slope, and coastal depth; Calculation of the length and area of morphology spatially and temporally using ArcMap. **Results.** The largest wave is 8.53 cm, The fastest current is 0.141m/s, The ebb and flow with a mixed type of double daily inclination, The dominant wind comes from the north to the southeast, The dominant sediment transport is from the northeast, The highest average sediment accumulation speed is 0.00047 gr/cm<sup>3</sup>/day, The dominant sediment grain size is medium sand, The dominant beach slope is sloping, The deepest beach depth is 9.9 m, the length of the beach morphology is in 2013 along 1.87162 km with a sandbank area of 0.8467 km<sup>2</sup>, in 2016 along 1.87199 km with a sandbank area of 0.8450 km<sup>2</sup>, in 2018 along 1.8495 km with a sandbank area of 0.8453 km<sup>2</sup>, and in 2022 along 1.8809 km with a sandbank area of 0.8450 km<sup>2</sup>. **Conclusion.** The changes in coastal morphology that occur are predominantly caused by sediment transport that is in line with the direction of the current and by natural factors such as the presence of river estuaries, oceanographic factors such as waves, transported sediments, currents and others. Tete Beach is composed of medium sand sediments.

Keywords: oceanography; physical parameters; sandbars; arcmap

## DAFTAR ISI

|                                       |           |
|---------------------------------------|-----------|
| HALAMAN JUDUL .....                   | i         |
| PENYATAAN PENGAJUAN .....             | i         |
| HALAMAN PENGESAHAN.....               | ii        |
| PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....     | iv        |
| UCAPAN TERIMA KASIH .....             | v         |
| ABSTRAK .....                         | vii       |
| DAFTAR ISI.....                       | ix        |
| DAFTAR TABEL .....                    | xi        |
| DAFTAR GAMBAR .....                   | xii       |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                 | xiii      |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>         | <b>1</b>  |
| 1.1    Latar Belakang .....           | 1         |
| 1.2    Landasan Teori.....            | 2         |
| 1.2.1    Gelombang Laut .....         | 2         |
| 1.2.2    Arus Laut.....               | 2         |
| 1.2.3    Pasang Surut .....           | 3         |
| 1.2.4    Angin .....                  | 3         |
| 1.2.5    Transpor Sedimen.....        | 3         |
| 1.2.6    Kelandaian Pantai.....       | 4         |
| 1.2.7    Kedalaman Air Laut.....      | 4         |
| 1.3    Tujuan dan Kegunaan.....       | 4         |
| <b>BAB II METODE PENELITIAN .....</b> | <b>6</b>  |
| 2.1.    Waktu dan Tempat .....        | 6         |
| 2.2.    Alat dan Bahan .....          | 7         |
| 2.3.    Prosedur Penelitian.....      | 8         |
| 2.3.1.    Persiapan .....             | 8         |
| 2.3.2.    Pengambilan Data .....      | 8         |
| 2.4.    Pengelolaan data .....        | 13        |
| 2.4.1.    Data Pasang Surut.....      | 13        |
| 2.4.2.    Data angin.....             | 14        |
| 2.4.3.    Pengolahan citra .....      | 14        |
| 2.5.    Analisis Data .....           | 14        |
| <b>BAB III HASIL.....</b>             | <b>15</b> |

|                         |                                       |    |
|-------------------------|---------------------------------------|----|
| 3.1.                    | Gambaran Umum Lokasi .....            | 15 |
| 3.2.                    | Parameter Fisik Lingkungan .....      | 15 |
| 3.1.1.                  | Gelombang.....                        | 15 |
| 3.1.2.                  | Kecepatan Arus.....                   | 16 |
| 3.1.3.                  | Pasang Surut .....                    | 17 |
| 3.1.4.                  | Kelandaian Pantai .....               | 18 |
| 3.1.5.                  | Akumulasi Sedimen .....               | 20 |
| 3.1.6.                  | Ukuran Butir Sedimen.....             | 20 |
| 3.1.7.                  | Angkutan sedimen .....                | 22 |
| 3.1.8.                  | Profil Kedalaman.....                 | 23 |
| 3.1.9.                  | Arah dan Kecepatan Angin .....        | 24 |
| 3.1.1.                  | Perubahan Morfologi Pantai Tete ..... | 24 |
| BAB IV PEMBAHASAN ..... |                                       | 26 |
| 3.2.                    | Parameter Fisik Lingkungan .....      | 27 |
| 3.2.1.                  | Gelombang.....                        | 27 |
| 3.2.2.                  | Arus .....                            | 28 |
| 3.2.3.                  | Pasang Surut .....                    | 29 |
| 3.2.4.                  | Kelandaian Pantai .....               | 29 |
| 3.2.5.                  | Kecepatan Akumulasi Sedimen .....     | 30 |
| 3.2.6.                  | Ukuran Butir Sedimen.....             | 30 |
| 3.2.7.                  | Angkutan Sedimen.....                 | 31 |
| 3.2.8.                  | Kedalaman .....                       | 32 |
| 3.2.9.                  | Perubahan Morfologi Pantai .....      | 32 |
| BAB V PENUTUP .....     |                                       | 34 |
| 5.1.                    | Kesimpulan .....                      | 34 |
| DAFTAR PUSTAKA .....    |                                       | 35 |
| LAMPIRAN.....           |                                       | 38 |

**DAFTAR TABEL**

| Nomor urut  | Halaman |
|---|---------|
| 1. Alat yang diperlukan dalam penelitian .....  | 7       |
| 2. Bahan yang diperlukan dalam penelitian .....   | 7       |
| 3. Pembagian kelas jenis substrat berdasarkan ukuran butir.....                         | 11      |
| 4. Kelas kelandaian lereng pantai.....  | 12      |
| 5. Akumulasi sedimen pada setiap stasiun pada lokasi penelitian.....                    | 20      |
| 6. Ukuran butir sedimen pada setiap stasiun pada lokasi penelitian .....                | 21      |
| 7. Data transport sedimen dan arah transport setiap stasiun pada lokasi penelitian..... | 22      |
| 8. Tampilan citra dan pengamatan perubahan morfologi .....                              | 25      |

## DAFTAR GAMBAR

| Nomor urut   | Halaman |
|--|---------|
| 1. Peta lokasi penelitian .....  | 6       |
| 2. Sedimen trap 4 arah .....   | 11      |
| 3. Titik pengukuran kedalaman .....  | 13      |
| 4. Grafik perbandingan rata-rata tinggi gelombang signifikan pada setiap stasiun di lokasi penelitian.....                   | 16      |
| 5. Perbedaan tinggi gelombang sesuai tahun perekaman citra berdasarkan data sekunder BMKG.....                               | 16      |
| 6. Grafik perbandingan kecepatan arus pada setiap stasiun di lokasi penelitian .....   | 17      |
| 7. Visualisasi perbedaan arah arus pada setiap stasiun di lokasi penelitian .....  | 17      |
| 8. Grafik pasang surut dari hasil pengukuran langsung di Pantai Tete .....   | 18      |
| 9. Perbedaan MSL pada tahun 2013, 2016, 2018, 2022 perekaman citra .....   | 18      |
| 10. Profil penampang melintang pantai pada setiap stasiun di lokasi penelitian .....   | 19      |
| 11. Profil Kedalaman .....   | 23      |
| 12. Windrose September 2018 .....  | 24      |
| 13. Windrose September 2013 .....  | 24      |
| 14. Wondrose April 2018.....   | 24      |
| 15. Windrose November 2022 .....   | 24      |
| 16. Perubahan morfologi pantai tahun 2013, 2016, 2018, dan 2022 di lokasi penelitian Pantai Tete Tonra, Kabupaten Bone ..... | 25      |

**DAFTAR LAMPIRAN**

| Nomor urut   | Halaman |
|--|---------|
| 1. Data Primer Pengukuran Gelombang .....          | 38      |
| 2. Data Sekunder Gelombang .....                   | 43      |
| 3. Data Primer Pengukuran Arus .....               | 43      |
| 4. Data Primer Pengukuran Pasang Surut .....       | 44      |
| 5. Data Sekunder Pasang Surut .....                | 45      |
| 6. Data Pengukuran Kemiringan Pantai .....         | 47      |
| 7. Data Primer Analisis Ukuran Butir Sedimen ..... | 49      |
| 8. Data Pengukuran Sedimen Dasar .....             | 61      |
| 9. Data Angkutan Sedimen (gr) .....                | 61      |
| 10. Data Pengukuran Kedalaman.....                 | 61      |
| 11. Data Sekunder Angin dari BMKG .....            | 62      |
| 12. Muara Sungai di Pantai Tete Tonra.....         | 63      |
| 13. Dokumentasi di Lapangan .....                  | 64      |
| 14. Dokumentasi Di Laboratorium .....              | 65      |

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Geomorfologi adalah suatu cabang ilmu dari geologi. Asal-usul kata "geomorfologi" berasal dari bahasa Yunani, yang terdiri dari tiga kata, yaitu "*geos*" (bumi), "*morphos*" (bentuk), dan "*logos*" (ilmu pengetahuan). Dengan mengacu pada kata-kata tersebut, geomorfologi mengacu pada pengetahuan tentang bentuk permukaan bumi. Namun, geomorfologi tidak hanya mempelajari bentuk-bentuk muka bumi, melainkan juga melibatkan pemahaman tentang material dan proses yang terlibat dalam pembentukan bentuk-bentuk tersebut (Nasruddin *et al.*, 2020).

Perubahan morfologi pantai disebabkan oleh faktor oseanografi, seperti gelombang, arus, dan pasang surut. Faktor-faktor ini dapat menyebabkan proses akresi, yang merupakan penambahan material sedimen pada pantai, atau abrasi, yang merupakan pengikisan material sedimen dari pantai. Peran gelombang, arus, dan pasang surut sangat penting dalam proses sedimentasi yang terjadi di morfologi pantai. Hal tersebut mengakibatkan material sedimen ditranspor oleh gelombang menuju ke pantai, sedangkan arus membawa sedimen sepanjang morfologi pantai. Pasang surut juga berperan dalam pergerakan dan pengendapan sedimen di area pantai. Akibatnya, terjadi akresi di mana morfologi pantai semakin maju ke depan karena penambahan material sedimen (Nuriyanto *et al.*, 2019).

Pantai Tete terletak di bagian selatan Kabupaten Bone, sekitar 61 km dari pusat Kota Watampone, tepatnya di Desa Bone Pute, Kecamatan Tonra (Ramli *et al.*, 2019). Pantai Tete memiliki potensi sebagai tempat wisata pantai karena keindahan alamnya. Pantai ini memiliki laut yang jernih, panorama ombak pasir putih yang melintasi garis pantai, dan pemandangan gusung yang terletak di tepi dan tengah laut. Selain itu, terdapat terumbu karang yang indah dan ciri khasnya adalah adanya jalan menuju ke arah pulau Bulubetta, yang menjadi daya tarik tersendiri bagi para wisatawan (Yahya, 2015).

Morfologi pantai di wilayah ini mengalami perubahan dari tahun ke tahun, dan perubahan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk pengaruh gelombang di perairan pantai, pengaruh angin lokal, dan pasang surut air laut. Namun belum ada informasi rinci mengenai proses geomorfik terbentuknya morfologi tersebut. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian tentang Geomorfologi di Pantai Tete perlu dilakukan untuk memahami proses dan perubahan yang terjadi di morfologi tersebut. Metode yang dapat digunakan adalah analisis data citra satelit untuk memantau perubahan morfologi pantai secara spasial, serta pengukuran langsung di lapangan untuk mendapatkan informasi lebih detail. Pantai Tete dipilih sebagai tempat penelitian berdasarkan pemantauan awal melalui *aplikasi Google Earth* yang menunjukkan adanya perubahan morfologi pantai. Dengan melakukan penelitian ini, diharapkan akan membantu para wisatawan dan pemerintah mendapatkan informasi mengenai Pantai Tete terkhususnya mengenai keberadaan gusung pasirnya yang menjadi objek wisata di Pantai Tete.

## 1.2 Landasan Teori

### 1.2.1 Gelombang Laut

Gelombang laut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap perubahan morfologi pantai. Interaksi antara gelombang dan morfologi pantai akan menimbulkan perubahan bentuk gelombang akibat pembelokan, pemantulan, maupun gelombang pecah. Transformasi gelombang ini akan berdampak kembali terhadap perubahan morfologi pantai baik berupa perluasan maupun pengikisan area. Pengaruh gelombang yang sangat tinggi juga terkait dengan faktor lain, seperti faktor meteorologi (kecepatan, arah, dan durasi angin, iklim), faktor topografi (tinggi dan kemiringan kawasan), faktor hidrografi (jarak angin bertiup, kedalaman perairan asal gelombang), dan lain-lain. Gelombang yang bergerak menuju pantai akan mengalami perubahan bentuk yang disebabkan oleh transformasi gelombang, yang dapat menyebabkan erosi atau abrasi pantai. Fenomena tersebut dapat merusak garis pantai dan mengancam infrastruktur wilayah pesisir pantai. Pola perubahan garis pantai di sekitar groin cenderung terjadi akresi di sebelah Timur groin dan abrasi di Barat groin karena kecepatan arus sejajar pantai dari gelombang. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa gelombang laut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap perubahan garis pantai dan morfologi pantai (Tawoeda *et. al.* 2016).

### 1.2.2 Arus Laut

Arus laut adalah gerakan massa air secara horizontal yang dapat disebabkan oleh tiupan angin di permukaan laut, perbedaan densitas, dan pengaruh pasang surut laut. Arus laut dapat membentuk pola sirkulasi arus yang khusus. Arus laut memiliki peran penting dalam menentukan kondisi suatu perairan, karena arus laut dapat membawa material-material serta sifat-sifat yang terdapat dalam badan air. Pola dan karakteristik arus laut, seperti jenis arus dominan, kecepatan, arah, serta pola pergerakan arus laut, dapat menyebabkan kondisi suatu perairan menjadi dinamis. Arus laut juga dapat mempengaruhi sebaran sedimen di perairan laut, kondisi gelombang, sedimentasi, erosi, dan akresi pantai, yang semuanya dapat mempengaruhi morfologi pantai (Permadi *et. al.* 2015).

Arus laut dapat terbentuk karena angin yang bertiup dalam jangka waktu yang lama. Arus laut mampu mengangkut sedimen yang mengapung dan yang berada di dasar laut. Sedimen cenderung bergerak sejalan dengan arah pergerakan arus, sering kali tersebar sepanjang garis pantai. Pembentukan morfologi seperti spit, tombolo, ridge pantai, atau penumpukan sedimen di sekitar jeti (dermaga atau tembok laut) dan tanggul pantai adalah hasil dari aktivitas arus laut. Beberapa situasi, arus laut juga dapat menjadi penyebab terjadinya abrasi pantai. Pola arus pantai sangat dipengaruhi oleh sudut yang terbentuk antara gelombang yang datang dan garis pantai. Ketika sudut datang cukup besar, arus menyusur pantai (*longshore current*) terbentuk karena adanya perbedaan tekanan hidrostatik. Apabila sudut datang gelombang relatif kecil atau sama dengan nol (gelombang sejajar dengan pantai), arus meretas pantai (*rip current*) terbentuk dengan arah menjauhi pantai, di samping terbentuknya arus menyusur pantai. Di antara kedua jenis arus pantai ini, arus menyusur pantai memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap transportasi sedimen pantai (Azis, 2006).



### 1.2.3 Pasang Surut

Pasang surut (pasut) adalah perubahan ritmis dalam tinggi permukaan laut yang disebabkan oleh tarikan gravitasi Bulan dan Matahari. Gerakan naik turun pasut ini memiliki dampak pada berbagai proses pantai, termasuk penyebaran material sedimen dan abrasi pantai. Selama pasang naik, sedimen cenderung tersebar ke daerah pantai, sementara pada pasang surut, sedimentasi cenderung maju ke arah laut terbuka. Meskipun arus pasut umumnya tidak sangat kuat, sehingga tidak mampu membawa material sedimen berukuran besar (Rompas et al., 2022).

Tipe pasang surut di setiap lokasi di bumi bervariasi karena gaya tarik dari bulan dan matahari tidak seragam di seluruh permukaan. Variasi ini bergantung pada posisi geografis dan topografi laut setiap tempat. Dari pola pergerakan permukaan lautnya, pasang surut dapat diklasifikasikan menjadi empat jenis, yaitu pasang surut harian tunggal (*diurnal*), pasang surut harian ganda (*semi diurnal*), dan dua jenis campuran (*mixed tides*). Jenis pasang surut harian tunggal, satu siklus pasang dan satu siklus surut terjadi setiap harinya, namun selama periode spring, dapat terjadi dua kali pasang dalam sehari. Pada jenis pasang surut harian ganda, terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari, dengan ketinggian pasang dan surut yang relatif sama. Pasang surut campuran, terdapat dua jenis, yaitu campuran tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*) dan campuran ganda (*mixed tide prevailing semi diurnal*). Pada pasang surut campuran tunggal, terjadi satu atau dua kali pasang dalam sehari dengan interval yang berbeda. Sementara itu, pada campuran ganda, terjadi dua kali pasang dalam sehari dengan perbedaan tinggi dan interval yang berbeda (Zuardin, 2016).

### 1.2.4 Angin

Angin merupakan gerakan udara secara horizontal yang disebabkan oleh perbedaan tekanan udara antara dua daerah. Di Indonesia, pola angin umumnya dipengaruhi oleh pola angin monsun, yang terjadi karena perubahan posisi Matahari selama satu tahun. Selain itu, pola angin lokal juga dipengaruhi oleh bentuk topografi permukaan bumi. Angin lokal ini, yang terkait dengan lokasi dan topografi, dapat dibagi menjadi dua kategori: pertama, angin laut dan angin darat, dan kedua, angin lembah dan angin gunung (Nurhayati, 2016).

Angin memiliki kemampuan untuk mempengaruhi perubahan garis pantai baik secara langsung maupun tidak langsung. Pengaruh angin terhadap perubahan garis pantai sangat signifikan, karena angin merupakan salah satu faktor utama dalam pembentukan gelombang di laut. Semakin besar kecepatan angin, maka semakin tinggi gelombang laut yang terbentuk. Selain itu, arah angin juga memiliki pengaruh terhadap arah pergerakan gelombang (Trenggono, 2009). Gelombang yang terbentuk ketika angin bertiup dari laut ke darat mengalami gesekan dengan dasar laut pada kedalaman tertentu, sehingga turut membawa sedimen bersamanya (Setyawana *et al.*, 2021).

### 1.2.5 Transpor Sedimen

Sedimen adalah pecahan material yang terdiri dari batu-batuan secara fisis dan kimia. Material sedimen umumnya terdiri dari kuarsa, dimana partikel sedimen yang terlepas akan terangkut oleh angin, air, bahkan gaya gravitasi. Secara umum, angkutan/transpor sedimen terbagi menjadi dua yaitu angkutan muatan dasar (*bed-load transport*) dimana partikel yang bergerak dengan cara meloncat, meluncur ataupun bergulir, sedangkan

angkutan muatan layang (*suspended load transport*) terjadi apabila partikel sedimen yang terbawa aliran sungai melayang di kolom perairan. Partikel sedimen memiliki beragam ukuran mulai dari yang sangat halus seperti koloid hingga yang sangat besar seperti batu besar (*boulder*). Selain itu, partikel-partikel ini memiliki bentuk yang bervariasi, termasuk yang bulat, lonjong, dan persegi (Anasiru, 2006).

Kecepatan pengangkutan sedimen di pantai dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk karakteristik sedimen, kemiringan pantai, arus, dan gelombang. Gelombang laut yang memiliki pengaruh terbesar pada transportasi sedimen adalah gelombang yang dihasilkan oleh angin, yang sering disebut sebagai gelombang pendek. Jenis gelombang ini biasanya terjadi di perairan dangkal dan pecah ketika mendekati pantai, menyebabkan terjadinya arus gelombang. Arus yang timbul dari gelombang ini adalah arus bolak-balik (*oscillatory flow*), yang pada dasarnya adalah arus yang tidak stabil (*unsteady flow*). Jika proses ini berlangsung terus-menerus, ini akan mengakibatkan transportasi sedimen sejajar atau tegak lurus terhadap garis pantai (Widjojo *et al.* 2010).

### **1.2.6 Kelandaian Pantai**

Kemiringan pantai adalah sudut kemiringan lereng pantai yang berhubungan dengan dominansi dan sebaran sedimen. Kelandaian pantai dan distribusi sedimen adalah elemen penting dalam studi geomorfologi pantai dan mencerminkan perubahan yang terjadi di wilayah pantai. Kehadiran kelandaian lereng pantai dan sebaran sedimen di dasar perairan mencerminkan kestabilan morfologi pantai. Kelandaian pantai terkait dengan distribusi dan dominansi sedimen. Perubahan geomorfologi pantai akibat dinamika kemiringan lereng dan distribusi sedimen menyebabkan terjadinya abrasi maupun akresi pada pantai. Oleh karena itu, kemiringan pantai mempengaruhi morfologi pantai (Kalay, *et al.* 2014).

### **1.2.7 Kedalaman Air Laut**

Kedalaman air laut merupakan ukuran kedalaman daerah perairan laut yang diukur dari atas permukaan air ke dasar laut. Kerapatan batimetri suatu perairan mempengaruhi pembelokan gelombang, semakin rapat batimetri, maka semakin cepat terjadinya proses pembelokan (refraksi) di dekat pantai. Gelombang yang merambat mendekati pantai akan berusaha tegak lurus terhadap garis pantai. Gelombang yang merambat mendekati pantai akan berusaha tegak lurus terhadap garis pantai. Apabila garis batimetri sejajar dengan garis pantai, maka gelombang datang akan tegak lurus terhadap garis pantai, sebaliknya apabila garis batimetri tidak sejajar dengan garis pantai, maka gelombang datang membentuk sudut terhadap garis pantai (Samulano, 2011).

## **1.3 Tujuan dan Kegunaan**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis proses dan faktor-faktor yang menyebabkan terbentuknya morfologi di Pantai Tete, Kabupaten Bone, dengan menggunakan data citra multi tahun dan pengukuran langsung di lapangan. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat memperoleh informasi tentang pembentukan morfologi secara spasial dan temporal.

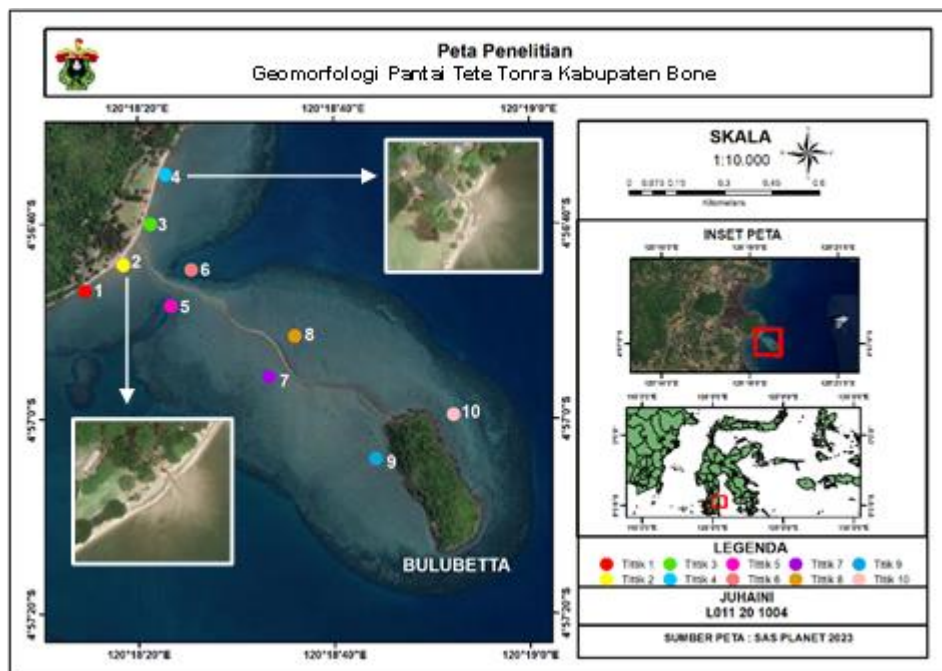
Kegunaan penelitian ini menghasilkan peta yang menunjukkan distribusi dan karakteristik morfologi di Pantai Tete dan informasi sebagai referensi bagi para pembaca,

peneliti, dan pemerintah Kabupaten Bone dalam pengambilan keputusan terkait pengembangan potensi wilayah pesisir Pantai Tete, Kabupaten Bone.

## BAB II METODE PENELITIAN

### 2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan pada tanggal 12-15 Desember 2023. Dengan lokasi pengambilan data dan sampel di Pantai Tete, Kecamatan Tonra, Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan. Sedangkan untuk analisis sampel dilakukan di Laboratorium Oseanografi Fisika dan Geomorfologi Pantai, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.



**Gambar 1.** Peta lokasi penelitian

Penentuan lokasi stasiun ditentukan berdasarkan hasil pemantauan awal melalui Google Earth dan survei awal di lapangan. Terdapat sepuluh stasiun yang dipilih sebagai titik pengambilan data parameter oseanografi dan sedimen. Penempatan titik 1 – 4 untuk melihat sedimen dari daratan utama atau pesisir serta pada stasiun 2 dan stasiun 4 terdapat muara sungai. penempatan titik 5 – 6 karena pada daerah tersebut terjadi penyempitan alur sedimen yang memungkinkan terjadinya arus yang lebih kuat, penempatan titik 7-8 sendiri sebagai titik yang mewakili pola morfologi pantai yang berkelok-kelok dengan asumsi bahwa arus lah yang menyebabkan terjadinya pola seperti itu, titik 9-10 dijadikan titik sampling untuk mengetahui apakah terdapat sedimen dari pulau Bulubetta yang dapat diketahui dari pengambilan sampel sedimen pada masing – masing titik.

## 2.2. Alat dan Bahan

Pada penelitian ini menggunakan beberapa peralatan dan bahan yang akan diperlukan pada saat di lokasi pengambilan data dan juga analisis di laboratorium. Beberapa alat yang diperlukan untuk penelitian ini diperlihatkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Alat yang diperlukan dalam penelitian

| Nama                                    | Kegunaan                                      |
|---|---|
| Alat tulis menulis                      | Mencatat data lapangan                        |
| Cawan                                   | Menguraikan sampel sedimen                    |
| <i>Cool box</i>                         | Menyimpan sampel sedimen                      |
| Gelas kimia 250 mL                      | Sebagai wadah untuk sedimen yang akan dioven  |
| <i>GPS</i>                              | Menentukan titik koordinat lokasi di lapangan |
| Kamera                                  | Dokumentasi kegiatan penelitian               |
| Kompas                                  | Menentukan arah arus dan gelombang            |
| Laptop                                  | Mengolah data primer dan sekunder lapangan    |
| Layang-layang arus                      | Mengamati arah arus                           |
| Lumpang                                 | Menghaluskan sampel sedimen                   |
| Oven                                    | Mengeringkan sampel sedimen                   |
| <i>Roll meter</i>                       | Mengukur jarak                                |
| Sedimen <i>core</i>                     | Mengambil sampel sedimen dasar                |
| Sedimen <i>trap</i>                     | Mengukur laju dan arah sedimentasi            |
| <i>Sieve shaker</i> & ayakan bertingkat | Memisahkan sedimen berdasarkan ukurannya      |
| Tali nilon                              | Mengamati kelandaian pantai                   |
| Tiang skala                             | Mengukur puncak dan lembah gelombang          |
| Timbangan analitik                      | Mengukur berat sampel sedimen                 |

Bahan yang diperlukan untuk penelitian ini pada Tabel 2. sebagai berikut:

**Tabel 2.** Bahan yang diperlukan dalam penelitian

| Nama  | Kegunaan                                     |
|---|--|
| Data citra satelit <i>Google earth</i> tahun 2013, 2016, 2018, dan 2022 | Data sekunder untuk melihat morfologi pantai |
| Data pasang surut lokasi penelitian                                     | Data sekunder                                |
| Kertas bungkus nasi (bagian licinnya)                                   | Tempat meletakkan sedimen yang telah diayak  |
| Latex   | Pelindung tangan                             |
| Plastik sampel  | Menyimpan sampel sedimen                     |

Data satelit citra pada *Google Earth* diambil dengan tahun berbeda, musim berbeda dan pola garis pantai yang sama yang menandakan tidak adanya pengaruh musim sehingga digunakan citra di bulan yang sama pada musim yang berbeda. Adapun

data citra tahun berbeda yang digunakan yakni tahun 2013, 2016, 2018, dan 2022 yang merupakan data citra yang tersedia di *Google Earth* dan pada tahun-tahun tersebut terdeteksi adanya perubahan garis pantai.

### 2.3. Prosedur Penelitian

#### 2.3.1. Persiapan

Tahapan ini mencakup pengumpulan data dan informasi melalui studi, konsultasi dengan pembimbing, survei awal di lapangan, serta persiapan alat dan bahan yang akan digunakan selama pengambilan data di lapangan.

#### 2.3.2. Pengambilan Data

##### Pengambilan Data Primer.

Data primer yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dengan menggunakan perangkat sedimen dan pengukuran parameter perairan seperti gelombang, arus, pasang surut, kelandaian pantai dan sedimen pantai. Selain itu, peneliti melakukan pengambilan koordinat di lokasi sebagai titik koordinat di lokasi sebagai titik kontrol untuk analisis data.

##### *Pengukuran Gelombang*

Pengukuran tinggi gelombang dilakukan dengan menggunakan tiang skala yang ditempatkan pada daerah yang mewakili area tersebut di luar zona ombak pecah. Pembacaan tinggi gelombang dengan mengamati puncak dan lembahnya dari ombak yang terukur pada tiang skala sebanyak 51 kali dan pengulangan sebanyak 3 kali ulangan pada masing-masing titik. Selanjutnya data puncak dan lembah gelombang yang telah diperoleh diolah menggunakan rumus berikut (Hasriyanti *et al.*, 2015):

Tinggi gelombang

$$H = (\text{Puncak gelombang} - \text{Lembah gelombang})$$

Tinggi gelombang rata-rata

$$H = \frac{H_1 + H_2 \pm \dots + H_n}{N}$$

Tinggi gelombang signifikan

$$H \frac{1}{3} = \frac{1}{3} \text{ rata - rata gelombang terbesar setelah diurutkan}$$

Keterangan:

H = Tinggi gelombang (m)

$H_{1/3}$  = Tinggi gelombang signifikan (m)

Persamaan  $H_{1/3}$  digunakan untuk menghitung tinggi gelombang signifikan, karena ini merupakan pendekatan yang sangat sederhana dari kondisi gelombang sebenarnya. Dalam pendekatan ini, diasumsikan bahwa gelombang di laut dapat direpresentasikan oleh satu gelombang sinusoida sederhana dengan tinggi  $H_{1/3}$  dan periode  $T_{1/3}$  (Arief *et al.*, 2011).

Kemudian melakukan pengolahan data gelombang menggunakan persamaan berikut (Triatmodjo, 1999):

Periode gelombang

$$T = \frac{t}{N}$$

Panjang gelombang

$$L = 1,56 \times T^2$$

Keterangan:

- T = Periode gelombang dari hasil pengukuran dalam satuan detik  
 L = Panjang gelombang (m)  
 t = Waktu Pengamatan (s)  
 N = Banyaknya Ombak

#### *Pengukuran Data Pasang Surut*

Pengukuran data pasang surut dilakukan menggunakan tiang skala dengan menentukan lokasi yang dapat mewakili seluruh daerah penelitian untuk pemasangan tiang skala dan mencatat koordinat lokasi tersebut. Tempat pemasangan tiang skala harus tetap terendam oleh air laut meskipun saat surut. Selanjutnya, dilakukan pengamatan terhadap perubahan pasang surut setiap 1 jam selama periode 39 jam.

Kemudian melakukan pengolahan data pasang surut yang telah diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$DTS = \frac{\sum H \times C}{\sum C}$$

Keterangan:

- DTS = Duduk tengah sementara (m)  
 H = Tinggi muka air (cm)  
 C = Konstanta Doodson

Untuk melakukan penentuan tipe pasang surut dengan menggunakan sumber data dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) kemudian diolah menggunakan rumus berikut:

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

Keterangan:

- F = Bilangan Formzahl  
 O1 = Amplitudo komponen pasang surut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan  
 K1 = Amplitudo komponen pasang surut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan dan matahari  
 M2 = Amplitudo komponen pasang surut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan  
 S2 = Amplitudo komponen yang disebabkan oleh gaya tarik matahari

Tipe pasang surut tersebut adalah sebagai berikut:

- Pasang surut harian ganda (semidiurnal tide)  $F < 0,25$
- Pasang surut harian tunggal (diurnal tide)  $F > 3,00$
- Pasang surut campuran condong ke ganda (mixed tide prevailing semidiurnal tide)  $0,25 < F < 0,50$
- Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (mixed tide prevailing diurnal tide)  $0,50 < F < 3,00$ .

Mengingat elevasi muka air laut selalu berubah setiap saat, maka diperlukan suatu elevasi yang ditetapkan berdasarkan data pasang surut. Penentuan tinggi dan rendahnya surut ditentukan dengan rumus-rumus sebagai berikut (Triatmodjo, 2012):

$$MSL = ZO + 1,1(M2 + S2)$$

$$DL = MSL - ZO$$

$$MHWL = ZO + (M2 + S2)$$

$$HHWL = ZO + (M2 + S2) + (O1 + K1)$$

$$MLWL = ZO - (M2 + S2)$$

$$LLWL = ZO + (M2 + S2) - (O1 + K1)$$

$$HAT = ZO + (M2 + S2 + N2 + P1 + O1 + K1)$$

$$LAT = ZO - (M2 + S2 + N2 + P1 + O1 + K1)$$

Dimana:

ZO = Jumlah nilai konstanta *admiralty*

MSL = Muka air laut rerata (*mean sea level*), adalah muka air rerata antara muka air tinggi rerata dan muka air rendah rerata. Elevasi ini digunakan sebagai referensi untuk elevasi di daratan.

MHWL = Muka air tinggi rerata (*mean high water level*)

DL = Datum level

HHWL = Muka air tinggi tertinggi (*highest high water level*)

MLWL = Muka air rendah rerata (*mean low water level*)

LLWL = Air rendah terendah (*lowest low water level*), adalah air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.

HAT = Tinggi pasang surut

LAT = Rendah pasang surut

#### *Pengukuran Arah Dan Kecepatan Arus*

Pengukuran arah arus laut menggunakan kompas di setiap titik pengamatan dan untuk mengukur besaran kecepatan arus menggunakan layang-layang arus dengan mengamati jarak dan waktu tempuhnya. Kemudian selanjutnya data dari lapangan diolah dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Hasriyanti *et al.*, 2015):

$$V = \frac{s}{t}$$

Keterangan:

V = Kecepatan arus (m/detik)

s = Jarak tempuh layang-layang arus (m)

t = Waktu yang digunakan (detik)

#### *Pengukuran Arah dan Laju Sedimen*

Sedimen trap 4 arah adalah alat yang digunakan dalam pengukuran arah dan laju angkutan sedimen yang diletakkan pada masing-masing 10 titik pada lokasi penelitian selama 2 x 24 jam.





**Gambar 2.** Sedimen trap 4 arah

Penentuan arah dan besar angkutan sedimen dapat diketahui menggunakan persamaan berikut:

$$\frac{Vol}{hari} = \frac{Q}{t}$$

$$Q = \sqrt{(Q_u - Q_s)^2 + (Q_b - Q_t)^2}$$

$$Arah Q = \left| \frac{Q_u - Q_s}{Q_t - Q_b} \right| = \tan \alpha$$

$$Q^\circ = \arctan \alpha$$

Keterangan:

- Q = Angkutan sedimen
- Q<sub>u</sub> = Angkutan sedimen dari utara
- Q<sub>s</sub> = Angkutan sedimen dari selatan
- Q<sub>t</sub> = Angkutan sedimen dari timur
- Q<sub>b</sub> = Angkutan sedimen dari barat
- Q° = Arah angkut sedimen

Selanjutnya, sampel yang berhasil tertangkap oleh sedimen *trap* tersebut dianalisis di Laboratorium Oseanografi Fisika dan Geomorfologi Pantai untuk menentukan volume, dimensi, dan berat partikelnya. Proses analisis partikel sedimen melibatkan pengeringan sampel menggunakan oven, diikuti dengan penimbangan berat keringnya. Setelah itu, sampel sedimen diayak menggunakan saringan bertingkat dan ditimbang sesuai dengan ukuran partikelnya.

Untuk menghitung *persentase* (%) berat butir sedimen, digunakan rumus berikut:

$$\%Berat = \frac{Berat Hasil Ayakan}{Berat Awal} \times 100\%$$

Menurut Hutabarat dan Evans (2012) untuk menganalisis substrat sedimen, menggunakan skala Wentworth sebagai berikut:

**Tabel 3.** Pembagian kelas jenis substrat berdasarkan ukuran butir

| Kelas Ukuran Butir                | Diameter Butir (mm) |
|-----------------------------------|---------------------|
| Kerikil Besar ( <i>Boulders</i> ) | >256                |
| Kerikil Kecil ( <i>Gravel</i> )   | 1-256               |

|   |                |
|---|----------------|
| Pasir sangat Kasar ( <i>Very coarse sand</i> )  | 1-2            |
| Pasir Kasar ( <i>Coarse sand</i> )              | 0.5 – 1        |
| Pasir Sedang ( <i>Medium sand</i> )             | 0.25 - 0.5     |
| Pasir Halus ( <i>Fine sand</i> )                | 0.125 - 0.25   |
| Pasir sangat halus ( <i>Very fine sand</i> )    | 0.0625 – 0.125 |
| Debu ( <i>Silt</i> )                            | 0.002 – 0.0625 |
| Lumpur ( <i>Clay</i> )                          | 0.0005 – 0.002 |
| Material terlarut ( <i>Dissolved material</i> ) | <0.0005        |

Kecepatan akumulasi sedimen dihitung dengan memperlihatkan berat sedimen yang terperangkap per luas area dalam periode waktu tertentu, menggunakan rumus berikut (Rifardi, 2012):

$$KA = \frac{W/L}{t}$$

Keterangan:

KA = Kecepatan akumulasi (gr/cm/hari)

W = Berat Kering (gr)

L = Volume Sedimen trap cm<sup>3</sup>

t = Waktu pemasangan sedimen trap (hari)

#### *Pengukuran Kelandaian Pantai*

Pengukuran kelandaian pantai dilakukan dengan menggunakan tiang skala, roll meter, dan tali nilon. Pengukuran ini diulang sebanyak 6 kali, dengan selisih jarak 10 meter setiap kali pengukuran.

Menurut Kalay *et. al.*, (2018) untuk menentukan besar sudut kemiringan pantai, digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\tan \beta = \frac{y}{x}$$

$$(\beta) = \arctan \frac{y}{x}$$

Keterangan:

tan  $\beta$  = Besar sudut kemiringan pantai

$\beta$  = Kemiringan pantai

x = Jarak bidang datar pengamatan

y = Jarak vertikal bidang pantai terhadap sumbu x

Klasifikasi kelandaian didasarkan pada kriteria Van Zuidam, 1989 sebagai berikut (Kalay *et. al.*, 2018):

**Tabel 4.** Kelas kelandaian lereng pantai

| Persentase Kelandaian (%) | Derajat Kelandaian (°) | Kategori             |
|---------------------------|------------------------|----------------------|
| 0 – 2                     | 0 – 2                  | Lereng Datar         |
| 2 – 7                     | 2 – 4                  | Lereng Landai        |
| 7 – 15                    | 4 – 8                  | Lereng Miring        |
| 15 – 30                   | 8 – 16                 | Lereng Sangat Miring |
| 30 – 70                   | 16 – 35                | Lereng Curam         |
| 70 – 140                  | 35 – 55                | Lereng Sangat Curam  |
| ≥ 140                     | >55                    | Lereng Terjal        |

### *Pengukuran Kedalaman*

Pengukuran kedalaman menggunakan alat *Depth Sounder* dan Kompas dengan cara sensor alat diarahkan ke objek lalu menggeser tombol *on power*, kemudian akan muncul tampilan layar yang menunjukkan angka kedalaman air dalam satuan meter. Penentuan titik kedalaman menggunakan *grid* yang di buat menggunakan bantuan *software Google Earth* dengan jarak setiap titik 30 meter ke arah laut dengan sebanyak 8 garis penampang yang terdiri dari 121 titik.



**Gambar 3.** Titik pengukuran kedalaman

### *Pengambilan Data Sekunder*

Data citra satelit yang digunakan sebagai data sekunder berasal dari *Google Earth* yaitu tahun 2013, 2016, 2018 dan 2022. Data ini kemudian dianalisis dengan menggunakan perangkat lunak *ArcGIS*. Selain itu, untuk mendapatkan data yang sesuai dengan kondisi pasang surut, gelombang dan arah angin sesuai dengan perekaman citra digunakan data dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG).

## **2.4. Pengolahan data**

### **2.4.1. Data Pasang Surut**

Data sekunder pasang surut pada bulan September 2013, September 2016, April 2018 dan November 2022 diolah menggunakan metode *Admiralty* dengan bantuan aplikasi *Microsoft Excel*, hingga mendapatkan perhitungan metode *Admiralty* menghasilkan 9 komponen pasang surut, yaitu komponen diurnal (K1, P1 dan O1), komponen semi-diurnal (M2, K2, S2 dan N2) dan komponen kuartar-diurnal (M4 dan MS4), komponen-komponen tersebut mempresentasikan jenis pasang surut.

### **2.4.2. Data Angin**

Data angin yang digunakan sebagai data sekunder pada bulan September 2013, September 2016, April 2018 dan November 2022 dalam memprediksi tinggi gelombang berasal dari Stasiun Meteorologi BMKG. Data ini kemudian diproses menggunakan aplikasi *Windrose Plot* (WRPLOT) untuk menghasilkan diagram *Windrose* yang mempresentasikan pola dan kekuatan arah angin dengan visualisasi yang jelas.

### **2.4.3. Pengolahan Citra**

Proses pengolahan citra dimulai dengan mengunduh citra beresolusi tinggi dari aplikasi *Google Earth* yang direkam pada tahun 2013, 2016, 2018 dan 2022. Selanjutnya, data dipindahkan ke aplikasi *ArcMap* untuk melakukan koreksi geometrik guna mengatasi pergeseran koordinat pada sistem perekaman citra. Lalu, melakukan digitasi garis pantai pada setiap citra yang telah terkoreksi geometrik. Hasil digitasi kemudian dipindahkan sesuai jarak pindah dari koreksi pasang surut. Tahap terakhir, melakukan *overlay* metode *symmetrical difference* untuk melihat seluruh perubahan garis pantai dan metode *union* untuk melihat perubahan pantai yang mengalami abrasi dan akresi pada dua citra dengan waktu perekaman yang berbeda yaitu 2013-2016, 2016-2018, 2018-2021, dan terakhir 2013-2022 untuk melihat perubahan garis pantai akhir terhadap garis pantai awal. Setelah selesai, maka akan tampak perubahan garis pantai.

### **2.5. Analisis Data**

Pada penelitian ini, analisis data dilakukan melalui pendekatan deskriptif. Hasil dari pengolahan data disajikan dalam bentuk gambar, grafik, dan tabel dengan bantuan aplikasi *Microsoft Excel*, *Windrose Plot*, *Google Earth*, dan *ArcGIS*. *Microsoft Excel* digunakan untuk mengelola data primer dan sekunder. *Google Earth* digunakan untuk pemantauan awal perubahan morfologi pantai dari tahun ke tahun, serta untuk mengunduh citra. Aplikasi *ArcGIS* digunakan untuk koreksi geometrik dan analisis spasial perubahan morfologi pantai.