

SKRIPSI

**PERUBAHAN GARIS PANTAI DI PULAU SAMALONA
KECAMATAN UJUNG PANDANG KOTA MAKASSAR PROVINSI
SULAWESI SELATAN, TAHUN 2016-2021**

Disusun dan diajukan oleh

NYOMAN WIYANDI

L011 18 1302



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

**PERUBAHAN GARIS PANTAI DI PULAU SAMALONA
KECAMATAN UJUNG PANDANG KOTA MAKASSAR PROVINSI
SULAWESI SELATAN, TAHUN 2016-2021**

NYOMAN WIYANDI

L011181302

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

Perubahan Garis Pantai Di Pulau Samalona Kecamatan Ujung
Pandang Kota Makassar Provinsi Sulawesi Selatan, Tahun
2016-2021

Disusun dan diajukan oleh

NYOMAN WIYANDI
L011181302

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu
Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin pada tanggal dan
dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



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



Dr. Mahatma Lanuru, ST, M.Sc
NIP: 19701029 199503 1 001



Ketua Program Studi,

Dr. Khairul Amri, ST, M.Sc.Stud.
NIP: 19890706 199512 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nyoman Wiyandi
NIM : L011181302
Program Studi: Ilmu Kelautan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis yang berjudul:

Perubahan Garis Pantai Di Pulau Samalona Kecamatan Ujung Pandang Kota
Makassar Provinsi Sulawesi Selatan, Tahun 2016-2021

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

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 20 September 2022



Yang Menyatakan,

Nyoman Wiyandi

PERNYATAAN AUTHORSHIP

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nyoman Wiyandi
NIM : L011181302
Program Studi : Ilmu Kelautan
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi Skripsi/Tesis/Disertasi pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai *author* dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan Skripsi) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan skripsi ini, maka pembimbing sebagai salah seorang dari penulis berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikutkan.

Makassar, 20 September 2022

Mengetahui



Dr. Khairul Amri, ST., M.Sc.Stud
NIP: 19890706 199512 1 002

Penulis



Nyoman Wiyandi
NIM: L011181302

ABSTRAK

Nyoman Wiyandi. L011181302. “Perubahan Garis Pantai Di Pulau Samalona Kecamatan Ujung Pandang Kota Makassar Provinsi Sulawesi Selatan, Tahun 2016-2021”. Dibimbing oleh **Anshar Amran** sebagai Pembimbing Utama dan **Mahatma** sebagai Pembimbing Anggota.

Garis pantai adalah batas wilayah daratan yang berbatasan langsung dengan lautan. Garis pantai dapat diidentifikasi ketika batas air laut pada waktu pasang tertinggi telah mencapai daratan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan februari 2022 sampai september 2022 di pulau samalona, kecamatan ujung pandang, kota Makassar, Sulawesi Selatan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui perubahan garis pantai sesaat pada perekaman Google Earth pada tahun 2016 - 2021 dan mengetahui hubungan antara perubahan garis pantai dengan faktor fisik hidro-oseanografi yang terjadi di perairan Pulau Samalona. Perhitungan panjang garis pantai dilakukan melalui ArcGis dengan mendigitasi pemotretan sesaat pada google earth kemudian dilakukan overlay untuk masing-masing tahun dan menghitung luas perubahan melalui calculate geometry pada ArcGis, sehingga didapatkan bahwa terjadi penambahan (akresi) dan pengurangan (abrasi) dari 2016 ke 2021 terjadi pengurangan luas sebesar 1004 m². Transport sedimen di ukur dengan menggunakan sedimet trap untuk menggambarkan arah angkutan sedimen pulau samalona. Perbedaan arah angkutan pada setiap stasiun di pengaruhi besar oleh faktor fisik hidro-oseanografi seperti kekuatan angin, arus, gelombang dan pasang surut di lapangan. Data angin di lapangan di peroleh di BMKG kota makassar. Hubungan antara perubahan garis pantai (transport sedimen) dengan faktor fisik hidro-oseanografi di perairan pulau samalona dianalisis menggunakan Principal Component Analysis (PCA). Hasil interpretasi PCA menunjukkan bahwa gelombang memiliki pengaruh yang kuat terhadap transport sedimen.

Kata kunci: garis pantai, akresi, abrasi, fisik hidro-oseanografi, google earth, sediment trap, arcgis, principal component analysis, transport sedimen.

ABSTRACT

Nyoman Wiyandi.L011181302. " Changes in the coastline on Samalona Island, Ujung Pandang District, Makassar City , South Sulawesi Province, 2016-2021". Supervised by **Ansar Amran** as Principal Advisor and **Mahatma** as Member Advisor.

The coastline is the boundary of the land area that is directly adjacent to the ocean. The coastline can be identified when the sea level at the time of the highest tide has reached land. This research was conducted from February 2022 to September 2022 on Samalona Island, Ujung Pandang District, Makassar City, South Sulawesi. The purpose of this study was to determine the change in the coastline for a moment on Google Earth recording in 2016 - 2021 and to determine the relationship between shoreline changes and hydro-oceanographic physical factors that occurred in the waters of Samalona Island. The calculation of the length of the coastline is carried out through ArcGis by digitizing a momentary photo shoot on google earth then overlaying it for each year and calculating the area of change through calculating geometry on ArcGis, so it is found that there is an increase (accretion) and a decrease (abrasion) from 2016 to 2021. reduction of area by 1004 m². Sediment transport was measured using a sediment trap to describe the direction of sediment transport to the island of Samalona. The difference in the direction of transportation at each station is greatly influenced by physical hydro-oceanographic factors such as wind strength, currents, waves and tides in the field. Wind data in the field was obtained at the Makassar City BMKG. The relationship between shoreline changes (sediment transport) with hydro-oceanographic physical factors in the waters of the island of Samalona was analyzed using Principal Component Analysis (PCA). PCA interpretation results show that waves have a strong influence on sediment transport.

Keywords: coastline, accretion, abrasion, physical hydro-oceanography, google earth, sediment trap, arcgis, principal component analysis, sediment transport.

KATA PENGANTAR

Om Swastyastu, Assalamualaikum Wr.Wb, Shalom, Salam Sejahtera, Namu Buddhaya dan Salam Kebajikan.

Puji dan Syukur Saya panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat dan kemudahan kepada penulis sehingga penelitian yang berjudul “Perubahan Garis Pantai Di Pulau Samalona Kecamatan Ujung Pandang Kota Makassar Provinsi Sulawesi Selatan, Tahun 2016-2021”. dapat diselesaikan. Skripsi ini disusun berdasarkan data-data hasil penelitian sebagai tugas akhir untuk memperoleh gelar sarjana di Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, informasi, dan membawa kepada suatu kebaikan.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang terdapat dalam skripsi ini. Oleh karena itu, Penulis menerima kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Akhirnya, kepada semua pihak yang berperan dalam penelitian ini, Penulis mengucapkan banyak terima kasih.

Melalui Skripsi ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya sebagai bentuk penghargaan dan penghormatan kepada pihak-pihak yang telah memberikan bimbingan, bantuan, dukungan, serta doa selama melakukan penelitian dan penyelesaian skripsi. Ucapan ini penulis berikan untuk:

1. Kepada kedua orang tua tercinta, Ketut Artama dan Nyoman Istinawati yang telah mendoakan kebaikan, kemudahan dan kelancaran. Serta memberikan dukungan semangat dan kasih sayang untuk penulis agar menyelesaikan perkuliahan.
2. Kepada saudara/i ku Ni Made Wiyanda S.KG dan I Wayan Aristya Wiyasa S.Pd yang telah menyemangati penulis dalam menyelesaikan masa perkuliahan.
3. Kepada yang terhormat Bapak Dr. Muhammad Anshar Amran, M.Si. selaku pembimbing utama yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dukungan serta ilmu yang sangat berharga bagi penulis sehingga terselesaikannya penulisan skripsi ini.
4. Kepada yang terhormat Ibu Dr. Dr. Ir. Esther Sanda Manapa, MT. selaku dosen penasehat akademik pertama yang selalu memberikan bimbingan dan arahan mengenai proses perkuliahan sejak menjadi mahasiswa baru hingga terselesaikannya skripsi ini.
5. Kepada yang terhormat Bapak Dr. Ir. M. Rijal Idrus, M.Sc. selaku dosen penasehat akademik yang selalu memberikan bimbingan dan arahan hingga terselesaikannya skripsi ini.
6. Kepada yang terhormat Bapak Dr. Mahatma Lanuru, ST., M.Sc. selaku pembimbing

pendamping, bapak Dr. Muh. Wasir Samad, S.Si., M.Si. dan bapak Dr. Muh. Banda Selamat, S.T., M.Si. Selaku penguji yang selalu memberi saran dan arahan hingga terselesaikannya skripsi ini.

7. Kepada Para Dosen Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin yang telah memberikan bimbingan serta ilmu pengetahuan sejak menjadi mahasiswa baru hingga terselesaikannya skripsi ini.
8. Kepada Ni Made Widya Savitri S.M saya ucapkan terima kasih atas kesabaran dan perhatiannya kepada penulis demi terselesaikannya skripsi ini.
9. Kepada teman-teman MSG yang senantiasa membantu, memberikan semangat dan canda tawa kepada penulis.
10. Kepada yang saya banggakan Tim turlap UPIN IPIN (Razkiyah Ramadhani, Cindy Aprilia, Andi Muhammad Fajri, Sudaryanto, Nabila Ranti, Bau Asharin) yang telah memberikan waktu serta tenaga untuk membantu penulis dalam pengambilan data di lapangan.
11. Kepada Teman-teman Se-Angkatan CORALS 18 yang selalu kebersamai dan senantiasa memberikan motivasi kepada penulis.
12. Kepada teman-teman KMHDI Makassar yang selalu medoakan dan memberikan dukungan semangat kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
13. Kepada seluruh Keluarga Mahasiswa Jurusan Ilmu Kelautan (KEMAJIK FIKP-UH).
14. Kepada seluruh pihak tanpa terkecuali yang namanya luput disebutkan satu persatu karena telah banyak memberikan bantuan selama penyusunan skripsi.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa selalu memberikan anugerah-Nya kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini terdapat banyak kekurangan dan masih jauh mencapai kesempurnaan dalam arti sebenarnya, namun penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca pada umumnya. Akhir kata penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca untuk meningkatkan kemampuan penulis dalam menulis karya ilmiah.

Terima Kasih

Makassar, 20 September 2022

Penulis


Nyomah Wiyandi

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Cendana Putih II, Kecamatan Mappedeceng, Kabupaten Luwu Utara pada 20 Juli 2000. Penulis merupakan anak ketiga dari 3 bersaudara dari pasangan Ketut Artama dan Nyoman Istinawati. Tahun 2012 penulis lulus dari SD Negeri 117 Mappedeceng, Kecamatan Mappedeceng, Kabupaten Luwu Utara, Sulawesi Selatan. Tahun 2015 lulus di SMP Negeri 1 Mappedeceng, Kecamatan Mappedeceng, Kabupaten Luwu Utara, Sulawesi Selatan. Tahun 2018 lulus di SMA Negeri 8 Luwu Utara, Kecamatan Masamba, Kabupaten Luwu Utara, Sulawesi Selatan. Pada bulan Agustus 2018 penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Ilmu Kelautan, Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin melalui Seleksi Jalur SBMPTN.

Selama masa studi di Universitas Hasanuddin, penulis aktif diberbagai kegiatan kemahasiswaan sebagai anggota himpunan KEMAJIK FIKP-UH. Selain itu, Penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata Tematik di Malino, Kecamatan Tinggimoncong, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan pada KKN Gelombang 106 pada tanggal 9 Juni sampai 14 Agustus 2021.

Adapun untuk memperoleh gelar sarjana kelautan, penulis melakukan penelitian yang berjudul “Perubahan Garis Pantai Di Pulau Samalona Kecamatan Ujung Pandang Kota Makassar Provinsi Sulawesi Selatan, Tahun 2016-2021” pada tahun 2022 yang dibimbing oleh Dr. Muhammad Anshar Amran., M.Si selaku pembimbing utama dan Dr. Mahatma Lanuru, ST., M.Sc selaku pembimbing pendamping.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
PERNYATAAN AUTHORSHIP	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
BIODATA PENULIS	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan dan Kegunaan	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
A. Garis Pantai.....	3
B. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Garis Pantai	4
C. Sedimen Pantai	8
D. Sistem Informasi Geografis dan Pengindraan Jauh	13
E. Google Earth	13
F. Tutupan Dasar.....	15
G. Pengaplikasian Teknologi Pengindraan Jauh Untuk Analisis Perubahan Garis Pantai	16
III. METODE PENELITIAN	17
A. Waktu dan Lokasi penelitian	17
B. Alat dan bahan	18
C. Metode Penelitian	18
IV. HASIL	26
A. Gambaran Umum Lokasi	26
B. Faktor Fisik Lingkungan	26
C. Perubahan Garis Pantai Sesaat yang Terjadi di Perairan Pulau Samalona.....	40
D. Hubungan Antara Perubahan Garis Pantai (Transport Sedimen) Dengan Faktor Fisik Hidro-Oseanografi Di Perairan Pulau Samalona.....	43
V. PEMBAHASAN	44
A. Faktor Fisik Lingkungan	44
B. Perubahan Garis Pantai Sesaat Yang Terjadi Di Perairan Pulau Samalona.....	51

C. Hubungan Antara Perubahan Garis Pantai (Transport Sedimen) Dengan Faktor Fisik Hidro-Oseanografi Di Perairan Pulau Samalona.....	53
VI. PENUTUP	55
A. Kesimpulan	55
B. Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Lokasi penelitian di Pulau Samalona	17
Gambar 2. Desain Sediment	20
Gambar 3. Tinggi Gelombang Signifikan	26
Gambar 4. Kecepatan arus tiap stasiun.....	27
Gambar 5. Pola Pergerakan Angin Bulan April 2022	27
Gambar 6. Windrose tahun 2016-2021.....	28
Gambar 7. Fetch Efektif	29
Gambar 8. Pasang Surut di pulau samalona	30
Gambar 9. Kontur kelandaian pulau samalona.....	31
Gambar 10 Profil Kedalaman Pulau Samalona (a)Timur, (b)Tenggara, (c)Selatan, (d)Barat daya, (e)Barat, (f)Barat laut, (g)Utara, (h)Timur laut	31
Gambar 11. Arah arus dan transport Sedimen Setiap Stasiun	36
Gambar 12. Peramalan tinggi pasut tahun 2016-2021	37
Gambar 13. Peramalan tinggi gelombang tahun 2016-2021.....	37
Gambar 14. Rata-rata tinggi gelombang per-musim	37
Gambar 15. Rata-rata tinggi pasut per-musim.....	38
Gambar 16. Tutupan Dasar Stasiun 1	38
Gambar 17. Tutupan dasar Stasiun 2.....	39
Gambar 18. Tutupan dasar Stasiun 3.....	39
Gambar 19. Tutupan dasar Stasiun 4.....	40
Gambar 20. Perubahan garis pantai pada tahun 2016-2017	40
Gambar 21. Perubahan garis pantai pada tahun 2017-2018	41
Gambar 22. Perubahan garis pantai pada tahun 2018-2019	41
Gambar 23. Perubahan garis pantai pada tahun 2019-2020	42
Gambar 24. Perubahan garis pantai pada tahun 2020-2021	42
Gambar 25. Perubahan garis pantai pada tahun 2016-2021	43
Gambar 26. Analisis Principal Component Analysis (PCA) hubungan antara transport sedimen dengan faktor fisik hidro-oseanografi.	43

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Alat yang digunakan di lapangan dan di laboratorium.....	18
Tabel 2. Bahan yang digunakan	18
Tabel 3. Skala Wenworth Untuk Mengklasifikasi Partikel-Partikel Sedimen.....	23
Tabel 4. Penilaian persentase tutupan lamun LIPI	25
Tabel 5 Nilai Fetch Efektif.....	29
Tabel 6 Nilai Kekerusuhan Tiap Stasiun	30
Tabel 7 Kecepatan akumulasi sediment berdasarkan hasil sediment trap.....	32
Tabel 8 Analisis ukuran Butir Sedimen	32
Tabel 9 Berat butir sedimen berdasarkan arah datangnya sedimen pada stasiun 1	33
Tabel 10 Berat butir sedimen berdasarkan arah datangnya sedimen pada stasiun 2 ..	34
Tabel 11 Berat butir sedimen berdasarkan arah datangnya sedimen pada stasiun 3 ..	34
Tabel 12 Berat butir sedimen berdasarkan arah datangnya sedimen pada stasiun 4 ..	35
Tabel 13 Data transport sedimen dan arah transport setiap stasiun	36

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1.....	59
1. Pengukuran Gelombang Signifikan	59
2. Pengukuran Kecepatan Arus.....	64
3. Data Angin 2022.....	64
4. Data Angin 2016-2021	64
5. Nilai Fetch Efektif.....	70
6. Pengukuran Pasang Surut.....	71
7. Data Batymetri Pulau Samalona.....	72
8. Transport Sedimen.....	73
9. Pasang surut dan tinggi gelombang 2016-2021	78
10. Hasil analisis gradistat.....	79
11. Data perekaman citra google earth.....	82
12. Nilai RMSe.....	83
LAMPIRAN 2.....	84
1. Dokumentasi di Lapangan.....	84
2. Dokumentasi Laboratorium.....	85
3. Dokumentasi Tim.....	86

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pantai merupakan tempat pertemuan dan interaksi antara darat, laut, dan udara. Pantai selalu memiliki penyesuaian yang terus menerus menuju keseimbangan alami terhadap dampak yang terjadi sehingga mempengaruhi perubahan garis pantai (Darmiati *et al*, 2020). Garis pantai adalah batas wilayah daratan yang berbatasan langsung dengan lautan. Garis pantai dapat diidentifikasi ketika batas air laut pada waktu pasang tertinggi telah mencapai daratan (Nugraha *et al*, 2017).

Garis pantai senantiasa mengalami perubahan tanpa henti yang diakibatkan dari berbagai macam sumber dari pengaruh hidro-oseanografi, baik itu dikarenakan proses pengikisan (abrasi) maupun penambahan (akresi) pantai yang diakibatkan oleh pergerakan sedimen, pola arus, hempasan gelombang, variasi pasang surut ataupun pemanfaatan lahan (Hariyanto, 2019). Selain faktor-faktor tersebut, perubahan garis pantai dapat terjadi akibat faktor antropogenik (aktivitas manusia). Garis pantai yang berkaitan erat dengan proses perubahan di kawasan pesisir merupakan salah satu faktor penting untuk memonitor kawasan pesisir terkait dengan perlindungan lingkungan dan kegiatan pembangunan disekitarnya (Kasim, 2012).

Perubahan batas garis pantai dapat bervariasi bentuknya dan dapat berubah dari tahun ke tahun. Hal tersebut berkaitan dengan adanya perubahan musim yang terjadi di Indonesia. Indonesia dikenal memiliki dua musim yaitu musim barat (musim penghujan) dan musim timur (musim panas/kering). Perubahan garis pantai bersifat sangat dinamis dan terus menerus (Kasim, 2012). Beberapa pantai yang ada di wilayah Indonesia telah banyak mengalami perubahan garis pantai akibat terjadinya abrasi dan akresi seperti perubahan garis pantai yang terdapat di Pulau Samalona. Pulau Samalona merupakan sebuah pulau kecil yang terletak di Kecamatan Ujung Pandang, Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan. Di masa modern seperti saat ini pengukuran perubahan garis pantai dapat diketahui dengan menganalisis informasi data citra satelit dengan membandingkan dua data citra tahun yang berbeda disuatu wilayah, setiap tahunnya pulau samalona mengalami perubahan terhadap garis pantainya. Oleh sebab itu perlu adanya penelitian ini untuk menunjukkan bagaimana dinamika perubahan garis pantai yang terdapat pada pulau tersebut.

B. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui perubahan garis pantai sesaat pada perekaman Google Earth pada tahun 2016 - 2021 yang terjadi di Pulau Samalona.
2. Mengetahui hubungan antara perubahan garis pantai dengan faktor fisik hidro-oseanografi yang terjadi di perairan Pulau Samalona.

Kegunaan dari penelitian ini adalah untuk memberikan pemahaman secara terpadu tentang hubungan antara perubahan garis pantai terkait dengan kondisi fisik hidro-oseanografi yang terjadi di pulau samalona.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Garis Pantai

Garis pantai adalah batas wilayah daratan yang berbatasan langsung dengan lautan. Garis pantai dapat diidentifikasi ketika batas air laut pada waktu pasang tertinggi telah mencapai daratan. Garis pantai merupakan kawasan yang memiliki beberapa ekosistem didalamnya yang saling berkaitan antara satu sama lain, antara satu ekosistem dengan ekosistem lainnya saling mempunyai keterkaitan serta fungsi yang kadang-kadang saling menguntungkan maupun merugikan. Oleh karena itu, kawasan pantai merupakan satu kawasan yang sangat dinamik begitu pula dengan garis pantainya (Hariyanto, 2019).

Garis pantai senantiasa mengalami perubahan tanpa henti yang diakibatkan dari berbagai macam sumber baik itu dikarenakan proses pengikisan (abrasi) maupun penambahan (akresi) pantai yang diakibatkan oleh pergerakan sedimen, arus, ombak pemanfaatan lahan dan pasut (Hariyanto, 2019). Selain faktor-faktor tersebut, perubahan garis pantai dapat terjadi akibat faktor antropogenik (aktivitas manusia).

Perubahan lingkungan pantai dapat terjadi secara lambat maupun cepat, tergantung pada daya imbang antara topografi, batuan dan sifat-sifatnya dengan gelombang, pasut dan angin. Secara garis besar proses geomorfologi yang bekerja pada pantai dapat dibedakan menjadi proses destruksional dan konstruksional. Proses destruksional adalah proses yang cenderung merubah/merusak bentuk lahan yang ada sebelumnya, sedangkan proses konstruksional adalah proses yang menghasilkan bentuk lahan baru. Perubahan garis pantai dapat dijadikan sebagai indikator bahwa pantai mengalami erosi atau akresi. garis pantai yang semakin mundur mengidentifikasikan erosi dan sebaliknya jika garis pantai semakin maju maka identifikasi pantai mengalami akresi. Analisa perubahan garis pantai dapat dilakukan dengan menggunakan peta citra satelit dengan membandingkan data citra tahun yang berbeda. Digitasi beberapa garis pantai pada beberapa peta beda tahun dan kemudian dilakukan overlay, sehingga diperoleh informasi pola perubahan garis pantai yang ada. Namun, metode ini diperlukan tingkat ketelitian yang tinggi karena skala pada peta mewakili jarak yang tidak sedikit pada keadaan sebenarnya (Hidayati, 2017).

1. Abrasi

Abrasi merupakan pengikisan atau pengurangan daratan (pantai) akibat aktivitas gelombang, arus dan pasang surut (Damaywanti, 2013). Erosi adalah peristiwa pindahnya atau terangkatnya tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat ke tempat lain oleh media alami (Banuwa, 2013). Erosi pantai adalah proses mundurnya

garis pantai dari kedudukan semula yang disebabkan oleh tidak adanya keseimbangan antara pasokan dan kapasitas angkutan sedimen. Erosi pantai terjadi apabila pada suatu pantai yang ditinjau mengalami kehilangan/ pengurangan sedimen. Artinya sedimen yang diangkut lebih besar daripada sedimen yang diendapkan.

2. Akresi

Akresi atau sedimentasi adalah proses pembentukan sedimen dan atau batuan sedimen yang diakibatkan oleh pengendapan dari material pembentuknya pada suatu tempat. lokasi pengendapan sedimen disebut lingkungan pengendapan; berupa sungai, muara, danau, delta, estuaria, laut dangkal dan laut dalam. Akresi juga dapat merugikan masyarakat pesisir, karena selain mempengaruhi ketidakstabilan garis pantai, akresi juga dapat menyebabkan pendangkalan muara sungai tempat lalu lintas perahu-perahu nelayan yang hendak melaut (Yani, *et al*, 2020).

B. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Garis Pantai

Perubahan garis pantai baik maju atau mundur menimbulkan berbagai permasalahan, diantaranya pemanfaatan lahan; bertambah atau berkurangnya luas daratan; terancamnya aktivitas manusia dan lain sebagainya. Terlepas dari faktor manusia yang menyebabkan perubahan, faktor lain yang sangat berpengaruh adalah faktor alam. perubahan morfologi pantai (garis pantai) merupakan rangkaian proses pantai yang diakibatkan oleh faktor eksternal (arus, gelombang, angin dan pasang surut) dan internal (karakteristik dan tipe sedimen serta lapisan dasar dimana sedimen tersebut berada). Berikut adalah beberapa faktor yang berpengaruh terhadap perubahan garis pantai (Nofirman, 2017).

1. Arus dan gelombang

Arus dan gelombang merupakan faktor kekuatan utama yang menentukan arah dan sebaran sedimen. Kekuatan ini pula yang menyebabkan karakteristik sedimen berbeda sehingga pada dasar perairan disusun oleh berbagai kelompok populasi sedimen. Oleh sebab itu berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa sedimen dasar perairan terdiri dari partikel-partikel yang berbeda ukuran dan komposisi. Perbedaan ukuran partikel sedimen pada dasar perairan dipengaruhi juga oleh perbedaan jarak dari sumber sedimen tersebut. Secara umum partikel berukuran kasar akan diendapkan pada lokasi yang tidak jauh dari sumbernya, sebaliknya semakin halus partikel akan semakin jauh ditranspor oleh arus dan gelombang, dan semakin jauh diendapkan dari sumbernya (Rifardi, 2012).

Sebaran sedimen pantai atau transport sedimen pantai adalah gerakan sedimen di daerah pantai yang disebabkan oleh gelombang dan arus. Turbulensi dari gelombang pecah mengubah sedimen dasar (*bed load*) menjadi suspensi (*suspended load*). Gelombang pecah menimbulkan arus dan turbulensi yang sangat besar yang dapat menggerakkan sedimen dasar (Rifardi, 2012). Gelombang yang datang menuju pantai dapat menimbulkan arus pantai (*nearshore current*) yang berpengaruh terhadap proses sedimentasi/ abrasi di pantai. Jika gelombang datang membentuk sudut, maka akan terbentuk arus susur pantai (*longshore current*) yaitu arus yang bergerak sejajar dengan garis pantai akibat perbedaan tekanan hidrostatik.

2. Angin

Angin adalah udara yang bergerak yang diakibatkan oleh rotasi bumi dan juga karena adanya perbedaan tekanan udara di sekitarnya. Angin yang bertiup di atas permukaan laut merupakan pembangkit arus dan juga pembangkit utama gelombang. Ada dua istilah untuk menggambarkan gelombang di laut yaitu "Sea wave" dan "Swell". Sea wave merupakan gelombang laut yang masih berada di dalam pengaruh angin dan bentuknya sangat tidak teratur sedangkan swell adalah gelombang yang lebih panjang dari sea wave dan sudah keluar dari pengaruh angin serta bentuknya sudah teratur. Swell dibentuk oleh gelombang gelombang frekuensi atau panjang gelombangnya hampir sama.

Sifat-sifat gelombang dipengaruhi oleh faktor angin dan sedikitnya ada tiga faktor angin yang sangat berpengaruh yaitu:

1. Kecepatan angin. Umumnya makin kencang angin yang bertiup, makin besar gelombang yang terbentuk dan gelombang ini mempunyai kecepatan yang tinggi dan panjang gelombang yang besar.
2. Lamanya angin bertiup. Tinggi, kecepatan dan panjang gelombang seluruhnya cenderung untuk meningkat sesuai dengan lamanya angin bertiup.
3. Jarak tanpa rintangan dimana angin sedang bertiup (dikenal sebagai *fetch*. Pentingnya *fetch* dapat digambarkan dengan membandingkan gelombang yang terbentuk pada kolom air yang relative kecil seperti danau di daratan dengan yang terbentuk di lautan bebas. Gelombang yang terbentuk di danau dimana *fetch*nya kecil biasanya mempunyai panjang gelombang hanya beberapa sentimeter, sedangkan yang di lautan bebas dimana *fetch*nya lebih besar, sering mempunyai panjang gelombang sampai beberapa ratus meter (Azis, 2006).

Wilayah Indonesia merupakan daerah yang berada di wilayah tropis dan dilintasi garis khatulistiwa. Gerak semu matahari, yang melintasi khatulistiwa menyebabkan Indonesia mengalami dua musim yang berbeda yaitu Musim Barat dan Musim Timur

(Hutabarat, 2006). Musim Barat terjadi pada bulan Desember, Januari, dan Februari. Sedangkan Musim Timur terjadi pada bulan Juni, Juli, dan Agustus. Angin yang bertiup di Indonesia dipengaruhi oleh musim sehingga sistem angin ini disebut angin Musim atau angin Muson (Fadika. *et al*, 2014).

Muson barat atau muson musim dingin timur laut adalah angin yang bertiup pada bulan Oktober

-April di Indonesia. Angin ini bertiup saat matahari berada di belahan bumi selatan, yang menyebabkan benua Australia sedang mengalami musim panas, berakibat pada tekanan minimum dan benua Asia lebih dingin, berakibat memiliki tekanan maksimum dan bersifat basah sehingga membawa musim hujan/penghujan. Bertiupnya angin ini disebabkan oleh adanya perbedaan tekanan udara di belahan bumi utara dan selatan. Pada saat itu utara musim dingin sehingga menyebabkan tekanan di utara lebih tinggi daripada selatan, maka angin bertiup dari utara (Asia dan Samudera Pasifik) menuju Australia melewati Indonesia.

Muson timur atau muson musim panas barat daya adalah angin yang bertiup pada bulan April-Oktober di Indonesia. Angin ini bertiup saat matahari berada di belahan bumi utara, sehingga menyebabkan benua Australia mengalami musim dingin, sehingga memiliki tekanan maksimum dan Benua Asia lebih panas, sehingga memiliki tekanan minimum. Angin ini bersifat kering yang mengakibatkan wilayah Indonesia mengalami musim kering/kemarau. Bertiupnya angin ini disebabkan oleh adanya perbedaan tekanan udara di belahan bumi selatan dan utara. Pada saat itu di belahan bumi selatan sedang musim dingin, sehingga menyebabkan tekanan di selatan lebih tinggi daripada utara. Hal ini menyebabkan angin bertiup dari selatan (Australia) ke utara menuju Asia melewati Indonesia.

3. Kedalaman

Selain angin, kedalaman juga sangat berpengaruh terhadap kecepatan arus. Tenaga angin memberikan pengaruh terhadap arus permukaan (atas) sekitar 2% dari kecepatan angin itu sendiri. Sedangkan kecepatan arus ini akan berkurang sesuai dengan makin bertambahnya kedalaman perairan sampai pada akhirnya angin tidak berpengaruh pada kedalaman 200 meter (Azis, 2006).

Kedalaman dimana kecepatan arus sama dengan nol disebut kedalaman tanpa gerakan atau kedalaman Ekman. Perubahan arah dan kecepatan arus terhadap kedalaman menimbulkan suatu transpor massa air yang arahnya tegak lurus ke arah kanan arah angin di belahan bumi utara dan ke arah kiri di belahan bumi selatan. Transpor massa air ini juga disebut sebagai transpor Ekman. Pengetahuan tentang transport Ekman ini dapat digunakan untuk menjelaskan mekanisme timbulnya

fenomena laut yang dikenal dengan nama "*upwelling* dan *downwelling*". *Upwelling* adalah naiknya air dingin dari lapisan dalam ke permukaan laut sedangkan *downwelling* merupakan turunnya air permukaan laut ke lapisan lebih dalam.

Upwelling memperbesar jumlah plankton di laut, karenanya daerah *upwelling* merupakan daerah perikanan yang kaya. *Upwelling* terjadi karena adanya kekosongan massa di lapisan permukaan dan harus diganti oleh massa air di lapisan dalam. *Downwelling* terjadi karena adanya penumpukan massa di lapisan permukaan yang harus di alirkan ke lapisan dalam. Mekanisme terbentuknya *upwelling*.

Berdasarkan perbandingan antara kedalaman perairan (d) dan panjang gelombang (L), gelombang laut dapat diklasifikasikan menjadi (Nesting, 2002):

1. Gelombang perairan dalam (*Deep water waves*) dimana $d/L > 1/2$
2. Gelombang perairan transisi 2 (*Transitional waves*) dimana $1/20 < d/L < 1/2$
3. Gelombang perairan dangkal 2 (*Shallow water waves*) dimana $d/L < 1/20$

Kecepatan rambat gelombang perairan dalam dapat dihitung dengan rumus $C_0 = 1,56T$ (m/det). Kecepatan rambat gelombang perairan transisi dengan rumus $C = C_0 \tanh kd$ (m/d) dan kecepatan rambat gelombang perairan dangkal dapat ditentukan dari rumus $C_d = (g-d)^{1/2}$ (Azis, 2006).

4. Pasang Surut

Jika kita berada di dekat pantai beberapa waktu lamanya, maka kita lihat bahwa muka laut akan senantiasa berubah-ubah (naik turun secara teratur), bahkan dapat dikatakan bahwa muka air laut naik-turun secara periodik. Gejala inilah yang disebut pasang surut laut. Pasang surut merupakan gerakan naik turunnya muka air laut secara berirama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan dan matahari. Pasang naik akan menyebabkan sedimentasi ke dekat pantai, sedangkan bila surut akan menyebabkan majunya sedimentasi ke arah laut lepas

Pasang surut adalah perubahan gerak relatif dari materi suatu planet, bintang dan benda angkasa lainnya yang diakibatkan aksi gravitasi benda-benda angkasa di luar materi itu berada. Sehingga pasang surut yang terjadi di bumi terdapat dalam tiga bentuk yaitu (Azis, 2006):

1. Pasang surut atmosfer (*Atmospheric Tide*)
2. Pasang surut laut (*Ocean Tide*)
3. Pasang surut bumi (*Boily Tide*)

Pasang surut atmosfer adalah gerakan atmosfer bumi yang diakibatkan oleh adanya aksi gravitasi dari matahari dan bulan atau benda langit lainnya. Pasut yang terbentuk mempunyai tinggi yang maksimum dan dikenal sebagai pasang purnama (*spring tide*). Sebaliknya bila posisi bumi-bulan arahnya tegak lurus terhadap matahari,

maka gaya tarik bulan dan gaya tarik matahari saling mengurangi dan pasut yang timbul tingginya minimum dan dikenal sebagai pasang perbani (*neap tide*). Posisi ini terjadi pada kuartir pertama dan kuartir terakhir. Posisi bulan, bumi dan matahari saat terbentuknya pasang purnama dan pasang perbani.

Umumnya pasut dapat diklasifikasikan dalam 4 tipe, yaitu pasut tunggal murni (*diurnal tides*), pasut ganda campuran (*semi diurnal tides*), pasut campuran tunggal (*mixed predominantly diurnal tides*) dan pasut campuran ganda (*mixed predominantly semidiurnal tides*). Dalam pasut tunggal murni, terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dalam sehari sedangkan pada pasut ganda murni dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari. Pada pasut campuran tunggal, umumnya pasang maupun surut terjadi satu kali sehari; kadang-kadang sekali dalam sehari; kadang-kadang dua kali sehari (pada saat pasang perbani). Pada pasut campuran ganda umumnya pada saat pasang maupun surut terjadi dua kali sehari, kadang-kadang sekali sehari (pada saat pasang perbani) (Azis, 2006).

C. Sedimen Pantai

Sejak tahun 1970an penelitian sedimentology beralih pada sedimen mikroskopis dan kimia yang awalnya membahas mengenai makroskopis sedimen dan fisik. Hal ini dikarenakan pada masa ini perkembangan teknik analisa para ahli sedimentology telah berkembang. Perkembangan yang pesat ini memacu para peneliti ingin mengetahui hubungan antara diagenesa, pori-pori dan pengaruhnya terhadap evolusi porositas. Serta perbedaan antara makrosedimentologi dan mirosedimentologi (Yuskar dan Choanji, 2016).

Ilmu tentang sedimen atau sedimentologi merupakan studi tentang berbagai proses-proses pembentukan, transportasi dan pengendapan material yang terakumulasi sebagai sedimen di dalam lingkungan kontinen dan laut hingga membentuk batuan sedimen. Secara alami asal usul, ukuran, bentuk dan komposisi sedimen sangat bervariasi. Proses transportasi dan pengendapan dapat ditentukan dengan melihat masing-masing lapisan sedimen. Ukuran, bentuk, dan distribusi partikel dapat memberikan petunjuk tentang bagaimana material tersebut terbawa dan terendapkan. Sejak tahun 1970an penelitian sedimentology beralih pada sedimen mikroskopis dan kimia yang awalnya membahas mengenai makroskopis sedimen dan fisik. Hal ini dikarenakan pada masa ini perkembangan teknik analisa para ahli sedimentology telah berkembang (Rifardi, 2012).

Sedimen laut berasal dari daratan dan hasil aktivitas (proses) biologi, fisika dan kimia baik yang terjadi didaratan maupun di laut itu sendiri, meskipun ada sedikit

masuk dari sumber vulkanogenik dan kosmik. Sedimen laut terdiri atas materi-materi berbagai sumber. Faktor yang mempengaruhi tipe sedimen yang terakumulasi antara lain adalah topografi bawah laut dan pola iklim. Distribusi laut saat ini merupakan refleksi iklim dan pola arus. Tipe sedimen dasar laut berubah terhadap waktu karena perubahan cekungan laut, arus dan iklim. Urutan dan karakteristik sedimen baik struktur maupun tekstur yang tergambar dalam lapisan sedimen menunjukkan sebagian perubahan yang terjadi di atasnya.

Rifardi (2012) menggambarkan korelasi antara aliran sungai, curah hujan (musim), aktivitas pada daerah yang mengalami proses pelepasan partikel dan karakteristik sedimen Sungai Kampar Propinsi Riau, sebagai berikut: 1) musim mempengaruhi karakteristik sedimen dasar, musim yang berbeda (kemarau, hujan, pancaroba) menyebabkan proporsi fraksi sedimen yang berbeda pula, 2) pada musim pancaroba yaitu transisi musim panas ke hujan dasar perairan Sungai Kampar didominasi oleh fraksi pasir, sebaliknya pada transisi musim hujan ke panas didominasi oleh fraksi lumpur, 3) proporsi fraksi sedimen pada masing-masing stasiun sampling berbeda karena letak masing-masing stasiun sampling (hulu, transisi dan hilir) secara morfologi berbeda, 4) aktivitas yang terjadi sekitar Sungai Kampar lebih mempengaruhi sedimen/habitat dasar perairan dari pada sistem aliran sungai tersebut, dan 5) adanya kecenderungan perubahan fraksi yang berukuran kasar fraksi menjadi lebih halus oleh perbedaan musim mengindikasikan berbedanya kekuatan arus sungai (Rifardi, 2012).

Komposisi dari butir sedimen terdiri atas sedimen klastik yang berasal dari batuan biogenik sedimen yang berasal dari jasad renik hewan invertebrata. Pada kawasan tropis yang memiliki kondisi perairan yang banyak mengandung kalsium karbonat, dapat menghasilkan endapan biogenik sedimen yang tidak secara langsung dibentuk oleh proses biogenik.

1. Sumber sedimen pantai

Asal partikel sedimen menentukan jenis-jenis partikel penyusun sedimen, berdasarkan jenisnya maka partikel sedimen dapat berasal dari sumber-sumber berikut: 1) partikel-partikel yang dierosi sebagai partikel padat yang berasal dari daratan disebut partikel terrigenous, 2) partikel-partikel piroklastik yang berasal dari letusan gunung, 3) partikel-partikel yang berkembang melalui proses biologi dan kimia pada dasar perairan.

Sumber partikel yang berbeda menyebabkan keberadaan, karakteristik dan sebaran sedimen akan berbeda pula. Sedimen terrigenous disusun oleh partikel-partikel organik dan anorganik, partikel piroklastik meliputi fragmen batuan, kristal

tunggal, dan gelas vulkanik, dan partikel-partikel hasil proses biologi dan kimia terdiri dari hasil sekresi organisme, degradasi cangkang, aktivitas mikroorganisme dan peletisasi.

Berdasarkan sumbernya, sedimen laut dibagi empat jenis yaitu Lithogenous, Biogenous, Hydrogenous, dan Cosmogenous (Yani, *et al*, 2020):

a. Sedimen Lithogenous (Terrigenous)

Sedimen Lithogenous yaitu sedimen laut yang berasal dari hasil pengikisan batuan yang berada di daratan atau di lautan. Proses pengendapan diawali dari pelapukan kimia dan mekanik oleh pengaruh iklim. Hasil pelapukan kemudian tererosi dan masuk pada aliran sungai kemudian ditransportasikan menuju berbagai lingkungan pengendapan, baik sungai, danau maupun laut. Selain proses erosi, transportasi bahan sedimen dapat pula terbawa oleh hembusan angin atau letusan gunung api yang langsung masuk ke perairan dan mengendap di dasar laut.

Proses pelapukan kimawi bersifat dekomposisi karena mengubah susunan kimiawi dari benda yang mengalami pelapukan tersebut. Misalnya, mineral clay (lempung) berasal dari pelapukan batuan feldspatik granit; hidroksida besi berasal dari korosi besi; alumina merupakan mineral dari proses aluminium oksida (Al_2O_2), dan lain-lain. Proses pelapukan mekanik bersifat desintegrasi karena tidak mengubah struktur kimiawi melainkan hanya terpecah belah menjadi fragmen-fragmen batuan yang lebih kecil. Contohnya mineral kwarsa, mika, feldspar, pyroxenes, ampibol, dan mineral berat lainnya.

Daerah persebaran sedimen Lithogenous umumnya berada di sepanjang pantai daratan (benua). Namun, sebagian lainnya ada juga yang tersebar di zona abyssal sebagai hasil dari arus turbiditi yaitu arus yang disebabkan oleh keadaan air yang memiliki suspensi sedimen. Karena memiliki kerapatan yang lebih besar daripada air laut, maka air mengalir dari bagian atas ke bagian bawah, karena tarikan gravitasi. Pola umum sedimen yang berbutiran kasar banyak ditemukan di zona neritik dan perairan laut dangkal (disebut sedimen neritik). Sedangkan, endapan yang berbutiran halus banyak ditemukan di cekungan laut dalam sehingga disebut juga endapan pelagis.

b. Sedimen Biogenous

Sedimen biogenous (disingkat biogen) terdiri dari bahan yang berasal dari sisa-sisa tanaman atau hewan yang telah mati seperti serpihan cangkang, terumbu karang, coccolithophores, radiolarian, diatom, dan foraminifera. Senyawa kimia dalam sedimen biogen berasal dari silika (SiO_2) dan kalsium karbonat ($CaCO_3$). Sedimen biogen terdiri dari dua tipe "ooze" (istilah umum pada kajian sedimen laut untuk organisme yang mengeluarkan zat atau cairan tertentu), yaitu calcareous ooze dan siliceous ooze. Calcareous ooze berasal dari foraminifera dan coccolithophores, sedangkan siliceous ooze

berasal dari diatomeous, radiolarian. Selain calcareous ooze dan siliceous ooze, terdapat jenis endapan lainnya yaitu red clay ooze.

c. Sedimen Hydrogenous

Sebagaimana diketahui, air laut mengandung zat terlarut yang sangat beragam. Di dalamnya banyak terjadi reaksi kimia yang menyebabkan zat-zat ini mengendap sebagai partikel padat, yang kemudian terakumulasi sebagai sedimen yang mengandung hidrogen. Reaksi zat-zat tersebut dipicu oleh berbagai perubahan kondisi misalnya perubahan suhu, tekanan, pH, konsentrasasi zat tertentu, penguapan, dan pelarutan. Jumlah sedimen hydrogenous tidak sebanyak sedimen litogen atau biogen, tetapi cukup diperhitungkan dalam usaha pertambangan.

Pada perubahan suhu air akibat bersentuhan dengan magma yang keluar dari kepundan gunung api bawah laut misalnya, air yang sangat panas ini mengandung banyak zat terlarut, dan ketika bereaksi dengan air laut yang dingin dapat membentuk partikel partikel logam sulfida. Di bawah ini akan dijelaskan beberapa bentuk sedimen hydrogenous.

d. Sedimen Cosmogenous

Sedimen kosmogen berasal dari luar angkasa yaitu berupa serpihan komet dan asteroid. Jenis sedimen ini jarang ditemukan, tetapi ada di dasar laut. Diperkirakan, 5-300ton debu ruang angkasa menghujani bumi setiap hari. Pada saat benda angkasa masuk ke atmosfer bumi, 90% terbakar menjadi debu. Ada dua jenis endapan kosmogen yaitu spherules mikroskopis dan puing meteor. Spherules terdiri dari silika, besi, dan nikel, yang terlepas dari induk meteor pada saat terbakar memasuki atmosfer Bumi. Sedangkan, puing meteor berasal dari serpihan meteorit pada saat jatuh dan bertabrakan dengan Bumi. Dampak dari tabrakan tersebut mengeluarkan partikel ke atmosfer yang akhirnya mengendap kembali ke Bumi dan mengendap di dasar laut. Puing-puing meteor besar mengandung silika atau besi dan nikel. Salah satu bentuk puing yang menarik adalah tektites yang berbentuk tetesan kecil berbahan gelas yang diduga meleleh pada saat terjadi tumbukan meteorit.

2. Ukuran butir sedimen

Ukuran butir sedimen adalah salah satu kondisi fisik pada pantai yang menjelaskan karakteristik sebuah pantai. Ukuran pasir dipengaruhi oleh besar kecilnya energi gelombang pada pantai dan lereng pantai (gisik). Ukuran butir sedimen nantinya dikelaskan diameternya yang kemudian dihitung logaritma Phi diameter butir sedimennya agar dapat diklasifikasi menurut analisis ukuran sedimen menurut Wentworth.

Pergerakan udara dan air dapat memisahkan partikel berdasarkan ukuran mereka, menyebabkan endapan terdiri dari berbagai ukuran. Ada tiga kelompok populasi sedimen yaitu:

1. *Gravel* (kerikil), terdiri dari partikel individual: *boulder*, *cobble* dan *pebble*.
2. *Sand* (pasir), terdiri dari: pasir sangat kasar, kasar, medium, halus dan sangat halus.
3. *Mud* (lumpur), terdiri dari *clay* dan *silt*.

Perbedaan karakteristik dan sebaran sedimen dasar perairan, diantaranya disebabkan oleh perbedaan ukuran dalam material induk. Selain itu ukuran partikel sedimen dapat menggambarkan: 1) perbedaan jenis, 2) ketahanan partikel terhadap weathering, erosi dan abrasi, dan 3) proses transportasi dan pengendapan (Friedman dan Sander, 1978). Ukuran butir partikel sedimen adalah salah satu faktor yang mengontrol proses pengendapan sedimen di perairan, semakin kecil ukuran butir semakin lama partikel tersebut dalam kolam air dan semakin jauh diendapkan dari sumbernya, begitu juga sebaliknya (Rifardi, 2012).

3. Transfor sedimen pantai

Laju angkutan sedimen sejajar pantai merupakan faktor utama dalam mengevaluasi perubahan garis pantai. Untuk mempelajari angkutan sedimen akibat ombak, maka daerah dekat pantai dapat dibagi dalam tiga wilayah yaitu daerah offshore zone, surf zone dan wash zone (Horikawa, 1988; Palilu, 2015).

Sedimen merupakan bahan utama pembentuk morfologi (topografi dan batimetri) pesisir. Sedimen berasal dari fragmentasi (pemecahan) batuan. Pemecahan batuan terjadi karena pelapukan yang dapat berlangsung secara fisik, kimiawi, dan biologis. Berubahnya morfologi pesisir terjadi sebagai akibat berpindahnya sedimen yang berlangsung melalui mekanisme erosi, pengangkutan (*transport*) dan pengendapan. Sedimen yang dipindahkan adalah sedimen yang terletak pada perairan. Angkutan sedimen pantai dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu (Palilu, 2015):

- a. Angkutan sedimen transport menuju dan meninggalkan pantai (*Cross-shore sediment transport*).

Disebut juga *onshore-offshore* sediment transport yaitu angkutan sedimen yang tegak lurus dengan garis pantai, dipengaruhi oleh gelombang, ukuran butir material, kemiringan pantai, hal ini sering dikaitkan dengan storm waves. Untuk daerah pantai yang memiliki tidal range yang tinggi dengan kemiringan pantai yang kecil akan mempertimbangkan volume sedimen yang dipindahkan oleh aliran arus menuju dan meninggalkan pantai selama pasang surut.

b. Angkutan sedimen sepanjang pantai (*long-shore sediment transport*)

Long-shore Sediment transport adalah angkutan sedimen sepanjang pantai. Terjadi apabila sedimen terangkat oleh turbulensi yang disebabkan oleh gelombang pecah, hal ini dipengaruhi oleh gelombang ataupun arus pasang surut. Sedimen angkutan sejajar dengan pantai dipengaruhi oleh arah gelombang dan sudut *wave crest* dengan garis pantai *Long-shore* sedimen transport dapat menyebabkan terjadinya erosi dan akresi. Ada terdapat dua jenis sedimen yang diangkut yaitu *cohesive* dan *non cohesive*. *Sediment transport cohesive* sering dinamakan *suspended load transport* karena sifatnya yang melayang di air, sedangkan *non cohesive* dinamakan *bedload transport*.

D. Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah suatu sistem berbasis computer yang digunakan untuk menyimpan, mengelola, menganalisis, dan mengaktifkan atau memanggil kembali data yang mempunyai referensi keruangan, untuk berbagai tujuan yang berkaitan dengan pemetaan dan perencanaan (Danoedoro, 2012).

Penginderaan jauh atau *remote sensing* merupakan ilmu dan seni yang memungkinkan untuk memperoleh keadaan ataupun informasi pada suatu objek tanpa memerlukan kontak langsung terhadap objek yang ingin dikaji (Lillesand dan Kiefer, 1990). Serangkaian komponen dasar yang digunakan untuk mengukur dan merekam data mengenai sebuah wilayah dari jauh antara lain sumber energi, target, sensor, dan wilayah transmisi. Rangkaian komponen tersebut disebut juga sistem penginderaan jauh. Matahari yang berfungsi sebagai sumber energi yang berupa radiasi elektromagnetik. Nilai radiasi elektromagnetik dijelaskan dalam bentuk spektrum gelombang elektromagnetik. Di dalam penginderaan jauh, penggolongan gelombang elektromagnetik paling sering dilakukan menurut letak panjang gelombangnya di dalam spektrum elektromagnetik (Lillesand dan Kiefler, 1990). Penggolongan radiasi elektromagnetik yang digunakan dalam penginderaan jauh adalah *near UV* (ultra violet) (0,3 – 0,4 μm), cahaya tampak (0,4 – 0,7 μm), dekat gelombang pendek dan inframerah termal (0,7 – 14 μm) serta gelombang mikro (1 mm – 1 m) (Nurdin, 2018).

E. Google Earth

1. Pengertian Google Earth

Citra google earth disajikan secara tidak berbayar dan mudah digunakan serta dikenali oleh pengguna. Saat ini citra google earth telah didukung oleh digital globe4 sebagai provider. Google Earth diluncurkan pada tahun 2005, yang menampilkan satelit

berusia 3-4 tahun seluruh permukaan bumi dengan resolusi sedang (30m). Baru-baru ini Google Earth telah didukung oleh Digital Globe dan mulai menampilkan gambar dengan resolusi sangat tinggi yang memungkinkan pengguna untuk dengan mudah mengidentifikasi objek tertentu dalam lingkungan alam atau buatan manusia. Peta yang dihasilkan dari citra Google Earth memiliki akurasi tinggi (Collin *et al*, 2018). Google Earth memiliki banyak alat yang memungkinkan pengguna untuk mendapatkan data spasial dan bahkan untuk menambahkan informasi khusus untuk gambar yang ditampilkan,

Google Earth dapat diunduh secara gratis dalam bentuk berkas gambar. Gambar yang ditampilkan telah melewati beberapa proses, seperti koreksi peregangan kontras. Di perairan yang jernih, jenis substrat seperti pasir, terumbu karang, dan padang lamun digambarkan dengan baik di Google Earth. Citra resolusi tinggi di Google Earth tentu sangat berguna dalam metode yang digunakan untuk memetakan perubahan garis pantai di pulau samalona (Amran, 2017).

Citra digital yang ditampilkan oleh Google juga memiliki informasi mengenai waktu perekaman datanya salah satunya dapat di peroleh dengan menggunakan aplikasi Google Earth. Pada aplikasi Google Earth di peroleh informasi waktu perekaman dan ketinggian (Prahasta, 2013).

Google earth adalah sebuah jasa peta globe gratis dan online. Google earth menawarkan peta yang dapat diseret dan gambar satelit untuk seluruh dunia. Beberapa definisi google earth menurut situs resmi nya adalah sebagai berikut:

- a. Google Earth adalah aplikasi pemetaan interaktif yang memudahkan melihat dunia.
- b. Google Earth mengamati gambar dari satelit yang menampilkan sketsa dari jalan, bangunan, keadaan geografis, dan data spesifik mengenai lokasi atau tempat tertentu.

Terdapat tiga jenis aplikasi pemetaan google earth yaitu; google earth free. google earth plus dan google earth pro. Citra dan informasi koordinat yang ditampilkan pada ketiga aplikasi tersebut adalah sama kualitasnya. Perbedaan dari ketiga adalah feature /tools yang merupakan aplikasi tambahan. System koordinat yang ditampilkan oleh google earth adalah koordinat dengan ellipsoid referensi world geodetic system (WGS) 1984.

2. Resolusi tinggi

Pada 1994 pemerintah Amerika Serikat mengambil keputusan untuk mengizinkan perusahaan sipil komersial untuk memasarkan data pengindraan jauh resolusi tinggi, yaitu antara 1-4 meter. Hal ini kemungkinan berkaitan dengan berakhirnya era Perang Dingin. Segera setelah itu, Earth Watch Inc., suatu perusahaan swasta yang bergerak di bidang sistem kajian sumberdaya, merencanakan

pengembangan dua sistem resolusi tinggi, yaitu Early Bird dan QuickBird. Early Bird diluncurkan pada 1997, dengan citra pankromatik beresolusi 3m dan citra multispektral beresolusi 15 meter, serta lebar sapuan (*swath width*) 15 km. QuickBird-1, yang diluncurkan pada 1999, mampu memberikan citra dari dua sensor dengan dua macam resolusi dari ketinggian orbit 600 km, yaitu 4m untuk citra multispektral dan 1m untuk citra pankromatik. Sensor multispektral terdiri atas saluran biru (0,45 - 0,52 μ m) hijau (0,52 - 0,60 μ m) merah (0,63 - 0,69 μ m), dan inframerah dekat (0,76 - 0,89 μ m); sedangkan sensor pankromatik beroperasi pada julat yang relatif lebar, yaitu 0,45 - 0,90 μ m.

Di samping QuickBird, satelit pencitra multispektral dengan resolusi spasial tinggi dewasa ini ialah Ikonos milik Amerika Serikat, yang mampu memberikan data multispektral pada resolusi spasial 4m dan data pankromatik pada resolusi 1 meter, seperti halnya QuickBird-1. Ikonos dirancang oleh Space Imaging, suatu perusahaan swasta yang bekerja sama dengan badan ruang angkasa Amerika Serikat, NASA. Peluncuran pertama satelit ini, yang semula diberi nama Ikonos-1, telah gagal pada April 1999. Pada September 1999 satelit penggantinya, yang semula dinamai Ikonos-2, berhasil diluncurkan. Meskipun demikian, karena misi Ikonos-1 belum pernah tercapai, Ikonos-2 kemudian dinamai Ikonos (Danoedoro, 2012).

F. Tutupan Dasar

Tutupan dasar perairan berbicara tentang kondisi dasar perairan meliputi, karang, lamun, rubble dan pasir. Tutupan dasar mencirikan ketahanan suatu pulau terhadap kondisi oseanografi perairan, termasuk hempasan ombak, sedimentasi dan sebagainya. Terumbu karang sebagai tutupan dasar perairan memiliki manfaat baik itu secara langsung maupun tidak langsung, secara langsung dapat dinikmati oleh manusia adalah pemanfaatan sumber daya ikan, batu karang, pariwisata, penelitian dan pemanfaatan biota perairan lainnya. Manfaat terumbu karang yang tidak langsung adalah terumbu karang sebagai penahan abrasi pantai, sedimentasi serta siklus biologi, kimia dan fisik (Isdianto. A, *et al*, 2020).

Selain terumbu karang, Padang lamun juga merupakan ekosistem laut dangkal yang dimana didominasi oleh vegetasi lamun. Ekosistem padang lamun memiliki peran penting dalam ekologi kawasan pesisir, karena menjadi habitat berbagai biota laut termasuk menjadi tempat mencari makan (*feeding ground*) bagi penyu hijau, dugong, ikan, echinodermata dan gastropoda (Bortone, 2000). Peran lain adalah menjadi barrier (penghalang) bagi ekosistem terumbu karang dari ancaman sedimentasi yang berasal dari daratan (Poedjirahajoe. E, *et al*, 2013).

Selain dari tutupan dasar perairan di atas, tutupan dasar seperti pasir dan rubble memungkinkan untuk tidak adanya ketahanan kondisi geografis terhadap pelindung alami suatu kawasan pesisir.

G. Pengaplikasian Teknologi Pengindraan Jauh Untuk Analisis Perubahan Garis Pantai

Saat ini telah banyak peneliti perubahan garis pantai memanfaatkan teknologi pengindraan jauh untuk efisiensi waktu dan memperluas jangkauan wilayah penelitian. Pengukuran lapangan akan memakan banyak waktu, tenaga serta dana, sehingga dibutuhkan alternatif lain untuk memetakan garis pantai di Indonesia. Penginderaan jauh memungkinkan data dan informasi mengenai suatu objek, area, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan alat dapat dilakukan tanpa suatu kontak langsung.

Terlepas dari persoalan tersebut, kehadiran penginderaan jauh (dan sistem informasi geografis) telah meningkatkan peran dan eksistensi geografi dalam dunia akademis dan praktis, khususnya dalam penyelesaian masalah masalah keruangan, lingkungan, dan kewilayahan. Penginderaan jauh dapat menjadi salah satu alternatif yang efektif untuk mencapai tujuan tersebut. Informasi garis pantai sangat penting untuk menentukan indeks ketahanan pesisir (Danoedoro, 2012).