

SKRIPSI

**ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI PADA PANTAI GALESONG
KECAMATAN GALESONG KABUPATEN TAKALAR
PROVINSI SULAWESI SELATAN**

Disusun dan diajukan oleh

ANDI AHMAD ABDILLAH HIKMAH

D061 18 1321



DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI PADA PANTAI GALESONG
KECAMATAN GALESONG KABUPATEN TAKALAR
PROVINSI SULAWESI SELATAN**

Disusun dan diajukan oleh

ANDI AHMAD ABDILLAH HIKMAH

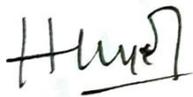
D061 18 1321

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Teknik Geologi
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 22 Juni 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



Dr. Ir. Haerany Sirajuddin, M.T.
NIP. 19671119 199802 2 001



Dr. Eng. Meutia Farida, S.T., M.T.
NIP. 19731003 200012 2 001

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Geologi
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin



Dr. Eng. Hendra Pachri, S.T., M.Eng
NIP. 19771214 200501 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Andi Ahmad Abdillah Hikmah
NIM : D061181321
Program Studi : Teknik Geologi
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI PADA PANTAI GALESONG KECAMATAN GALESONG, KABUPATEN TAKALAR, PROVINSI SULAWESI SELATAN

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Juli 2023

Yang Menyatakan



Andi Ahmad Abdillah Hikmah

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkah dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyusun proposal penelitian tugas akhir yang berjudul **“ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI PADA PANTAI GALESONG, KECAMATAN GALESONG, KABUPATEN TAKALAR, PROVINSI SULAWESI SELATAN”**. Salam dan Shalawat semoga tetap tercurahkan kepada Junjungan Nabi Besar Muhammad Shallallahu‘alaihi Wasallam yang telah hadir didunia ini sebagai rahmatan lil’alamin.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membimbing, mengarahkan, dan membantu dalam penyusunan laporan ini, diantaranya :

1. Ibu Dr. Ir. Haerany Sirajuddin, M.T., dan Ibu Dr. Eng. Meutia Farida, S.T., M.T., sebagai Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu dan tenaganya untuk membimbing dalam proses pengambilan dan pengolahan data hingga tersusunnya laporan ini.
2. Bapak Dr. Ir. Busthan Azikin, M.T. dan Bapak Ilham Alimuddin, S.T., M.Gis., Ph.D., sebagai dosen penguji yang telah memberikan arahan dan masukan dalam hasil laporan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Eng. Hendra Pachri, S.T. M.Eng., sebagai Ketua Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. yang telah banyak membantu dan memberi ilmu kepada penulis selama ini
4. Bapak dan Ibu Dosen Departemen Teknik Geologi Universitas Hasanuddin atas segala ilmu yang bermanfaat yang telah diberikan.

5. Seluruh Staf Departemen Teknik Geologi Universitas Hasanuddin yang telah banyak memberikan bantuan demi kelancaran pengurusan administrasi dalam penyusunan laporan ini.
6. Kepada Kedua Orang Tua penulis, Bapak Dr. Ir. Hikmah M. Ali, S.Pt., M.Si., IPU., ASEAN ENG. dan Ibu Dr. Ir. Nahariah, S.Pt., M.P. IPM., yang senantiasa memberikan penulis segala bentuk dukungan baik moral dan materi, serta doa restu yang senantiasa terucapkan tiada henti yang menjadi sumber semangat bagi peneliti selama ini.
7. Abdul Hakam, Larasati Prasetia, Musjalifah S.T., Andi Nurhidayah, Sri Ariyani Nur Ayuni, Sitti Aisyah Nawir, Hulaima S.T., Hani Alfiyah Lestyowati, Satriana Lorenza, Sucianti, Nasrul, Zulfadly Nizar, dan Muhammad Zuhul, dalam hal ini telah membantu dalam pengambilan dan pengolahan data serta menjadi ruang diskusi dan penyemangat bagi penulis dalam penyusunan laporan ini.
8. Teman-teman Teknik Geologi angkatan 2018 atas segala dukungannya yang telah menemani suka maupun duka dari awal perkuliahan hingga saat ini.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah memberikan motivasi dan bantuan selama penyusunan laporan ini

Dalam penyusunan laporan ini, penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki banyak kekurangan, oleh karenanya saran dan masukan sangat diharapkan oleh penulis demi perbaikan laporan ini.

Akhir kata, semoga laporan hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat baik dalam penambahan wawasan dan dapat dijadikan referensi pembaca dalam kegiatan penelitian selanjutnya .

Makassar, Juli 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
ABSTRAK.....	xi
<i>ABSTRACT</i>	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
1.6 Lokasi Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Geologi Daerah Penelitian.....	6
2.1.1 Geomorfologi	6
2.1.2 Stratigrafi Daerah Penelitian	6
2.2 Penginderaan Jauh	8
2.2.1 Satelit Sentinel	10
2.3 Pantai	14
2.3.1 Perubahan Garis Pantai	15
2.3.2 Abrasi dan Akresi Pantai.....	16
2.3.3 Faktor Penyebab Perubahan Garis Pantai	17
2.4 Analisa Ukuran Butir (Granulometri)	22
BAB III METODE PENELITIAN.....	27
3.1 Metode Penelitian.....	27

3.2	Tahapan Penelitian	27
3.2.1	Tahap Persiapan	27
3.3.2	Tahap Pengambilan Data	28
3.3.3	Tahap Pengolahan Data.....	29
3.3.4	Tahap Analisis dan Interpretasi Data	29
3.3.5	Tahap Penyusunan Laporan	31
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN		33
4.1	Hasil Pengolahan Citra Sentinel	33
4.1.1	Penentuan Panjang Garis Pantai.....	34
4.1.2	Kondisi Pantai	36
4.2	Hidrodinamika pantai daerah penelitian.....	39
4.3	Struktur Sedimen	43
4.4	Dampak Perubahan Garis Pantai Terhadap Daerah Penelitian	51
BAB V PENUTUP.....		52
5.1	Kesimpulan.....	52
5.2	Saran	52
DAFTAR PUSTAKA		53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Lokasi daerah penelitian	4
Gambar 2 Peta Geologi Regional Daerah Penelitian (Sukanto dan Supriatna,1982)	7
Gambar 3 Satelit Sentinel 2	8
Gambar 4 Morfologi Pantai (Schwartz, 2005).....	15
Gambar 5 Gerak partikel air di laut dangkal, transisi dan dalam (Triatmodjo, 1999).	18
Gambar 6 Tipe pasang surut (Triatmodjo,1999).....	22
Gambar 7 Diagram alir tahapan penelitian	32
Gambar 8 Hasil Kombinasi Band dan penajaman citra Sentinel-2A pada daerah penelitian pada tahun 2015 (Kiri) dan tahun 2022 (Kanan)	33
Gambar 9 Pemukiman di sekitar Pantai Bintang Galesong pada stasiun 3.....	34
Gambar 10 Overlay garis pantai tahun 2015 dan tahun 2022.....	36
Gambar 12 Windrose tahun 2015-2022.....	40
Gambar 13 Kondisi gelombang dan pengukuran pasang surut pada stasiun 5 dengan arah foto N 282°E.....	41
Gambar 14 Grafik pengukuran pasang surut daerah penelitian selama 24 jam.....	42
Gambar 15 Grafik pasang surut minggu ke-4 bulan Oktober 2022.....	42
Gambar 16 Trench 1 pada stasiun 1 dengan arah foto N 200°E	47
Gambar 17 Trench 2 pada stasiun 2 dengan arah foto N 336 °E	48
Gambar 18 Trench 3 pada stasiun 3 dengan arah foto N 189 °E	49
Gambar 19 Trench 4 pada stasiun 4 dengan arah foto N 176 °E	50
Gambar 20 Dampak dari abrasi pada stasiun 4 dengan arah foto N 104°E	51

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Band pada Satelit Sentinel 2A	12
Tabel 2 Skala ukuran butir yang digunakan dalam Gradistat yang dimodifikasi dari Udden (1998), Wentworth (1992), dan Friedman and Sanders (1978) dalam Boggs, S (1987) ..	26
Tabel 3 Nilai Akresi pada daerah penelitian	37
Tabel 4 Nilai Abrasi pada daerah penelitian	38

ABSTRAK

Secara administratif daerah penelitian termasuk dalam wilayah Kecamatan Galesong, Kabupaten Takalar, Provinsi Sulawesi Selatan dan secara astronomis terletak pada koordinat antara dan $5^{\circ}19'15''$ - $5^{\circ}20'00''$ Lintang Selatan dan $119^{\circ}20'30''$ - $119^{\circ}21'30''$ Bujur Timur. Penelitian ini dimaksudkan untuk melakukan penelitian mengenai analisis perubahan garis pantai pada Pantai Galesong Kecamatan Galesong, Kabupaten Takalar, Provinsi Sulawesi tujuan dari penelitian ini mengetahui perubahan garis pantai berupa akresi dan abrasi dengan menggunakan interpretasi citra. Menganalisis proses sedimentasi dan data hidrodinamika sebagai verifikasi hasil interpretasi citra. Metode yang digunakan menggunakan teknik penginderaan jauh untuk menentukan perubahan garis pantai dan pola perkembangannya pada tahun 2015 dan tahun 2022, dengan menggunakan peta citra Sentinel 2A. Perubahan garis pantai pada tahun 2015 dan tahun 2022, zona akresi didapatkan panjang jarak geser terdekat yaitu 0,52 meter dan panjang jarak geser terjauh yaitu 49,98 meter dengan kecepatan perpindahan material 0,07 hingga 6,92 meter per tahun. Luas zona akresi mencapai sekitar 4.527,29 meter². Zona abrasi didapatkan panjang jarak geser terdekat yaitu 0,28 meter dan panjang jarak geser terjauh yaitu 58,72 meter. Dengan kecepatan abrasi 0,04 hingga 8,13 meter per tahun. Luas zona abrasi mencapai sekitar 29.100,901 meter². Proses pemindahan material sedimen ditandai dengan adanya perselingan material pasir kasar hingga halus akibat dari pengaruh aktivitas hidrodinamika dengan energi yang berubah-ubah.

Kata kunci : Abrasi, Akresi, Galesong, , Hidrodinamika

ABSTRACT

Administratively the study area is included in the Galesong District, Takalar Regency, South Sulawesi Province and astronomically it is located at coordinates between and 5°19'15"- 5°20'00" South Latitude and 119° 20'30" - 119° 21' 30" East Longitude. This research is intended to conduct research on the analysis of shoreline changes in Galesong Beach, Galesong District, Takalar Regency, Sulawesi Province. The purpose of this study is to determine shoreline changes in the form of accretion and abrasion using image interpretation. Analyzing the sedimentation process and hydro-oceanic data as verification of image interpretation results. The method used remote sensing techniques to determine changes in the coastline and its development pattern in 2015 and 2022, using the Sentinel 2A imagery map. Shoreline changes in 2015 and 2022 period, the accretion zone obtained the length of the shortest shear distance of 0,52 meters and the length of the farthest sliding distance is 49,98 meters with a material displacement speed of 0,07 to 6,92 meters per year. The area of the accretion zone is approximately 4.527,29 meters². The abrasion zone has the closest sliding distance, which is 0,28 meters and the farthest sliding distance, which is 58,72 meters. With an abrasion speed of 0,04 to 8,13 meters per year. The area of the abrasion zone is around 29.100,901 meters². The process of transferring sedimentary material is characterized by the alternation of coarse to fine sand material as a result of the influence of hydrodynamic activity with varying energies.

Keywords: *Abrasion, Accretion, Galesong, Hydrodynamic*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ilmu geologi memiliki peranan sangat penting dalam memberikan pengetahuan dan dampak yang besar dalam mengedukasi penanggulangan bencana. Indonesia merupakan negara kepulauan, tercatat pulau yang ada di Indonesia 17.504 yang menjadikan masyarakat Indonesia memiliki peradaban pantai yang berkembang. Pantai dianggap memiliki potensi luar biasa yang memiliki daya tarik visual, budidaya perikanan, tambak, pertanian, pelabuhan, pariwisata, dan tentunya sebagai daerah pemukiman. Selain itu pantai juga rawan terhadap bencana akibat dari aksi gelombang dan tsunami yang sifatnya merusak.

Wilayah perairan dan pantai Indonesia yang sangat luas. Pengawasan terhadap sumber daya, perubahan kondisi lingkungan tidak dapat dilakukan secara konvensional saja, karena memerlukan waktu observasi yang panjang dan biaya yang besar maka dari itu pemanfaatan teknik penginderaan jauh lahir sebagai upaya perwujudan dari teknik pengukuran secara tidak langsung untuk dapat memenuhi tuntutan penelitian akan proses dan fenomena alam yang terjadi.

Daerah Pantai Galesong pada tahun 2020 hingga 2021 menjadi puncak terjadinya abrasi, bangunan-bangunan jatuh, hingga pemakaman di sekitar pantai tersapuh yang menjadi dampak negatif bagi warga setempat. Pariwisata dan pemukiman yang padat pada sekitar garis pantai menjadi hal yang perlu dikaji untuk pemerintah dalam mengelola tata ruang. Hal inilah yang mendorong penulis untuk melakukan penelitian mengenai “Analisis Perubahan Garis Pantai Daerah Pantai Galesong Kecamatan Galesong Kabupaten Takalar Provinsi Sulawesi Selatan”

agar dapat diperoleh data sebagai penunjang informasi geologi yang nantinya dapat berguna bagi masyarakat dan juga pemerintah setempat.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana perubahan garis pantai pada daerah penelitian?
2. Bagaimana pengaruh hidrodinamika air laut terhadap garis pantai ?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah melakukan penelitian mengenai Analisis Perubahan Garis Pantai Pada Pantai Galesong, Kecamatan Galesong, Kabupaten Takalar, Provinsi Sulawesi Selatan Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut :

1. Mengetahui perubahan garis pantai berupa akresi dan abrasi dengan menggunakan interpretasi citra.
2. Menganalisis data hidrodinamika dan sedimentasi serta dampak pada daerah pantai.

1.4 Batasan Masalah

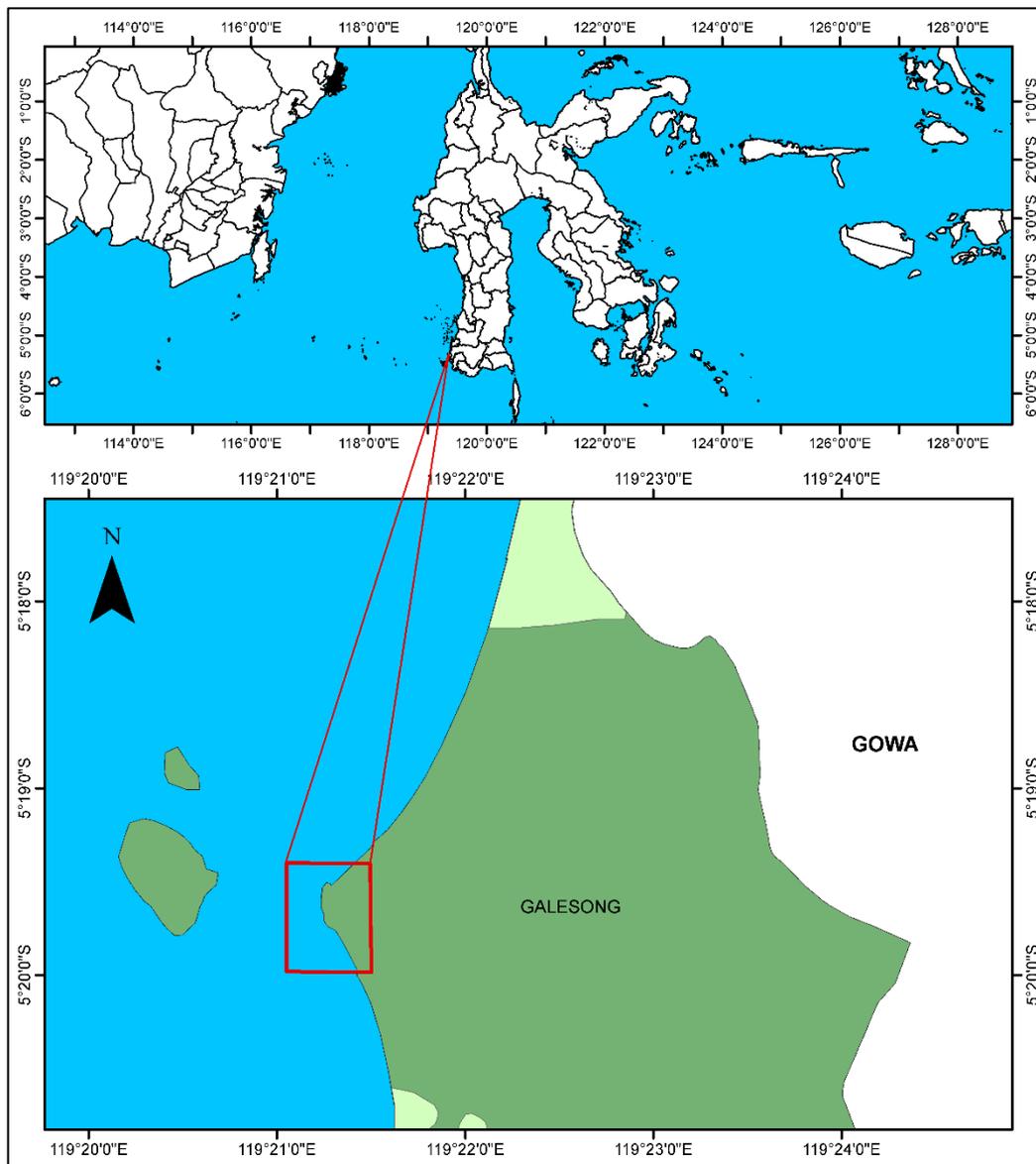
Batasan masalah pada penelitian ini adalah mengetahui perubahan garis pantai yang terjadi pada Pantai Galesong berdasarkan interpretasi citra satelit Sentinel 2.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk menjadi data pengembangan pemahaman dalam mitigasi bencana pada daerah penelitian.

1.6 Lokasi Penelitian

Secara administratif daerah penelitian termasuk dalam wilayah Kecamatan Galesong, Kabupaten Takalar, Provinsi Sulawesi Selatan dan secara astronomis terletak pada koordinat antara dan $5^{\circ}19'15''$ - $5^{\circ}20'00''$ Lintang Selatan dan $119^{\circ}20'30''$ - $119^{\circ}21'30''$ Bujur Timur. Daerah penelitian dapat dicapai dengan menggunakan transportasi darat dari Kota Makassar menuju Pantai Galesong, Kabupaten Takalar dengan kendaraan roda dua maupun roda empat dengan waktu tempuh kurang lebih satu jam perjalanan.



Gambar 1 Lokasi daerah penelitian

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi Daerah Penelitian

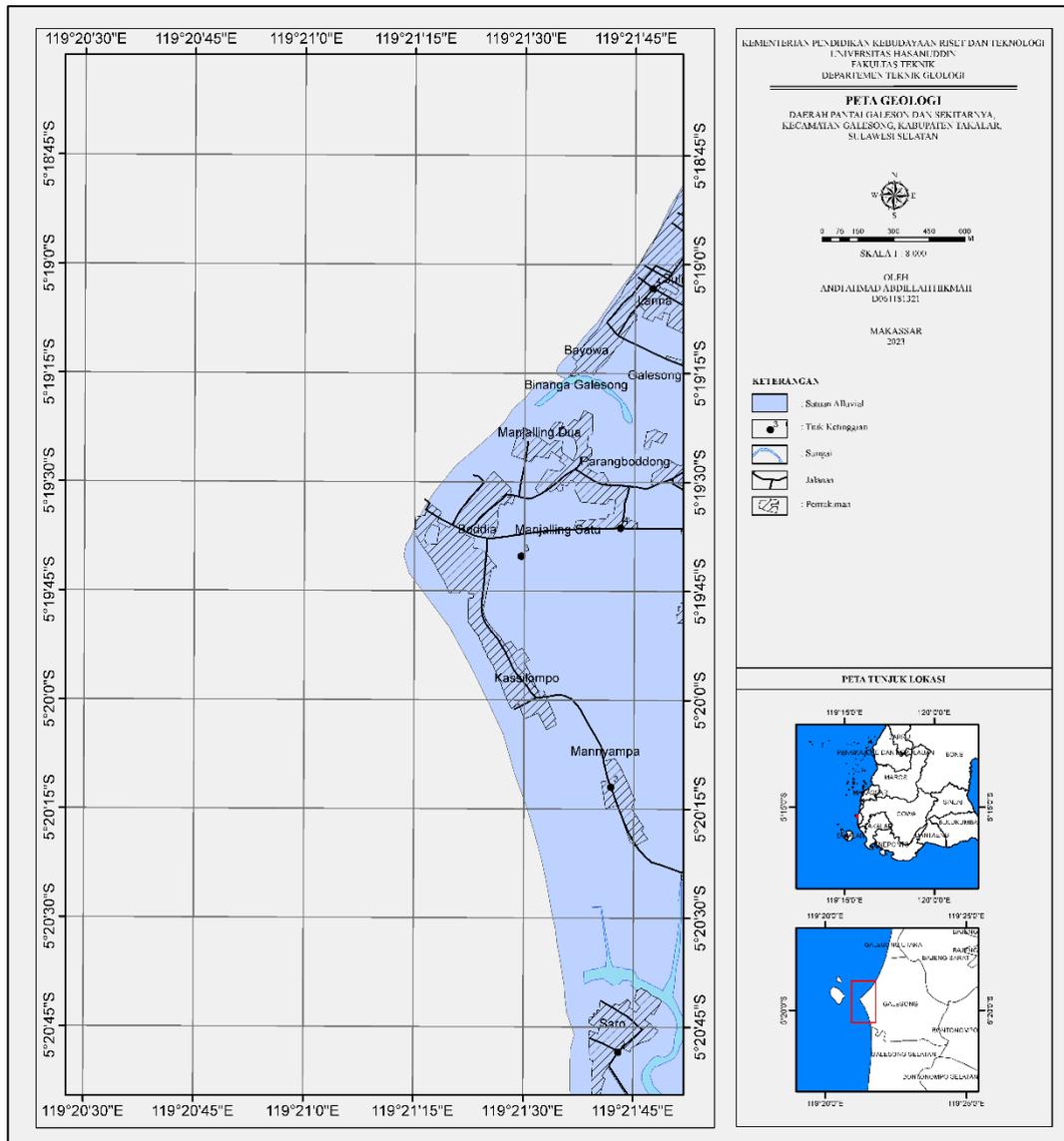
2.1.1 Geomorfologi

Menurut Sakka, 2012, yang melakukan penelitian di sekitar Pantai Galesong, menunjukkan bahwa Pantai Barombong lebih dangkal dibandingkan dengan Pantai Tanjung Merdeka dan Pantai Tanjung Bunga (Pantai Barombong kedalaman laut 20 m berada pada jarak sekitar 3,5 km dari garis pantai, sedangkan pada pantai Tanjung Merdeka dan Tanjung Bunga kedalaman laut 20 m berada pada jarak sekitar sekitar 2,5 km dari garis pantai). Lereng pantai di perairan Barombong berkisar antara 0,9-1,3%, di perairan Tanjung merdeka berkisar antara 0,8-1,2% dan di perairan Tanjung bunga berkisar antara 1,0-1,3%. Diperkirakan Pantai Galesong yang berada di dekat Perairan Barombong juga memiliki kemiringan lereng yang tidak jauh beda.

2.1.2 Stratigrafi Daerah Penelitian

Berdasarkan Geologi Regional Lembar Ujungpandang, Benteng dan Sinjai (Sukanto dan Supriatna, 1982), maka daerah penelitian tersusun atas formasi batuan Aluvial.

Endapan aluvium, rawa dan pantai (Qac), terdiri atas kerikil, pasir, lempung, lumpur dan batugamping koral. Terbentuk dalam lingkungan sungai, rawa, pantai dan delta.



Gambar 2 Peta Geologi Regional Daerah Penelitian (Sukamto dan Supriatna, 1982)

2.2 Penginderaan Jauh

Pengawasan terhadap sumber daya, perubahan kondisi lingkungan pada Pantai Galesong tidak dapat dilakukan secara konvensional saja, karena memerlukan waktu observasi yang panjang maka dari itu diperlukan pemanfaatan teknik penginderaan jauh sebagai upaya perwujudan dari teknik pengukuran secara tidak langsung untuk dapat memenuhi tuntutan penelitian akan proses dan fenomena yang terjadi pada daerah pantai.



Gambar 3 Satelit Sentinel 2

Definisi tentang penginderaan jauh atau *remote sensing* yaitu *remote* berarti dari jauh, *sensing* artinya mengukur. Jadi *remote sensing* artinya mengukur dari jauh atau mengukur tanpa menyentuh objek yang diukur. Salah satu definisi diberikan oleh (Lillesand dkk, 2014) sebagai berikut: ” Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek daerah, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan alat yang tidak bersentuhan dengan objek, area, atau fenomena yang diteliti”.

Pemilihan tentang jenis *platform* mana yang akan dipakai untuk aplikasi penginderaan jauh juga sangat penting. *Platform* yang dapat digunakan meliputi: sensor darat (*ground-based measurement*), pesawat udara atau satelit. Satelit dan pesawat udara mengoleksi mayoritas data untuk pemetaan yang digunakan di dalam GIS. Sensor yang dapat dipasang pada platform semacam ini mencakup: kamera berbasis film, kamera digital, LIDAR (*light-detection and ranging*), *scanner multispectral* dan *hyperspectral*. Peralatan kamera tersebut juga dapat dipasang pada platform di atas permukaan tanah: mobil van, truk, traktor dan tank.

Pada penginderaan jauh menggunakan satelit, sensor dipasang pada satelit (*spacecraft*) yang mengitari orbit bumi. Saat ini banyak sistem remote sensing satelit yang menyediakan berbagai macam citra untuk berbagai keperluan. RS menggunakan satelit memiliki keunggulan, antara lain:

1. Mencakup wilayah yang luas,
2. Frekuensi dan pengulangan yang memadai pada wilayah yang dipotret,
3. Pengukuran secara kuantitatif fitur di permukaan bumi menggunakan sensor yang secara radiometric telah dikalibrasi,
4. Analisis dan pengolahan data dapat dilakukan semi-otomatis,
5. Biaya per km² luasan yang dipotret relatif lebih murah.

Satelit (Gambar 3) adalah platform yang ideal untuk penginderaan jauh karena dapat menyediakan informasi permukaan bumi secara global jika jenis orbitnya adalah polar atau mampu menyediakan informasi secara kontinu jika orbitnya geo-stasionair. Satelit dengan orbit polar biasanya bekerja pada ketinggian

yang relatif rendah dari orbit bumi (ratusan km) dan menghasilkan resolusi Citra yang lebih tinggi.

2.2.1 Satelit Sentinel

Sentinel merupakan satelit yang menyediakan wahana observasi bumi berkelanjutan, yang berguna untuk berbagai tujuan seperti mitigasi perubahan iklim, manajemen lingkungan, dan sebagainya. Misi Sentinel terdiri dari beberapa satelit dengan bermacam macam tujuan.

Satelit pertama diluncurkan pada April 2014 (Sentinel 1A). Sampai saat ini ada 8 satelit sentinel telah diluncurkan dan beberapa satelit, termasuk generasi baru telah direncanakan untuk diluncurkan secara bertahap.

Sentinel -2 merupakan citra satelit dengan resolusi spasial sedang dengan *swath* yang lebar, *revisit* di lokasi yang sama setiap 5 hari (dibandingkan dengan Landsat yang 16 hari sekali) dan dapat digunakan untuk kajian-kajian monitoring tutupan lahan, termasuk vegetasi, tanah dan air, juga jaringan air dan area pantai. Sentinel-2A *Multispectral Instrument* (MSI) dengan 13 band spektral: 4 band (Band 2, Band 3, Band 4, and Band 8) dengan resolusi 10m (bandingkan dengan pankromatik Landsat 15m), enam band (Band 5, Band 6, Band 7, Band 8a, Band 11, and Band 12) dengan resolusi spasial 20 meter dan tiga band (Band 1, Band 9, and Band 10) dengan resolusi spasial 60m. Data citra satelit sentinel dapat diperoleh dengan tanpa biaya.

LANDSAT merupakan satelit milik NASA dan USGS (*US Geological Survey*). Sedangkan SENTINEL adalah milik ESA (*European Space Agency*). LANDSAT pertama kali diluncurkan tanggal 23 Juli 1972 (LANDSAT 1).

Sekarang Satelit LANDSAT 7 dan 8 masih aktif. Satelit SENTINEL yang merupakan bagian dari program Copernicus milik ESA, masih relatif baru. Pertama kali diluncurkan tahun 2014.

Sentinel-2A merupakan pelengkap Landsat 7 dan 8. Data Sentinel dapat dimodifikasi dan digunakan untuk tema-tema: perencanaan ruang, monitoring agro/lingkungan, air, hutan dan vegetasi, karbon dan sumberdaya alam, serta hasil pertanian secara global.

2.2.1.1 Kombinasi Band

Kombinasi band dilakukan untuk memahami fitur-fitur dalam citra, dengan mengkombinasi band yang tersedia sesuai dengan kebutuhan. Dengan menggunakan kombinasi band, kita dapat mengekstrak informasi spesifik dari sebuah citra. Sebagai contoh, ada kombinasi band yang menampilkan kondisi geologi, pertanian, vegetasi pada citra, atau garis pantai (GIS Geography, 2022).

Natural Color (B4, B3, B2), kombinasi ini menggunakan saluran merah (B4), hijau (B3), dan biru (B2). Tujuannya untuk menampilkan gambar seperti cara mata kita melihat dunia. Sama seperti yang kita lihat, vegetasi yang sehat berwarna hijau. Selanjutnya, perkotaan sering kali tampak berwarna putih dan abu-abu. Terakhir, air berwarna biru tua tergantung pada seberapa bersih air tersebut.

Color Infrared (B8, B4, B3), kombinasi ini dimaksudkan untuk menegaskan vegetasi yang sehat dan tidak sehat. Dengan menggunakan kombinasi ini vegetasi yang lebih lebat berwarna merah. Tetapi daerah perkotaan berwarna putih.

Tabel 1 Band pada Satelit Sentinel 2A

Band	Resolution	Central Wavelength	Description
B1	60 m	443 nm	Ultra Blue (Coastal and Aerosol)
B2	10 m	490 nm	Blue
B3	10 m	560 nm	Green
B4	10 m	665 nm	Red
B5	20 m	705 nm	Visible and Near Infrared (VNIR)
B6	20 m	740 nm	Visible and Near Infrared (VNIR)
B7	20 m	783 nm	Visible and Near Infrared (VNIR)
B8	10 m	842 nm	Visible and Near Infrared (VNIR)
B8a	20 m	865 nm	Visible and Near Infrared (VNIR)
B9	60 m	940 nm	Short Wave Infrared (SWIR)
B10	60 m	1375 nm	Short Wave Infrared (SWIR)
B11	20 m	1610 nm	Short Wave Infrared (SWIR)
B12	20 m	2190 nm	Short Wave Infrared (SWIR)

Short-Wave Infrared (B12, B8A, B4), kombinasi ini menunjukkan vegetasi dalam berbagai warna hijau. Secara umum, warna hijau yang lebih gelap menunjukkan vegetasi yang lebih lebat. Tetapi warna coklat menunjukkan tanah gundul dan area terbangun.

Agriculture (B11, B8, B2), kombinasi digunakan untuk memantau kesehatan tanaman karena menggunakan *Short Wave Infrared* dan *Visible and Near-Infrared*.

Kedua band ini sangat baik dalam menyoroti vegetasi lebat yang tampak sebagai hijau tua.

Geology (B12, B11, B2), kombinasi dapat menampilkan kondisi geologi. Hal ini termasuk patahan, litologi, dan formasi geologi. Dengan memanfaatkan band SWIR-2 (B12), SWIR-1 (B11), dan biru (B2), para ahli geologi cenderung menggunakan kombinasi band Sentinel ini untuk analisis mereka.

Bathymetric (B4, B3, B1), kombinasi ini sangat baik untuk studi pesisir. Kombinasi ini menggunakan pita merah (B4), hijau (B3), dan pesisir (B1). Menggunakan band aerosol pesisir baik untuk memperkirakan sedimen tersuspensi di dalam air.

Vegetation Index (B8-B4)/(B8+B4), karena *Near-Infrared* (B8A) (yang dipantulkan oleh vegetasi secara kuat) dan cahaya merah (B4) (yang diserap oleh vegetasi), maka indeks vegetasi sangat baik untuk mengukur jumlah vegetasi. Rumus untuk indeks vegetasi perbedaan yang dinormalisasi adalah $(B8-B4) / (B8 + B4)$. Nilai yang tinggi menunjukkan kanopi yang lebat, sedangkan nilai yang rendah atau negatif menunjukkan fitur perkotaan dan air.

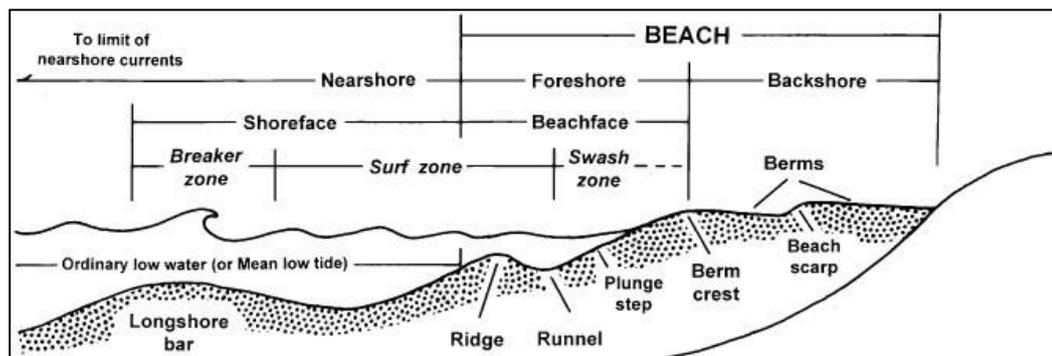
Moisture Index (B8A-B11)/(B8A+B11), kombinasi ini sangat ideal untuk menemukan tekanan air pada tanaman. Kombinasi ini menggunakan *Short Wave Infrared* dan *Near Infrared* untuk menghasilkan indeks kadar air. Secara umum, vegetasi yang lebih basah memiliki nilai yang lebih tinggi. Tetapi nilai indeks kelembaban yang lebih rendah menunjukkan bahwa tanaman berada di bawah tekanan akibat kelembaban yang tidak mencukupi.

2.3 Pantai

Pantai menurut Triatmodjo (1999) adalah daerah di tepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang tertinggi dan air surut terendah. Sedangkan menurut Sulaiman dan Soehadi (2008), pantai adalah suatu tempat dimana interaksi antara lautan dan daratan terjadi. *Coast* (Pesisir) adalah daerah darat di tepi laut yang masih dapat pengaruh laut seperti pasang surut, angin laut, dan intrusi air laut (Silvester dan Hsu, 1993). Beberapa istilah yang berkaitan dengan pantai sebagai berikut:

1. Garis pantai (*Shoreline*) merupakan batas pertemuan antara daratan dan lautan.
2. Zona dekat pantai merupakan bagian dari profil pantai yang membentang dari batas angkutan sedimen yang signifikan oleh gelombang ke garis laut
3. Zona muka pantai (*Shoreface*) merupakan bagian pantai yang dominan terhadap aksi gelombang, dari darat ke lepas pantai dengan garis surut. Hal ini digunakan oleh ahli geologi, dan dapat dibagi menjadi muka pantai atas dan bawah ditandai oleh perubahan nyata kemiringan pada pantai berpasir di kedalaman sekitar 6-10 meter.
4. Pantai atau pesisir (*Shore or beach*) merupakan bagian profil pantai yang masih terkena oleh aksi gelombang. Batas ke arah laut dibatasi oleh batas surut terendah dan ke arah daratan dibatasi oleh bagian yang dicapai oleh pecahnya gelombang.
5. Tepi Pantai (*Foreshore*) merupakan daerah yang terbentang dari garis pantai surut terendah sampai batas pasang tertinggi.

6. *Backshore* merupakan daerah yang dibatasi oleh foreshore dan garis pantai yang terbentuk pada saat terjadi gelombang badai yang bersamaan dengan muka air tertinggi.
7. *Breaker Zone* merupakan daerah dimana terjadi gelombang pecah.
8. *Surf Zone* merupakan zona pecahnya gelombang, memanjang dari breakerzone ke foreshore.
9. *Swash Zone* merupakan zona gelombang run-up di pantai dan kembalinya air laut dalam bentuk backswash.
10. Zona pasang surut (*Intertidal zone*) merupakan zona yang dibatasi antara pasang tertinggi dan surut terendah.



Gambar 4 Morfologi Pantai (Schwartz, 2005)

2.3.1 Perubahan Garis Pantai

Lingkungan pantai merupakan daerah yang selalu mengalami perubahan, karena daerah pantai menjadi tempat bertemunya daratan dan lautan. Perubahan lingkungan pantai dapat terjadi secara lambat hingga sangat cepat, tergantung pada keseimbangan daya antar topografi, batuan, dan sifat-sifat gelombang, pasang surut hingga angin. Perubahan pantai terjadi apabila proses geomorfologi yang terjadi pada suatu segmen pantai melebihi proses biasa terjadi. Perubahan geomorfologi

akibat dari sejumlah faktor lingkungan seperti faktor geologi, morfologi daerah, iklim, biotik, pasang surut, gelombang, arus laut dan salinitas (Sutikno, 1999).

Perubahan garis pantai terjadi sebagai akibat dari dua kejadian, yaitu proses sedimentasi dan abrasi. Proses sedimentasi pada suatu pantai akan menyebabkan perubahan garis pantai menjadi maju akibat adanya tambahan atau penumpukan material baru yang berasal dari laut maupun sungai, sedangkan abrasi pada suatu pantai akan menyebabkan adanya perubahan garis pantai menjadi mundur akibat adanya pengurangan material sebagai hasil dari aktivitas laut seperti gelombang.

Proses sedimentasi dapat menimbulkan dampak antara lain meluasnya area lahan di sekitar garis pantai, pendangkalan pada daerah muara sungai, yang dapat menyebabkan banjir pada daerah sekitar muara pada saat debit air sungai naik secara drastis, dan pendangkalan pelabuhan. Proses abrasi akan semakin menyempitnya lahan di sekitar pantai. Pemukiman nelayan, tambak ikan, udang seringkali hancur akibat abrasi pantai. Bangunan-bangunan di tepi pantai dan sarana wisata pantai akan rusak seiring terjadinya abrasi pada pantai.

Aktivitas manusia dapat mempengaruhi perubahan garis pantai antara lain adanya kegiatan penggalian, pengerukan, penambangan sedimen pantai dan laut, reklamasi, penanggulangan pantai, penggundulan dan penanaman hutan pantai, dan pengaturan pola pengaliran sungai.

2.3.2 Abrasi dan Akresi Pantai

Menurut Triatmodjo dalam Ukkas (2009), abrasi dan sedimentasi sesungguhnya terjadi secara alamiah pada setiap perairan dan membentuk siklus, bergantung pada dinamika perairan yang berbeda pada waktu-waktu tertentu.

Menurut Setiyono (1996) Abrasi adalah proses pengikisan pantai oleh tenaga gelombang laut dan arus laut yang bersifat merusak, biasa disebut juga erosi pantai.

Akresi atau sedimentasi adalah pendangkalan atau penambahan daratan akibat adanya pengendapan sedimen yang dibawa oleh air laut. Proses pengendapan ini bisa berlangsung secara alami dari proses sedimentasi dan aliran air tawar, maupun yang disebabkan oleh kegiatan manusia di darat seperti penggundulan hutan dan pencemaran (Shudendry dalam Fadilah, 2021).

2.3.3 Faktor Penyebab Perubahan Garis Pantai

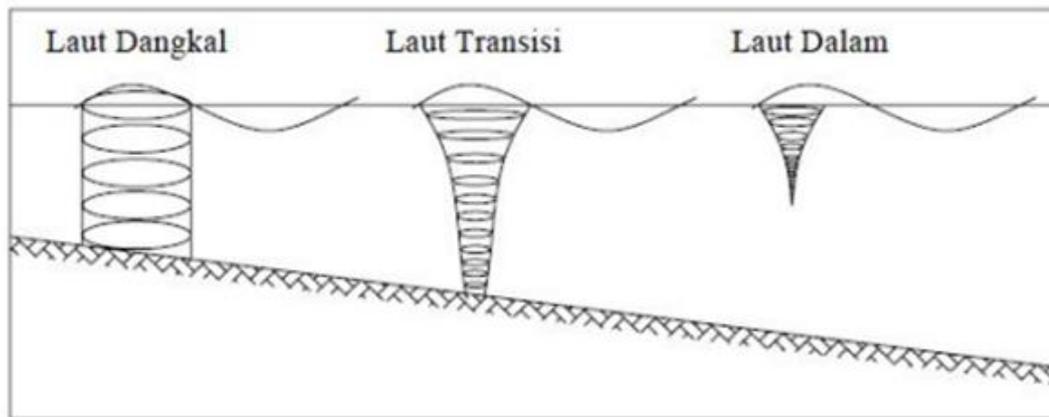
Pantai dapat mengalami perubahan, kondisi hidrodinamika adalah salah satu aspek yang berpengaruh terhadap proses-proses yang terjadi di pantai. Fenomena arus, gelombang dan pasang surut merupakan bagian dari hidrodinamika laut.

Parameter hidrodinamika laut ini merupakan bagian dari keseluruhan komponen oseanografi yang saling mengadakan interaksi atau saling mempengaruhi satu sama lain yang cukup kompleks. Adanya fenomena pasang dan surut akan membangkitkan arus pasang dan surut yang akan membawa massa air bersamaan dengan arus surut (Wibisono, 2005).

2.3.3.1 Gelombang

Ketika gelombang menjalar, partikel air di permukaan bergerak dalam suatu lingkaran besar membentuk puncak gelombang pada puncak lingkarannya dan lembah pada lintasan terendah. Gelombang didefinisikan sebagai gerak muka air secara periodik sehingga membentuk puncak dan lembah yang merupakan manifestasi dari gaya-gaya yang bekerja pada fluida. Gelombang laut dapat dibedakan menjadi beberapa macam, tergantung pada jenis pembangkitnya.

Gelombang angin yang dipengaruhi oleh tiupan angin permukaan laut, gelombang pasang surut yang dipengaruhi oleh matahari dan bulan, dan gelombang tsunami yang terjadi karena pengaruh gempa bumi di dasar laut. Ada pula gelombang yang diakibatkan oleh aktivitas manusia seperti kapal yang bergerak, dan lain sebagainya



Gambar 5 Gerak partikel air di laut dangkal, transisi dan dalam (Triatmodjo, 1999).

Pada umumnya gelombang terjadi karena hembusan angin di permukaan air laut. Daerah di mana gelombang itu dibentuk disebut daerah pembangkitan gelombang (*wave generating area*). Gelombang yang terjadi di daerah pembangkitan disebut *sea*, sedangkan gelombang yang terbentuk di luar daerah pembangkitan disebut *swell*. Di bawah permukaan, air bergerak dalam lingkaran-lingkaran yang makin kecil. Saat gelombang mendekati pantai, bagian bawah gelombang akan mulai bergesekan dengan dasar laut yang menyebabkan pecahnya gelombang dan terjadi putaran pada dasar laut yang dapat membawa material dari dasar pantai serta menyebabkan perubahan profil pantai (Gambar 5) (Triatmodjo, 1999).

Gelombang akan mentransfer energi melalui partikel air sesuai dengan arah hembusan angin. Lebih lanjut dikemukakan bahwa mekanisme transfer energi ini

terdiri dari dua bentuk yakni pertama: akibat variasi tekanan angin pada permukaan air yang diikuti oleh pergerakan gelombang dan kedua: transfer momentum dan energi dari gelombang frekuensi tinggi ke gelombang frekuensi rendah (periode tinggi dan panjang gelombang besar). Gelombang frekuensi tinggi dapat ditimbulkan oleh angin yang berhembus secara kontinu. Viskositas air laut dapat mempengaruhi efek langsung dari tekanan angin, sehingga kecepatan angin permukaan menghilang makin ke dalam dan pada suatu kedalaman tertentu menjadi nol (Kramadibrata, 1985).

2.3.3.2 Arus

Ketika angin berhembus di laut, energi yang ditransfer dari angin ke batas permukaan, sebagian energi ini digunakan dalam pembentukan gelombang gravitasi permukaan, yang memberikan pergerakan air dari yang kecil ke arah perambatan gelombang sehingga terbentuklah arus di laut. Arus merupakan gerakan mengalir suatu massa air yang dapat disebabkan oleh tiupan angin, atau karena perbedaan dalam densitas air laut atau pula disebabkan oleh gerakan bergelombang panjang. Arus yang disebabkan oleh pasang surut biasanya lebih banyak diamati di perairan pantai terutama pada selat-selat yang sempit dengan kisaran pasang surut yang tinggi. Di laut yang terbuka, arah dan kekuatan arus di lapisan permukaan sangat banyak ditentukan oleh angin (Nontji, 1987).

Menurut Bernawis (2000), faktor pembangkit arus permukaan disebabkan oleh adanya angin yang bertiup di atasnya. Tenaga angin memberikan pengaruh terhadap arus permukaan (atas) sekitar 2% dari kecepatan angin itu sendiri. Kecepatan arus ini akan berkurang sesuai dengan semakin bertambahnya

kedalaman perairan sampai pada akhirnya angin tidak berpengaruh pada kedalaman 200 m.

Semakin cepat kecepatan angin, semakin besar gaya gesekan yang bekerja pada permukaan laut, dan semakin besar arus permukaan. Dalam proses gesekan antara angin dengan permukaan laut dapat menghasilkan gerakan air yaitu pergerakan air laminar dan pergerakan air turbulen (Supangat dan Susanna, 2003).

Menurut Triadmodjo (1999), refraksi gelombang merupakan salah satu penyebab timbulnya arus di perairan pantai. Hal ini dapat ditunjukkan bahwa zona bergelombang tinggi akan bergantian dengan zona gelombang rendah, terutama pada relief lepas pantai yang lebih kompleks dan garis pantai berlekuk serta gelombang datang memiliki puncak yang panjang. Sorensen (1991) menambahkan, bahwa berbagai arus di perairan pantai dapat disebabkan oleh angin, aliran dari sungai atau oleh pasang surut, tetapi kebanyakan arus perairan pantai merupakan aliran menyusur pantai.

Arus sepanjang pantai (*longshore current*) dapat juga ditimbulkan oleh gelombang yang pecah dengan membentuk sudut terhadap garis pantai. Arus ini terjadi di daerah antara gelombang pecah dan garis pantai. Parameter terpenting dalam menentukan kecepatan arus sepanjang pantai adalah tinggi dan sudut datang gelombang pecah (CERC, 1984)

2.3.2.3 Pasang Surut

Pasang surut adalah proses naik turunnya paras laut (*sea level*) secara berkala yang ditimbulkan oleh adanya gaya tarik dari benda-benda angkasa, terutama matahari dan bulan, terhadap massa air laut di bumi. Meskipun massa bulan jauh

lebih kecil dari massa matahari, tetapi karena jaraknya jauh lebih dekat, maka pengaruh gaya tarik bulan terhadap bumi lebih besar daripada pengaruh gaya tarik matahari. Gaya tarik bulan yang mempengaruhi pasang surut adalah 2,2 kali lebih besar daripada gaya tarik matahari. Fenomena ini memberikan kekhasan karakteristik pada kawasan pesisir dan lautan, sehingga menyebabkan kondisi fisik perairan yang berbeda-beda (Ali dkk, 1994).

Perubahan tinggi pasang surut setiap harinya ternyata mempunyai periode yaitu 14 hari. Periode ini sering disebut siklus pasang surut. Pasang surut tertinggi dinamakan pasang surut purnama (*Spring tide*) sedangkan pasang surut terendah dinamakan pasang surut perbani (*Neap tide*). Pasang surut tertinggi tentu saja pada saat bulan purnama dan sebaliknya.

Bentuk pasang surut di berbagai daerah tidak sama. Menurut Triatmodjo (1999), pasang surut yang terjadi di berbagai daerah dibedakan menjadi empat tipe (Gambar 6) yaitu :

1. Pasang surut harian ganda (*semi diurnal tide*)

Pasang surut tipe ini adalah dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut dengan tinggi yang hampir sama dan pasang surut terjadi secara berurutan dan teratur. Periode pasang surut rata-rata adalah 12 jam 24 menit. Pasang surut jenis ini terdapat di selat Malaka sampai laut Andaman.

2. Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*)

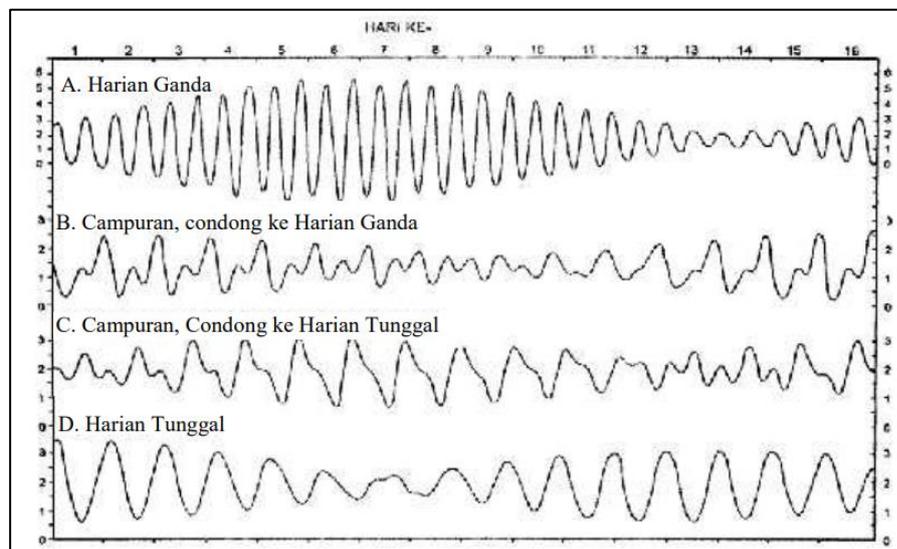
Pasang surut tipe ini apabila dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut dengan periode pasang surut 24 jam 50 menit. Pasang surut tipe ini terjadi di perairan selat Karimata.

3. Pasang surut campuran condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing diurnal*)

Pasang surut tipe ini apabila dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda. Pasang surut jenis ini banyak terdapat di perairan Indonesia Timur.

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

Pada tipe ini dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut, tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda, pasang surut jenis ini terdapat di selat Kalimantan dan pantai utara Jawa Barat



Gambar 6 Tipe pasang surut (Triatmodjo,1999)

2.4 Analisa Ukuran Butir (Granulometri)

Analisis granulometri merupakan suatu analisis ukuran butir sedimen. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui tingkat resistensi butiran sedimen terhadap proses-proses eksogenik seperti pelapukan erosi dan abrasi dari *provenance*, serta

proses transportasi dan deposisinya. Hal-hal tersebut merupakan variabel penting dalam melakukan suatu interpretasi.

Tingkat resistensi suatu batuan dapat dilihat dari ukuran butirnya. Proses-proses eksogenik akan mengubah bentuk dan ukuran suatu partikel sedimen. yang mungkin awalnya runcing-runcing, atau ukuran butirnya masih besar, lama kelamaan seiring waktu akan berubah karena proses eksogenik itu. Sedangkan proses transportasi dan deposisi memperlihatkan proses bagaimana agen utama seperti air menggerakkan dan mengendapkan butiran sedimen.

Besar butir rata-rata merupakan fungsi ukuran butir dari suatu populasi sedimen (misal pasir kasar, pasir sedang, dan pasir halus). Besar butir rata-rata dapat juga menunjukkan kecepatan turbulen/sedimentasi dari suatu populasi sedimen. Adapun partikel-partikel sedimen oleh Friedman dan Sanders (1978) dapat dibedakan menjadi 2 kelompok :

1. Hasil rombakan atau hancuran padat dari endapan tua.
2. Material yang bukan merupakan hasil rombakan atau hancuran padat yang terdiri dari material yang dikeluarkan lewat semburan gunung berapi dan material terlarut di air yang ditransportasikan dan diendapkan pada tempat akumulasi pengendapan oleh sekresi biologis atau proses pengendapan secara kimia.

Sumber sedimen dapat berasal dari berbagai tempat. Terdapat 3 sumber dari material sedimen yang ditemukan pada permukaan dasar laut yaitu sumber dari daratan yang menyuplai material hancuran dan material terlarut sumber asli dari

laut dan material angkasa luar. Setelah proses pelapukan terjadi selanjutnya sedimen asal mengalami proses transportasi dan litifikasi. Pada proses transportasi dibawah kondisi normal, erosi menghasilkan nilai (rate) yang sama dengan pelapukan batuan. Faktor yang mempengaruhinya adalah:

1. Kecepatan pengendapan
2. Arus aliran fluida
3. Gelombang

Krumbrein dan Sloss (1963) menyatakan bahwa pada butiran sedimen, ukuran sedimen berhubungan dengan dinamika transportasi dan deposisi. Ukuran butiran akan mencerminkan resistensi butiran terhadap proses pelapukan, erosi dan abrasi,

Pada proses transportasi berpengaruh terhadap bentuk, ukuran butir, bentuk butir maupun sifat-sifat dari kumpulan butiran seperti sortasi, *skewness* dan *kurtosis* akibat dari gesekan antara butiran dengan butiran maupun dengan batuan dasar. Besar kecilnya partikel penyusun tanah tersebut akan menentukan kemampuan dalam hal menahan air, mengurung tanah, dan produksi bahan organik

Pantai memiliki karakter yang unik apabila dilihat dari material pada daerah pantai. Terdapat pantai yang berpasir putih seperti pada Kabupaten Bulukumba, pantai berpasir hitam seperti pada Kabupaten Takalar dan sekitarnya, pantai berlumpur pada barat pulau selayar. Material pada bibir pantai disebut sedimen. Berbagai macam jenis pantai menunjukkan variasi jenis dan ukuran sedimen.

Sedimen dapat berasal dari lautan maupun daratan, dominasi asal sedimen tergantung pada proses-proses yang terjadi di pantai.

Tekstur material sedimen dihasilkan oleh pengendapan secara mekanik, proses ini ditunjukkan oleh ukuran butir, bentuk butir, dan fabrik. Tekstur dapat membantu dalam menginterpretasi lingkungan pengendapan material sedimen.

Analisis granulometri atau ukuran butir memiliki tujuan untuk mengetahui proses-proses yang terjadi serta dapat memprediksi bagaimana bentuk pantai dimasa yang akan datang. Secara langsung di lapangan, material sedimen pantai dapat dibedakan menjadi beberapa jenis yaitu *gravel*, *sand*, *silt* dan *clay*. (Sulaiman dan Soehardi, 2008).

Tabel 2 Skala ukuran butir yang digunakan dalam Gradistat yang dimodifikasi dari Udden (1998), Wentworth (1992), dan Friedman and Sanders (1978) dalam Boggs, S (1987)

Grain size		Descriptive terminology			
phi	mm/ μ m	Udden (1914) and Wentworth (1922)	Friedman and Sanders (1978)	GRADISTAT program	
			Very large boulders		
-11	2048 mm		Large boulders	Very large	
-10	1024	Cobbles	Medium boulders	Large	
-9	512		Small boulders	Medium	
-8	256		Large cobbles	Small	
-7	128		Small cobbles	Very small	
-6	64				
-5	32		Very coarse pebbles	Very coarse	
-4	16	Pebbles	Coarse pebbles	Coarse	
-3	8		Medium pebbles	Medium	
-2	4	Granules	Fine pebbles	Fine	
-1	2		Very fine pebbles	Very fine	
0	1	Very coarse sand	Very coarse sand	Very coarse	
1	500 μ m	Coarse sand	Coarse sand	Coarse	
2		250	Medium sand	Medium sand	Medium
3		125	Fine sand	Fine sand	Fine
4		63	Very fine sand	Very fine sand	Very fine
5	31		Very coarse silt	Very coarse	
6	16	Silt	Coarse silt	Coarse	
7	8		Medium silt	Medium	
8	4		Fine silt	Fine	
9	2	Clay	Very fine silt	Very fine	
			Clay	Clay	