

ROHAYA LANGKOKE



# Geologi

dan Permasalahan  
Kawasan Pantai



**GEOLOGI DAN**  
**PERMASALAHAN**  
**KAWASAN PANTAI**

*Rohaya Langkoke*

## UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

### **Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4**

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

### **Pembatasan Pelindungan Pasal 26**

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. Penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. Penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

### **Sanksi Pelanggaran Pasal 113**

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

# **GEOLOGI** DAN **PERMASALAHAN** **KAWASAN PANTAI**

*Rohaya Langkoke*



*Cerdas, Bahagia, Mulia, Lintas Generasi.*

**GEOLOGI DAN PERMASALAHAN KAWASAN PANTAI**

**Rohaya Langkoke**

Editor :

**Andi Nurhidayah**

Desain Cover :

**Dwi NoVidiantoko**

Sumber :

www.shutterstock.com

Tata Letak :

**Aditya Putra**

Ukuran :

**x, 49 hlm, Uk: 15.5x23 cm**

ISBN :

**978-623-02-5618-9**

Cetakan Pertama :

**NoVember 2022**

Hak Cipta 2022, Pada Penulis

---

Isi diluar tanggung jawab percetakan

---

**Copyright © 2022 by Deepublish Publisher**

All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang  
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau  
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini  
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

**PENERBIT DEEPUBLISH  
(Grup Penerbitan CV BUDI UTAMA)**

Anggota IKAPI (076/DIY/2012)

Jl.Rajawali, G. Elang 6, No 3, Drono, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman  
Jl.Kaliurang Km.9,3 – Yogyakarta 55581

Telp/Faks: (0274) 4533427

Website: www.deepublish.co.id

www.penerbitdeepublish.com

E-mail: cs@deepublish.co.id

# PRAKATA

*Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas petunjuk-Nya sehingga penulisan buku Geologi dan Permasalahan Kawasan Pantai dapat terselesaikan.

Analisis geologi kawasan pantai, perlu dilakukan guna dimanfaatkan untuk meminimalkan kerugian yang ditimbulkannya, melihat kondisi pantai yang terus berubah seiring berjalannya waktu dengan prinsip "*Present is the key to the Past*" yang dikembangkan menjadi prinsip "*Present is the key for the Future*". Dimana survey geologi kawasan pantai dilakukan untuk mengetahui proses-proses pantai yang pernah terjadi secara morfogenesis dan dikaitkan dengan waktu secara kronologisnya.

Ucapan terimakasih dan apresiasi penulis ucapkan kepada keluarga kami, (alm) Ir. Budi Rochmanto, M. Sc, dan Nilam Budi Wulandari serta rekan-rekan yang telah membantu dalam penyempurnaan buku ini.

*Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

Makassar, September 2022

Penulis

# DAFTAR ISI

<b>PRAKATA</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vi</b>
<b>BAB I    PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1.    Konsep Dasar Kawasan Pantai .....	1
1.2.    Peruntukan Kawasan Pantai.....	3
1.3.    Permasalahan Kawasan Pantai.....	5
<b>BAB II    MORFODINAMIKA PANTAI</b> .....	<b>7</b>
2.1.    Proses - Proses Pantai .....	7
2.2.    Faktor Penyebab .....	15
2.3.    Dampak Kawasan Pantai .....	27
<b>BAB III    TATA KELOLA KAWASAN PANTAI</b> .....	<b>29</b>
3.1.    Kondisi Geologi Kawasan Pantai .....	29
3.2.    Manajemen Kawasan Pantai .....	31
3.3.    Rekayasa Pantai .....	36
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>47</b>
<b>AUTOBIOGRAFI</b> .....	<b>49</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Past, present, and potential future rate sea level rise (Sumber: USGS/United States Geological Survey).....	2
Gambar 1.2	<i>Center Point of Indonesia</i> (CPI) Makassar (Sumber : <a href="https://tribunnews.com">https://tribunnews.com</a> ) .....	4
Gambar 1.3	Teori James Hutton .....	5
Gambar 2.1	Pantai berpasir muncul saat air surut di sepanjang Pulau Cockspur, Monumen Nasional Benteng Pulaski, Georgia. (Sumber: Foto NPS).....	10
Gambar 2.2	Riak gelombang terbuka saat air surut di Fire Island National Seashore, New York. (Sumber:Foto NPS) .....	11
Gambar 2.3	Ilustrasi bentuk bentang alam erosi.....	13
Gambar 2.5	Pengaruh gelombang.....	16
Gambar 2.6	Ilustrasi gelombang destruktif.....	17
Gambar 2.7	Ilustrasi gelombang konstruktif.....	18
Gambar 2.8	Freeze-thaw weathering.....	19
Gambar 2.9	Biological weathering .....	20
Gambar 2.10	Chemical weathering.....	20
Gambar 2.11	<i>Rockfall</i> .....	21

Gambar 2.12	<i>Landslide</i> .....	22
Gambar 2.13	Pengaruh transportasi .....	23
Gambar 2.14	Faktor-faktor yang mempengaruhi bentuk lahan dipesisir .....	25
Gambar 2.15	Pengaruh geologi pada pantai timur Inggris sebagian besar memiliki jenis batuan lunak lebih muda yang lebih rentan terhadap serangan gelombang.....	26
Gambar 3.1	Pengelolaan Wilayah Pesisir terpadu secara berkelanjutan.....	34
Gambar 3.2	<i>Beach nourishment</i> di Pulau Assateague pada tahun 2002 ( <i>Sumber:foto NPS</i> ) .....	37
Gambar 3.3	Bukit pasir buatan hasil pengikisan pantai di Fire Island National Seashore, New York. ( <i>Sumber:foto NPS</i> ).....	39
Gambar 3.4	Pagar pasir ditempatkan di sepanjang pantai di Cape Cod National Seashore, Massachusetts. Foto NPS oleh Georgia Hybels.....	40
Gambar 3.5	Stabilisasi saluran masuk berdekatan dengan Pantai Nasional Pulau Assateague, Maryland dan Virginia. ( <i>Sumber:Foto oleh Jane Thomas, Perpustakaan Gambar UMCES/IAN</i> ).....	42

Gambar 3.6	Tembok laut besar yang terletak di Situs Sejarah Nasional Christiansted, Kepulauan Virgin. <i>(Sumber: Foto NPS oleh Rebecca Beavers)</i> .....	43
Gambar 3.7	Serangkaian pemecah gelombang mempromosikan akresi sedimen di Taman Sejarah Nasional Kolonial, Virginia. <i>(Sumber: Foto oleh Steve Simon, 2012)</i> .....	44
Gambar 3.8	Restorasi berbasis alam di situs sampah cangkang Silver Palm, Canaveral National Seashore, Florida, 2018. <i>(Sumber:Foto oleh Linda Walters)</i> .....	45

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Faktor alam yang mempengaruhi garis pantai.....	27
-----------	---	----

# BAB I

## PENDAHULUAN

---

### 1.1. Konsep Dasar Kawasan Pantai

Geologi merupakan ilmu tentang bumi termasuk didalamnya adalah proses – proses tentang bumi sejak terbentuknya sampai sekarang dan segala aspek yang berhubungan dengan bumi terutama yang di bahas dalam buku ini khususnya geologi dan permasalahan kawasan pantai.

Teori tentang bumi dalam buku "*Theory of the Earth*" yang telah di publikasikan oleh James Hutton mengemukakan prinsip "*Uniformitarianism*" atau prinsip keseragaman yang memperkenalkan awal lahirnya ilmu geologi modern pada abad ke-18 terkait dengan hukum – hukum Fisika, Kimia, dan Biologi yang terjadi pada masa lampau. Hal ini menjelaskan bahwa proses yang terjadi pada bumi di masa sekarang itu sudah terjadi saat terbentuknya bumi di masa lampau sehingga harus di pahami proses yang terjadi di masa sekarang adalah akibat dari proses geologi yang terjadi di masa lampau. Demikian juga sebaliknya proses geologi masa lampau harus dipahami untuk memprediksi kondisi yang akan datang, hal tersebut di atas menjadi konsep dasar yang berperan pada kawasan pantai.

### Konsep Dasar

*The present is the key to the past*  
(masa kini merupakan kunci bagi masa lalu)

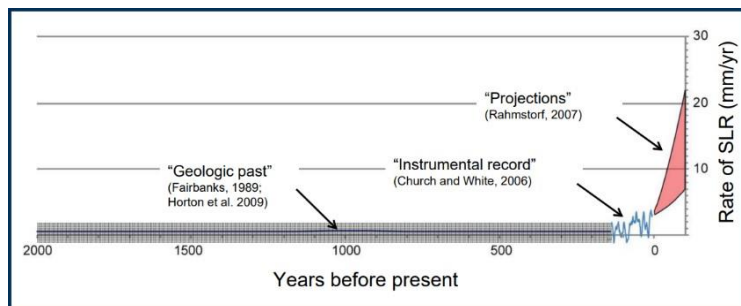
menjadi  
Prinsip

*Present is the key for the future*  
(masa sekarang merupakan kunci untuk masa depan)

Proses geologi yang berlangsung di kawasan pantai menimbulkan banyak permasalahan sehingga diperlukan pemahaman geologi secara komprehensif, agar kita dapat menggunakan keunggulan teknologi untuk memaksimalkan potensi kawasan di masa yang akan datang.

Kawasan pantai merupakan suatu tempat yang sangat menarik dan sangat diminati dengan tujuan yang berbeda-beda, misalnya untuk rekreasi, olahraga, penelitian, pengembangan kawasan kota pantai dan lain sebagainya. Akibat dari kondisi geologi yang berbeda di setiap pantai ini yang menyebabkan peruntukan kawasan pantai yang berbeda - beda di seluruh dunia tentunya dengan memperhatikan karakteristik di setiap pantai. Berdasarkan karakteristik pantai yang berbeda baik dalam morfodinamika pantai, oceanografi pantai dan sedimen pantai akan memberikan manfaat dan masalah pantai yang berbeda dengan demikian diaplikasikan lah konsep *The present of the key for the future*.

Penerapan konsep *sea level rise past, present, and potential future* pada gambar 1.1 berdasarkan *USGS (United States Geological Survey)* pada *geologic past* (Fairbanks, 1989; Horton et al. 2006) direkonstruksi melalui *instrument record* (Church and White, 2006) menghasilkan *projections* (Rahmstorf, 2007).



**Gambar 1.1 Past, present, and potential future rate sea level rise (Sumber: USGS/United States Geological Survey)**

## 1.2. Peruntukan Kawasan Pantai

Perairan pesisir dan muara adalah bagian dari laut yang sangat mendominasi dalam kehidupan kita sehari-hari. Penggunaan laut yang berkembang pesat, peningkatan perjalanan di atasnya, dan masuk kedalamnya sebagian besar berkaitan dengan proses yang terjadi di perairan dangkal. Selain itu kegiatan manusia di kawasan pantai, seperti pembuangan limbah, penangkapan ikan, pengerukan, penambangan, pengeboran minyak lepas pantai dan bangunan pantai, memiliki dampak terbesar terhadap laut.

Peruntukan kawasan pantai dapat dibagi berdasarkan jenis pantai atau karakteristik pantainya, dimana jenis pantai ini dapat dikelompokkan menjadi pantai berpasir, pantai berbatu, dan pantai berlumpur. Kawasan pantai berpasir biasanya dijadikan sebagai tempat memancing, olahraga, dan pariwisata dengan alamnya yang indah dan menarik. Kawasan pantai berbatu umumnya dijadikan sebagai tempat traveling para fotografer karena memiliki pemandangan yang indah dan menarik. Kawasan pantai berlumpur biasanya dijadikan sebagai kawasan hutan mangrove yang dapat dijadikan sebagai tempat rekreasi keluarga dan tempat penelitian.

Zona pesisir digunakan untuk, perikanan dan budidaya, produksi energi, perumahan, keperluan militer, rekreasi dan pariwisata, pasokan air, pengolahan air limbah, transportasi barang, transportasi publik/masyarakat, konstruksi, dan pelabuhan.

Selain itu yang sangat populer di dunia saat ini pengembangan kawasan pantai menjadi kota pantai (*waterfront city*), contoh kawasan *Center Point of Indonesia* yang dapat dilihat dari Anjungan Pantai Losari sebagai pengembangan tata ruang kota Makassar. Sebagaimana yang terlihat pada gambar 1.2 dibawah ini.



**Gambar 1.2** *Center Point of Indonesia (CPI) Makassar (Sumber : <https://tribunnews.com>)*

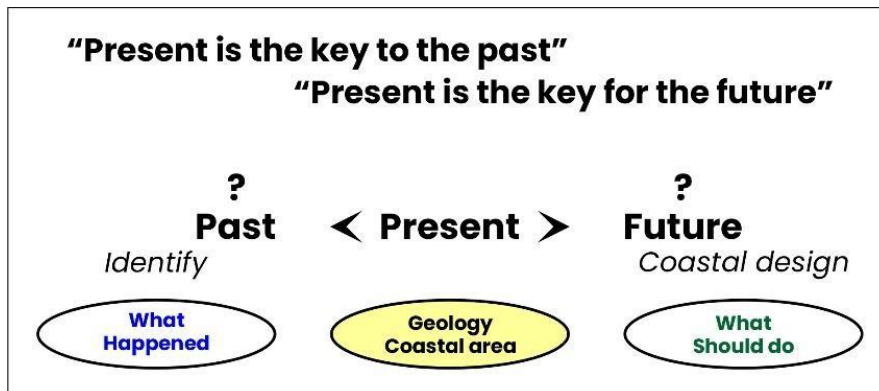
**Prinsip James Hutton**, bagan pada gambar 1.3 dibawah ini menelaskan tentang *waterfront city* CPI yang terintegrasi konsep dari James Hutton pada Kawasan pantai sebagai berikut:

***Present/kondisi geologi***, yang merupakan kondisi pantai saat ini yang mengalami abrasi. Secara historis dan kronologisnya terbentuk pada morfologi *spit* tanjung bunga yang telah mengalami abrasi.

***Past/Identify*** dengan mengamati kondisi hidrodinamika longsor current pola angkutan sedimen misalnya sejajar pantai atau tegak lurus pantai.

***Future/What should do*** perencanaan *Waterfront City* CPI Makassar.

***Coastal Design***/Sudah sesuai dengan *Identify* dan kronologis untuk kondisi saat ini.



Gambar 1.3 Teori James Hutton

**Evolusi Spit Tanjung Bunga**, yang di desain menjadi kota pantai (*Waterfront City*) *Center Point of Indonesia* (CPI).

Evolusi morfologi pengendapan berpasir di kawasan pantai ini terutama dipengaruhi oleh gelombang dan arus sejajar pantai. kemudian sedimen diangkut sepanjang pantai, kemudian diendapkan di pantai, atau membentuk morfologi endapan lain seperti *spit*, morfologi *spit* merupakan endapan sejajar pantai di perairan terbuka seperti pada lokasi CPI yang sebelumnya merupakan *spit* Tanjung Bunga. Di kawasan pantai ini longshore current berasal dari selatan yang mengalir ke arah utara dan mengangkut material pasir dari sungai Jeneberang membentuk *spit* Tanjung Bunga.

### 1.3. Permasalahan Kawasan Pantai

Permasalahan yang sering terjadi di kawasan pantai diakibatkan oleh kurangnya pengetahuan tentang geologi, dalam hal ini hidrodinamika pantai masih kurang dipahami, dan penelitian lebih lanjut perlu dilakukan dengan fokus pada dinamika sedimen di sepanjang zona pantai untuk membedakan daerah yang rentan. Selain itu faktor masyarakat lokal, nelayan, pelaku bisnis perhotelan dan operator wisata yang menyebabkan perubahan di zona pesisir dengan hilangnya pantai dan karang.

Perlu dicatat bahwa meskipun tidak semua wilayah pantai rentan terhadap erosi gelombang, hal itu terutama mempengaruhi garis pantai yang tidak terkonsolidasi dan curam.

**Erosi Pantai**, hilangnya atau tergesernya daratan, atau pemindahan material sedimen dan batuan dalam jangka waktu panjang di sepanjang garis pantai karena aksi gelombang. arus, pasang surut, air yang digerakkan oleh angin, es yang terbawa oleh air, atau dampak lain dari badai. Selain itu erosi pantai dapat disebabkan oleh proses naiknya air laut, aksi gelombang yang kuat, maupun banjir di kawasan pantai yang mengikis atau membawa material batu, dan tanah.

**Abrasi pantai**, proses ketika batuan dan material lain terbawa oleh laut oleh gelombang yang kuat dan terlempar ke garis pantai sehingga menyebabkan lebih banyak material yang patah dan terbawa oleh laut. Proses abrasi pantai terbentuk oleh gelombang destruktif yang mengangkut material sedimen *backwash* yang lebih kuat daripada *swash*. Arus balik yang kuat ini menarik material menjauh dari garis pantai dan masuk ke laut sehingga terjadi erosi.

**Sedimentasi pantai**, dihasilkan dari redistribusi oleh gelombang, pasang surut, dan arus. Selain itu material yang di pasok oleh sungai yang mengalami pengikisan dari batuan di wilayah pesisir. Bentuk bentang alam sedimentasi pantai ini terdiri dari spit dan bar, bentang alam ini terutama dari sedimen yang diendapkan oleh gelombang, dengan kecepatan gelombang melambat, atau ketika arus laut melambat seperti gaya gesekan dasar laut, vegetasi, dan arus berlawanan sehingga terjadi pengendapan.

**Pencemaran pantai**, merupakan proses pencemaran yang diakibatkan oleh ulah manusia yang tidak bertanggungjawab membuang sampah atau limbah di sungai yang bermuara ke Kawasan pantai.

## **BAB II**

# **MORFODINAMIKA PANTAI**

---

Morfodinamika pantai merupakan interaksi dari topografi dasar laut dan proses hidrodinamika perairan. Morfologi pantai dan perubahannya dipengaruhi oleh adanya pergerakan sedimen, sedangkan proses hidrodinamik terdiri dari gelombang, pasang surut dan arus. Sunarto (1991) menyatakan bahwa morfodinamika merupakan proses alam yang terjadi di laut yang sifatnya relatif cepat berubah dan cepat menyebabkan perubahan bentuk pantai. Horikawa (1988) menambahkan bahwa perubahan bentuk pantai utamanya disebabkan oleh pergerakan sedimen sepanjang pantai pada area surf zone yang disebabkan oleh gelombang. Hal senada turut dikemukakan oleh Komar (1998) yang menyatakan bahwa gelombang yang dibentuk oleh angin pada permukaan perairan berperan terhadap erosi pantai karena dapat membangkitkan arus dekat pantai dan mentranspor pasir.

Pantai selalu mengalami perubahan, hal tersebut diakibatkan oleh poses-proses yang terjadi. Hasil dari proses perubahan dapat diamati, namun prosesnya tidak semua dapat dilihat. Perubahan yang terjadi tergantung dari proses yang yang terjadi (Triatmodjo, 1999).

### **2.1. Proses - Proses Pantai**

Proses - proses pantai menjadi fenomena alam yang kerap kita jumpai pada kawasan pantai, beberapa contoh proses alam yang terjadi di kawasan pantai adalah sebagai berikut:

**Gelombang** adalah kekuatan dominan yang menggerakkan sifat pantai. Energi yang dibawa oleh gelombang menggerakkan sedimen pantai dan mengubah bentuk pantai. Semakin banyak energi,

semakin besar tingkat perubahannya. Jumlah energi yang dibawa melalui gelombang dapat ditentukan oleh struktur gelombang. Gelombang dicirikan oleh panjang gelombang (jarak antara puncak), tinggi (perubahan elevasi antara puncak dan lembah), kecepatan (laju gerak maju puncak gelombang), dan periode (selang waktu yang diperlukan untuk menempuh satu gelombang). Sifat-sifat ini, dan hubungan di antara mereka, sangat bervariasi tergantung pada sifat mekanisme yang menghasilkan gelombang,

Di laut dalam, sedikit gerakan maju air dalam gelombang terjadi karena bentuk gelombang melawan arus air. Namun, ketika gelombang bergerak menuju air yang lebih dangkal, cara pergerakannya berubah secara dramatis. Begitu kedalaman air berkurang hingga kurang dari setengah panjang gelombang, dasar laut mulai mengganggu gerakan osilasi gelombang. Orbit partikel air bentuknya menjadi kurang melingkar dan lebih elips. Gerakan maju air sekarang menjadi penting karena gelombang osilasi (laut dalam) diubah menjadi gelombang translasi. Gerakan maju air dan energi ini membawa serta sedimen yang baru tersuspensi. Ketika kedalaman air menjadi semakin dangkal, panjang dan kecepatan gelombang berkurang, tinggi gelombang meningkat dan akibatnya gelombang menjadi curam. Akhirnya gelombangnya terlalu curam ke tahap di mana ia pecah saat puncaknya menabrak ke depan menciptakan gelombang. Zona gelombang pecah aktif dikenal sebagai zona selancar. Setelah bentuk gelombang telah dihancurkan, air yang tersisa bergerak ke atas pantai sebagai *swash* dan kembali di bawah gaya gravitasi sebagai arus. Energi yang dibawa melalui gelombang selama proses ini dihamburkan dalam tiga cara: pembentukan gelombang atau arus berikutnya, pecahnya gelombang itu sendiri, dan pergerakan sedimen. (Pilkey dkk. 2017).

Jenis gelombang, saat mendekati garis pantai, tergantung pada ukuran gelombang asli dan kemiringan dasar laut. Pemecah

gelombang terbentuk ketika ada kemiringan yang landai, bersudut rendah, mengarah ke pantai. Puncak gelombang biasanya "hancur" ke depan dengan lembut. Gelombang yang lebih besar menabrak lebih jauh dan akan sering terbentuk kembali sebagai gelombang energi yang lebih rendah beberapa kali sebelum mencapai garis pantai. *Plunging breaker* ditemukan di mana terdapat gundukan pasir, terumbu karang, atau struktur batuan yang secara tiba-tiba mengubah kemiringan dasar laut. Puncak gelombang bergerak lebih cepat dari selubung dasar puncak untuk naik dan melengkung di atas. Inilah gelombang yang membentuk tabung air laut yang sering dicari oleh para peselancar. Pemecah gelombang ditemukan di garis pantai dengan kemiringan paling curam di mana kedalaman air berubah dengan cepat di pantai. Gelombang membuat pendaratan dengan gerakan meluncur halus dan tidak ada gelombang pecah. Arus *backwash* yang kuat dikaitkan dengan jenis gelombang ini (Pilkey,dkk 2017). Setiap jenis gelombang memiliki pengaruh yang berbeda terhadap pelapukan garis pantai dan erosi pantai.

**Pasang Surut** adalah peristiwa naik turunnya muka air laut akibat pengaruh gaya gravitasi benda langit, terutama matahari dan bulan. Pasang lebih tinggi dari biasanya, yang dikenal sebagai pasang musim semi, terjadi setiap 14 - 17 hari ketika Matahari dan Bulan sejajar. Di antara periode-periode ini, lebih rendah dari normal atau pasang perbani terjadi ketika Matahari dan Bulan diposisikan pada sudut  $90^\circ$  terhadap Bumi. Pasang surut musim semi dan perbani melibatkan penyimpangan sekitar 20% di atas dan di bawah kisaran pasang normal. Ketika digabungkan dengan kenaikan permukaan laut, pasang surut musim semi tertentu dapat menyebabkan peristiwa banjir yang mengganggu.



**Gambar 2.1** Pantai berpasir muncul saat air surut di sepanjang Pulau Cockspur, Monumen Nasional Benteng Pulaski, Georgia. (Sumber: Foto NPS)

Rentang dan jenis pasang surut penting karena beberapa alasan. Jenis pasang surut menentukan interval antara pasang surut dan oleh karena itu waktu yang tersedia bagi pantai untuk mengering setelah pasang, yang penting untuk proses pelapukan garis pantai dan aktivitas biologis. Selain itu, tipe pasut mempengaruhi intensitas arus pasut karena, untuk rentang pasut tertentu, kecepatan pergerakan air akan lebih besar di rezim semi-diurnal daripada untuk tipe campuran atau diurnal karena interval yang lebih pendek antara pasang naik dan surut terjadi. Efek ini sangat penting di tanggul pantai sempit di mana arus pasang surut terkonsentrasi. Rentang pasang surut penting karena mengontrol jarak vertikal di mana gelombang dan arus efektif dalam membentuk garis pantai, dan dalam hubungannya dengan kemiringan garis pantai, rentang pasang menentukan sejauh mana zona intertidal, yaitu daerah antara tinggi dan rendah. pasang surut (Summerfield 1991).



**Gambar 2.2 Riak gelombang terbuka saat air surut di Fire Island National Seashore, New York. (Sumber:Foto NPS)**

***Near Shore Current*** pergerakan air (atau udara) yang terus menerus dan terarah disebut arus. Dipantulkan, atau dibelokkan kembali, oleh lereng pantai, air dari gelombang menjadi arus bawah atau arus lintas pantai, mengalir ke arah laut. Saat arus lintas pantai bertemu dengan gelombang yang datang, sebagian air menyebar ke samping dan bergabung dengan air yang bergerak ke samping lainnya. Perairan gabungan membentuk sel memanjang dari mana air mengalir ke laut sebagai arus *rip*, yang meluas ke apa yang disebut *rip end*, sejauh setengah mil (0,80 km) lepas pantai, di mana air menyebar ke berbagai arah. Arus *rip* menyebar di luar zona selancar.

Sementara itu, sebagian air dari arus bawah dan gelombang masuk mengalir ke samping sejajar pantai sebagai arus sejajar pantai. Ini sebagian diciptakan oleh gelombang yang bertemu dengan pantai secara miring. Arus sepanjang pantai bisa sangat kuat yang dapat

mengangkut sedimen dan orang-orang di sepanjang pantai. Di daerah dengan gundukan pasir lepas pantai, yang dikenal sebagai gundukan pasir, arus sepanjang pantai seringkali sangat kuat di palung yang memisahkan gundukan pasir dari pantai. Arus sepanjang pantai biasanya masuk ke arus *rip*, terutama yang berada di sisi melawan arah angin. Arus kuat hadir di beberapa pantai taman. Pelajari lebih lanjut tentang arus berbahaya agar tetap aman.

Gelombang sering dikenal sebagai "pengocok" lingkungan pantai. Gerakan gelombang di perairan dangkal bertindak untuk menanggulangi sedimen, sementara arus memindahkan atau mengangkut sedimen. Arus yang terkait dengan pasang surut dapat mengangkut dan mengikis sedimen di mana kecepatan alirannya tinggi. Hal ini biasanya terbatas pada muara atau bagian pantai tertutup lainnya yang mengalami pasang surut semi-diurnal dengan kisaran tinggi.

## **Bentuk bentang alam erosi**

Ada 4 jenis utama erosi:

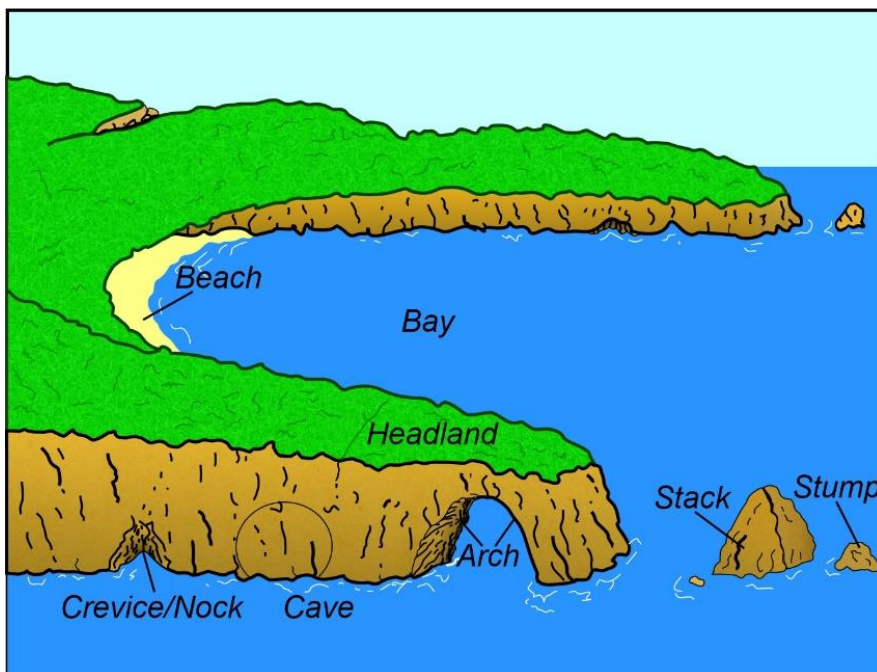
- *Abrasion* - material pengangkut gelombang yang menghantam tebing dan secara bertahap mengikisnya biasa juga disebut sebagai erosi pesisir.
- *Hidrolic Action* - saat gelombang mendekati pantai, mereka menjebak udara dan memaksanya masuk pada cela tebing. Akhirnya ini melemahkan batu.
- *Attrition* - bongkah yang pecah oleh gelombang sehingga menjadi potongan yang lebih kecil dan lebih bulat.
- *Corrosion* - (juga dikenal sebagai larutan) - garam dan asam dalam air laut melarutkan batu secara bertahap selama ribuan tahun.

Selain itu, perubahan bentuk lahan dapat disebabkan oleh erosi angin, pelapukan, dan proses sub-udara seperti pergerakan massa.

**Headlands** - biasanya terbentuk dari jenis batuan yang lebih tahan daripada **Bays**

Jika ada kelompok batuan yang berbeda di sepanjang garis pantai, batuan yang lebih lemah atau lebih lunak, seperti tanah liat, akan terkikis paling cepat. Ini membuat jenis batuan yang lebih tahan, seperti granit, mencuat.

**Caves, arches, stacks dan stumps** Tanjung dapat rentan terhadap erosi karena menonjol dari bagian pantai lainnya. Seiring waktu, fitur lain dapat berkembang di tanjung sebagai contoh pada kawasan pantai di Bali dan Nusa Tenggara.



**Gambar 2.3 Ilustrasi bentuk bentang alam erosi**

Tahapan dalam retreat tebing

- Gelombang menghempas bagian bawah tebing, terutama saat badai dan saat air pasang.

- Akhirnya celah akibat gelombang terbentuk.
- Pada saat yang sama terjadi pelapukan dan melemahkan tebing.
- Tebing yang melemah akhirnya runtuh.
- Setelah itu proses dinamika mengangkut material runtuh tersebut.
- Tebing akan bergerak mundur dan meninggalkan platform berbatu di dasar yang disebut *platform wave-cut*.

### **Bentuk bentang alam pengendapan**

Pengendapan terjadi ketika laut memiliki energi gelombang yang lemah, misalnya di teluk yang terlindungi. Material sedimen yang telah terkikis dari pantai diangkut oleh gelombang dan kemudian diendapkan.

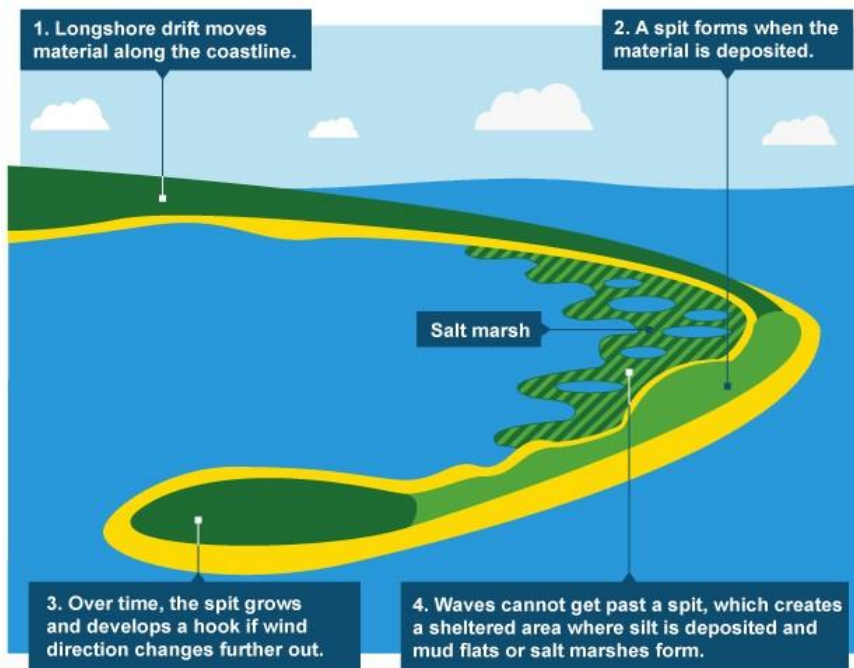
*Longshore drift* adalah proses transportasi yang memindahkan material hasil erosi di sepanjang garis pantai.

- Gelombang datang mendekati pantai yang membentuk sudut.
- *Swash* membawa sedimen ke pantai yang membentuk sudut.
- *Backwash* membawa sedimen kembali ke perairan pantai dengan gravitasi – pada sudut yang tepat ke pantai.
- Ini menciptakan gerakan zig-zag sedimen di sepanjang pantai.

*Spit* disebabkan oleh pengendapan material sedimen sejajar pantai yang dibentuk oleh *longshore drift*.

*Spit* adalah bentang alam memanjang yang terdiri dari material sedimen pasir yang hanya bergabung dengan daratan di salah satu ujungnya. Endapan sedimen ini mulai terbentuk di mana ada perubahan arah garis pantai.

Contoh *spit* ini banyak ditemukan di sekitar pantai bermuara yang terbentuk akibat adanya longshore drift di perairan kawasan pantai. Seperti pada gambar 2.3 bagaimana terbentuknya spit.



**Gambar 2.4** Ilustrasi proses pembentukan *spit*

*Salt Marsh* dapat terbentuk di belakang *spit*. Zona di belakang *spit* menjadi area terlindung. Pergerakan air melambat dan lebih banyak material yang diendapkan. Pengendapan dapat membentuk *salt marsh*.

*Beachs* terbentuk dari endapan sedimen

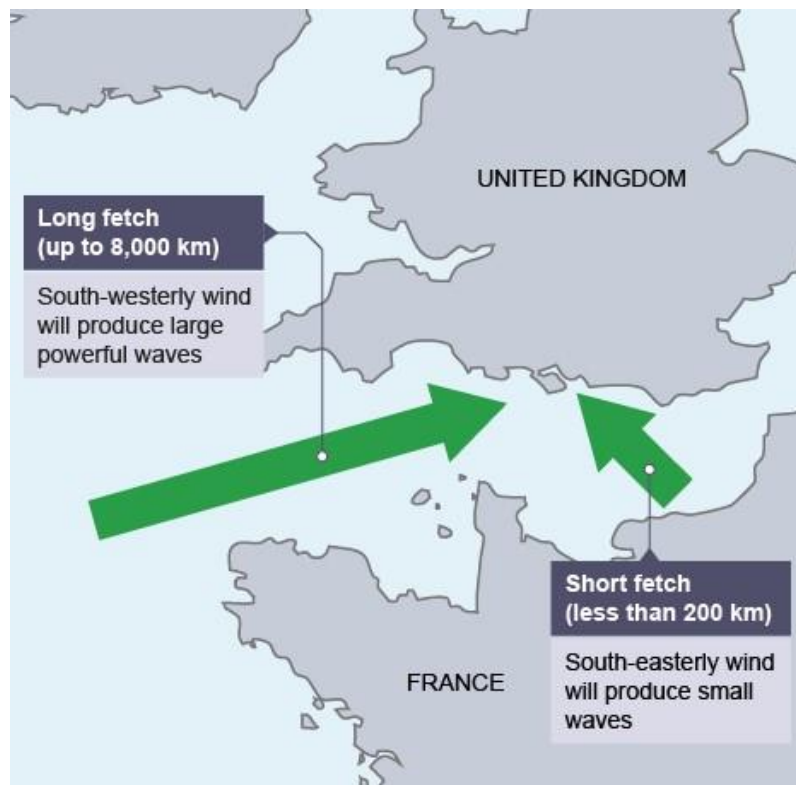
## 2.2. Faktor Penyebab

Proses yang disebut erosi, *mass movement* dan *weathering* (pelapukan) dan hilangnya material dari pantai. Banyak faktor yang mempengaruhi laju erosi pantai dan bentuk lahan yang terbentuk.

**Gelombang** Ketika angin bertiup di atas laut, itu menciptakan gelombang. Gelombang mengikis bentang alam dan merupakan faktor penting dalam mengikis dan membentuk pantai. Ukuran dan energi gelombang tergantung pada faktor-faktor tertentu:

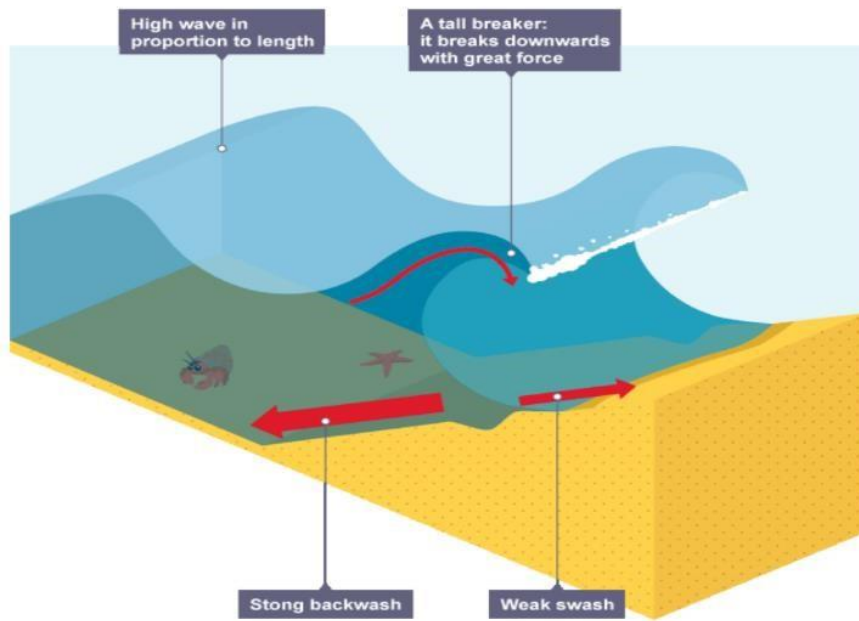
- *Fetch* yaitu seberapa jauh gelombang telah menempuh
- kekuatan angin
- sudah berapa lama angin bertiup

Gelombang yang paling erosif adalah tempat dimana angin bertiup paling lama, kekuatan angin paling besar, dan semakin jauh perjalanan gelombang (*fetch*).



**Gambar 2.5 Pengaruh gelombang**

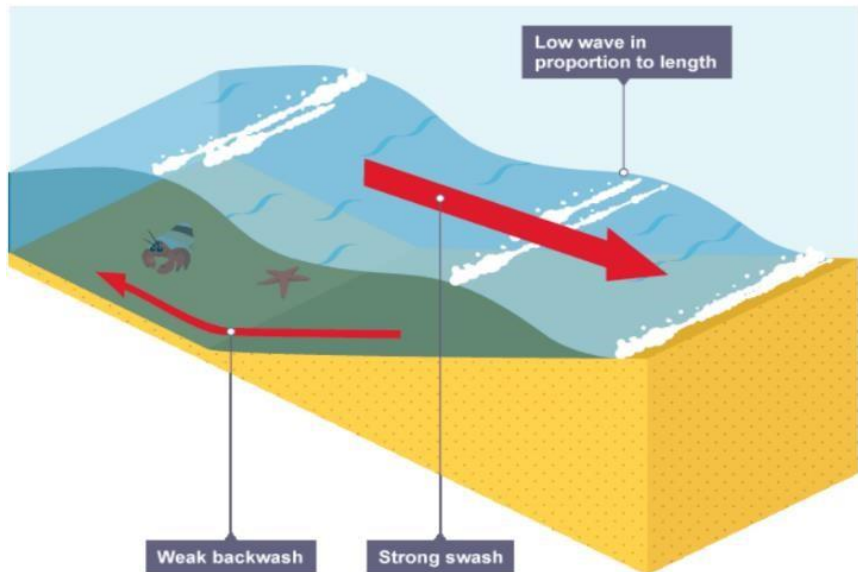
Ada dua jenis gelombang yaitu konstruktif dan destruktif. Mereka dapat mempengaruhi garis pantai dengan cara yang berbeda. Ketika gelombang mencapai pantai, air yang mengalir ke pantai dikenal sebagai *swash*. Air yang mengalir kembali ke laut disebut *backwash*. Energi *swash* dan *backwash* menentukan jenis gelombang.



**Gambar 2.6 Ilustrasi gelombang destruktif**

Ciri-ciri gelombang destruktif adalah:

- *swash* lemah dan *backwash* kuat
- terjadi dalam kondisi badai, dengan angin kencang
- *backwash* yang kuat menghilangkan sedimen dari pantai
- gelombang yang curam dan berdekatan
- gelombang tinggi dengan panjang gelombang pendek
- mereka tiba dengan cepat dan memiliki frekuensi tinggi serta banyak dari mereka datang dalam waktu singkat



**Gambar 2.7 Ilustrasi gelombang konstruktif**

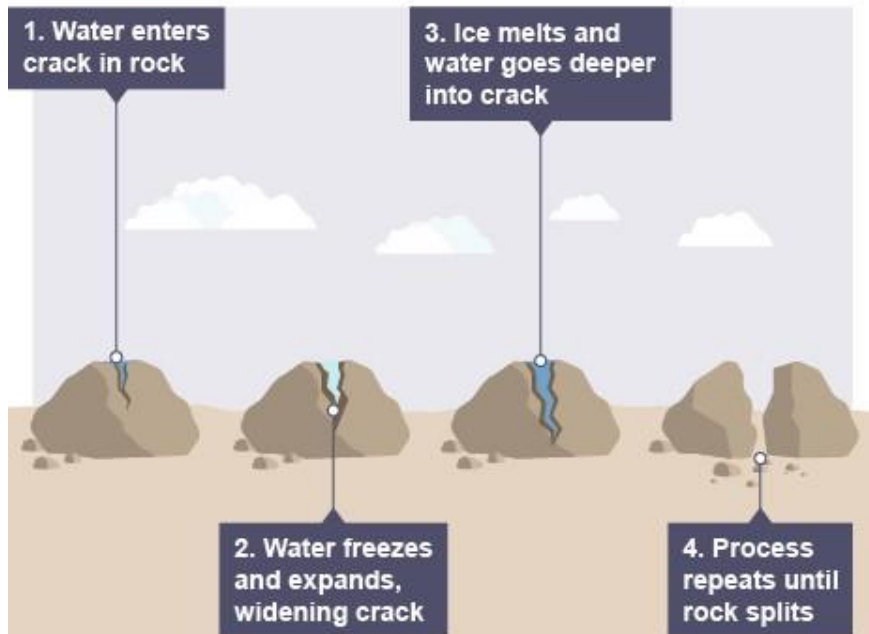
Ciri-ciri gelombang konstruktif adalah:

- *swash* kuat dan *backwash* lemah
- gelombang kecil, dengan tinggi gelombang rendah dan panjang gelombang panjang
- terjadi dalam kondisi tenang, tanpa banyak angin
- *swash* yang kuat membawa sedimen untuk membangun pantai
- *backwash* tidak cukup kuat untuk menghilangkan sedimen
- gelombang yang rendah dan terpisah lebih jauh

### ***Weathering***

Batuan yang tersingkap di sepanjang garis pantai dapat dipecah oleh proses *weathering*/pelapukan.

***Freeze-thaw weathering*** terjadi ketika batuan berpori (mengandung lubang) atau permeabel (memungkinkan air melewatinya).

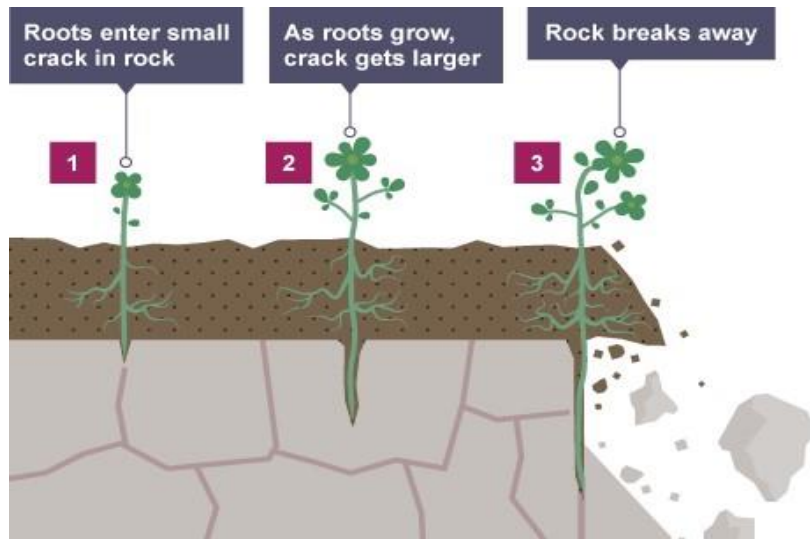


**Gambar 2.8 Freeze-thaw weathering**

- Air masuk ke celah-celah batu.
- Ketika suhu turun, air membeku dan mengembang menyebabkan retakan melebar.
- Es mencair dan air masuk lebih dalam ke celahcelah.
- Proses ini berulang sampai batu terbelah seluruhnya.

### ***Biological weathering***

Tumbuhan dan hewan dapat memiliki efek pada batu. Akar menggali ke dalam batu, melemahkan struktur batu sampai pecah.



**Gambar 2.9 Biological weathering**

- Akar tanaman bisa masuk ke celah-celah kecil di batu.
- Saat akar tumbuh, retakan menjadi lebih besar.
- Hal ini menyebabkan potongan-potongan kecil batu pecah.

***Chemical weathering***



**Gambar 2.10 Chemical weathering**

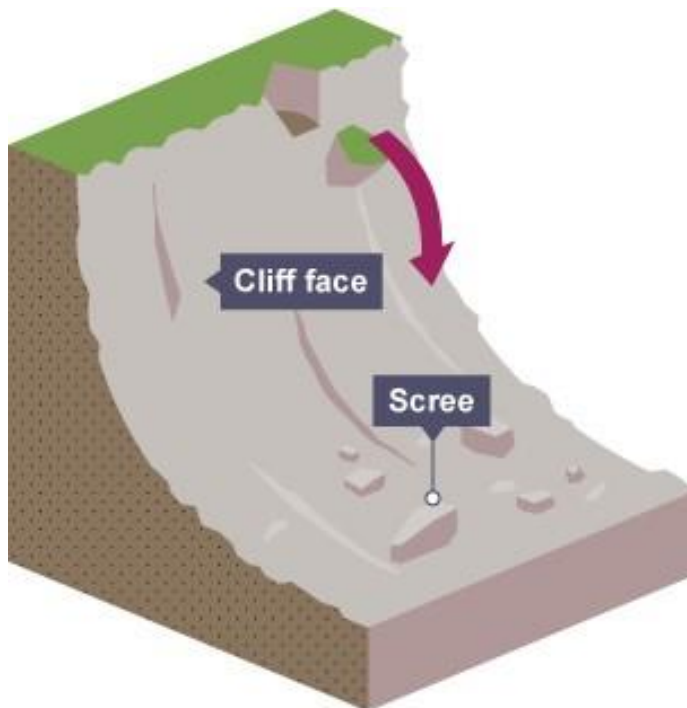
Air hujan dan air laut dapat bertindak sebagai asam lemah. Jika garis pantai terdiri dari bebatuan seperti batukapur, seiring waktu mereka dapat larut oleh asam di dalam air.

### ***Mass Movement***

Cara lain untuk memindahkan material di garis pantai adalah melalui *mass movement*/gerakan tanah. Gerakan tanah adalah pergerakan sedimen menuruni bukit yang bergerak karena gravitasi.

### ***Rockfall***

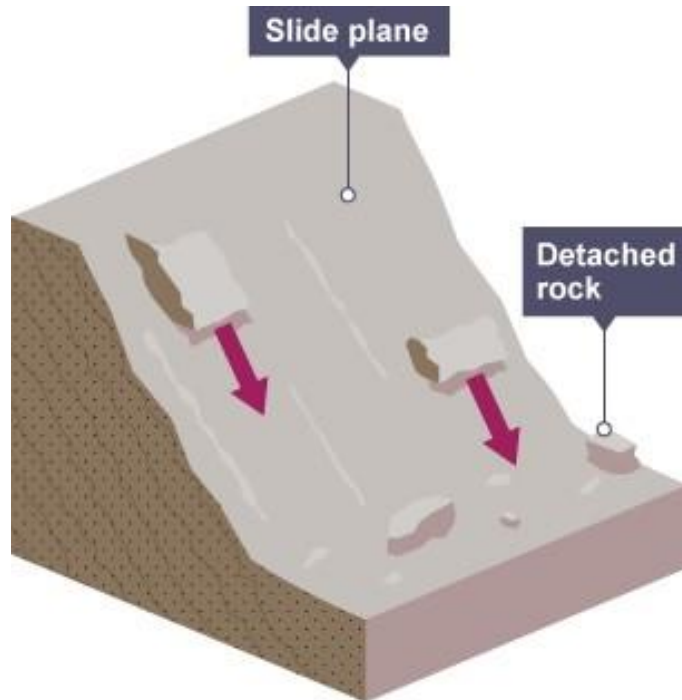
Bongkahan batu jatuh dari permukaan tebing, biasanya karena *freeze-thaw weathering*.



**Gambar 2.11 *Rockfall***

## ***Landslide***

Bongkahan batu besar terlepas dan meluncur menuruni bukit.



**Gambar 2.12** *Landslide*

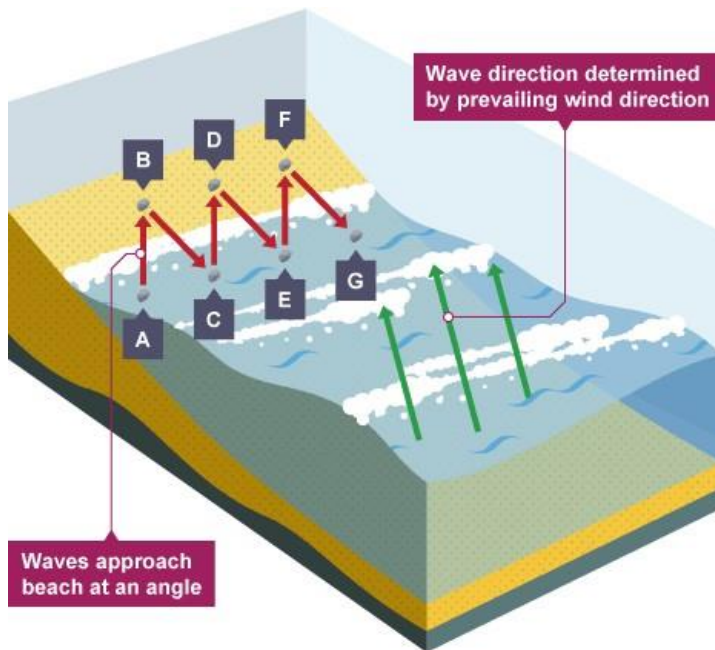
## **Erosi dan transportasi**

Erosi pantai adalah proses pengikisan daratan oleh laut.

Ada empat proses yang dapat menyebabkan erosi:

- *Hydraulic action* – udara dapat terperangkap dalam sambungan dan retakan pada permukaan batu. Ketika gelombang pecah, udara yang terperangkap dikompresi yang melemahkan batu dan menyebabkan erosi.
- *Abrasion* – Bongkahan batu dan pasir dalam gelombang menggerus permukaan seperti amplas.

- *Attrition* – bongkah yang pecah oleh gelombang sehingga menjadi potongan yang lebih kecil dan lebih bulat.
- *Solution* – larutnya beberapa jenis batuan seperti batukapur akibat kandungan asam dalam air laut.



**Gambar 2.13 Pengaruh transportasi**

Sedimen terbawa oleh gelombang di sepanjang garis pantai. Pergerakan material disebut *longshore drift*. Gelombang mendekati pantai dengan membentuk sudut karena arah angin yang berlaku. *Swash* akan membawa material menuju pantai pada suatu sudut. *Backwash* kemudian mengalir kembali ke laut, menuruni lereng pantai. Proses ini berulang di sepanjang pantai dalam gerakan zig-zag.

Material pantai dapat dipindahkan dengan empat cara berbeda. Ini adalah:

- *Solution* – ketika mineral dalam batuan seperti batukapur dilarutkan dalam air laut dan kemudian dibawa dalam larutan. Beban tidak terlihat.
- *Suspension* – partikel kecil seperti lanau dan lempung tersuspensi dalam aliran air.
- *Saltation* – di mana potongan kecil sirap atau butiran pasir besar dipantulkan di sepanjang dasar laut.
- *Traction* – di mana kerikil dan material yang lebih besar digulung di sepanjang dasar laut.

### ***Deposition***

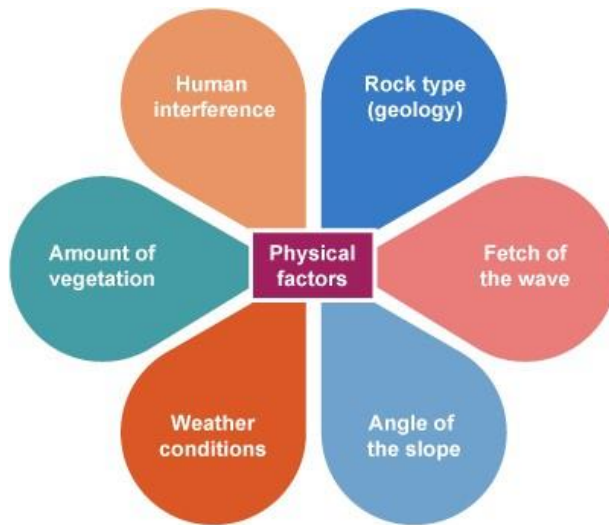
Ketika laut kehilangan energi atau gelombang melemah kemudian akan mengendapkan material yang diangkutnya, proses ini dikenal sebagai deposition/pengendapan. Pengendapan dapat terjadi pada garis pantai yang memiliki gelombang konstruktif.

Faktor penyebab terjadinya pengendapan antara lain:

- gelombang mulai melambat dan kehilangan energi
- air dangkal
- daerah terlindung, misalnya teluk
- sedikit atau tidak ada angin

Beberapa daerah di garis pantai rentan terhadap erosi pantai. Bentang alam pesisir dipengaruhi oleh berbagai faktor. Beberapa faktor ini memperlambat atau mempercepat laju pembentukan bentang alam.

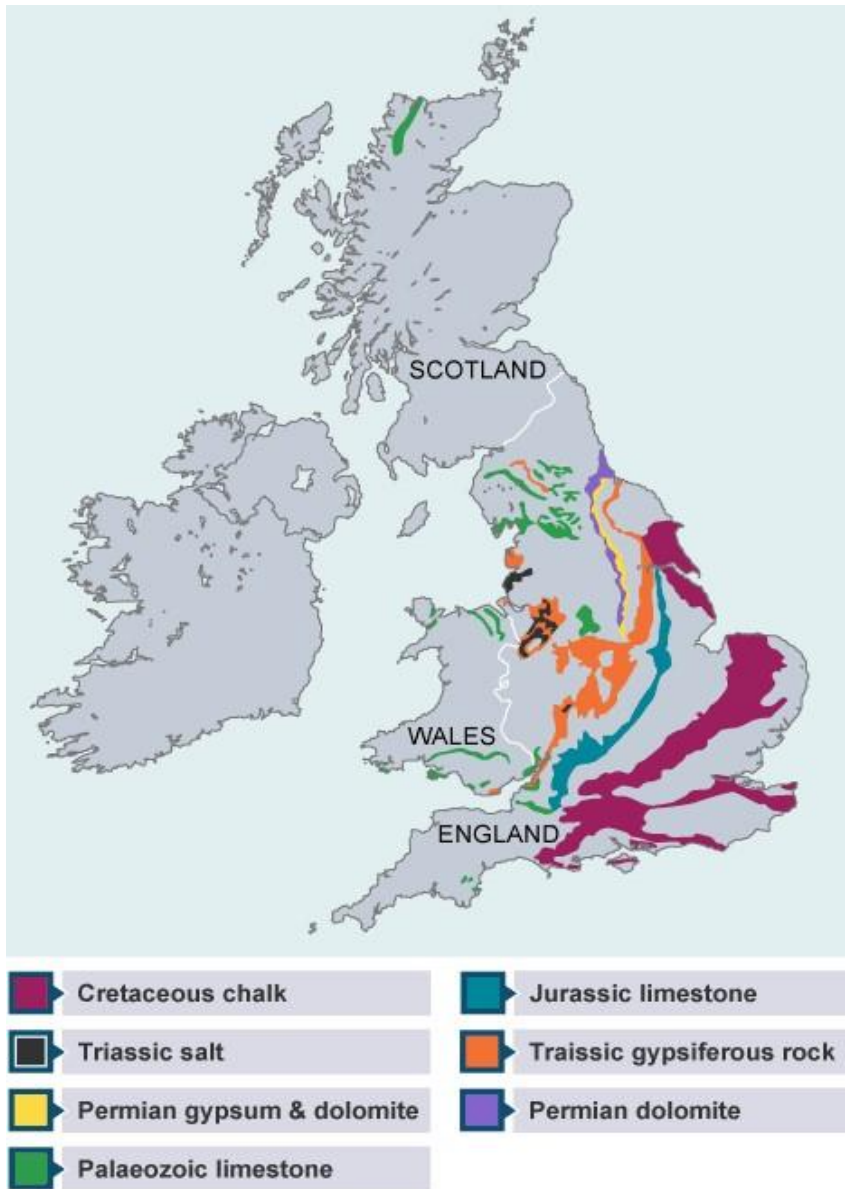
Saat satu bentuk lahan pesisir terkikis, bentuk lain mungkin terbentuk.



**Gambar 2.14** Faktor-faktor yang mempengaruhi bentuk lahan dipesisir

Faktor utama yang mempengaruhi garis pantai adalah:

- Jenis batuan/geologi. Jenis batuan yang lebih resiten cenderung tidak mudah terkikis.
- *Fetch* gelombang dan kekuatan angin. Angin kencang dan *fetch* yang lama menciptakan gelombang (*erosif*) yang paling merusak.
- Sudut kemiringan – lereng yang curam terkikis lebih kuat dan sering.
- Kondisi cuaca – suhu beku dan hujan lebat meningkatkan pelapukan dan laju erosi.
- Jumlah vegetasi – keberadaan vegetasi membantu menstabilkan lereng tetapi juga meningkatkan terjadinya pelapukan biologis.
- Jumlah campur tangan manusia – jika tidak ada struktur buatan manusia (misalnya tembok laut) untuk melindungi pantai, maka pantai lebih rentan terhadap serangan. Namun, pembangunan rumah, industri dan bangunan buatan manusia lainnya pada awalnya adalah alasan mengapa erosi pantai menjadi perhatian.



**Gambar 2.15** Pengaruh geologi pada pantai timur Inggris sebagian besar memiliki jenis batuan lunak lebih muda yang lebih rentan terhadap serangan gelombang

### 2.3. Dampak Kawasan Pantai

Aktivitas manusia di wilayah pesisir telah banyak mempengaruhi proses lingkungan alam di sana. Hal ini telah menyebabkan berbagai masalah termasuk hilangnya keanekaragaman hayati, tingkat polusi yang tinggi, erosi, dan naiknya permukaan laut akibat perubahan iklim.

Pembangunan pesisir dapat menyebabkan sedimentasi parah, limbah cair, pembuangan industri, berubahnya aliran air dan limpasan yang dapat mempengaruhi kondisi karang dan aktivitas metabolisme bahkan dapat membunuh karang. Kerusakan itu tidak berakhir dengan pembangunan infrastruktur wisata. Sebagian besar karena pantai adalah sistem yang sangat dinamis dan perubahan dapat terjadi dengan cepat, orang berusaha untuk mengendalikan sifat dan besarnya perubahan ini.

**Tabel 2.1 Faktor alam yang mempengaruhi garis pantai**

Factor	Effect	Time Scale
Sediment supply	Accretion/erosion	Decades to millennia
(Sumbers and sinks)		
Sea level rise	Erosion	Centuries to millennia
Sea level change	Erosion (for increases in sea level)	Months to years
Storm surge	Erosion	Hours to days
Large wave height	Erosion	Hours to months
Short wave period	Erosion	Hours to months
Waves of small steepness	Accretion	Hours to months
Alongshore currents	Accretion, no change, or erosion	Hours to millennia
Rip currents	Erosion	Hours to months
Underflow	Erosion	Hours to days

<b>Factor</b>	<b>Effect</b>	<b>Time Scale</b>
Inlet presence	Net erosion; high instability	Years to centuries
Overwash	Erosional	Hours to days
Wind	Erosional	Hours to centuries
Subsidence	Erosion	Years to millennia

Aktivitas manusia di sepanjang pantai memiliki dampak positif dan negatif terhadap lingkungan alam. Ketika orang bermigrasi ke pantai untuk tempat tinggal, bisnis, dan rekreasi, mereka berinteraksi dengan lingkungan pesisir alami.

## **BAB III**

### **TATA KELOLA KAWASAN PANTAI**

---

Sekitar 70% dari permukaan bumi ditutupi oleh air, dan pantai, yang membentuk antarmuka antara tanah dan air, adalah pemandangan dari serangkaian proses geomorfik dan berbagai bentang alam. Misalnya, gelombang dan pasang surut melibatkan pergerakan dan disipasi energi dalam jumlah besar yang mampu menyebabkan perubahan cepat dan spektakuler pada bentang alam di sepanjang pantai. Garis pantai dan fitur pesisir (misalnya, bukit pasir, tanggul, terumbu karang, dan pulau penghalang) sangat penting untuk melindungi daerah pedalaman dari peristiwa badai dan gelombang berenergi tinggi.

#### **3.1. Kondisi Geologi Kawasan Pantai**

Interaksi antara angin, gelombang, pasang surut, dan arus secara terus menerus membentuk kembali lingkungan pesisir. Seiring waktu, pantai dan bukit pasir berpindah lokasi melalui erosi dan akresi butiran pasir.

**Angin** interaksi angin dari berbagai arah berkontribusi pada pembentukan bukit pasir. Di Maine, angin kencang biasanya bertiup dari timur laut dan terjadi selama badai. Di sepanjang pantai Maine selatan angin kencang dengan kecepatan 130-145 km/jam (80 hingga 90 mph) diperkirakan terjadi dua kali dalam satu abad (ANSI A58.1, 1982). Sumber lain, U.S. Coast Pilot, menyatakan bahwa angin berkelanjutan dengan kecepatan lebih dari 185 km/jam (115 mph) dapat terjadi setiap 50 tahun dan dapat disertai dengan hembusan 30% lebih tinggi (240 km/jam [150 mph]). Angin non-badai yang berlaku paling sering bertiup dari arah barat dengan komponen utara di musim dingin dan komponen selatan di musim panas. Pembangunan pesisir, yang menghalangi angin, dapat

mengganggu proses alami yang membentuk dan memelihara bukit pasir.

**Gelombang** gelombang besar menyertai badai dan sering berlanjut lama setelah badai berlalu. Berselancar dari gelombang besar dapat mengikis pasir dengan cepat dari bukit pasir bagian depan pada saat air pasang dan menggeser profil pantai ke kemiringan yang lebih bertahap dengan bar pasir lepas pantai yang lebih besar. *Bar* pasir lepas pantai membantu memecah gelombang lebih jauh ke lepas pantai dan mengurangi erosi bukit pasir. Pergeseran alami pasir antara bukit pasir dan jeruji lepas pantai dapat dikurangi dengan tembok laut dan *rip rap* garis pantai.

**Pasang surut** adalah agen penting dari redistribusi sedimen di pantai. Mereka memilah sedimen dan dapat menyebabkan arus di sepanjang garis pantai. Pasang juga menentukan tingkat di mana gelombang badai menyerang pantai dan bukit pasir frontal. Jika badai berlalu saat tingkat air surut rendah, sebagian besar energi gelombang dikeluarkan untuk mengikis bagian bawah pantai dan bukit pasir tetap terjaga. Namun, banyak badai berlangsung lebih lama dari satu siklus pasang surut dan pada saat air pasang, bukit pasir bagian depan terkikis oleh gelombang.

Pasang surut bervariasi di sepanjang pantai Maine. Di sepanjang pantai dari Kittery ke Portland, kisaran pasang surutnya sekitar 2,7 m (9 kaki), sedangkan di Eastport, di timur jauh Maine, kisarannya adalah 5,6 m (18 kaki). Pasang surut "musim semi" meningkatkan ketinggian air setinggi 0,3 hingga 0,6 m (1 hingga 2 kaki) di atas air tinggi rata-rata tergantung pada posisi di sepanjang pantai. Pasang surut ini terjadi setiap setengah bulan ketika bulan baru atau penuh dan meningkat lebih jauh lagi ketika bulan berada di perigee, terdekat dengan bumi.

Pergerakan astronomis tambahan di tata surya meningkatkan pasang surut setiap beberapa tahun dan menghasilkan pasang "proxigean" yang sangat tinggi (dan rendah). Pasang surut ini dapat membawa ketinggian air 0,6 hingga 0,9 m (2 hingga 3 kaki) di atas air tinggi rata-rata di wilayah Portland dan 1,2 m (4 kaki) di atas rata-rata di Eastport.

### **3.2. Manajemen Kawasan Pantai**

Proses pengelolaan pesisir untuk pengelolaan pantai dengan menggunakan pendekatan terpadu, mengenai semua aspek wilayah pesisir, termasuk batas-batas geografis dan politik, di upayakan untuk mencapai keberlanjutan.

Zona pesisir merupakan zona peralihan antara lingkungan terestrial dan laut murni. Zona pesisir terdiri dari rangkaian ekosistem yang unik disesuaikan dengan konsentrasi energi yang tinggi, sedimen dan nutrisi yang merangsang produktivitas biologis yang tinggi dan keragaman habitat dan spesies. Varietasnya ekosistem di wilayah pesisir meliputi ciri khas komunitas tumbuhan dan hewan. Kekuatan fisik yang kuat dan dinamis terus menerus membentuk zona pesisir dan ekosistemnya dan juga menimbulkan risiko bagi aktivitas manusia. Zona pesisir meliputi daerah aliran sungai dan daerah tangkapan air, muara dan laut pesisir dan meluas ke landas kontinen. Zona transisi yang relatif sempit ini antara daratan dan lautan digabungkan dengan fenomena dan proses di dataran tinggi yang lebih jauh dan perairan lepas pantai. Kedua biogeokimia dan hubungan sosial-ekonomi juga termasuk. Tidak ada definisi yang konsisten untuk daerah pesisir. Definisi untuk membatasi batas spasial dari zona pesisir berkisar dari sangat luas (misalnya, meluas ke batas darat dan batas laut dan pengaruh terestrial) hingga sangat terbatas (misalnya, garis pantai dan fitur geomorfologi yang berdekatan ditentukan oleh aksi laut di tepi daratan). Namun, sekarang ada adopsi umum dari pendekatan Direktorat Lingkungan

OECD, di mana definisinya wilayah pesisir perlu bervariasi sesuai dengan jenis masalah atau isu yang sedang ditangani dan tujuan dari manajemen (lihat, misalnya, Harvey dan Caton 2003). Permukaan bumi. Hal ini diakui secara luas sebagai elemen penting dari biosfer sebagai tempat beragam sistem dan sumber daya alam. Interaksi yang intens menjadi ciri wilayah pesisir. Di sini, proses global yang didominasi daratan dan proses global yang didominasi lautan bersatu dan berinteraksi, karakternya ditentukan oleh beberapa gradien lingkungan biogeokimia. Keseimbangan interaksi ini memberikan keunikan domain ekosistem yang bergantung pada gradien, iklim, geomorfologi, tempat tinggal manusia dan, yang penting, rezim proses fisika, kimia dan biologi yang sangat dinamis. Proses pesisir dan ekosistem alami bergantung pada perubahan yang sangat bervariasi dalam skala geografis, waktu dan durasi dan itu digabungkan untuk menciptakan sistem pesisir yang produktif secara biologis yang rentan terhadap tekanan tambahan yang dihasilkan dari aktivitas manusia. Keberlanjutan ekonomi, sosial manusia, dan pembangunan rentan terhadap alam dan ulah manusia sebagai bahaya akibat dari pemahaman kita yang buruk tentang dinamika interaksi darat-laut, proses pesisir dan pengaruh manusia yang tidak direncanakan dan dikelola dengan baik.

### **Signifikansi dan pengelolaan wilayah pesisir, (*Integrated Coastal Zone Management /ICZM*)**

Adalah elemen kunci untuk pembangunan berkelanjutan dari zona pesisir. Namun gagasan saat ini mungkin tidak disesuaikan untuk semua kasus. Bencana alam gempa bumi Sumatera dan tsunami Samudra Hindia telah memberikan banyak dampak terhadap lingkungan pesisir dan juga persepsi pemangku kepentingan tentang mitigasi dan pengelolaan bahaya pesisir.

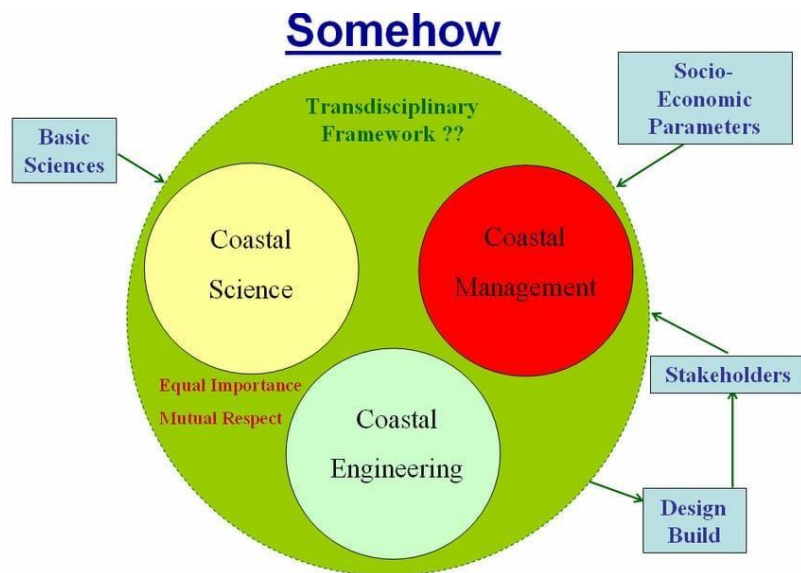
Sumber daya berharga seperti ikan dan mineral dianggap sebagai milik bersama dan sangat diminati oleh penduduk pesisir untuk

penggunaan subsisten, rekreasi dan pembangunan ekonomi. Melalui persepsi kepemilikan bersama, sumber daya ini telah mengalami eksploitasi intensif dan spesifik. Sebagai contoh; 90% dari panen ikan dunia berasal dari zona ekonomi eksklusif nasional, yang sebagian besar berada di tepi pantai. Jenis praktik ini telah menyebabkan masalah yang memiliki efek kumulatif. Kegiatan ini dapat menambah beban ekosistem kawasan pesisir yang seharusnya dimanfaatkan namun tetap harus memperhatikan kelestarian dan keberlanjutan ekosistem kawasan pesisir. Secara keseluruhan, aktivitas manusia di wilayah pesisir umumnya merusak sistem dengan mengambil sumber daya dalam jumlah yang tidak berkelanjutan. Efeknya semakin diperburuk dengan masuknya limbah polutan. Ini memberikan kebutuhan untuk manajemen. Karena sifat kompleks aktivitas manusia di zona ini, pendekatan holistik Pengelolaan pesisir adalah pertahanan terhadap banjir dan erosi, dan teknik yang menghentikan erosi untuk merusak tanah.

- Masalah dan penilaian kebutuhan masalah perlu diidentifikasi dan penilaian ini perlu diukur. Langkah pertama ini akan mencakup integrasi antara pemerintah, entitas sektoral dan penduduk lokal. Penilaian juga harus luas dalam penerapannya.
- Rencana Setelah isu dan masalah diidentifikasi dan diberi bobot, rencana pengelolaan yang efektif dapat dibuat. Rencananya akan khusus untuk daerah yang bersangkutan.
- Pelembagaan rencana Penerapan rencana dilakukan, yang dapat berupa rencana, strategi atau tujuan yang mengikat secara hukum yang umumnya cukup kuat atau dapat berupa proses non-hukum dan dapat bertindak sebagai panduan untuk pengembangan di masa depan. Dualitas ini sangat menguntungkan karena masa depan dapat diperhitungkan, tetapi tetap memberikan pendirian yang teguh berdasarkan pada masa sekarang.

- Implementasi Operasionalisasi rencana melalui penegakan hukum, pendidikan, pengembangan, dll. Kegiatan implementasi unik untuk lingkungan mereka dan dapat mengambil banyak bentuk.
- Evaluasi Tahap terakhir adalah evaluasi seluruh proses. Prinsip-prinsip keberlanjutan berarti bahwa tidak ada 'keadaan akhir'. ICZM adalah proses berkelanjutan yang harus secara konstan menyesuaikan kembali keseimbangan antara pembangunan ekonomi dan perlindungan lingkungan. Umpan balik adalah bagian penting dari proses dan memungkinkan keefektifan yang berkelanjutan bahkan ketika situasi dapat berubah.

**Coastal Zone** merupakan zona peralihan antara komponen terestrial murni dan laut murni pada permukaan bumi.



**Gambar 3.1** Pengelolaan Wilayah Pesisir terpadu secara berkelanjutan

***Coastal Management*** Pengelolaan pesisir adalah pertahanan terhadap banjir dan erosi, dan teknik yang menghentikan erosi untuk mengklaim lahan. Perlindungan terhadap kenaikan permukaan laut di abad ke-21 sangat penting, karena kenaikan permukaan laut semakin cepat karena perubahan iklim.

***Coastal Engineering*** yaitu rekayasa pesisir dan laut bekerja di seluruh daratan, laut, dan lautan terbuka yang memberikan pengetahuan khusus untuk memastikan pembangunan yang aman dan berkelanjutan secara ekologis. Ini termasuk pembangunan buatan manusia seperti pelabuhan dan pelabuhan serta sumber lepas pantai alami dan zona dekat pantai.

***Coastal Erosion*** adalah proses di mana kenaikan permukaan laut setempat, aksi gelombang yang kuat, dan banjir pantai mengikis atau membawa batu, tanah, dan/atau pasir di sepanjang pantai.

***Coastal Ecosystem*** terjadi di mana daratan bertemu dengan laut dan itu mencakup serangkaian tipe habitat yang beragam seperti hutan bakau, terumbu karang, padang lamun, muara dan laguna, perairan terpencil, dan lain-lain. Ekosistem ini menyediakan berbagai layanan untuk kesejahteraan manusia baik langsung dan tidak langsung yang meliputi jasa pengadaan (perikanan), layanan pengaturan (sequestrasi karbon, pencegahan erosi, moderasi kejadian ekstrem); layanan pendukung (siklus elemen dan nutrisi) dan layanan budaya (pariwisata dan rekreasi). Kualitas jasa ekosistem tergantung pada ketahanan ekosistem.

Ekosistem ini menghadapi banyak tantangan lokal dan global yang disebabkan oleh aktivitas manusia seperti urbanisasi, modifikasi teknik, penangkapan ikan yang berlebihan, yang mengakibatkan transformasi ekologi ekosistem ini secara progresif. Pemuatan nutrisi yang berlebihan dari sektor pertanian, domestik dan industri telah menjadi masalah lingkungan yang serius di muara, teluk dan

perairan pantai yang menyebabkan eutrofikasi dan pertumbuhan fitoplankton yang tidak biasa. Kejadian hipoksia yang sering telah menyebabkan penurunan yang signifikan dari hasil perikanan, ledakan alga beracun, dan hilangnya keanekaragaman hayati. Demikian pula pengaruh alam seperti perubahan skenario iklim global dalam hal pemanasan global, meningkatnya frekuensi gelombang panas, angin puting beliung, kejadian ekstrim curah hujan dan banjir, kenaikan permukaan laut.

### **3.3. Rekayasa Pantai**

Rekayasa pantai dan laut bekerja di seluruh daratan, laut, dan lautan terbuka yang memberikan pengetahuan khusus untuk memastikan pembangunan yang aman dan berkelanjutan secara ekologis. Ini termasuk pembangunan buatan manusia seperti pelabuhan dan sumber lepas pantai alami dan zona dekat pantai.

#### **Teknik Kawasan Pesisir**

*Soft Structures*, Rekayasa lunak menggunakan metode lunak termasuk pengerukan, pemeliharaan pantai, dan pengikisan pantai untuk membatasi erosi dan mencapai stabilisasi garis pantai. Jika perlu, metode ini tidak terlalu mengganggu proses pesisir alami dibandingkan dengan struktur keras.

*Beach Nourishment*, adalah proses menempatkan sedimen tambahan di pantai atau di dekat pantai. Pantai yang lebih luas dan lebih tinggi dapat memberikan perlindungan badai untuk struktur pantai, menciptakan habitat baru, dan meningkatkan pantai untuk rekreasi. Sedimen biasanya dikeruk di lepas pantai dan dipompa langsung ke pantai atau dibuang di dekat pantai oleh kapal keruk hopper, atau kadang-kadang bersumber dari lokasi pedalaman. Beberapa proyek pengisian ulang bertujuan untuk melindungi properti dengan membangun tanggul atau mengisi celah di bukit pasir untuk menyerap energi gelombang. Seringkali, penambahan

pasir pantai diperlukan untuk mengisi sedimen untuk melawan efek erosi dari stabilisasi struktur keras di garis pantai terdekat. Misalnya, sistem dermaga dibangun pada tahun 1930-an untuk menstabilkan *Ocean City Inlet* yang terletak di sepanjang pulau penghalang di utara yang akan menjadi Pantai Nasional Pulau Assateague. Struktur yang keras mengubah proses transportasi sedimen alami dan meninggalkan garis pantai di bagian hilir yang mengalami defisit pengendapan pasir akibatnya meningkatkan laju erosi. Akibatnya, garis pantai bergeser ratusan meter dan melakukan perubahan geomorfik skala besar, berdampak pada habitat sensitif dan mengurangi perlindungan badai di daratan. Jutaan meter kubik sedimen sejak itu telah dibuang baik di darat maupun di dekat pantai dalam upaya untuk memulihkan kondisi 'alami' pulau itu.



**Gambar 3.2** *Beach nourishment* di Pulau Assateague pada tahun 2002 (Sumber:foto NPS)

Meskipun penambahan pasir pantai dapat memberikan perlindungan atau memulihkan habitat sebelumnya, hal itu juga dapat memiliki dampak negatif yang signifikan terhadap proses alam. Penambahan

sedimen dalam jumlah besar dapat menekan komunitas bentik yang merupakan sumber bagi banyak spesies burung laut dan ikan. Seringkali, proyek pemeliharaan pantai menuntut pasokan kembali sedimen secara terus menerus karena sifat erosi pantai yang terlibat. Mak memerlukan penambahan sedimen dari “lokasi peminjaman”, biasanya dikeruk lepas pantai. Perubahan pada lokasi peminjaman dapat mengubah transpor sedimen, pola hidrodinamik, ekosistem laut, dan menciptakan “titik panas” erosi pada garis pantai yang berdekatan jika tidak dipilih dengan benar.

**Pengikisan pantai** (*grading, bulldozing*), adalah proses pembentukan kembali bentang alam pantai dan bukit pasir dengan mesin berat dengan mendistribusikan kembali sedimen di dalam sistem litoral. Scraping meniru proses pemulihan pantai alami tetapi meningkatkan tingkat dan besarnya di mana mereka terjadi. Seringkali, pasir didorong dari pantai bawah ke pantai atas selama bulan-bulan musim dingin. Pembuatan tanggul (bukit pasir buatan manusia) dimaksudkan untuk melindungi properti dari erosi pantai, badai hebat, dan peristiwa pencucian. Bukit pasir buatan dapat diratakan selama bulan-bulan musim panas yang lebih tenang, memberikan pemandangan perairan kepada pemilik properti.

Pengikisan pantai telah terjadi di komunitas pribadi di dalam Pantai Nasional Pulau Api, yang terletak di pulau penghalang di pantai selatan Long Island, New York. Modifikasi manusia pada kawasan berkembang yang berdekatan dengan kawasan taman yang belum dikembangkan masih dapat mempengaruhi sumber daya taman dan garis pantai. Sebuah studi tahun 2010 yang menyelidiki dampak gesekan pantai di Pulau Api menunjukkan bahwa bukit pasir buatan manusia memungkinkan lebih banyak material pantai untuk diangkut di sepanjang pantai, menyebabkan akresi di pantai dan mengubah morfologi garis pantai taman. Efek dari abrasi pantai pada lingkungan pantai tidak banyak diketahui, dan prosedur ini

mungkin berbahaya bagi biota dan habitat pantai. Namun, disarankan bahwa waktu pengikisan yang tepat dapat menghindari atau mengurangi dampak pada spesies bersarang musiman.



**Gambar 3.3** Bukit pasir buatan hasil pengikisan pantai di Fire Island National Seashore, New York. (Sumber:foto NPS)

**Pagar pasir/Sand Fencing**, di pantai atau gundukan pasir dapat membantu membangun *foredune* baru atau mengisi celah di punggung bukit pasir. Pagar mengurangi kecepatan angin lokal dan menjebak pasir, dengan konfigurasi pagar yang berbeda menciptakan bentuk dan ketinggian bukit pasir yang berbeda. Misalnya, pagar yang sejajar dengan garis pantai dapat membangun punggung bukit pelindung sementara pengaturan zig-zag dapat menciptakan bukit pasir yang lebih luas dan tampak lebih alami yang mendukung pertumbuhan vegetasi. Efektivitas pagar pasir sangat tergantung pada dinamika angin lokal dan penempatan yang

sesuai. Selain itu, pagar pasir dapat memberikan manfaat tambahan dengan mengarahkan jalur pengunjung menjauh dari habitat bukit pasir dan pantai yang sensitif. Pagar ini dapat dibuat dari bilah kayu, plastik, atau kain yang dipasang pada tiang pagar dan harganya relatif murah. Namun, pagar pasir yang efektif menjadi terkubur karena pasir terperangkap dan pagar peninggalan dapat menciptakan puing-puing yang tidak diinginkan setelah peristiwa erosi. Pembentukan bukit pasir dengan pagar pasir mengubah zona yang sangat dinamis antara pantai dan bukit pasir, habitat penting bagi burung pantai dan penyu bersarang. Pagar pasir pada akhirnya dapat mengubah pola angin lokal yang menyebabkan penumpukan atau pemindahan pasir yang tidak direncanakan di lokasi yang berdekatan.



**Gambar 3.4** Pagar pasir ditempatkan di sepanjang pantai di Cape Cod National Seashore, Massachusetts. Foto NPS oleh Georgia Hybels

**Hard Structures** Struktur keras sering ditempatkan di lingkungan pesisir untuk melawan erosi di daerah yang kekurangan sedimen, atau untuk mencegah akresi di daerah yang kaya sedimen seperti inlet. Sayangnya, modifikasi antropogenik ini dapat mempercepat erosi di daerah hilir yang berdekatan, meningkatkan kebutuhan akan struktur keras tambahan. Pembuatan struktur keras baru di pantai laut terbuka saat ini dilarang di banyak negara bagian, atau sangat tidak dianjurkan sebagai praktik pengelolaan pesisir. *Hard engineering* meliputi *groin*, *jetty*, *seawall*, *revetmen*, dan *breakwater*.

**Groin** adalah struktur tegak lurus pantai, digunakan untuk mempertahankan updrift pantai atau untuk membatasi transpor sedimen sepanjang pantai. Secara desain, struktur ini dimaksudkan untuk menangkap pasir yang diangkut oleh arus sepanjang pantai; ini menghabiskan pasokan pasir ke area pantai segera ke bawah struktur. Sebagai tanggapan, manajer properti down-drift sering memasang groin di properti yang berdekatan untuk melawan peningkatan erosi, yang mengarah ke efek cascading dari pemasangan groin. Dermaga adalah jenis lain dari struktur tegak lurus pantai dan ditempatkan berdekatan dengan inlet pasang surut dan pelabuhan untuk mengontrol migrasi inlet dan meminimalkan pengendapan sedimen di dalam inlet. Mirip dengan *groin*, *jetty* dapat secara signifikan mengganggu kestabilan sistem pantai dan mengganggu rezim sedimen alami. Efek tersebut dapat dilihat di dekat pembangunan tiga dermaga di Mulut Sungai Columbia yang berdekatan dengan Taman Sejarah Nasional Lewis dan Clark, Oregon dan Washington. Di sini, Dermaga Selatan memanjang hampir tiga mil ke arah laut, dan dalam kombinasi dengan Dermaga Utara, mengganggu aliran pasang surut dan arus sejajar pantai di dekat muara sungai (USACE, 2012). Akibatnya, morfologi pantai taman di dekatnya telah berubah. Struktur yang diperkeras seperti ini ada di dekat banyak National Seashores, yang pada akhirnya mengubah proses alami di dalam batas-batas unit taman.



**Gambar 3.5** Stabilisasi saluran masuk berdekatan dengan Pantai Nasional Pulau Assateague, Maryland dan Virginia. (Sumber:Foto oleh Jane Thomas, Perpustakaan Gambar UMCES/IAN)

**Tembok Laut, Sekat, dan Revetmen** Struktur paralel pantai meliputi tembok laut, sekat, dan revetmen. Struktur ini dirancang untuk melindungi sumber daya di belakangnya dari dampak energi gelombang dan erosi terkait. Meskipun menahan tanah di belakang struktur, tembok laut biasanya mempercepat erosi di pantai yang berdekatan. Struktur tersebut menghambat migrasi alami pantai ke arah darat sebagai respons terhadap kenaikan permukaan laut, menghentikan pertumbuhan pantai baru di dataran tinggi. Dalam beberapa kasus, pantai bermigrasi seluruhnya ke dasar tembok laut dan menghilang sepenuhnya (erosi pasif). Energi gelombang dipantulkan dari dinding laut, meningkatkan erosi di ujung dinding (erosi aktif) dan selanjutnya dari pantai yang berdekatan juga. Di banyak daerah, pantai telah benar-benar terkikis dan menghilang karena tembok laut. Revetmen, seperti tembok laut, melindungi sumber daya ke arah darat dari struktur tetapi kemungkinan dengan mengorbankan kemiringan ke arah laut.



**Gambar 3.6** Tembok laut besar yang terletak di Situs Sejarah Nasional Christiansted, Kepulauan Virgin. (Sumber: Foto NPS oleh Rebecca Beavers)

**Pemecah Gelombang,** Struktur antropogenik lainnya yang digunakan untuk menghentikan atau mengubah perubahan pantai alami termasuk pemecah gelombang, tanjung, kusen, dan terumbu. Struktur ini terdiri dari bahan alami atau buatan, dan dirancang untuk mengubah efek gelombang dan memperlambat erosi dan perubahan garis pantai.

Pemecah gelombang adalah struktur sejajar pantai lepas pantai yang “memecahkan” gelombang, mengurangi energi gelombang yang mencapai pantai dan mendorong penambahan sedimen antara pantai dan pemecah gelombang. Terbuat dari batu, beton, atau cangkang tiram, struktur ini dapat mengambang atau tetap di dasar laut dan dapat terus menerus atau tersegmentasi. Pemecah gelombang dapat ditempatkan melekat pada garis pantai sebagai tanjung atau terendam di dekat garis pantai sebagai kusen. Pemecah gelombang

memungkinkan penambahan sedimen antara struktur dan garis pantai, berpotensi menstabilkan lahan basah dan menyediakan perlindungan bagi habitat rawa intertidal baru. Namun, hal ini dapat menghambat transportasi material sepanjang pantai yang menyebabkan erosi *downdrift* serta membentuk rawa intertidal yang tidak sesuai untuk lokasi tersebut, menggantikan habitat alami pantai berpasir. Taman pesisir yang menampung sumber daya bersejarah, seperti Taman Sejarah Nasional Kolonial, dapat dilihat menggunakan teknik ini untuk menghilangkan energi gelombang dan melindungi situs pedalaman.



**Gambar 3.7** Serangkaian pemecah gelombang mempromosikan akresi sedimen di Taman Sejarah Nasional Kolonial, Virginia. (*Sumber: Foto oleh Steve Simon, 2012*)

**Fitur Alami dan Berbasis Alam,** Fitur alami dan berbasis alam dapat dimasukkan ke dalam perlindungan garis pantai bersama dengan fitur buatan lainnya atau hibrida dari jenis fitur ini.

Fitur alam yang dihasilkan melalui proses biologis, kimia, fisik, dan geologi alam dan termasuk bukit pasir, rawa-rawa, hutan bakau, dan

terumbu tiram. Fitur-fitur alami ini memberikan layanan ekosistem yang penting dari redaman gelombang, mengurangi erosi garis pantai, dan meningkatkan perlindungan garis pantai, menjadikannya sumber daya yang berharga untuk mengurangi kerentanan pantai. Taman bergantung pada sumber daya tersebut untuk memberikan ketahanan alami terhadap banjir pesisir dan kenaikan permukaan laut.



**Gambar 3.8 Restorasi berbasis alam di situs sampah cangkang Silver Palm, Canaveral National Seashore, Florida, 2018. (Sumber:Foto oleh Linda Walters)**

Teknik hibrida berbasis alam biasanya digunakan di daerah dengan energi gelombang sedang hingga tinggi dan menggabungkan struktur keras seperti tepian batu, kusen, atau pemecah gelombang dalam hubungannya dengan garis pantai dan vegetasi yang hidup. Rumput laut yang ditanam dapat membantu menstabilkan sedimen di ujung struktur yang keras dan menahan kemiringan pada tempatnya, atau menghilangkan energi gelombang yang akan melemahkan struktur.

**Desain Ulang, Relokasi, dan Pengabaian** Desain ulang, relokasi, dan pengabaian sumber daya taman mungkin, dalam beberapa kasus, menjadi pilihan terbaik untuk memungkinkan proses pesisir alami berlanjut tanpa gangguan. Teknik ini bergantung pada lokasi tetapi dapat merekayasa lingkungan, yang berpotensi menyebabkan kerusakan jangka panjang pada sistem alam.

## DAFTAR PUSTAKA

- 07/SE/M/2010 *Perihal Pedoman Pelaksanaan Konstruksi Bangunan Pengaman Pantai*. Jakarta. Kementerian Pekerjaan Umum  
2004. *Pedoman Penyusunan Rencana*
- CERC. (1984): *Shore Protection Manual Volume I and II*, US Army Coastal Engineering Research Center Department of the Army, Washington DCUS. (SPM, 1984).
- Davidson, R. and Arnott. 2010. *Introduction to Coastal Processes & Geomorphology*. New York : Cambridge University Press
- Direktorat Jenderal Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil.
- Dronkers, J. 2017. *Dynamics of Coastal Systems*. World Scientific Publ. Co, Singapore, 740 pp.
- Harvey N, Caton B. 2003. *Coastal Management in Australia*. Inggris : *Oxford University*
- Herbich, J.B. (2000): *Handbook of Coastal Engineering*, McGraw-Hill, New York USA
- Horikawa K. (1988). *Nearshore dynamics and coastal processes*, Univ. of Tokyo Press, Japan, pp 40-88.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan  
Kementerian Pekerjaan Umum. (2012): *RPT3 Pedoman Perencanaan Pengamanan Pantai*, Kementerian PU, Jakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2010. *SE PU Nomor*
- Komar, P. D. 1991. *Beach Processes and Erosion, CRC Handbook of Coastal Processes and Erosion*. Boca Raton, Florida
- Langkoke, R. 2006. *Coastal Sediment Cell on the Vicinity of the Jeneberang River Mouth Makassar South Sulawesi*. Makassar : Universitas Hasanuddin
- Masselink, G., Michael G. Hughes, and Jasper Knight. 2017. *Introduction to Coastal Processes & Geomorphology*. New York : Routledge
- Muliati, Y. 2020. *Rekayasa Pantai*. Bandung : Penerbit Itenas  
*Pengelolaan Garis Pantai*. Jakarta : Direktorat Jenderal Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil

- Pilkey, dkk. 2017. *Retreat from a Rising Sea*. USA: Columbia University Press
- Rakyat. 2017. *Modul Pengetahuan Teknik Pantai*. Bandung : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
- Rochmanto, B. 2008. *Diktat Matakuliah Geologi Fisik*. Makassar : Universitas Hasanuddin
- Short, A.D., 1999. *Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics*. West Sussex, UK: Wiley, 379pp.
- Summerfield M. A. 1991. *Global Geomorphology. An Introduction to the Study of Landforms*. xxii + 537 pp. Harlow: Longman; New York: John Wiley Inc.
- Sunarto, M. S., 1991. *Geomorfologi Pantai*. Pusat Antar Universitas Ilmu Teknik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Syamsudin. (1995): *Pengantar Teknik Pantai*, Institut Teknologi Nasional, Bandung.
- Syamsudin. (2000): *Pengantar Teknik Pantai*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air, Bandung.
- Syamsudin. (2010): *Pengantar Rekayasa Pantai*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air, Bandung.
- Triatmodjo Bambang. 1999. *Perencanaan Bangunan Pantai, 2012; & Teknik Pantai*, 1999
- Widi A. Pratikto DKK, 2014. *Struktur Pelindung Pantai*. Jakarta
- Wright, L.D., Short, A.D., 1984. "Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis". *Marine Geology*, 56, 93-118.
- Yuwono, N. (1986): *Teknik Pantai Volume I*, KMTSFTUGM, Yogyakarta.
- Yuwono, N. (1992): *Dasar-dasar Perencanaan Bangunan Pantai – Teknik Pantai Volume II*, KMTSFT-UGM, Yogyakarta.

## AUTOBIOGRAFI

**Rohaya Langkoke** atau sering dipanggil Yaya, lahir di Ujung Pandang, 10 Desember 1958. Menempuh studi Sarjana (S1) di Universitas Hasanuddin Jurusan Geologi pada tahun 1978 sampai 1985. Kemudian mendedikasikan diri sebagai dosen pada Jurusan Geologi Universitas Hasanuddin. Melanjutkan studi Magister (S2) di Universitas Hasanuddin Jurusan Geologi pada tahun 2004 sampai 2006 dengan judul penelitian “*Sel Sedimentasi Pantai disekitar Muara S. Jeneberang*”. Melanjutkan studi Doktor (S3) di Universitas Hasanuddin Ilmu Pertanian Jurusan Tanah pada tahun 2008 sampai 2011 dengan judul penelitian “*Morfodinamika Pantai dan Prospek Sebaran Vegetasi Pantai Estuari Jeneberang*”. Serta mengikuti program *short term* di Kyushu University Japan pada tahun 2013. Juga turut aktif dalam organisasi profesi/ilmiah, yang terhitung sejak 1986 tergabung dalam Ikatan Ahli Geologi Indonesia.



Beliau telah banyak memberikan sumbangsih dalam bentuk karya tulis ilmiah, dalam 1 dekade terakhir saja telah menghasilkan sebanyak 14 karya tulis ilmiah dengan penelitian tentang pantai, mineral, dan GIS. Serta beberapa karya tulis tentang pengabdian masyarakat.



Kawasan Pantai terus mengalami perubahan seiring dengan berjalannya waktu. Hal tersebut tidak terlepas dari proses-proses yang terjadi. Pemahaman geologi diperlukan untuk menyikapi hal tersebut. Konsep “*Present is the key to the Past*” yang kemudian dikembangkan menjadi “*Present is the key for the Future*” sebagai konsep dasar yang diterapkan dalam analisis geologi kawasan pantai. Melalui kondisi present, dapat diidentifikasi kondisi *past*, dan menghasilkan rekomendasi *future*. Sehingga, potensi dari kawasan pantai dapat dimaksimalkan dan risiko dari permasalahan kawasan pantai dapat diminimalisasi dampak kerugiannya.

Buku ini mengulas sisi lain dari kawasan pantai, tentang bagaimana proses-proses geologi bekerja pada kawasan pantai, serta rekomendasi rekayasa berdasarkan kondisi geologi kawasan pantai.

**Penerbit Deepublish (CV BUDI UTAMA)**

Jl. Kaliurang Km 9,3 Yogyakarta 55581

Telp/Fax : (0274) 4533427

Anggota IKAPI (076/DIY/2012)

✉ [cs@deepublish.co.id](mailto:cs@deepublish.co.id)

📘 Penerbit Deepublish

📱 @penerbitbuku\_deepublish

🌐 [www.penerbitdeepublish.com](http://www.penerbitdeepublish.com)



Kategori : Geologi

ISBN 978-623-02-5618-9



9

786230

256189