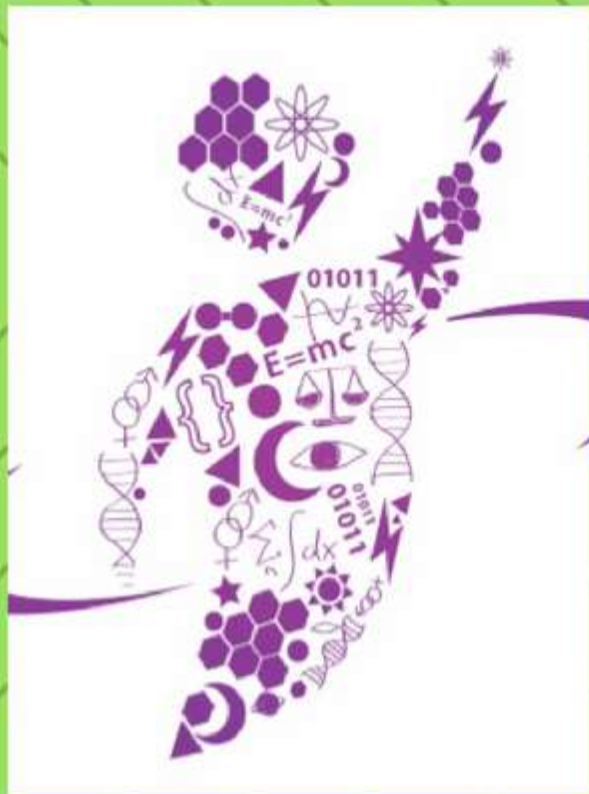


po.alcindonesia.co.id



WWW.ALCINDONESIA.CO.ID

@ALCINDONESIA

085223273373

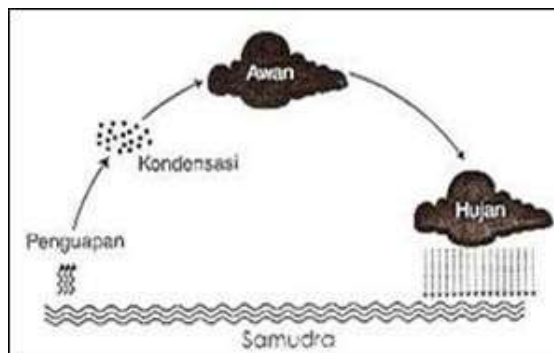
HIDROLOGI DAN OSEANOGRAFI

Siklus Air

Siklus air/hidrologi merupakan proses pergerakan air di dalam berbagai komponen sistem bumi. Siklus hidrologi memegang peran penting bagi kelangsungan hidup organisme bumi. Melalui siklus ini, ketersediaan air di daratan bumi dapat tetap terjaga, mengingat teraturnya suhu lingkungan, cuaca, hujan, dan keseimbangan ekosistem bumi dapat tercipta karena proses siklus hidrologi.

Macam-macam siklus hidrologi berdasarkan panjang pendeknya proses yang dialaminya dapat dibedakan menjadi 3 macam, yaitu siklus hidrologi pendek, siklus hidrologi sedang, dan siklus hidrologi panjang.

a. Siklus hidrologi pendek

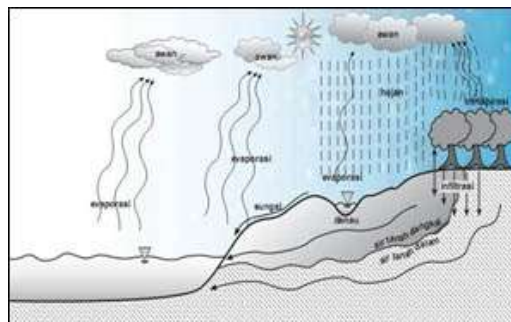


Siklus hidrologi pendek

Siklus hidrologi pendek adalah siklus hidrologi yang tidak melalui proses adveksi. Uap air yang terbentuk melalui siklus ini akan diturunkan melalui hujan di daerah sekitar laut. Berikut penjelasan singkat dari siklus hidrologi pendek ini:

- Air laut mengalami proses evaporasi dan berubah menjadi uap air akibat adanya panas matahari.
- Uap air akan mengalami kondensasi dan membentuk awan.
- Awan yang terbentuk akan menjadi hujan di permukaan laut.

b. Siklus hidrologi sedang



Siklus hidrologi sedang

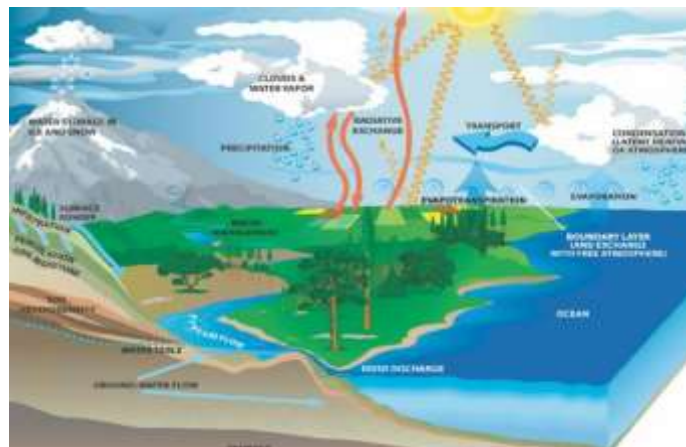
Siklus hidrologi sedang adalah siklus hidrologi yang umum terjadi di Indonesia. Siklus hidrologi ini menghasilkan hujan di daratan karena proses adveksi membawa awan yang terbentuk ke atas daratan. Berikut penjelasan singkat dari siklus hidrologi sedang ini:

- Air laut mengalami proses evaporasi dan berubah menjadi uap air akibat adanya panas matahari.
- Uap air mengalami adveksi karena angin sehingga bergerak menuju daratan.
- Di atmosfer daratan, uap air membentuk awan dan berubah menjadi hujan.
- Air hujan di permukaan daratan akan mengalami *runoff* menuju sungai dan kembali ke laut

c. Siklus hidrologi panjang

Siklus hidrologi panjang adalah siklus hidrologi yang umumnya terjadi di daerah beriklim subtropis atau daerah pegunungan. Dalam siklus hidrologi ini, awan tidak langsung diubah menjadi air, melainkan terlebih dahulu turun sebagai salju dan membentuk gletser. Berikut penjelasan singkat dari siklus hidrologi panjang ini:

- Air laut mengalami proses evaporasi dan berubah menjadi uap air akibat adanya panas matahari.
- Uap air yang terbentuk kemudian mengalami sublimasi
- Awan yang mengandung kristal es kemudian terbentuk.
- Awan mengalami proses adveksi dan bergerak ke daratan
- Awan mengalami presipitasi dan turun sebagai salju.
- Salju terakumulasi menjadi gletser.
- Gletser mencair karena pengaruh suhu udara dan membentuk aliran sungai.
- Air yang berasal dari gletser mengalir di sungai untuk menuju laut kembali.



Siklus hidrologi panjang

Komponen/Proses Penyusun Siklus Hidrologi

1. Evaporasi dan Transpirasi

Siklus hidrologi diawali oleh terjadinya penguapan air yang ada di permukaan bumi. Air-air yang tertampung di badan air seperti danau, sungai, laut, sawah, bendungan atau waduk berubah menjadi uap air karena adanya panas matahari. Penguapan serupa juga terjadi pada air yang terdapat di permukaan tanah. Penguapan air di permukaan bumi bukan hanya terjadi di badan air dan tanah. Penguapan air juga dapat berlangsung di jaringan makhluk hidup, seperti hewan dan tumbuhan. Akan tetapi, jumlah air yang

menjadi uap melalui proses transpirasi umumnya jauh lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah uap air yang dihasilkan melalui proses evaporasi. Kedua proses tersebut disebut evapotranspirasi.

2. Sublimasi

Sublimasi adalah proses perubahan es di kutub atau di puncak gunung menjadi uap air tanpa melalui fase cair terlebih dahulu. Meski sedikit, sublimasi juga tetap berkontribusi terhadap jumlah uap air yang terangkut ke atas atmosfer bumi melalui siklus hidrologi panjang. Akan tetapi, dibanding melalui proses penguapan, proses sublimasi dikatakan berjalan sangat lambat.

3. Adveksi

Proses pergerakan horizontal uap air atau awan yang disebabkan oleh angin. Proses ini akan menyebabkan perpindahan dan penyebaran awan dan uap air di atmosfer.

4. Kondensasi

Ketika uap air yang dihasilkan melalui proses evaporasi, transpirasi, evapotranspirasi, dan proses sublimasi naik hingga mencapai suatu titik ketinggian tertentu, uap air tersebut akan berubah menjadi partikel-partikel es berukuran sangat kecil melalui proses kondensasi. Perubahan wujud uap air menjadi es tersebut terjadi karena pengaruh suhu udara yang sangat rendah di titik ketinggian tersebut.

5. Presipitasi

Proses presipitasi atau hujan adalah proses jatuhnya air, salju, ataupun es ke permukaan bumi akibat proses kondensasi yang telah terjadi di awan. Proses kondensasi akan menentukan pembentukan partikel yang akan jatuh.

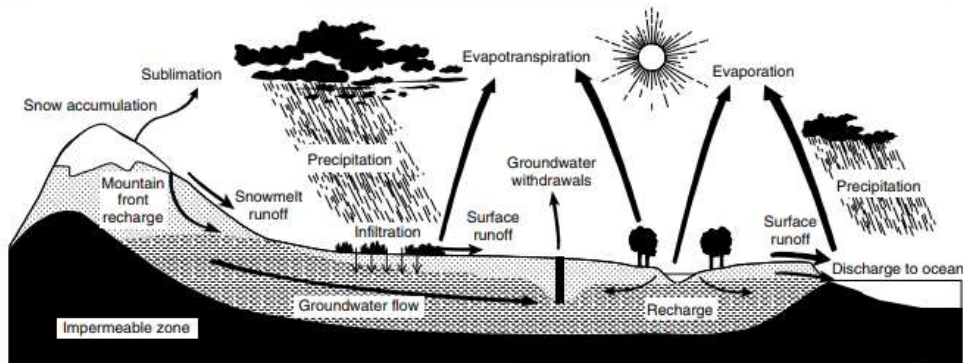
6. Limpasan (*runoff*)

Setelah presipitasi terjadi sehingga air hujan jatuh ke permukaan bumi, proses *runoff* pun terjadi. *Runoff* atau limpasan adalah suatu proses pergerakan air dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah di permukaan bumi. *Runoff* dapat terjadi apabila tanah yang berada di bawahnya telah jenuh (*saturated*). *Runoff* dapat juga disebabkan oleh salju atau glasier yang sampai ke permukaan bumi.

7. Infiltrasi

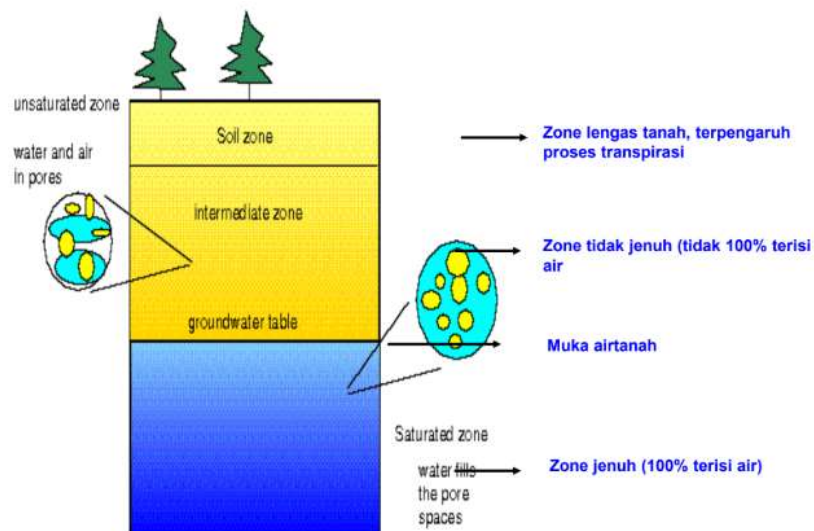
Tidak semua air hujan yang terbentuk setelah proses presipitasi akan mengalir di permukaan bumi melalui proses *runoff*. Sebagian kecil di antaranya akan bergerak ke dalam pori-pori tanah, merembes, dan terakumulasi menjadi air tanah. Proses pergerakan air ke dalam pori tanah ini disebut proses infiltrasi.

No	Komponen/proses	Deskripsi
1	Hujan (<i>precipitation</i>)	Jatuhnya tetes-tetes uap air yang berasal dari awan
2	Intersepsi (<i>Interception</i>)	Proses tertahannya air hujan oleh tanaman yang kemudian sampai ke permukaan tanah melalui aliran batang dan tetesan kanopi tanaman (<i>stemflow and throughfall</i>)
3	Infiltrasi (<i>infiltration</i>)	Proses meresapnya air hujan ke dalam tanah
4	Aliran bawah permukaan (<i>sub-surface flow</i>)	Aliran air secara horizontal yang terjadi di bawah permukaan tanah
5	Penyerapan oleh tanaman (<i>uptake</i>)	Air tanah yang diserap atau digunakan oleh tanaman
6	Aliran limpasan permukaan (<i>surface flow</i>)	Air hujan yang mengalir secara horizontal yang terjadi di atas permukaan tanah. Aliran permukaan terjadi jika tanah sudah tidak mampu menyerap air yang jatuh ke atas permukaan tanah
7	Evaporasi (<i>evaporation</i>)	Proses perubahan bentuk air ke dalam uap air dan membaaur di atmosfer yang kemudian membentuk kabut dan awan melalui proses kondensasi
8	Transpirasi (<i>transpiration</i>)	Proses pelepasan uap air oleh tanaman ke atmosfer yang kemudian membentuk kabut dan awan melalui proses kondensasi
9	Perkolasi (<i>percolation</i>)	Aliran air dalam tanah secara vertikal melalui lapisan-lapisan tanah yang disebabkan oleh gaya gravitasi dan kapiler.
10	Aliran dasar (<i>baseflow</i>)	Aliran air secara horizontal yang terjadi di lapisan <i>aquifer</i> yang mempunyai sifat aliran yang lambat



Air Tanah

Adalah air yang mengisi rongga-rongga batuan di bawah permukaan tanah pada zona jenuh air.



Struktur vertikal air tanah

Dimanakah terdapat air tanah?

Jenis formasi batuan yang dilalui oleh air saat infiltrasi :

1. **Akuifer**, formasi atau perlapisan jenuh (*saturated*) dan lolos air yang mampu menyimpan dan mengalirkan air tanah dalam jumlah besar, untuk mengalir/menjadi sumber suatu sumur, sungai, atau mata air (contohnya pasir, kerikil, kerakal, dll)
2. **Akuiklud** (*impermeable layer*), formasi batuan yang dapat menyimpan air tapi tidak dapat meloloskan air dalam jumlah yang banyak (contohnya lempung)
3. **Akuitard** (*semi impervious layer*), formasi batuan yang dapat menyimpan air tetapi hanya dapat mengalirkannya dalam jumlah terbatas.
4. **Akuifug**, formasi batuan yang tidak dapat menyimpan air (contohnya granit)

Jenis-jenis akuifer :

1. **Akuifer tertekan** (*confined aquifer*), merupakan akuifer yang jenuh air yang dibatasi oleh lapisan atas dan bawahnya merupakan *aquiclude*, dan tekanan airnya lebih besar dibandingkan dengan tekanan atmosfer. Pada lapisan pembatasannya tidak ada air yang mengalir (*no flux*).



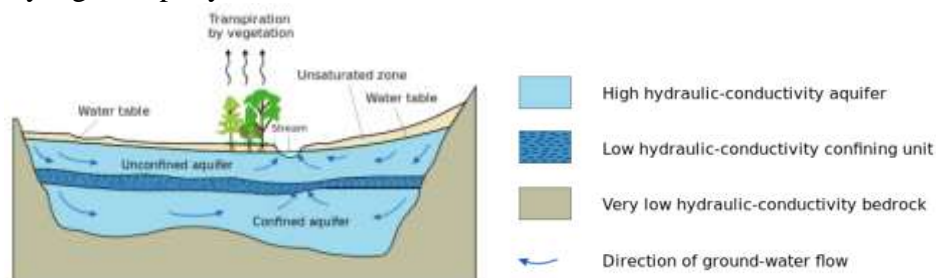
Akuifer tertekan

2. **Akuifer bocor** (*semi confined aquifer*)

Merupakan akuifer yang jenuh air yang dibatasi oleh lapisan atas berupa akuitard dan lapisan bawah hanya merupakan akuiklud. Pada lapisan pembatas di bagian atasnya karena bersifat akuitard masih ada air yang mengalir ke akuifer tersebut (*influx*) walaupun hidraulik konduktivitasnya jauh lebih kecil dibandingkan hidraulik konduktivitas akuifer. Tekanan airnya pada akuifer lebih besar dari tekanan atmosfer.

3. **Akuifer tidak tertekan** (*unconfined aquifer*)

Merupakan akuifer jenuh air (*saturated*). Lapisan pembatasnya, yang merupakan akuitard, hanya pada bagian bawahnya dan tidak ada pembatas akuitard di lapisan atasnya, batas di lapisan atas berupa muka air tanah. Dengan kata lain merupakan akuifer yang mempunyai muka air tanah.



Akuifer tidak tertekan

4. **Semi unconfined aquifer**

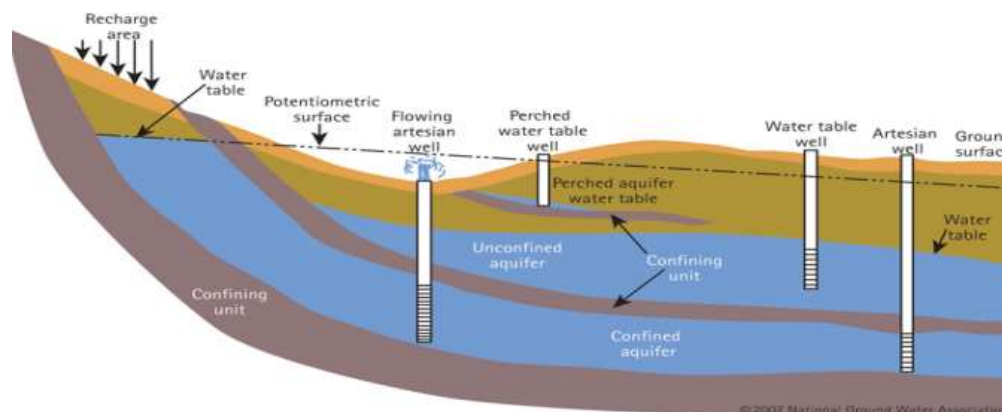
Merupakan akuifer yang jenuh air (*saturated*) yang dibatasi hanya lapisan bawahnya yang merupakan akuitard. Pada bagian atasnya ada pembatas yang mempunyai hidraulik konduktivitas lebih kecil dari pada hidraulik konduktivitas dari akuifer. Akuifer ini juga mempunyai muka air tanah yang terletak pada lapisan pembatas tersebut.

5. **Artesian aquifer**

Merupakan *confined aquifer* dimana ketinggian hidrauliknya (*potentiometric surface*) lebih tinggi daripada muka tanah. Oleh karena itu, apabila pada akuifer ini dilakukan pengeboran maka akan timbul pancaran air (*spring*), karena air yang keluar dari pengeboran ini berusaha mencapai ketinggian hidraulik tersebut.

6. **Akuifer terangkat/tergantung (*perched aquifer*)**

Merupakan akuifer yang terletak di atas suatu lapisan formasi geologi kedap air. Biasanya terletak bebas di suatu struktur tanah dan tidak berhubungan dengan sungai. Kadang-kadang bilamana lapisan di bawahnya tidak murni kedap air namun berupa aquitards bisa memberikan distribusi air pada akuifer di bawahnya. Kapasitasnya tergantung dari pengisian air dari sekitarnya dan juga luasnya lapisan geologi yang kedap air tersebut.



Akuifer tergantung

Porositas dan Permeabilitas

Porositas atau pori merupakan ruang di dalam batuan; yang dapat terisi oleh fluida, seperti udara, air tawar/asin, minyak atau gas bumi. Permeabilitas didefinisikan sebagai ukuran media berpori untuk meloloskan/melewatkan fluida. Apabila media berporinya tidak saling berhubungan maka batuan tersebut tidak mempunyai permeabilitas. Oleh karena itu, ada hubungan antara permeabilitas batuan dengan porositas efektif.

Faktor yang mempengaruhi porositas adalah ukuran butir atau *grain size*, bentuk butir, susunan butir, komposisi mineral, sementasi, dan kompaksi. Sementara faktor yang mempengaruhi permeabilitas adalah bentuk dan ukuran batu, sementasi, retakan, dan pelarutan.

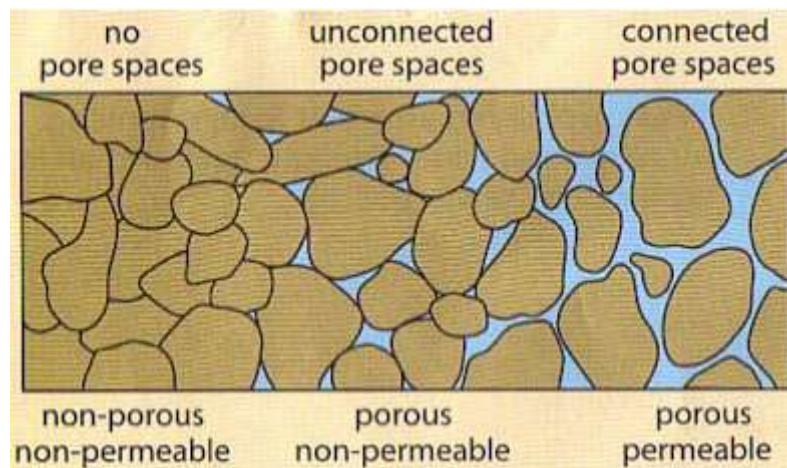


TABLE 9.4 Approximate Average Porosity, Specific Yield, and Permeability of Various Soil Materials (partly adopted from Bouwer, 1966 and Todd, 1980)

MATERIAL	POROSITY (%)	SPECIFIC YIELD (%)	AVERAGE PERMEABILITY K	
			(gpd/ft ²)	(m/day)
Clay	45	3.0	0.01	0.0004
Sand	35	25.0	1,000.00	41.0000
Gravel	25	22.0	100,000.00	4,100.0000
Gravel & sand	20	16.0	10,000.00	410.0000
Sandstone	15	8.0	100.00	4.1000
Limestone, shale	5	2.0	1.00	0.0410
Quartzite, granite	1	0.5	0.01	0.0004

SAMUDRA

Klasifikasi Laut

Berdasarkan proses terbentuknya, laut dapat dibagi menjadi beberapa jenis:

1. **Laut transgresi**

Adalah laut yang terbentuk akibat daratan yang tenggelam karena naiknya permukaan air laut pada zaman es akhir. Contoh laut ini adalah Paparan Sunda (Laut Jawa) dan Paparan Sahul (Laut Arafuru).

2. **Laut Ingresi**

Adalah laut yang terjadi karena dasar laut mengalami penurunan akibat proses tektonik (depresi), sehingga laut tersebut semakin dalam. Contohnya adalah Laut Banda.

3. **Laut Regresi**

Adalah laut yang terjadi karena proses penyempitan akibat proses sedimentasi daratan. Contohnya adalah Laut Bering dan Laut Tengah.

Berdasarkan letaknya, laut dapat dibagi menjadi beberapa jenis :

1. Laut Pedalaman

Pengertian laut pedalaman adalah laut yang terletak dan berposisi di tengah-tengah benua. Laut Kaspia adalah contohnya dan Laut Kaspia ini juga masuk dalam kategori danau terbesar di dunia. Misalnya Laut Baltik, Laut Hitam, Laut Kaspia, dan Laut Mati.

2. Laut Tengah

Pengertian laut tengah adalah laut yang terletak dan berposisi diantara beberapa benua. Laut Mediteran adalah contoh dari laut tengah ini. misalnya Laut Merah, Laut Mediterania dan laut-laut perairan Indonesia yang terletak diantara dua yaitu Benua Asia dengan Benua Australia.

3. Laut Tepi

Pengertian laut tepi adalah laut yang terletak dan berposisi di tepi benua atau yang memisahkan benua dan samudra. Laut Cina Selatan adalah contoh dari laut tepi ini. Misalnya antara lain Laut Arabia, Teluk Benggala, Laut Jepang, dan laut-laut tepi di sekitar pantai Benua Amerika

Zona kedalaman laut:

1. Zona litoral (wilayah pasang-surut)

Batasnya antara permukaan air pasang naik dan air pasang turun. Zona ini terkadang tergenang air laut dan terkadang dapat kering.

2. Zone neritik (wilayah laut dangkal)

Diukur dari pantai sampai kedalaman 200 meter. Letaknya bersamaan dengan landas kontinen. Zona ini merupakan bagi kehidupan biota laut karena merupakan zona yang tembus sinar matahari sehingga kaya akan vegetasi, binatang laut dan organisme laut lain. Pada daerah beriklim sedang, zona neritik ini disebut daerah laut dangkal dan merupakan daerah tangkapan ikan paling banyak dijumpai.

3. Zone batial (wilayah laut dalam)

Terletak bersamaan dengan lereng benua. Zona ini 200 meter sampai kedalaman 2000 meter. Zona ini disebut pula zona laut dalam biota laut pada zona laut ini sudah mulai jarang dijumpai. Beberapa ikan bertubuh besar seperti paus dan hiu masih dapat ditemukan.

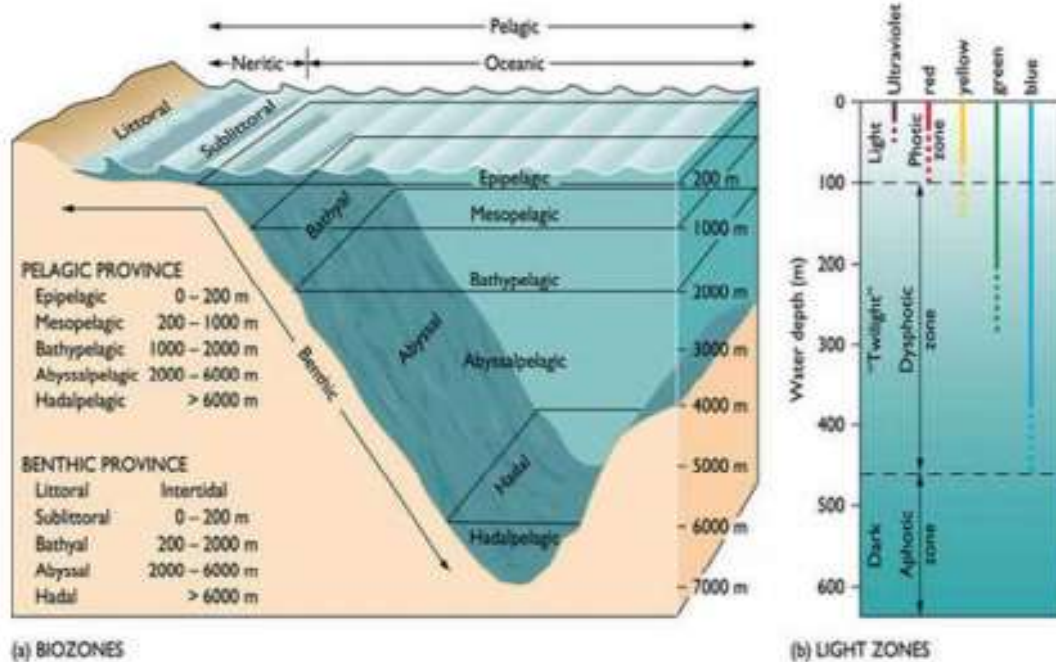
4. Zone abyssal (wilayah laut sangat dalam)

Meliputi *ocean floor* atau *the deep sea plain* dan *the deeps*. Dalamnya 2000 sampai dengan 6000 m, bahkan pada lekukan-lekukan dan cekungan lebih dalam lagi. Pada zona ini tidak ada lagi dijumpai tumbuhan-tumbuhan karena sinar matahari tidak mampu menembusnya. Meskipun demikian ada spesies binatang yang hidupnya bisa menyesuaikan diri dengan perubahan suhu, persediaan makanan, dan oksigen sangat minimal. Bahkan makanannya terdiri atas bahan organik yang tenggelam dari permukaan laut. Keadaan di dasar laut yang sangat dalam ini selalu gelap dan sangat dingin.

5. Zone hadal (wilayah laut sangat dalam sekali)

Merupakan zona laut yang sangat dalam dengan kedalaman melebihi 6000 m. Wilayah laut hadal biasanya terdiri dari palung dan lubuk laut yang sangat dalam,

suhu air pada zona hadal dingin sekali dan tidak ada cahaya sama sekali. Binatang laut yang hidup umumnya mampu memancarkan cahaya dari tubuhnya sendiri.



Zona kedalaman laut

Morfologi Dasar Laut

1. Tepi Benua

Tepi benua (*continental margin*) meliputi bagian dari benua yang tenggelam dan zona transisi antara benua dan cekungan samudera. Berdasarkan pada kondisi aktivitas kegempaan, vulkanisme, dan pensesaran, tepi benua dapat dibedakan menjadi tepi benua aktif (*active margin*) yang ditandai oleh banyaknya aktivitas kegempaan, vulkanisme, dan pensesaran. Sebaliknya, tepi benua pasif (*pasif margin*) dicirikan oleh sedikitnya aktivitas kegempaan, vulkanisme, dan pensesaran.

Perbedaan aktivitas tektonik menghasilkan perbedaan struktur batuan dan sedimentasi di sepanjang tepi benua. Tepi benua aktif dicirikan dengan perselangan yang sempit antara *bank* dan *trough*, sesar-sesar, paparan (*shelf*) yang sempit. Palung laut dalam (*deep sea trench*) dan busur kepulauan vulkanik umum dijumpai di sepanjang tepi benua. Sementara itu, tepi benua pasif memiliki paparan yang lebar, delta-delta yang luas, atau terumbu karang yang tersebar meluas. Tidak ada pensesaran ataupun vulkanisme. Berdasarkan morfologinya, tepi benua dapat dibedakan menjadi:

- 1). **Paparan benua** (*continental shelves*) adalah bagian benua yang tenggelam dengan kemiringan lereng yang sangat kecil (1 meter per 1000 meter). Berbagai kenampakan yang dijumpai di kawasan ini terjadi karena tujuh proses, yaitu glasiasi (*glaciation*), perubahan muka laut (*sea level changes*), aktivitas berbagai kekuatan alam (seperti gelombang laut, aliran sungai, pasang surut), sedimentasi, pengendapan karbonat, pensesaran, dan vulkanisme.
- 2). **Lereng benua** (*continental slope*) adalah tepi benua dengan lereng curam, dimulai dari tekuk lereng dari paparan benua sampai daerah tinggian benua (*continental rise*) dengan lereng sekitar 4° . Di kawasan ini banyak terjadi proses longsoran bawah laut (*submarine landslide*) dan erosi yang menghasilkan berbagai kenampakan. Sedimen-

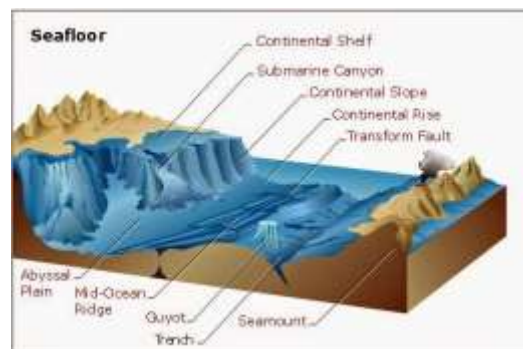
sedimen di kawasan ini tersesarkan dan terlipat. Kenampakan yang sangat mengesankan di kawasan ini adalah alur bawah laut (*submarine canyon*).

- 3). **Tinggian benua** (*continental rise*) adalah daerah transisi antara benua dan cekungan samudera. Kawasan ini tersusun oleh material yang tidak terkonsolidasikan (*unconsolidated materials*) yang terdiri dari lumpur, lanau, dan pasir yang diturunkan dari paparan benua atau lereng benua oleh mekanisme arus turbid (*turbidity currents*), longsoran bawah laut, atau proses-proses lain. Pola dari tinggian benua ini berkaitan dengan gerakan tektonik lempeng. Pada tepi benua aktif, sedimen-sedimen telah terubah dan dibawa masuk ke dalam mantel oleh mekanisme menunjaman. Pada tepi benua pasif, sedimen-sedimen terawetkan dan melampar jauh ke lantai samudera (*ocean floor*).

2. Cekungan Samudera

Cekungan samudera (*ocean basin*) didefinisikan sebagai lantai samudera (*ocean floor*) yang luas yang terletak pada kedalaman lebih dari 2000 meter. Benua (*continent*) didefinisikan sebagai daratan menerus yang besar (Ingmanson dan Wallace, 1985). Definisi ini meletakkan cekungan samudera sebagai lawan dari benua. Bila benua terlihat jelas memiliki gunung-gunung dan lembah-lembah, maka demikian pula dengan cekungan samudera. Berbagai kenampakan dari cekungan samudera yang utama adalah:

- 1). **Pematang samudera** (*oceanic ridges*) yang keberadaannya berkaitan dengan pembentukan sistem retakan (*rifting*) karena dua blok kerak samudera yang bergerak saling menjauh. Kehadirannya berkaitan dengan proses pembentukan kerak samudera yang baru. Contohnya Mid-Atlantic Ridge di Samudera Atlantik dan Mid-Indian Ridge di Samudera Hindia.
- 2). **Dataran abisal** (*abyssal plain*) adalah kawasan yang luas dan agak datar dengan kedalaman dengan kedalaman berkisar dari 4000 sampai 5000 meter yang dibatasi oleh pematang samudera atau benua. Dataran abisal umumnya tertutup oleh sedimen pelagis. Di kawasan yang berbatasan dengan lereng benua, bila terdapat alur bawah laut di lereng benua, maka, akan terbentuk kipas bawah laut (*submarine fan*) atau kipas laut dalam (*deep-sea fan*).
- 3). **Pulau-pulau terumbu** (*coral islands*) yaitu pulau yang terbentuk karena pertumbuhan koral.
- 4). **Palung** (*trench*), terdapat di zona menunjaman lempeng tektonik.
- 5). **Gunung-laut** (*seamounts*) adalah gunung api bawah laut yang telah mati. Bila gunung-gunung tersebut muncul maka, menjadi pulau.
- 6). **Rangkaian pulau-pulau** (*island chains*).



Morfologi dasar laut

Klasifikasi Lingkungan Laut

Berdasarkan pada dua komponen utamanya, yaitu bumi sebagai wadah dan massa air sebagai sesuatu yang diwadahi. Lingkungan laut dapat dibedakan menjadi dua lingkungan utama, yaitu: (1) lingkungan bentik (*benthic*), yang mengacu kepada dasar samudera atau dasar laut, dan (2) lingkungan pelagis (*pelagic*), yang mengacu kepada massa air laut. Dilihat dari kondisi cahaya dalam secara vertikal dapat diklasifikasikan ke dalam 3 zona, yaitu:

1. **Zona eufotik** (0-150 m): terdapat pada permukaan sampai pada kedalaman dimana cahaya matahari memungkinkan berlangsungnya fotosintesis.
2. **Zona disfotik** (150-1000m), berada di bawah zona eufotik, cahaya sudah terlampaui redup untuk memungkinkan terjadinya fotosintesis.
3. **Zona afotik** (lebih dari 1000 m), zona yang paling bawah, gelap gulita, tidak ada cahaya matahari yang dapat menembus.

Berdasarkan zona pelagiknya (ketembusan cahaya), kedalaman lingkungan laut dapat dibagi menjadi:

1. **Epipelagic** (0-200 m): cahaya matahari dapat menembus zona ini dalam jumlah yang melimpah sehingga fotosintesis dapat berlangsung optimal.
2. **Mesopelagic** (200-1000 m): cahaya matahari masih dapat menembus namun tidak banyak dan kadang tidak mampu digunakan untuk fotosintesis. Di bawah kedalaman 500 m, oksigen sudah sangat berkurang.
3. **Bathypelagic** (1000-4000): cahaya matahari sudah sangat minim dan hampir tidak ada. Organisme menyesuaikan diri dengan mengembangkan kemampuan bioluminesen (berpendar di dalam gelap).
4. **Abyssalpelagic** (>4000 m): tidak ada cahaya matahari sama sekali.

Pada dasarnya ada tiga cara hidup organisme di laut, yaitu planktonik, bentonik, dan nektonik. Organisme yang hidup secara planktonik disebut plankton, secara bentonik disebut bentos, dan secara nektonik disebut nekton. Plankton adalah kelompok organisme yang biasanya kecil dengan kekuatan untuk berpindah tempat sangat lemah atau terbatas, dan berpindah tempat terutama karena arus laut. Plankton dapat berupa hewan (zooplankton) maupun tumbuhan (fitoplankton). Bentos adalah organisme yang hidup di atas atau di bawah dasar laut. Beberapa organisme bentos pada fase awal kehidupannya memiliki bentuk larva planktonik. Nekton meliputi hewan yang dapat berenang bebas, bebas dari gerakan arus. Kelompok ini meliputi berbagai bentuk kehidupan hewan tingkat tinggi, seperti ikan, ikan paus, dan berbagai jenis mamalia laut. Tumbuhan tidak termasuk di dalam kelompok ini.

SIFAT AIR LAUT

SIFAT-SIFAT AIR

1. **Kapasitas panas (*specific heat, heat capacity*) akan turun seiring dengan kenaikan salinitas.**
Di pihak lain, pada air dengan salinitas normal, kapasitas panas akan naik seiring dengan naiknya temperatur.
2. **Densitas meningkat seiring hampir linier seiring dengan peningkatan salinitas.**
Penambahan garam menurunkan temperatur densitas maksimum. Pada salinitas > 20‰, densitas maksimum terjadi pada temperatur di bawah titik beku normal (0°C).
3. **Titik beku menurun seiring dengan penambahan garam.**
Karakter ini dikombinasikan dengan efek temperatur dan salinitas terhadap densitas (densitas air laut naik bila temperatur turun) memberi arti bahwa air dengan densitas tertinggi di samudera adalah air yang paling dingin dan paling tinggi salinitasnya.

4. **Tekanan uap (ukuran seberapa mudah molekul air lepas dari fase cair masuk ke fase gas) makin turun seiring dengan peningkatan salinitas**
Karena garam cenderung membuat molekul air-bebas untuk penguapan berkurang.
5. **Tekanan osmosis air naik seiring dengan peningkatan salinitas.**
Tekanan osmosis berkaitan dengan aliran larutan melalui membran (selaput tipis berpori) semipermeabel. Banyak aliran meningkat seiring dengan peningkatan salinitas.
6. **Penambahan garam akan meningkatkan viskosita air.**
Hal ini karena tarikan elektrostatis antara material terlarut dan air. Perbedaan viskositas akan mempengaruhi kecepatan suara di dalam air.

Suatu konsekuensi penting dari keterkaitan antara salinitas, temperatur densitas-maksimum, dan titik beku adalah:

- 1). Pada air dengan **salinitas < 26‰**, **temperatur densitas-maksimum lebih tinggi dari pada titik beku..** Dengan demikian, *bila air laut terus mendingin, akan terus makin tinggi densitasnya.* Karena pendinginan dimulai dari permukaan, air permukaan akan lebih berat daripada air di bawahnya dan akan turun. Air yang di sebelah bawah, yang lebih hangat dan berdensitas lebih rendah, akan naik menggantikan air yang dingin dan, pada gilirannya air itu sendiri akan mengalami pendinginan dan turun. Dengan cara seperti inilah sirkulasi air-dalam terjadi, dan pembekuan akan terjadi bila seluruh tubuh air mengalami pendinginan sampai titik beku.
- 2). Pada air dengan **salinitas > 26‰**, **temperatur densitas-maksimum lebih rendah daripada titik beku.** Densitas air laut 33‰ – 37‰. Kalau air permukaan laut mengalami pendinginan *maka tidak mengalami anomali sifat densitas air tawar.* Karena titik beku air laut lebih tinggi daripada titik temperatur densitas maksimum, maka air akan tetap di dekat permukaan dan mengalami pendinginan lebih lanjut, meskipun titik beku tercapai dan suatu lapisan es terbentuk di permukaan. Lapisan es yang terbentuk di permukaan laut hampir seluruhnya air tawar. Dengan demikian, hubungan antara salinitas, temperatur densitas-maksimum, dan titik beku mencegah samudera membeku semuanya.

KARAKTER UMUM AIR LAUT

1. Temperatur Air Laut

Permukaan samudera mendapat panas dari tiga sumber, yaitu: (1) radiasi sinar matahari, (2) konduksi panas dari atmosfer, dan (3) kondensasi uap air. Sebaliknya, permukaan laut menjadi dingin karena tiga sebab, yaitu: (1) radiasi balik dari permukaan laut ke atmosfer, (2) konduksi panas balik ke atmosfer, dan (3) evaporasi. Sementara itu, di bawah permukaan laut, arus-arus horizontal dapat mentransfer panas dari satu kawasan ke kawasan lain. Daerah ekuator adalah daerah yang menerima insolasi terbanyak karena posisi matahari berada pada sudut terbesar (90°) di atas ekuator. Sebaliknya, daerah kutub adalah daerah yang menerima insolasi paling sedikit, karena matahari berada pada posisi sudut yang kecil. Pengaruh sudut matahari adalah tiga kali. Di daerah lintang rendah, 1) sinar radiasi matahari tersebar di daerah yang sempit, 2) sinar matahari juga melewati ketebalan atmosfer yang lebih kecil, dan 3) sedikit insolasi yang dipantulkan dari permukaan Bumi.

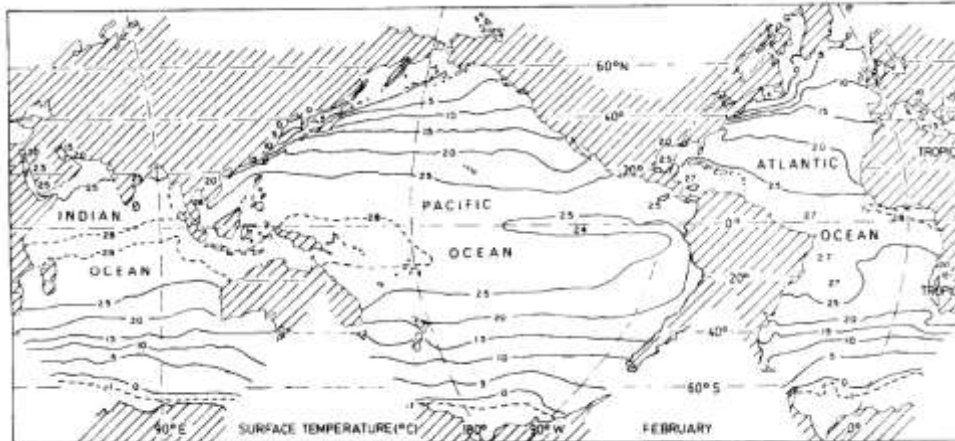


FIG. 4.1. Surface temperature of the oceans in February.

Distribusi lateral temperatur permukaan di bulan Febuari. Dikutip dari Pickard dan Emery (1995).

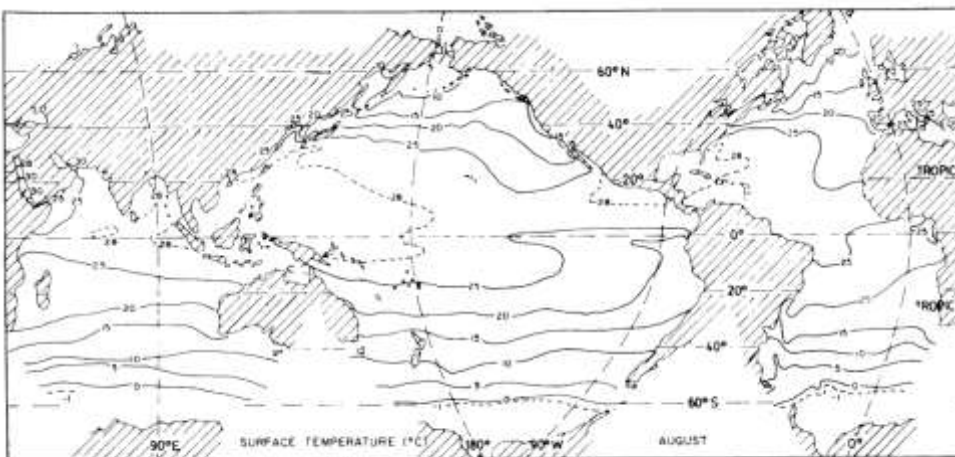


FIG. 4.2. Surface temperature of the oceans in August.

Gambar 9B. Distribusi lateral temperatur permukaan di bulan Agustus. Dikutip dari Pickard dan Emery (1995).

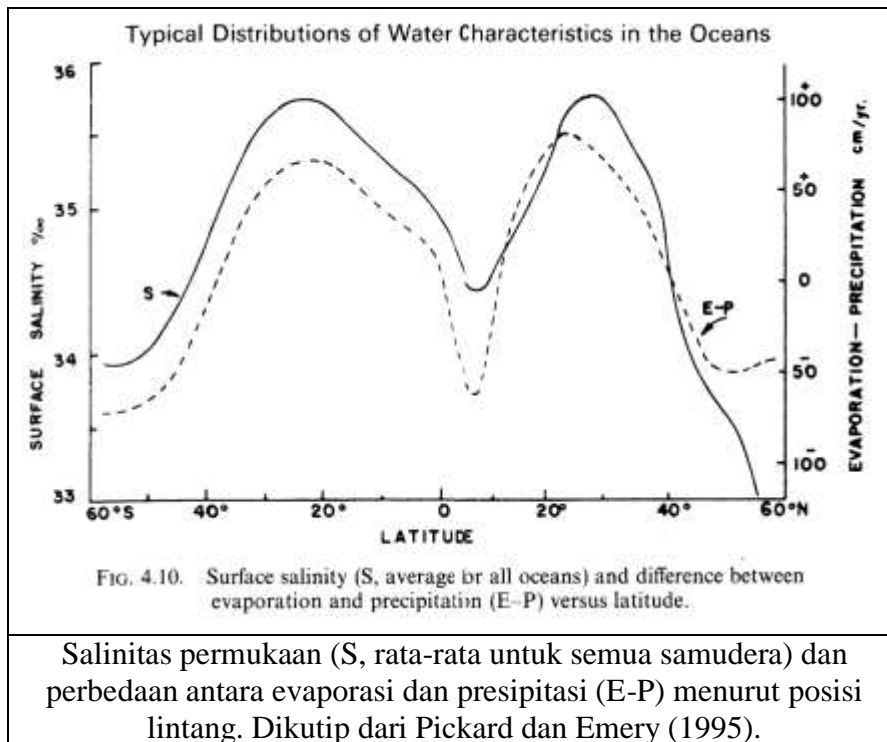
Distribusi temperatur secara vertikal dapat dibagi menjadi tiga zona yaitu:

- 1) **Lapisan campuran (*mixed layer*)**
Zona ini adalah zona homogen. Temperatur dan kedalaman zona ini dikontrol oleh insolasi lokal dan pengadukan oleh angin. Zona ini mencapai kedalaman 50 sampai 200 meter.
- 2) **Termoklin (*thermocline*)**
Di dalam zona transisi ini, temperatur air laut dengan cepat turun seiring dengan bertambahnya kedalaman. Zona ini berkisar dari kedalaman 200 sampai 1000 meter.
- 3) **Zona dalam (*deep zone*)**
Zona ini temperatur berubah sangat lambat atau relatif homogen.

2. Salinitas Air Laut

Salinitas adalah ukuran yang dipergunakan untuk mengukur kandungan garam (*saltness*) di dalam air laut. Unsur-unsur dalam bentuk ion yang melimpah menyusun kandungan garam di dalam air laut adalah Cl^- , Na^+ , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , dan K^+ . Ion-ion tersebut proporsinya di

dalam air laut adalah konstan karena konsentrasinya ditentukan oleh proses-proses fisika. Karena sifatnya yang demikian itu, ion-ion tersebut disebut **ion konservatif** (*conservative ions*). Secara keseluruhan, semua unsur tersebut menyusun lebih dari 99,8% material yang terlarut di dalam air laut. Di antara ion-ion itu, **sodium (natrium, Na) dan klorin (Cl) menyusun sekitar 86%**. Salinitas air permukaan laut sangat ditentukan oleh evaporasi dan presipitasi. Salinitas akan naik bila evaporasi naik dan presipitasi turun.



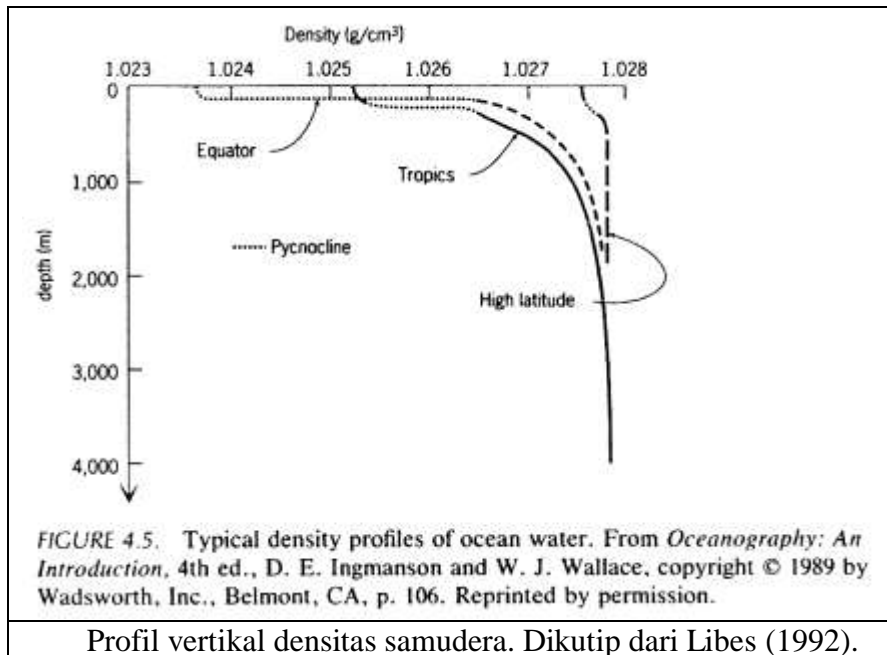
Profil salinitas memperlihatkan adanya tiga atau empat zona, yaitu:

- 1) **Lapisan campuran** (*mixed layer*). Ketebalannya 50 sampai 100 meter, dan mempunyai salinitas seragam. Daerah tropis dan daerah berlintang tinggi dan menengah, memiliki salinitas permukaan tinggi, sedang daerah berlintang tinggi memiliki salinitas rendah.
- 2) **Haloklin** (*halocline*), adalah zona dimana salinitas mengalami perubahan besar.
- 3) **Zona dalam** (*deep zone*) adalah zona di bawah haloklin sampai dasar laut, dan memiliki salinitas relatif seragam.
- 4) Di daerah berlintang rendah dan menengah, terdapat salinitas minimum pada kedalaman 600 sampai 1000 meter.

3. Densitas Air Laut

Nilai densitas air laut dikontrol oleh tiga variabel yang berinteraksi sangat kompleks, yaitu salinitas, temperatur, dan tekanan. Secara umum, densitas meningkat dengan meningkatnya salinitas, meningkatnya tekanan (atau kedalaman), dan turunnya temperatur. Densitas air laut dapat dihitung bila ketiga variabel itu dapat diketahui. Profil vertikal densitas memperlihatkan bahwa pengaruh yang kuat dari temperatur terhadap densitas, terutama di daerah lintang rendah dan menengah. Di kedua daerah tersebut, termoklin menghasilkan perubahan gradien densitas yang kuat yang disebut piknoklin (*pycnocline*). Di daerah berlintang tinggi, kutub, tidak terlihat adanya piknoklin yang kuat. Stratifikasi densitas di daerah lintang rendah dan menengah adalah sebagai berikut:

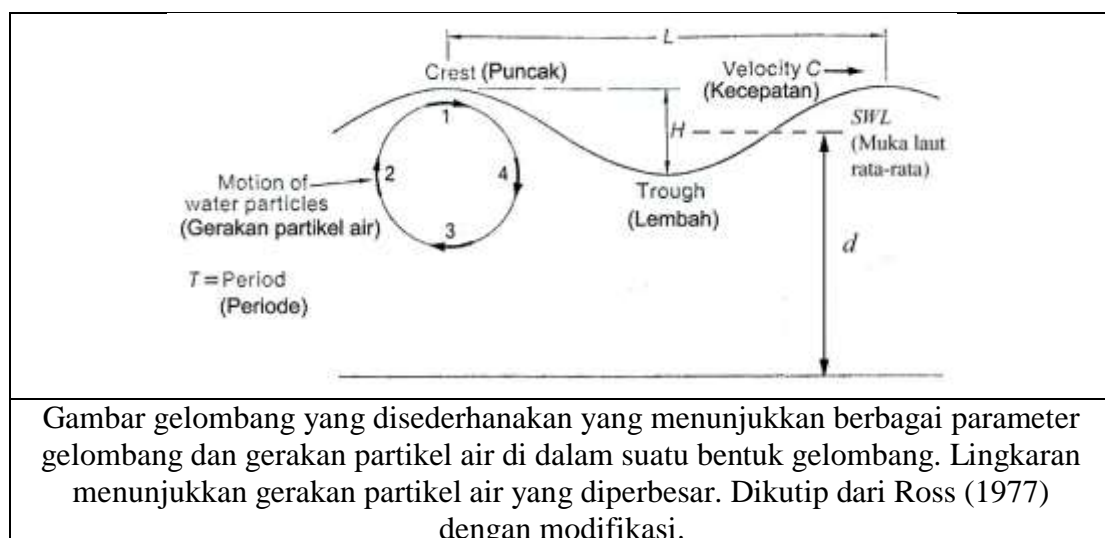
- 1) **Lapisan atas**, dengan ketebalan sekitar 100 meter, mempunyai densitas hampir seragam.
- 2) **Piknoklin** (*pycnocline*), yaitu zona dimana densitas bertambah dengan cepat seiring dengan bertambahnya kedalaman.
- 3) **Zona dalam**, adalah zona di bawah piknoklin, dengan densitas meningkat sangat pelan dengan bertambahnya kedalaman.



GERAKAN AIR LAUT

1. Gelombang

Gelombang bergerak secara periodik, yaitu bergerak berulang-ulang pada suatu periode waktu tertentu. Sifat-sifat gelombang dapat diterangkan dengan bentuk gelombang sederhana untuk menggambarkan panjang gelombang, tinggi gelombang, dan periode gelombang.



Periode gelombang (T) adalah waktu yang dibutuhkan oleh puncak (atau lembah) gelombang yang berurutan untuk melalui titik tetap tertentu. Panjang gelombang (L) adalah jarak

horizontal di antara dua puncak (atau lembah) gelombang yang berurutan. Tinggi gelombang (H) adalah jarak vertikal dari dasar lembah sampai puncak gelombang. Kedalaman air (d) adalah jarak vertikal antara muka laut rata-rata sampai dasar laut.

Jenis-jenis gelombang menurut penyebabnya, yaitu:

a. Gelombang karena tiupan angin (*wind-generated wave*).

Gelombang ini terjadi di permukaan laut karena angin yang bertiup di atas permukaan laut. Bila angin bertiup melintasi permukaan laut, maka akan terjadi transfer energi dari angin ke laut, dan di bidang antar-mukanya (*interface*, permukaan laut) terjadi gelombang.

b. Gelombang internal (*internal wave*).

Gelombang ini terjadi di dalam laut, terjadi di antara dua massa air laut yang berbeda densitasnya. Kehadiran gelombang ini tidak terlihat langsung secara visual di permukaan laut.

c. Gelombang Badai (*storm surge* atau *storm wave*)

Gelombang ini terjadi karena tiupan angin badai. Fenomena gelombang ini umum terjadi di daerah Subtropis dimana badai sering terjadi. Di daerah pesisir, gelombang ini dapat menyebabkan air laut naik ke daratan, dan menimbulkan kerusakan.

d. *Seiche*

Fenomena *seiche* adalah fenomena gelombang stasioner, yaitu gelombang yang tidak memperlihatkan gerakan maju dari bentuk gelombang yang terjadi. Pada gelombang jenis ini, di tempat-tempat tertentu, permukaan air akan tetap stasioner sementara permukaan air yang lainnya bergerak naik turun. Gelombang ini umumnya terjadi di perairan tertutup, seperti danau; atau perairan semi tertutup, seperti teluk. Di danau, *seiche* terjadi karena tiupan angin badai, atau perubahan tekanan udara (atmosfir) yang cepat. Di daerah teluk, *seiche* dapat terjadi karena pasang surut atau tsunami.

e. Gelombang karena longsoran (*landslide surge* atau *landslide wave*)

Gelombang jenis ini terjadi karena batuan atau es yang dalam jumlah besar longsor dan masuk ke laut.

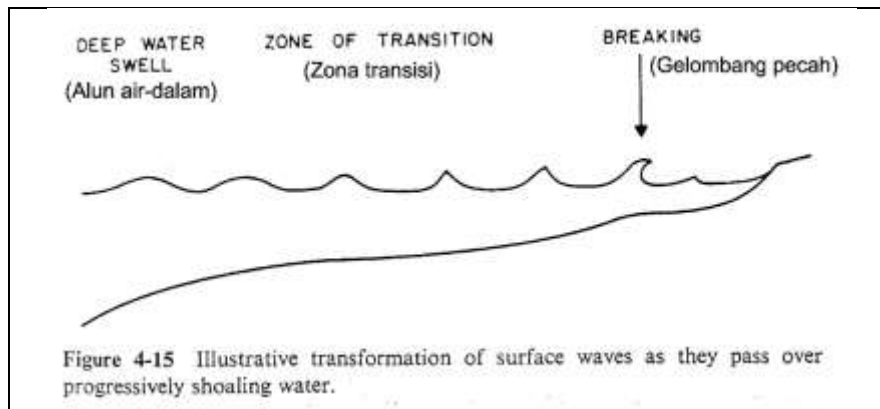
f. Tsunami atau *seismic wave*

Tsunami sering disebut gelombang pasang (*tidal wave*), tetapi sesungguhnya gelombang ini tidak ada hubungannya dengan pasang surut air laut. Tsunami disebut juga sebagai *seismic wave* karena kejadiannya dicetuskan oleh gerakan kerak bumi yang cepat dan tiba-tiba. Tsunami dapat terjadi karena: (1) gempa bumi yang berasosiasi dengan terjadinya patahan vertikal di dasar laut, atau (2) longsoran di dasar laut (Gambar 8), atau (3) letusan gunungapi di laut.

Gelombang Pecah

Bila gelombang dari laut dalam menuju ke pantai, maka ketika gelombang itu memasuki perairan dangkal, akan terjadi perubahan bentuk. Perubahan bentuk itu mulai terjadi ketika kedalaman air sama dengan $\frac{1}{2}$ panjang gelombang, dan mulai berubah secara tegas ketika kedalaman air $\frac{1}{4}$ panjang gelombang (batas air dalam menurut teori gelombang Airy).

Perubahan bentuk yang terjadi pada gelombang itu adalah **kecepatan dan panjang gelombang berkurang, tinggi gelombang bertambah**, sedang **periode gelombang tetap**.



Gambaran transformasi gelombang dari perairan dalam ketika mendekati pantai. Dikutip dari Komar (1976) dengan modifikasi..

Dikenal ada empat tipe gelombang pecah, yaitu:

a. *Spilling breaker*

Pecahan gelombang jenis ini terjadi bila gelombang menjalar di pantai dengan dasar yang landai. Pada pecahan jenis ini, puncak gelombang yang tidak stabil turun sebagai “*white water*” (gelembung-gelembung dan buih).

b. *Plunging breaker*

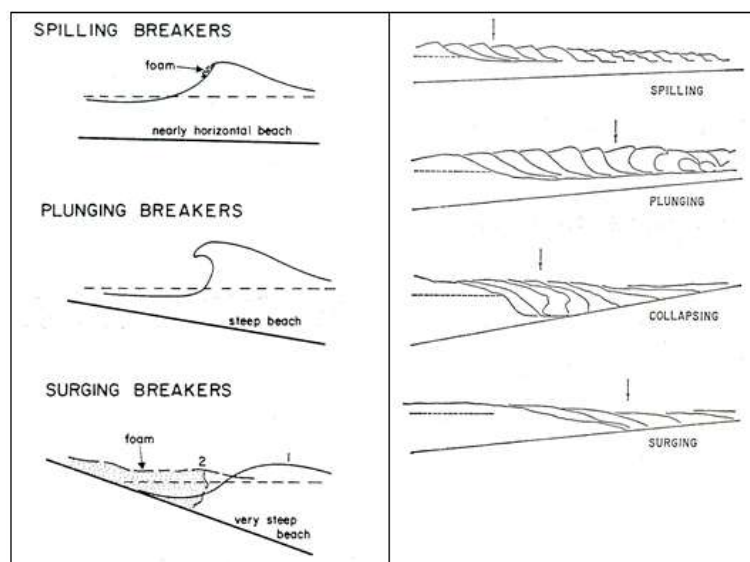
Pecahan jenis ini terjadi bila gelombang menjalar di pantai yang miring. Pada pecahan jenis ini, gelombang yang mendekat ke pantai memiliki lereng depan yang menghadap ke daratan menjadi vertikal, puncak gelombang kemudian menggulung ke depan, dan akhirnya menghunjam ke depan.

c. *Surging breaker*

Pecahan jenis ini terjadi bila lereng pantai sangat curam. Pada pecahan jenis ini, puncak gelombang naik seperti akan menghunjam ke depan, tetapi kemudian dasar gelombang naik ke atas permukaan pantai sehingga gelombang jatuh dan menghilang.

d. *Collapsing breaker*

Pecahan ini adalah bentuk menengah antara pecahan tipe *plunging* dan *surging*.



Jenis-jenis gelombang pecah

2. Arus Laut

Gerakan arus laut terjadi baik secara horizontal maupun secara vertikal. Densitas air laut bergantung pada salinitas dan suhu. Gerakan vertikal terjadi karena perbedaan densitas di berbagai kedalaman dan atau pertemuan dari dua arus horizontal yang mengakibatkan arus turun yang diimbangi arus naik. Gerakan air laut horizontal yang terjadi di permukaan disebut arus laut. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi arus laut, yaitu:

- Perbedaan densitas
- Gesekan antara air permukaan dengan angin sehingga sedikit banyak arah arus ini searah dengan arah angin
- Letak dan bentuk pantai daratan

Menurut letaknya arus dibedakan menjadi dua, yaitu arus atas dan arus bawah. Arus atas adalah arus yang bergerak di permukaan laut. Sedangkan arus bawah adalah arus yang bergerak di bawah permukaan laut. Menurut suhunya kita mengenal adanya arus panas dan arus dingin. Arus panas adalah arus yang bila suhunya lebih panas dari daerah yang dilalui. Sedangkan arus dingin adalah arus yang suhunya lebih dingin dari daerah yang dilaluinya (Hutabarat & Evans, 1986.).

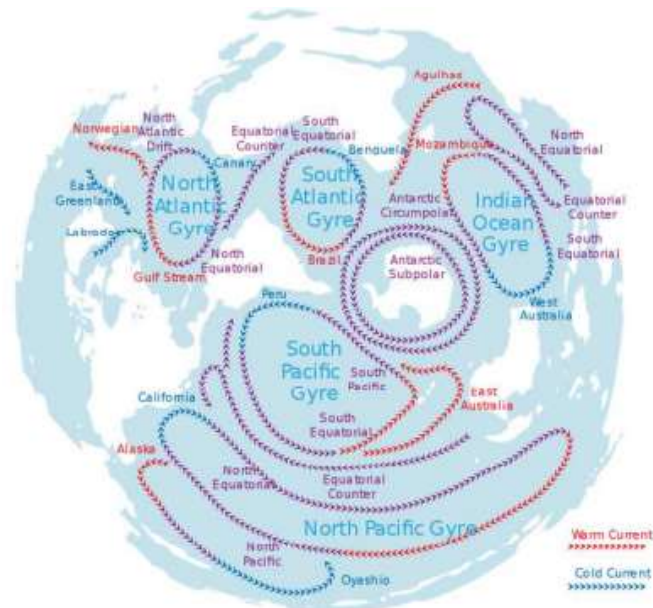
Arus permukaan yang dihasilkan oleh angin bukan hanya dipengaruhi oleh gaya Coriolis tetapi juga dipengaruhi oleh gaya gravitasi (Bhatt, 1978). Arus yang disebabkan oleh gaya Coriolis dan gaya gravitasi disebut arus geostropik.

Berdasarkan penyebab terjadinya arus dapat dibedakan sebagai berikut.

- Arus Ekman: arus yang dipengaruhi oleh angin
- Arus termohalin: arus yang dipengaruhi oleh densitas dan gravitasi
- Arus pasut: arus yang dipengaruhi oleh pasut
- Arus geostropik: arus yang dipengaruhi oleh gradien tekanan mendatar dan gaya Coriolis.

Berdasarkan kedalaman, arus dibedakan menjadi:

- Arus permukaan
Terjadi pada beberapa ratus meter dari permukaan, bergerak dengan arah horizontal dan dipengaruhi oleh pola sebaran angin.
- Arus dalam
Terjadi jauh di dasar kolom perairan, arah pergerakannya tidak dipengaruhi oleh pola sebaran angin dan membawa massa air dari daerah kutub ke daerah ekuator.



Persebaran arus di Bumi

3. Pasang Surut

Gerakan air laut yang lain adalah gerakan yang disebabkan oleh pasang naik dan pasang surut. Pasang adalah gerakan yang berganti-ganti antara naik dan turunnya permukaan laut, kurang lebih dua kali sehari, sebagai akibat dari gaya tarik bulan dan gaya tarik matahari. Pada laut terbuka perbedaan antara pasang naik dan pasang surut tidak lebih dari 60 cm, tetapi pada perairan dangkal yang berbatasan dengan kontinental bisa mencapai enam meter dan di estuaria yang sempit bisa mencapai 15 meter bahkan lebih. Pasang surut berdasarkan penyebabnya :

a. Pasang purnama

Peristiwa terjadinya pasang naik- pasang surut tertinggi (besar). Pasang besar terjadi pada tanggal 1 (berdasarkan kalender bulan) dan pada tanggal 14 (saat bulan purnama). Pada kedua tanggal tersebut posisi Bumi-Bulan-Matahari berada satu garis (konjungsi) sehingga kekuatan gaya tarik bulan dan matahari berkumpul menjadi satu menarik permukaan bumi.

b. Pasang perbani

ialah peristiwa terjadinya pasang naik dan pasang surut terendah (kecil). Pasang kecil terjadi pada tanggal 7 dan 21 kalender bulan. Pada kedua tanggal tersebut posisi Matahari-Bulan-Bumi membentuk sudut 90° .



Ilustrasi pasang surut

Berdasarkan frekuensi terjadinya, dapat dibagi menjadi:

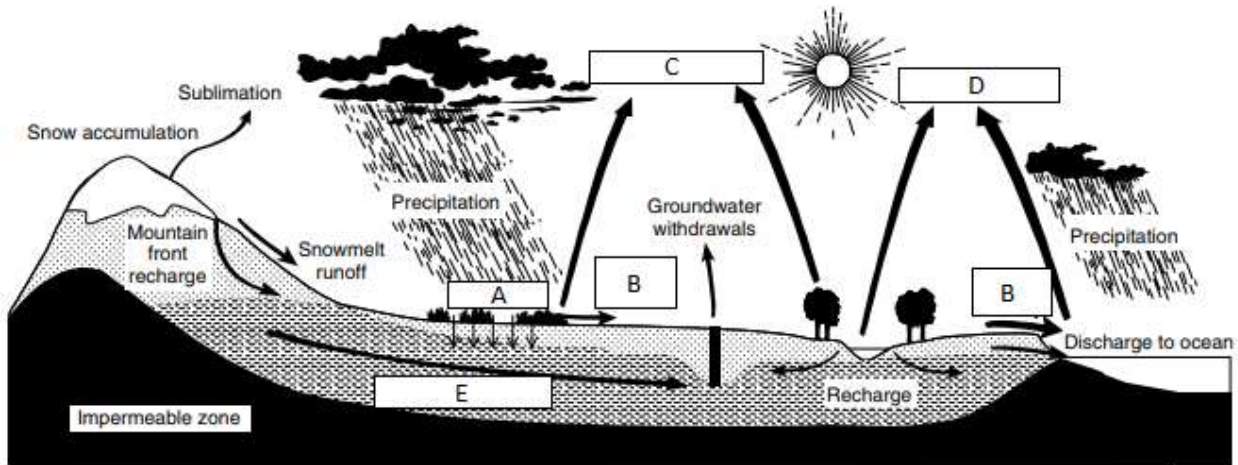
- Pasang surut **harian tunggal** (*diurnal tide*)
Pada pasang surut tipe ini, perubahan pasang surut harian menghasilkan satu kali pasang dan satu kali surut. Periode pasang surut ini 24 jam 50 menit 47 detik. Faktor yang menyebabkannya adalah rotasi bumi dan deklinasi matahari dan bulan.
- Pasang surut **harian ganda** (*semidiurnal tide*)
Pada pasang surut tipe ini, dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi yang hampir sama. Periode pasang surut ini rata-rata 12 jam 24 menit 23,5 detik. Faktor yang menyebabkannya adalah rotasi bumi.
- Pasang surut **campuran dominan harian ganda** (*mixed tide predominant semidiurnal*)
Pada tipe ini, dalam satu hari terjadi dua kali pasang surut dan dua kali surut dengan tinggi dan periode berbeda.
- Pasang surut **campuran dominan harian tunggal** (*mixed tide predominant diurnal*)
Pada tipe ini, dalam satu hari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut, tetapi kadang-kadang terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda.

Sumber:

- Bahan pembinaan calon peserta olimpiade sains nasional bidang kebumihan tahun 2009 oleh Pentatok Kuncoro, S.T
- Materi kuliah di akses di <http://kartono.sttnas.ac.id/Geologi%20Teknik/6.%20HIDROGEOLOGI.pdf>
- Buku Ajar Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Aplikasinya dalam Proses Belajar Mengajar oleh Dr. Naharuddin, M. Si. dkk. 2018
- Materi Pembekalan Peserta 1st International Earth Science Olympiad – IESO 2007 di Seoul, Korea Selatan (Oceanografi)
- Materi kuliah Oseanografi
- Pendalaman Materi Geografi Modul 19 “ PERAIRAN LAUTAN “ oleh Dr. Sukma Pradana P, M.T. dkk. Ristekdikti.

SOAL

Untuk soal nomor 1-2 perhatikan gambar siklus hidrologi berikut ini.



- Proses yang ditunjukkan oleh huruf A, B, C, D, dan E secara berurutan adalah....
 - Run off, Infiltrasi, Evaporasi, Evapotranspirasi, Groundwater flow
 - Infiltrasi, Run off, Evaporasi, Evapotranspirasi, Groundwater flow
 - Run off, Infiltrasi, Evapotranspirasi, Evaporasi, Groundwater flow
 - Infiltrasi, Run off, Evapotranspirasi, Evaporasi, Base flow
 - Infiltrasi, Run off, Evaporasi, Evapotranspirasi, Base flow
- Jumlah air pada proses B dapat ditentukan dengan menghitung jumlah air pada....
 - Snowmelt runoff + presipitasi - proses A + proses C
 - proses B + proses C - presipitasi + snowmelt runoff
 - presipitasi - snowmelt runoff - proses A - proses C
 - presipitasi + snowmelt runoff - proses A - proses C
 - Semua Jawaban salah.
- Pernyataan berikut ini yang benar mengenai porositas ialah:
 - Semakin kecil ukuran butir maka porositas akan semakin kecil
 - Susunan butir yang sama dengan bentuk kubus akan memiliki porositas yang lebih kecil dibandingkan dengan susunan butir yang sama dengan bentuk rhombohedral
 - Semakin dalam batuan terkubur maka porositas akan semakin besar dikarenakan penambahan beban
 - Semakin kecil ukuran butir maka porositasnya akan semakin besar
 - Semua jawaban salah
- Contoh lapisan batuan yang dapat menyimpan air namun tidak dapat meloloskan air dalam jumlah yang berarti adalah:
 - pasir
 - batu kerikil
 - batu gamping
 - shale
 - batuan sedimen

5. Laut yang terbentuk karena proses penyempitan akibat proses sedimentasi daratan adalah:
- A. Laut transgresi
 - B. Laut Ingresi
 - C. Laut Regresi
 - D. Laut Bregresi
 - E. Laut Tertutup

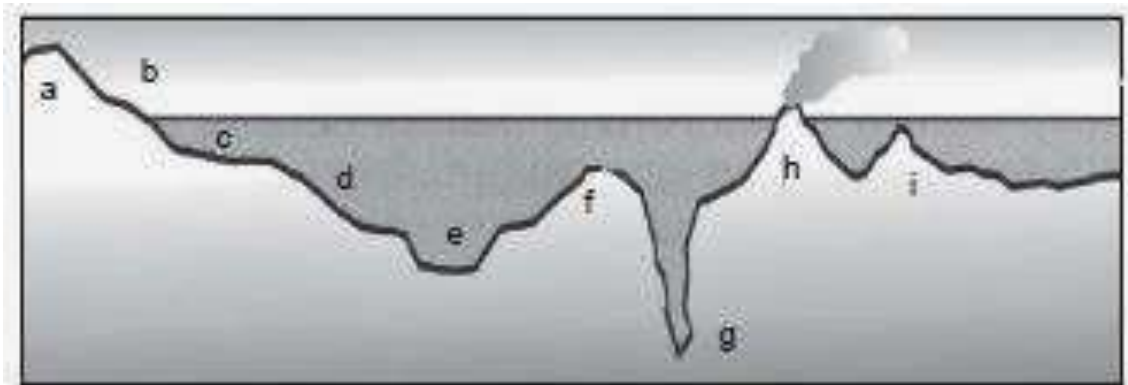


6. Perhatikan gambar berikut!
Jenis laut yang ditunjukkan oleh huruf A. B. dan C secara berurutan adalah:
- A. Laut pedalam, laut, tengah, laut tepi
 - B. Laut pedalam, laut tengah, laut tengah
 - C. Laut tengah, laut pedalam, laut tepi
 - D. Laut tengah, laut tengah, laut tepi
 - E. Laut pedalam, laut pedalam, laut tepi
7. Berikut pernyataan yang benar mengenai sifat air laut adalah:
- A. Peningkatan salinitas akan menyebabkan titik menurun
 - B. Air yang memiliki salinitas terendah adalah air dengan temperatur tinggi dan salinitas rendah
 - C. Air tawar memiliki tekanan uap yang lebih tinggi dibandingkan dengan air laut
 - D. Tekanan osmosis air akan naik dengan penurunan salinitas
 - E. Viskositas air laut lebih rendah dibandingkan dengan air tawar.
8. Sedimen laut yang terbentuk oleh reaksi kimia anorganik dari unsur-unsur terlarut di dalam air disebut:
- A. Sedimen Kosmogenik
 - B. Sedimen Autigenik
 - C. Sedimen Volkagenik
 - D. Sedimen Litogenik
 - E. Sedimen Biogenik
9. Yang dimaksud dengan zona piknoklin adalah :
- A. Zona dimana densitas berkurang dengan cepat seiring dengan bertambahnya kedalaman.

- B. Zona dimana densitas meningkat sangat pelan dengan bertambahnya kedalaman
 - C. Zona dimana salinitas mengalami perubahan besar
 - D. Zona dimana temperatur air laut dengan cepat turun seiring dengan bertambahnya kedalaman
 - E. Semua jawaban salah.
10. Pernyataan berikut yang benar mengenai kecepatan rambat suara di laut adalah...
- A. Kecepatan suara akan berkurang seiring dengan kedalaman karena pengaruh tekanan
 - B. Kecepatan suara akan meningkat pada zona termoklin karena pengaruh temperatur
 - C. Kecepatan suara akan lebih cepat pada daerah tropis dibandingkan dengan lintang tinggi
 - D. Pada daerah air dalam, kecepatan suara akan lebih besar dibandingkan dengan permukaan akibat adanya penurunan temperatur
 - E. Kecepatan suara paling rendah berada pada batas antara mixed layer dan daerah termoklin
11. Unsur-unsur anorganik terlarut minor dalam air laut adalah.....
- A. Brom, Karbon, Stronsium, Boron, dan Fosfor
 - B. Brom, Klor, Natrium, Potassium, dan Fluor
 - C. Brom, Karbon, Stronsium, Silikon, dan Fluor
 - D. Brom, Nitrogen, Fosfor, Boron, dan Fosfor
 - E. Boron, Karbon, Natrium, Boron, dan Silikon
12. Pernyataan yang benar mengenai kelarutan gas pada lautan adalah....
- A. Pada zona termoklin kelarutan gas akan meningkat karena pengaruh temperatur
 - B. Kelarutan gas akan lebih besar pada air tawar dibandingkan dengan air laut
 - C. Kelarutan gas meningkat seiring dengan berkurangnya tekanan
 - D. Kelarutan akan meningkat seiring bertambahnya lintang
 - E. Semua jawaban salah
13. Zona kedalaman laut yang terletak bersamaan dengan lereng benua dan memiliki kedalaman 200 – 2000 meter disebut zona . . .
- A. Abyssal
 - B. Neritik
 - C. Litoral
 - D. Batial
 - E. Eufotik
14. Faktor yang mempengaruhi peningkatan salinitas air laut adalah ...
- A. Peningkatan evaporasi dan peningkatan presipitasi
 - B. Peningkatan transpirasi dan penurunan presipitasi
 - C. Pencairan es di kutub dan penurunan presipitasi
 - D. Masuknya air sungai ke laut dan penurunan evaporasi
 - E. Peningkatan evaporasi dan penurunan presipitasi

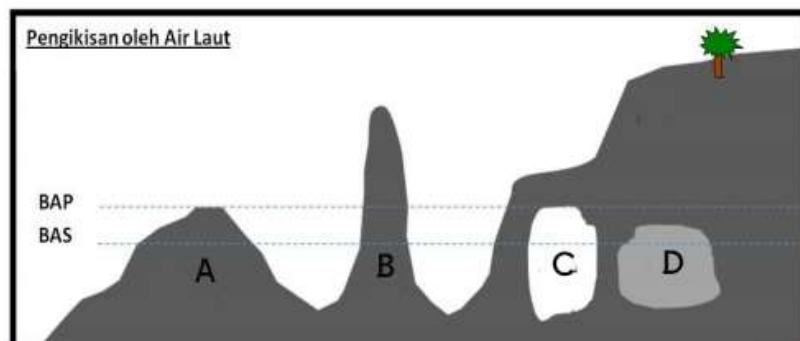
15. Bila gelombang melintasi samudera, setelah meninggalkan daerah pembentukannya, maka ia akan kehilangan energi selama perjalanannya. Hal itu dapat terjadi karena sebagai berikut, kecuali....
 - A. Peredaman internal oleh viskositas air
 - B. Penyebaran gelombang ke arah yang lain karena variasi arah tiupan angin
 - C. Angin yang bertiup berlawanan arah rambat gelombang
 - D. Interaksi dengan gelombang yang terjadi oleh tiupan angin yang sama
 - E. Melewati air yang memiliki keberagaman salinitas dan suhu
16. Pecahan dimana gelombang naik seperti menghujam ke depan, tetapi kemudian dasar gelombang naik ke atas permukaan pantai sehingga gelombang jatuh dan menghilang disebut pecahan gelombang ...
 - A. Plunging breaker
 - B. Spilling breaker
 - C. Surging breaker
 - D. Collapsing breaker
 - E. Blast breaker
17. Berikut ini yang merupakan tipe-tipe gelombang berdasarkan periodenya adalah
 - A. Capillary Waves dengan periode kurang dari 1 detik
 - B. Swell dengan periode ~ 10 deik
 - C. Wind waves dengan periode ~ 1 detik
 - D. Seiches dengan periode jam
 - E. Ripple dengan periode menit
18. Pergerakan revolusi bulan mengelilingi bumi menyebabkan terjadinya variasi pasang surut untuk periode ..
 - A. Tahunan
 - B. Bulanan
 - C. Harian
 - D. Semi Annual
 - E. Intra Seasonal
19. Faktor utama yang mempengaruhi sirkulasi arus permukaan adalah ...
 - A. Letak benua-benua
 - B. Gaya Coriolis
 - C. Transport Ekman
 - D. A dan C benar
 - E. B dan D benar
20. Arus yang disebabkan oleh perbedaan densitas karena kandungan muatan sedimen, dapat terjadi di danau dan waduk, serta dapat dicetuskan oleh gempa bumi, dan longsor bawah laut disebut....
 - A. Longshore current
 - B. Rip Current
 - C. Turbidity Current
 - D. Arus pasang surut
 - E. Upwelling dan Downwelling

21. Lingkungan laut yang hanya akan tergenang saat terjadi pasang tinggi dan memiliki organisme yang akan selalu tersingkap dengan udara disebut ...
- A. Lingkungan eulitoral
 - B. Lingkungan supralitoral
 - C. Lingkungan sublittoral
 - D. Lingkungan neritik
 - E. Lingkungan oseanik eufotik
22. Contoh organisme yang tergolong kelompok bentos kecuali ...
- A. Tripang
 - B. Cacing
 - C. Ubur-ubur
 - D. Bintang laut
 - E. Karang
23. Arus yang timbul akibat angin yang bertiup di atas permukaan laut dalam waktu yang relatif tidak terlalu lama, dipengaruhi oleh gaya Coriolis dan bergerak dalam arah melingkar disebut arus ..
- A. Arus inersia
 - B. Arus geostropik
 - C. Arus Ekman
 - D. Arus pasut
 - E. Arus termohalin
24. Pernyataan berikut yang salah mengenai gelombang laut adalah ...
- A. Refraksi gelombang di daerah tanjung menyebabkan terjadinya konvergensi gelombang
 - B. Gelombang yang sampai pada daerah tanjung akan lebih tinggi karena terjadi konvergensi gelombang
 - C. Refraksi gelombang di daerah teluk menyebabkan terjadinya penyebaran gelombang
 - D. Difraksi gelombang menyebabkan transfer energi secara linear
 - E. Refleksi gelombang menyebabkan terjadinya superposisi gelombang datang dan dipantulkan
25. Berdasarkan cara hidupnya di laut, cumi-cumi tergolong kedalam kelompok ...
- A. Bentos – Moluska
 - B. Zooplankton
 - C. Nekton
 - D. Bentos Sesial
 - E. Tidak termasuk salah satu pilihan di atas



Gambar untuk soal no 26-27

26. Daerah yang ditunjukkan oleh huruf c, d, e, f, dan I secara berurutan adalah . . .
- Paparan benua, bekken, palung laut, punggung laut, dan gunung laut
 - lereng benua, paparan benua, palung laut, punggung laut, dan gunung laut
 - Paparan benua, lereng benua, bekken, punggung laut, dan guyot
 - Paparan benua, lereng benua, bekken, guyot, dan punggung laut
 - Lereng benua, paparan benua, bekken, punggung laut, dan guyot
27. Bagian relief laut yang merupakan tempat terjadinya proses glasiasi dan pengendapan karbonat ditunjukkan oleh huruf
- B
 - C
 - D
 - F
 - I
28. Pernyataan berikut yang benar mengenai siklus termohalin adalah
- Terbentuk karena pemanasan pada lintang rendah
 - Terbentuk karena pendinginan pada lintang tinggi
 - Timbul akibat perbedaan densitas air laut dalam arah vertikal
 - Terjadi akibat proses penambahan dan pengurangan densitas air
 - Semua jawaban benar



Gambar untuk soal no 29-30

29. Relief pantai yang ditunjukkan oleh huruf A, B, dan C secara berurutan adalah ...
- Stamps, arch, dan cave

- B. Arch, stack, dan cave
 - C. Arch, cliff, dan cave
 - D. Stamp, stack, dan Arch
 - E. Stamp, cliff, dan Arch
30. Proses erosi secara terus menerus pada Arch akan membentuk
- A. Cave
 - B. Stack
 - C. Cliff
 - D. Stamp
 - E. Semua jawaban salah