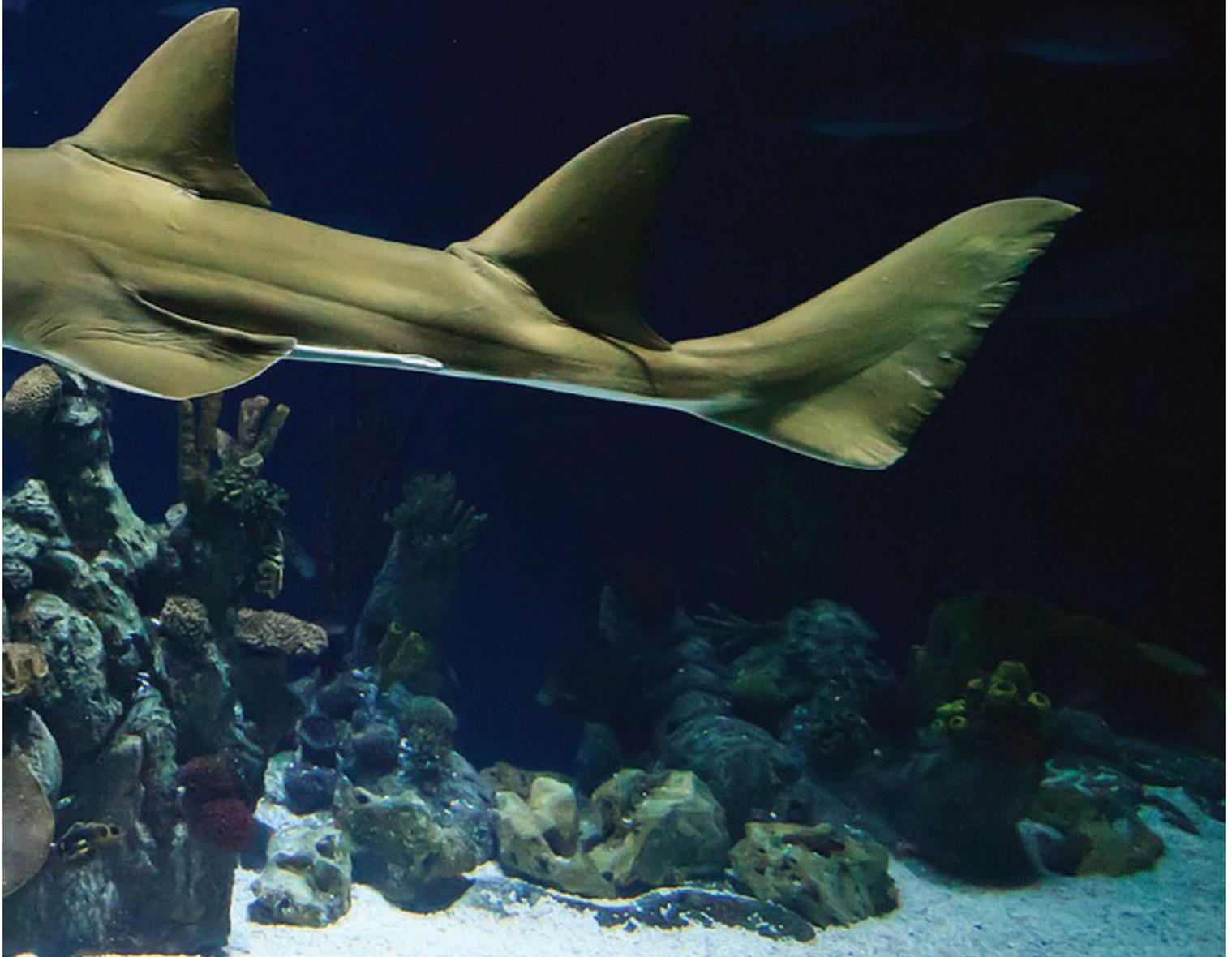


Suwito, M.Pd & Nelya Eka Susanti, M.Pd

Geografi Kelautan



Geografi Kelaütan

Geografi Kelautan

©Suwito, Susanti, NE, 2017

Penulis: Suwito, M.Pd & Nelya Eka Susanti, M.Pd

Layout isi & Cover: Maftuch Junaidy Mhirda

Cetakan pertama, 2017

ISBN: 978-602-74739-9-7

Diterbitkan pertama kali oleh



Penerbit Ediide Infografika

Jl. Bandara Eltari Blok VE 03,
Cemorokandang, Kota Malang

Email: penerbit@ediide.com

website: www.ediide.com

Telp/Fax: 0341-714886

All Right Reserved

Hak Cipta Dilindungi oleh undang-undang.

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Industri perikanan masih lemah dan fragmental belum terintegrasi secara horisontal (antar wilayah dan dengan sektor komplementer) dan belum terintegrasi secara vertikal (hulu-hilir, produksi, pengolahan dan pemasaran baik domestik maupun mancanegara). Permasalahan lain juga seperti pencurian ikan (illegal fishing) oleh kapal ikan asing masih cukup besar, baik di ZEE maupun diperairan kepulauan dan laut teritorial dan juga praktek perikanan yang merusak. Rendahnya tingkat pemanfaatan sumber daya perikanan oleh nelayan Indonesia di Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia (ZEEI) dan daerah terpencil (*remote areas*) lainnya mengindikasikan kurangnya kesungguhan bangsa Indonesia untuk menjadikan laut sebagai bagian dari hari depan bangsa.

Rangkaian acara wisata dan kawasan tujuan pariwisata (*calendar of events dan tourists destination*) kelautan nusantara belum terbangun. Industri hulu-hilir pariwisata kelautan termasuk multimoda transportasi dan jasa *hospitality* juga belum berkembang. Saat ini banyak obyek wisata bahari di Indonesia, baik yang potensial maupun yang sudah dimanfaatkan, belum dikelola dengan baik. Umumnya pengelolaannya masih sangat parsial dan tidak inovatif. Bila cara pengelolaan yang parsial dan tidak inovatif ini tetap dipertahankan, pengembangan wisata bahari di Indonesia tidak akan mencapai hasil maksimum, padahal kepariwisataan merupakan salah satu sektor yang diharapkan dapat menjadi andalan pendapatan negara yang berasal dari nonmigas.

Potensi minyak dan gas bumi masih cukup besar namun cadangan terbukti semakin menipis karena terbatasnya investasi dalam penemuan cadangan tersebut serta berbagai aspek lainnya seperti SDM dan teknologi mengakibatkan sumberdaya minyak dan gas sering menjadi kendala

dalam penyediaan energi nasional maupun industri turunannya. Perhatian terhadap pengembangan industri kelautan sangat terbatas maka kapasitas yang dimiliki tidak berkembang sampai garam-pun kita masih impor. Pengembangan industri kelautan yang maju merupakan tantangan yang perlu dijawab agar dapat menjadi tumpuan masa depan bangsa.

Pengelolaan sumber kekayaan kelautan selama ini dilaksanakan oleh berbagai otoritas secara sektoral dan tidak ada sinergi antara satu instansi dengan instansi lain. Hal ini disebabkan karena landasan kebijakan yang dipergunakan tidak jelas dan cenderung *“ego sektor”*, bahkan sampai saat ini Indonesia belum memiliki Undang-Undang Kelautan dan Kebijakan Kelautan *“Ocean Policy”*. Padahal Undang-Undang tentang Kelautan nantinya adalah sebagai payung hukum dalam penataan hukum/peraturan perundang-undangan di bidang kelautan yang sinergis dan terpadu. Sedangkan Kebijakan Kelautan Indonesia *“Indonesian Ocean Policy”* tersebut dapat dijadikan *“frame work”* atau rujukan bagi semua *“stake holders”* yang sangat peduli terhadap pembangunan kelautan di Indonesia.

Selama ini pelaksanaan pembangunan di Indonesia cenderung berorientasi ke daratan. Dimana paradigma yang terus berlangsung sampai saat ini para pengambil kebijakan di pusat dan daerah lebih berorientasi ke darat daripada ke laut. Kebijakan di bidang kelautan yang ada cenderung tumpang tindih serta lemahnya koordinasi perencanaan pembangunan di bidang kelautan dan perikanan; masih banyaknya konflik antar sektor dan antar daerah yang mendukung rendahnya kontribusi wilayah pesisir dan lautan terhadap perekonomian nasional; bidang kelautan belum menjadi arus utama (*mainstream*) pembangunan nasional, dan paradigma berpikir masih berorientasi kedaratan atau jauh tertinggal dengan kemajuan zaman dimana sampai saat ini bangsa ini terjebak pada *land based oriented*-nya, padahal Alfred Thayer Mahan (1660-1783) mengatakan *“Barang siapa yang menguasai laut akan menguasai dunia”*.

Kelautan Indonesia kedepan diharapkan dapat menjadi arus utama *mainstream* pembangunan nasional dengan memanfaatkan ekosistem perairan laut beserta segenap sumberdaya yang terkandung di dalamnya secara berkelanjutan (*on a sustainable basis*) untuk kesatuan, kemajuan dan kesejahteraan bangsa. Keinginan tersebut dijabarkan dalam lima tujuan yang harus dicapai, yaitu:

1. Membangun jaringan sarana dan prasarana sebagai perekat semua pulau dan kepulauan Indonesia.
2. Meningkatkan dan menguatkan sumber daya manusia di bidang kelautan yang didukung oleh pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi
3. Menetapkan wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia, aset-aset, dan hal-hal yang terkait dalam kerangka
4. Membangun ekonomi kelautan secara terpadu dengan mengoptimalkan pemanfaatan sumber kekayaan laut secara berkelanjutan, dan
5. Mengurangi dampak bencana pesisir dan pencemaran laut (Tridoyo Kusumastanto dkk . 2012).

Buku ini disusun untuk membantu para mahasiswa, praktisi, peneliti, dan khalayak umum dalam memahami dan memecahkan berbagai isu permasalahan global tentang kelautan di Indonesia. Buku ini sangat menarik untuk dibaca dan dipahami. Penyusunan dan penulisan buku ini akan lebih sempurna jika para pembaca bersedia memberikan kritik dan saran.

Malang, 21 Juni 2016

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR~ iii

DAFTAR ISI ~ vii

DAFTAR GAMBAR ~ ix

BAB 1

Ruang Lingkung Geografi Kelautan (Oceanografi) ~ 1

BAB 2

Lembah Lautan (*Ocean Basin*) ~ 11

BAB 3

Relief Dasar Laut ~ 19

BAB 4

Teori Terbentuknya Benua dan Samudra ~ 25

BAB 5

Klasifikasi Jenis Laut ~ 33

BAB 6

Sifat Fisik dan Morfologi Laut ~ 41

BAB 7

Gerakan Air Laut ~ 57

BAB 8

Persebaran Arus Laut ~ 69

BAB 9

Sifat Fisika dan Kimia Air Laut ~ 75

BAB 10

Kehidupan Laut ~ 83

BAB 11

Sumber Daya Air Laut ~ 97

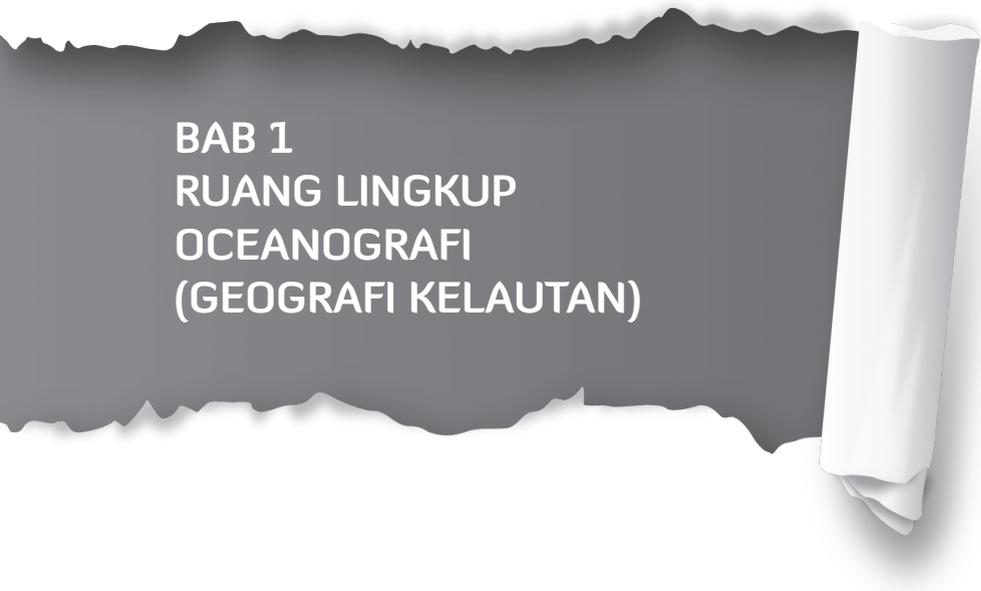
DAFTAR RUJUKAN ~ 113

TENTANG PENULIS ~ 115

Daftar Gambar

Gambar	1.1 <i>Mid-Oceanic System</i>	15
Gambar	1.2 Lokasi Palung atau Trench Mariana.....	16
Gambar	1.3 Mid oceanic volcanic island	17
Gambar	1.4 Pulau Tiku Batang merupakan contoh Atol yang terdapat di Indonesia.	17
Gambar 2.1	Relief dasar laut	21
Gambar 2.2	Relief dasar laut berdasarkan kecuramannya.....	22
Gambar 2.3	Relief dasar laut berdasarkan kedalamannya.....	23
Gambar 2.3	Relief dasar laut berdasarkan bentuknya.....	24
Gambar 3.1	Sejarah terbentuknya benua dan samudra.....	28
Gambar 3.2	Teori dua benua.....	29
Gambar 3.3	Teori pergeseran benua.....	30
Gambar 3.4	Teori Kontraksi	31
Gambar 4.1	Pembagian laut berdasarkan luas dan letaknya.....	36
Gambar 4.2	Pembagian laut berdasarkan kedalaman dan zone.....	38
Gambar 4.3	<i>Continental Shelf & Continental Slope</i>	39
Gambar 5.1	Pengukuran laut dengan batu duga	51
Gambar 5.2	Pengukuran laut dengan gema suara	52
Gambar 6.1	Gelombang air laut	62
Gambar 6.2	Pasang Purnama	64
Gambar 6.3	Pasang Perbani	65
Gambar 6.4	Posisi Bulan – bumi – matahari (pasang surut)	66
Gambar 7.1	Persebaran arus laut di dunia.....	71

Gambar 9.1	Hewan bentos udang.....	86
Gambar 9.2	Tumbuhan Bentos (Rumput laut)	86
Gambar 9.3	Nekton	87
Gambar 9.4	Fitoplankton	88
Gambar 9.5	Zooplankton.....	88
Gambar 9.6	Hutan magrove.....	89
Gambar 9.3	Terumbu Karang.....	92
Gambar 10.2	Aksi penolakan ilegal fishing.....	101
Gambar 10.3	Peta persebaran minyak bumi	104
Gambar 10.4	Industri minyak bumi	109
Gambar 10.2	Petani garam di Madura	110



BAB 1
RUANG LINGKUP
OCEANOGRAFI
(GEOGRAFI KELAUTAN)

RUANG LINGKUP OCEANOGRAFI (GEOGRAFI KELAUTAN)

Planet bumi yang kita huni ini lebih merupakan planet air, karena sebagian besar yaitu 70,8% dari luas muka bumi merupakan laut dan 29,2% merupakan daratan. Dari 510 juta km² luas muka bumi, 361 juta km² merupakan laut dan daratan hanya 149 juta km². Cuaca dan iklim yang memungkinkan kita hidup di planet ini dalam banyak hal sangat ditentukan oleh perkembangan kondisi di laut dan udara di atasnya. Berbeda dengan daratan, seluruh laut di bumi ini merupakan medium yang bergerak dinamis dan saling berkaitan satu dengan lainnya hingga merupakan satu kesatuan yang sinambung.

Ocean yang berarti lautan/samudra adalah subdivisi dari massa air yang luas terletak diantara kontinen-kontinen. Bagian yang lebih kecil dari Ocean disebut Sea. Dalam bahasa latin Oceanus, sedangkan dalam bahasa Yunani Okeanus. Pada abad ke 13 istilah dalam bahasa Inggris biasa digunakan *Sea of Ocean* dan *Sea Ocean* dan akhirnya pada tahun 1950 biasa disebut *Ocean Sea*. Oceanografi dapat didefinisikan secara sederhana sebagai ilmu yang mempelajari lautan. *Oceanography is the scientific study of the Ocean in all its aspect*. Beberapa

penulis telah menggunakan istilah Oceanografi dengan istilah lain yaitu Oceanology dan Thassography. Tetapi kemudian yang lebih populer yaitu Oceanografi.

Study yang sama dari danau dan air tawar adalah Limnology. Danau, sungai, air tanah, uap air di atmosfer, samudera merupakan bagian besar dari muka bumi yang dikenal sebagai Hidrosphere. Dilihat dari aspek-aspek fisiknya maka oceanografi termasuk kepada salah satu bagian dari geophysika, dilihat dari aspek chemis termasuk bagian dari ilmu kimia, dari aspek geologi merupakan bagian dari ilmu geologi, serta bila dilihat dari aspek biologinya merupakan bagian dari ilmu biologi. Oleh karena itu meskipun oceanografi merupakan ilmu yang terpisah, tetapi merupakan pertemuan dari empat ilmu pengetahuan yaitu:

1. *The physical study of water and wave movements.*
2. *The geological study of the form of the ocean basin and the characteristic of the sediments laid down in them.*
3. *The chemical study of the water and dissolved substances.*
4. *The biological study of the plant animal life in the sea.*

Kata lain Oceanografi itu ialah *Scientific study* dan eksplorasi lautan atau laut-laut serta semua aspek-aspeknya. Termasuk sedimen, batuan yang membentuk dasar laut, interaksi antara laut dengan atmosfer, pergerakan air, serta faktor-faktor tenaga yang menyebabkan adanya gerakan tersebut baik tenaga dari dalam maupun tenaga dari luar, kehidupan organisme, susunan kimia air laut, serta asal mula terjadinya lautan dan laut-laut purbakala. Oleh karena itu oceanografi dikatakan sebagai suatu science mengenai laut yang terdiri dari beberapa cabang ilmu pengetahuan seperti: geologi, meteorology, biologi, kimia fisis, geofisika, geokimia, gerakan mekanis dan aspek-aspek teoritis yang harus menggunakan ilmu pasti.

Sahala Hutabarat dan Stewart M. Evans (1985:1), oseanografi dibagi menjadi empat cabang ilmu, yaitu :

1. Fisika Oseanografi: ilmu yang mempelajari hubungan antara sifat-sifat fisika yang terjadi dalam lautan sendiri dan yang terjadi antara lautan dengan atmosfer dan daratan termasuk kejadian-kejadian seperti terjadinya tenaga pembangkit pasang dan gelombang, iklim dan system arus yang terdapat di lautan.

2. Geologi Oseanografi: ilmu geologi penting artinya bagi kita dalam mempelajari asal terbentuknya lautan, termasuk di dalamnya penelitian tentang lapisan kerak bumi, gunung berapi dan terjadinya gempa bumi.
3. Kimia Oseanografi: ilmu yang berhubungan dengan reaksi-reaksi kimia yang terjadi di dalam dan di dasar laut dan juga menganalisa sifat-sifat dari air laut itu sendiri.
4. Biologi Oseanografi: cabang ilmu oseanografi yang sering dinamakan Biologi Laut yang mempelajari semua organisma yang hidup di lautan termasuk binatang-binatang yang berukuran sangat kecil (plankton) sampai yang berukuran besar dan tumbuh-tumbuhan air laut.

Oseanografi juga merupakan environmental science yang menerangkan semua proses di dalam osean dan interelasi antara osean dengan tanah, udara dan semesta alam sehingga dalam mempelajarinya selain di dalam laboratorium buata juga perlu pergi ke laut dengan kapal-kapal ekspedisi melihat dan menyelidiki secara nyata.

Beberapa ekspedisi kelautan

Dimulai dari perjalanan/pelayaran yang dilakukan oleh pelaut-pelaut Carthago dan Phunisia (tahun 465 S.M) yang berlayar keluar dari Laut Tengah melalui selat Gibraltar ke kepulauan Inggris. Pytheas (tahun 300 S.M) mengadakan pelayaran ke Eropah Barat terutama ke Inggris dan Islandia. Pytheas orang yang pertama yang menyatakan ada hubungan antara pasang naik-pasang surut air laut dengan bulan. Kemudian orang Viking sampai di Islandia (tahun 865) dan mendarat di Greenland (tahun 982) dimana Erik Merah mendirikan koloni di sana.

Baru pada abad 15 – 16 pelayaran yang dilakukan oleh orang Sepanyol dan Portugis dengan tujuan mencari India dan Tiongkok (China). Pada tahun 1486 Bartholeus Diaz mencapai Tanjung Harapan. Tahun 1492 Christopher Columbus menemukan Amerika. Tahun 1498 Vasco de Gama mendarat di India. Pada tahun 1519 Fernando Magelhaens dengan lima kapal Sepanyol melalui selat Magelhaens – samudera Pasifik – Filipina dan di sana ia terbunuh. Tetapi rombongannya terus berlayar ke samudera Hindia – Tanjung Harapan dan kembali ke Sepanyol.

Pada tahun 1616 orang Belanda Le Maire dan Schouten sampai pula Ujung Selatan benua Amerika yang ia beri nama di Tanjung Horn. Begitu juga pelaut-pelaut Prancis menemukan pulau Bouvet yang dikiranya

Tanah Selatan (Australia). Pengetahuan orang tentang laut semakin berkembang setelah dilakukan ekspedisi (penelitian) tentang kelautan. Berikut ini beberapa ekspedisi laut yang terkenal:

1. Ekspedisi ke kutub

Scorsby Sr & Jr. pada tahun 1806 berangkat dari Spitsbergen mencapai lintang $81,5^{\circ}$ LU. Peary tahun 1827 dari Spitsbergen mencapai lintang $82,45^{\circ}$ LU dan pada tahun 1909 ia berhasil mencapai kutub Utara. Fridtjof Nansen (1893 – 1896) berlayar ke kutub. Amundsen mencapai kutub Selatan pada tahun 1911 dan Scot pada bulan Januari 1912.

2. Ekspedisi James Cook (1772 – 1775)

Dianggap orang yang pertama memimpin ekspedisi yang semata-mata berdasarkan ilmu pengetahuan. Dalam ekspedisinya ia disertai ahli ahli Ilmu Alam yang selain mengadakan pengukuran dalamnya laut juga diadakan penyelidikan temperature. Ekspedisi yang terkenal yaitu pada tahun 1772 – 1775 ke samudera Antartika sampai pada lintang 60° LS. Penyelidikannya memperoleh kesukaran diantaranya:

- a. Tekanan air yang besar pada thermometer yang menyebabkan thermometer itu menunjukkan suhu yang terlalu tinggi.
- b. Karena yang diselidiki ini jauh di dalam laut sukar diukur temperaturnya. Pada tahun 1811 Scoresby mengerti bahwa di daerah Artik terdapat air yang lebih dingin diatas air yang kurang dingin. Tidak sepenuhnya benar yang menyatakan makin dalam laut suhunya makin dingin.

3. Matthew Fountaine Maury (1806 – 1873).

Sebagai pelopor Physical Oceanography, ia orang yang pertama memberu ujud kepada hakekat Oseanografi sebagai ilmu tersendiri disamping biologi laut. Ia seorang opsir Amerika Serikat, ia menyusun peta-peta klimatologi dan Oseanografi. Terutama peta angin dan arus laut. Berdasarkan peta tersebut ia menyusun Sailing direction (petunjuk jalan perjalanan). Ia menyusun buku pegangan yang pertama tentang Oseanografi yaitu *The Oceanography of the sea* ia pula yang pertama mengarahkan perhatian dunia pada perputran air laut di dunia ini baik di permukaan maupun di dalam dan membandingkan dengan peredaran darah dalam tubuh manusia.

4. Expedisi Callenger (1872 – 1876)

Challenger nama sebuah karvet dari angkatan laut Inggris dan diperlengkapi sebaik- baiknya untuk ekspedisi tersebut dengan laboratorium-laboratorium. Ekspedisi ini dipimpin oleh Wyville Thomson guru besar geologi & biologi. Ekspedisi tersebut berlangsung dari Desember 1872 sampai Mei 1876. Diadakan penyelidikan mengenai arus, temperature, susunan kimia air laut serta sifat-sifat air laut lainnya. Juga diselidika mengenai meteorology, magnetis, geologi, zoology (botani). Kapal berangkat dari Inggris – Selat Gibraltar – Tennerife – Tanjung Harapan – perairan kutub Selatan sampai barrier es pada lintang 670 LS terus ke Australia - Hongkong dan kembali lewat Filipina – Irian Utara – Yokohama – Valvaraiso – melalui selat Magelhaen ke Montevideo - ke Timur sampai Tristan dan Chuncha – lalu kembali ke Portsmount. Hasilnya disusun oleh spesialis-spesialis dan diumumkan dalam Report of the scientific Result of the voyage of H.M.S. Challenger.

Orang-orang penting dalam ekspedisi itu antara lain Sir John Murray (biolog dan geolog) sebagai wakil dari Wyville Thomson. John Hjart (biolog dan Oseanograf Norwegia), ia telah mengadakan penyelidikan di Samudera Atlantik Utara dengan kapal Norwegia Michael Sars tahun 1910. Selain dari ekspedisi-ekspedisi tersebut masih banyak para ekspedisi yang juga berjasa dalam penyelidikan laut. Dua ekspedisi yang penting pula untuk laut-laut Indonesia ialah ekspedisi bangsa Belanda seperti ekspedisi Siboga yang dipimpin oleh Max Webber (1899 – 1900) dan ekspedisi Snellius yang dipimpin oleh Van Riel (1929 – 1930).

Kegiatan Penelitian Laut di Indonesia

Lembaga penelitian laut di Indonesia mula-mula didirikan oleh Dr. J. C. Koningsberger (Direktur Kebun Raya Bogor) di Pasar Ikan Jakarta pada tahun 1904, merupqkqn stasion perikanan yang bertujuan mengadakan penelitian perikanan laut. Pada tahun 1919 ditambah dengan aquarium sebagai gambaran keindahan biota laut. Aquarium ini dipamerkan dan untuk menternakan ikan hias tropika untuk export.

Stasion perikanan ini kemudian diganti namanya menjadi "Laboratorium voor het onderzoek derzee yang secara organisatoris ada di bawah Kebun Raya Bogor. Laboratorium ini menyelidiki Planktonologi, Benthologi,

Biologi lainnya, Fisika air laut dan lain-lain. Kemudian diserahkan kepada LIPI bagian dari Lembaga Biologi Nasional dengan diberi nama Lembaga Penelitian Laut, sekarang menjadi Oceanologi dibawah Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) dengan bermacam-macam laboratorium, seperti:

1. Laboratorium Zoologi: (a) Bagian Ichthyologi (bangsa ikan), (b) Molacologi (bangsa keong dan kerang-kerangan), (c) Carcinologi (bangsa udang dan kepiting), (d) Aquarologi (mengenai aquarium), (e) Corallia (bangsa karang).
2. Laboratorium Botani: (a) Bagian Algologi (bangsa ganggang, agar-agar), (b) Bagian Bakteriologi.
3. Laboratorium Produktivitas lautan dan Planktonologi: (a) Marine productivity (produksi lautan), (b) Bagian Phytoplanktonologi, (c) Zooplanktonologi.
4. Laboratorium Oseanografi : (a) Bagian Kimia air laut, (b) Fisika air laut.

Dilihat dari perkembangannya penelitian kelautan di Indonesia dapat dibagi menjadi empat periode yaitu:

Periode I (1600 – 1850)

Tokoh yang penting pada periode ini adalah Georgius Everhandus Rumphius (biologian Belanda). Ia membuat mengenai flora dan fauna dari wilayah Ambon dan sekitarnya baik yang hidup di darat maupun di laut. Pada periode ini pula berdatangan atau melintas ekspedisi-ekspedisi ilmiah dari negara lain ke Indonesia, misalnya dari Prancis ekspedisi Physicienne (1817 – 1820), ekspedisi Coquille (1822 -1825), ekspedisi Astrolabe (1826 – 1829), ekspedisi Bonite (1836 – 1837). Demikian juga ekspedisi yang dilakukan oleh bangsa Inggris seperti ekspedisi Beagle (1832 – 1836) yang membawa biologian Charles Darwin, kemudian juga ekspedisi Sulphur (1836 – 1842).

Periode II (1850 – 1905)

Tokoh penting pada periode ini adalah Pieter Bleeker (1819 -1878) seorang dokter tentara ahli iktiologi (ilmu mengenai ikan). Pada tahun 1870 an mulai timbul perhatian kearah laut dalam, seperti ekspedisi

keliling dunia yang dilakukan oleh kapal Inggris Challenger (1872 – 1876) yang juga masuk ke perairan Indonesia. Beberapa waktu kemudian datang pula ke Indonesia ekspedisi Jerman Valdivia (1898 – 1899) dan Planet (1906 – 1907).

Begitu juga ekspedisi Belanda dengan kapal Siboga (1899 – 1900) yang memberikan tekanan utama pada penelitian biologi kelautan. Ekspedisi ini beroperasi di perairan Indonesia bagian Timur. Dalam ekspedisi ini menemukan banyak jenis-jenis baru. Selain dari itu peta batimetri (peta konfigurasi dasar laut) yang pertama untuk Indonesia dihasilkan pula dari ekspedisi ini yang disusun oleh Tyderman (1903).

Periode III (1905 – 1960)

Pada periode ke tiga, penelitian kelautan di Indonesia sudah lebih sistematis dan mulai melembaga. Tahun 1904 merupakan tahun bersejarah, karena pada saat itu atas prakarsa Dr. Koningsberger (Direktur Kebun Raya Bogor) didirikanlah Visscherij Station (Stasiun Perikanan) yang pertama di Indonesia yang berlokasi di Pasar Ikan – Jakarta. Tiga tahun kemudian stasiun ini diperkuat dengan kapal peneliti G i e r yang pada saat itu merupakan kapal penelitian yang pertama untuk Asia Timur.

Pada tahun 1919 Stasiun Perikanan tersebut dibongkar dan dibangun gedung baru untuk Laboratorium voor het Onderzoek der Zee (Lab. Penelitian Laut) yang mulai berfungsi sejak tahun 1922. Lembaga ini dilengkapi dengan akuarium umum. Kegiatan laboratorium ini sudah meliputi masalah ilmiah yang mendasar terutama dalam bidang biologi kelautan. Disini muncul tokoh-tokoh penting seperti Delsman dengan penelitiannya ekologi plangton di Indonesia, Verwey dengan penelitiannya dalam ekologi terumbu karang dan ekologi kepingan bakau, sedangkan Hardenberg dengan biologi perikanan.

Botani kelautan terutama mengenai alga laut juga diteliti oleh Weber van Bosse yang sebelumnya ia ikut dalam ekspedisi Siboga. Dibiidang geologi kelautan dihasilkan karya penting oleh Molengraff (1922) yang kemudian juga mengajukan teori-teorinya tentang pembentukan terumbu karang di Indonesia dan daerah sebarannya (1929). Salah satu karya terbesar yang dilaksanakan dalam periode ini adalah ekspedisi Snellius (1929 – 1930) yang dilaksanakan di perairan Indonesia Timur dengan tekanan utama dalam penelitiannya pada kondisi fisika, kimia,

dan geologi kelautan.

Dengan datangnya kapal riset Samudera (1955), pelayaran oseanografi telah dapat dilakukan dengan teratur sehingga dapat diungkap terjadinya penaikan air (upwelling) di laut Banda oleh Wyrcki (1957). Tahun 1952 datang pula ke Indonesia ekspedisi Galathea dari Denmark yang tujuan utamanya mempelajari biologi yang terdapat pada laut dalam. Ekspedisi ini berhasil memperoleh berbagai jenis fauna dari dasar palung-palung yang terdalam di perairan Indonesia dan juga penelitian produktivitas primer fitoplankton dan bakteri laut.

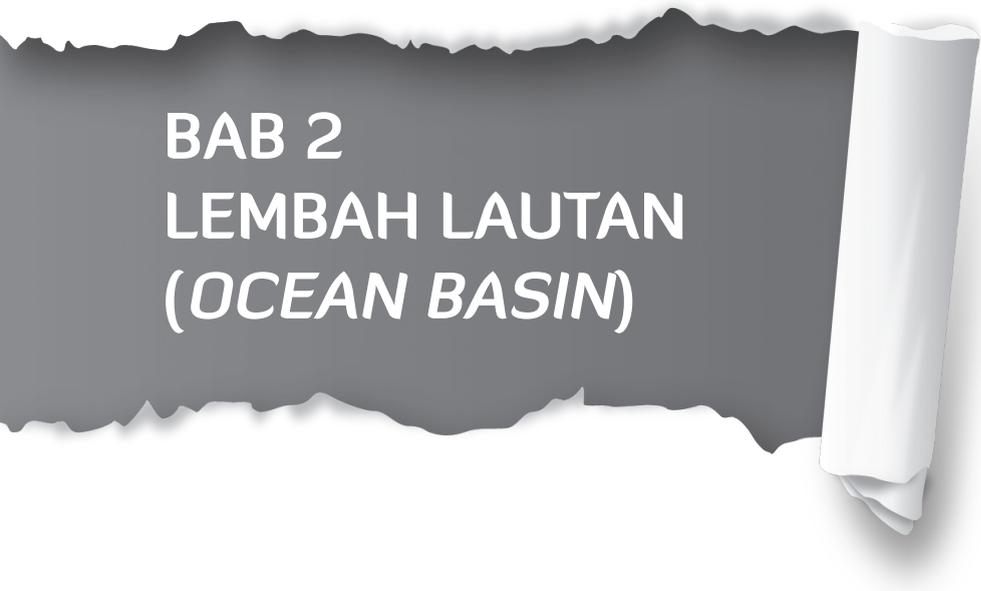
Periode IV (setelah 1960)

Atas prakarsa Prof Kosnoto (saat itu Direktur Kebun Raya Bogor) didirikanlah Akademi Biologi di Ciawi Bogor yang juga mempunyai jurusan penelitian laut. Dari sini lahir generasi pertama putra-putra Indonesia yang menangani penelitian-penelitian dalam ilmu kelautan.

Pada periode ini berdiri tiga lembaga yaitu Lembaga Penelitian laut (kini Lembaga Oseanologi Nasional – LIPI), Lembaga Penelitian Perikanan Laut (kini Sub Balai Penelitian Perikanan Laut – Departemen Pertanian) dan Dinas Hidrografi Angkatan Laut (kini Dinas Hidro – Oseanografi TNI Angkatan Laut).

Mulai beroperasinya kapal riset Jalanidhi (1963) dan kemudian kapal Burudjulasad (1966) makin memperkuat kemampuan Indonesia untuk melaksanakan survey dan penelitian kelautan. Penelitian kelautan yang telah dilakukan adalah operasi Baruna I (1964) merupakan ekspedisi ilmiah kelautan yang pertama di perairan Indonesia Timur. Operasi Baruna II (1966), operasi Cendrawasih (1967) dan juga ekspedisi gabungan RI dengan Belanda yaitu ekspedisi Snellius II di perairan Indonesia Timur.

Sementara itu juga ada ekspedisi-ekspedisi Indonesia yang diperkuat oleh ahli-ahli asing, misalnya ekspedisi Rumphius I, II dan III yang tekanannya pada biosistematik. Beberapa Universitas untuk mengembangkan ilmu kelautan yaitu Universitas Hasanudin, Universitas Diponegoro, Universitas Pattimura, Institut Pertanian Bogor, Universitas Riau dan Universitas San Ratulangi.

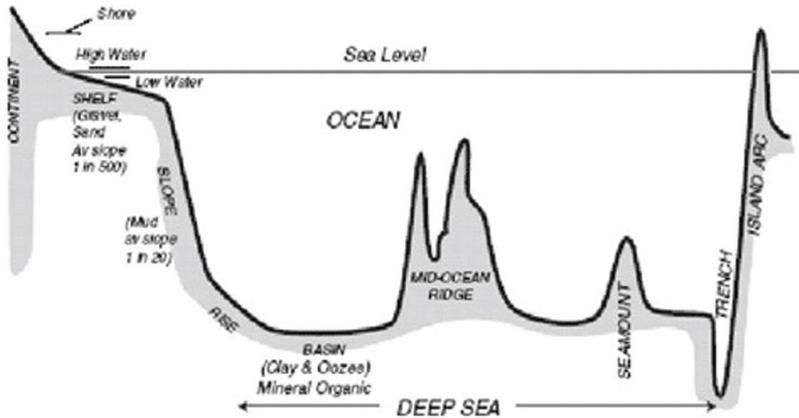


BAB 2
LEMBAH LAUTAN
(*OCEAN BASIN*)

LEMBAH LAUTAN (*OCEAN BASIN*)

Seperi halnya benua di daratan, lautan juga mempunyai bentuk permukaan yang tidak rata. Bentuk permukaan atau topografi di lautan kenyataannya lebih bervariasi ketimbang topografi di Benua daratan. Awalnya sebelum diteliti lebih lanjut diyakini bahwa permukaan lautan itu berbentuk datar tidak memiliki bentuk yang bervariasi tapi ilmuwan-ilmuwan modern seperti saat ini telah membuktikan bahwa topografi lautan itu berbentuk kompleks seperti halnya daratan. Salah satu bentuk topografi lautan adalah Lubuk laut atau *Ocean Basin*.

Lubuk Laut atau Lembah Laut atau *Ocean Basin* adalah sebuah lembah di dasar laut yang berbentuk membulat, dalam, dan luas. Lubuk laut terjadi karena pemrosotan dasar laut, seperti contoh Lubuk Laut Sulawesi dan Lubuk laut Banda. Pada mulanya dipercaya bahwa permukaan dasar lautan itu adalah datar dan tidak mempunyai bentuk, tetapi ilmu-ilmu modern sekarang telah membuktikan bahwa topografi mereka adalah kompleks seperti daratan.

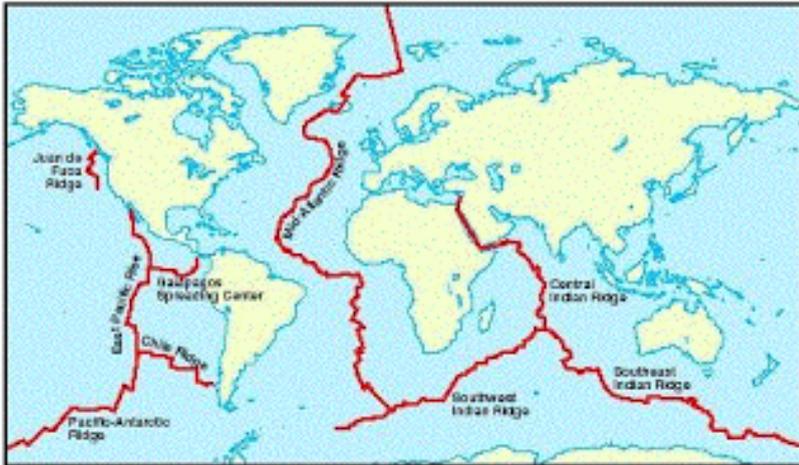


Bentuk-bentuk tofografi dasar laut tersebut antara lain:

1. *Ridge* dan *Rise*

Punggung Laut atau *Ridge* dan *Rise* merupakan suatu bentuk proses peninggian yang terdapat di atas lautan (*seafloor*) yang hampir serupa dengan adanya gunung-gunung di daratan. Secara prinsipnya tidak perbedaan antara *Ridge* dan *Rise* hanya dapat dibedakan dari letak kemiringan lereng-lerengnya saja. *Ridge* lerengnya bersifat terjal dari *rise*. Sebagai contoh, puncak-puncak dari sistem *ridge* di tengah-tengah Atlantik mempunyai tinggi sekitar satu sampai empat kilometer di atas lantai lautan dan sifat kemiringan *rise* dari dasar dengan lebar 1.500 - 2.000 kilometer. *Rise* di Pasifik Timur kurang datar dan ini tampak kira-kira seperti sebuah tonjolan rendah pada lantai lautan. *Rise* ini mempunyai ketinggian sekitar dua sampai empat kilometer dari dasar dan mempunyai lebar kira-kira 2.000 - 4.000 kilometer.

Ridge dan *Rise* utama yang membentang di dunia bergabung menjadi satu dan membentuk rantai yang amat panjang yang dikenal sebagai *mid-oceanic system* (*system ridge* bagian tengah lautan).

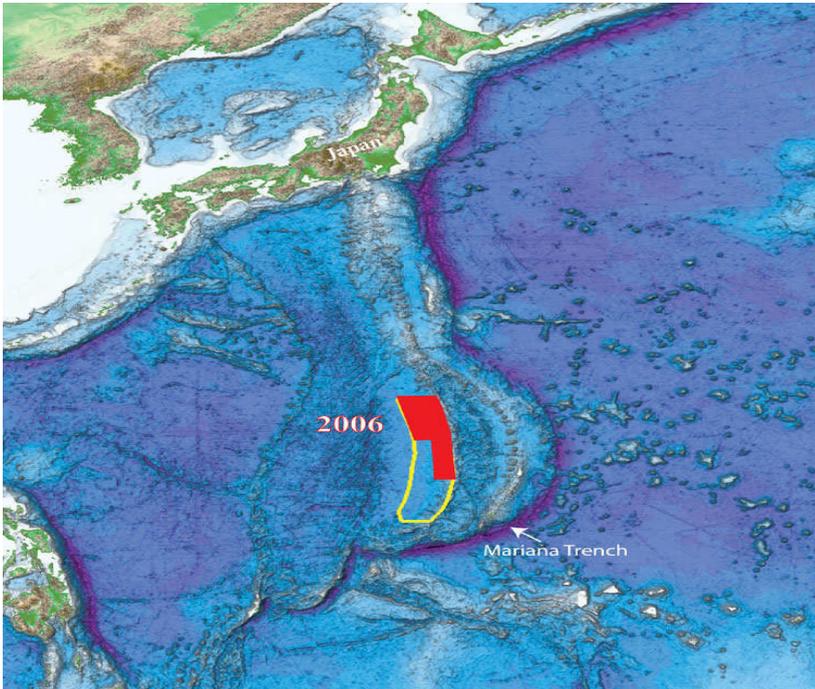


Gambar 1.1 Mid-Oceanic System

Ridge dan *rise* utama yang membentang di dunia bergabung menjadi satu dan membentuk satu rantai yang amat panjang yang dikenal sebagai *mid-oceanic ridge system* (*system ridge* bagian tengah lautan), Ini merupakan suatu rangkaian yang terpotong-potong oleh daerah patahan (*fault*) yang banyak dengan membentuk sudut siku-siku. Bagian tengah *system ridge* ini di tandai dengan baik di *mid-Atlantic Ridge*. Tetapi hal ini juga dapat di kenal dimana *system ridge* membentuk sebuah penyebaran yang mengesankan di daratan Afrika Timur. Di sini lembah *rift* dapat di temukan dengan kedalaman 2.800 km dimana kemudian tempat ini di isi dengan air yang membentuk danau-danau seperti antara danau Tanganyika.

2. *Trench*

Bagian laut yang terdalam adalah berbentuk seperti saluran yang seolah-olah terpisah sangat dalam yang terdapat di perbatasan antara benua dengan kepulauan. Mereka biasanya mempunyai kedalaman yang sangat besar. Sebagai contoh, sebagian dari *Java Trench* mempunyai kedalaman sebesar 7.700 meter.

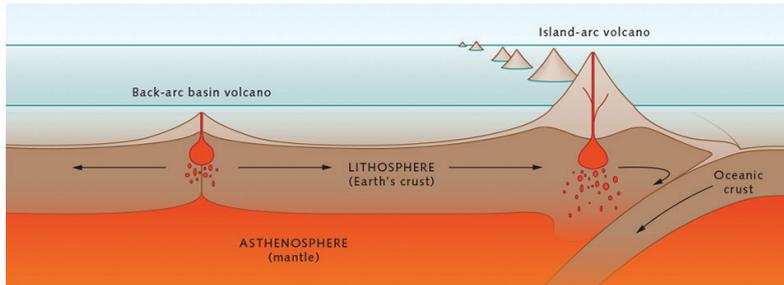


Gambar 1.2 Lokasi Palung atau Trench Mariana.

3. *Abysal Plain* (daratan abysal)
Daerah ini *relative* terbagi rata dari permukaan bumi yang terdapat di bagian sisi yang mengarah ke daratan dari *system mid-oceanic ridge*.
4. *Continental Island* (Pulau-pulau benua)
Beberapa pulau seperti Greenland dan Madagaskar menurut sifat geologinya merupakan bagian dari massa tanah daratan benua besar yang kemudian menjadi terpisah. Daerah-daerah ini lapisan kerak buminya terdiri dari batuan-batuan besi (*granitic*) yang jenisnya sama dengan yang terdapat di daratann benua.
5. *Island Art* (Kumpulan pulau-pulau)
Kumpulan pulau-pulau seperti kepulauan Indonesia juga mempunyai perbatasan dengan benua, tetapi mereka mempunyai asal yang berbeda. Kepulauan ini terdiri dari batu-batuan vulkanik dan sisa-sisa sedimen pada bagian permukaan kulit lautan.

6. *Mid-Oceanic Volcanic Island* (Pulau-pulau vulkanik yang terdapat di tengah-tengah lautan)

Daerah ini terdiri dari banyak pulau-pulau kecil, khususnya terdapat di Lautan pasifik, di mana letak mereka sangat jauh dari massa daratan.



Gambar 1.3 Mid oceanic volcanic island

7. Atol-Atol

Daerah ini terdiri dari kumpulan pulau-pulau yang sebagian tenggelam dibawah permukaan air. Batu-batuan yang terdapat disini di tandai oleh adanya terumbu karang (*coral-reef*) yang terbentuk seperti cincin yang mengelilingi sebuah lagon yang dangkal.



Gambar 1.4 Pulau Tiku Batang merupakan contoh Atol yang terdapat di Indonesia.

8. *Seamount* dan *Guyot*

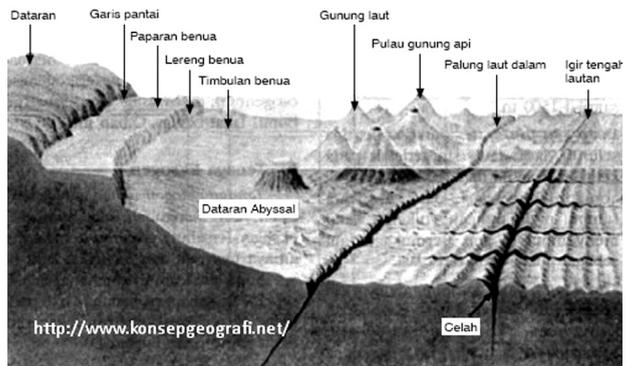
Mereka adalah gunung-gunung berapi yang muncul dari dasar lantai lautan, tetapi tidak dapat mencapai sampai kepermukaan laut. *Seamount* mempunyai lereng yang curam dan berpuncak runcing dan kemungkinan mempunyai tinggi sampai 1 kilometer atau lebih. *Guyot* mempunyai bentuk yang serupa dengan *seamount* tetapi bagian puncaknya datar.



BAB 3
RELIEF DASAR
LAUT

RELIEF DASAR LAUT

Relief dasar laut mirip dengan permukaan daratan, menonjol ke atas dan ada bagian yang cekung ke bawah, seperti tampak pada gambar berikut ini.



Gambar 2.1 Relief dasar laut

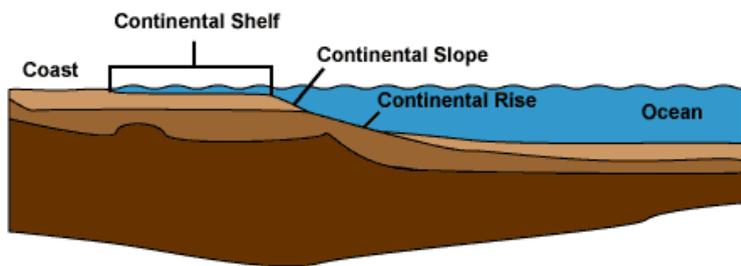
1. Basin atau lubuk laut, yaitu bentuk dasar laut yang mirip dengan palung laut, tetapi dasarnya lebih lebar dan datar.
2. Celah memanjang (*rift valley*), yaitu cekungan seperti parit yang lebar dan memanjang di dasar laut.
3. Pegunungan bawah laut, yaitu rangkaian pegunungan yang ada di bawah permukaan air laut.

4. Gunung berapi bawah laut, yaitu gunung berapi yang berada di dasar laut, dan di bawah permukaan air laut.

Permukaan bumi tidak rata karena adanya tenaga endogen dan tenaga eksogen. Tenaga endogen adalah tenaga yang berasal dari dalam bumi sedang tenaga eksogen berupa tenaga yang berasal dari luar bumi. Relief dasar laut dapat dibagi sebagai berikut:

a. Berdasarkan kecuramannya:

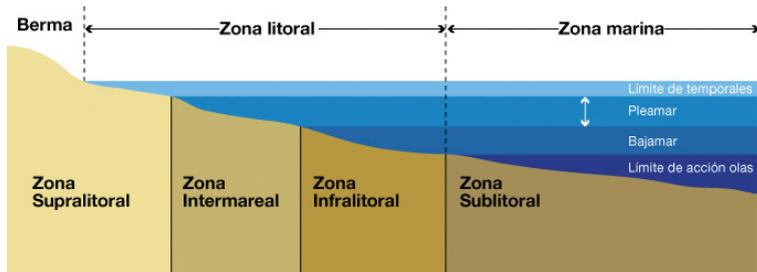
1. *Continental shelf* (paparan benua), relief ini dimulai dari zona pasang surut hingga relief dasar laut yang landai sebagai batas lautan.
2. *Continental Slope* (lereng benua), relief yang membatasi *continental shelf* dengan dasar laut yang hampir rata, kemiringan relief ini curam. Batas antara *continental shelf* dan *continental slope* merupakan batas dari lautan. *Continental slope* juga dikenal dengan sebutan kaki benua.
3. *Deep sea plain* (dataran dasar laut), relief ini mempunyai lereng yang hampir datar sampai landai karena adanya pengendapan di dasar laut meskipun masih terdapat bentukan seperti punggung, plato palung, dan gunung api dasar laut yang muncul sebagai pulau gunung api seperti Pulau Rakata.
4. *The deeps* (laut dalam), relief ini curam, sempit dan mencapai kedalaman lebih dari 5000 m. Biasanya, relief ini bentuknya



Gambar 2.2 Relief dasar laut berdasarkan kecuramannya

b. Berdasarkan Kedalamannya

1. Zona Litoral (jalur pasang), zona ini merupakan tempat pasang dan surutnya permukaan air laut dan batas antara daratan dan lautan.
2. Zona Neritik, zona ini dibatasi antara tempat pasang surut sampai continental shelf dengan kedalaman, 50-200 m dari permukaan laut. Zone ini penting artinya bagi hewan laut karena sinar matahari mampu menembus perairan, karena itu itu nelayan banyak menangkap ikan di zona ini.
3. Zona Batial, merupakan zona laut yang dalamnya antara 200 – 2000 m. Sinar matahari sudah tidak dapat menembus zona ini. Pada zona ini tumbuhan sangat terbatas walaupun binatang laut masih ada.
4. Zona Abysal, zona ini merupakan zona laut dalam dengan morfologi dasar laut landai sampai datar, meskipun terdapat cekungan yang memanjang yang disebut palung laut. Zona ini sering disebut sebagai lantai benua. Relief dasar laut berdasarkan kedalamannya ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



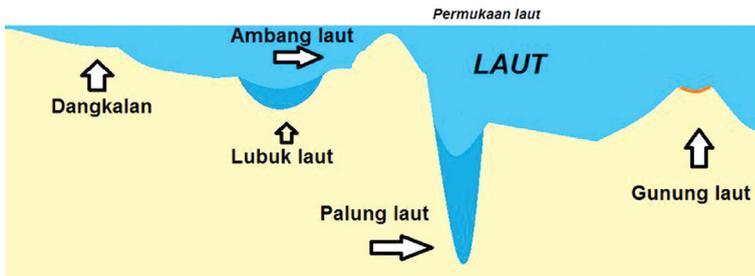
Gambar 2.3 Relief dasar laut berdasarkan kedalamannya

c. Berdasarkan Bentuknya

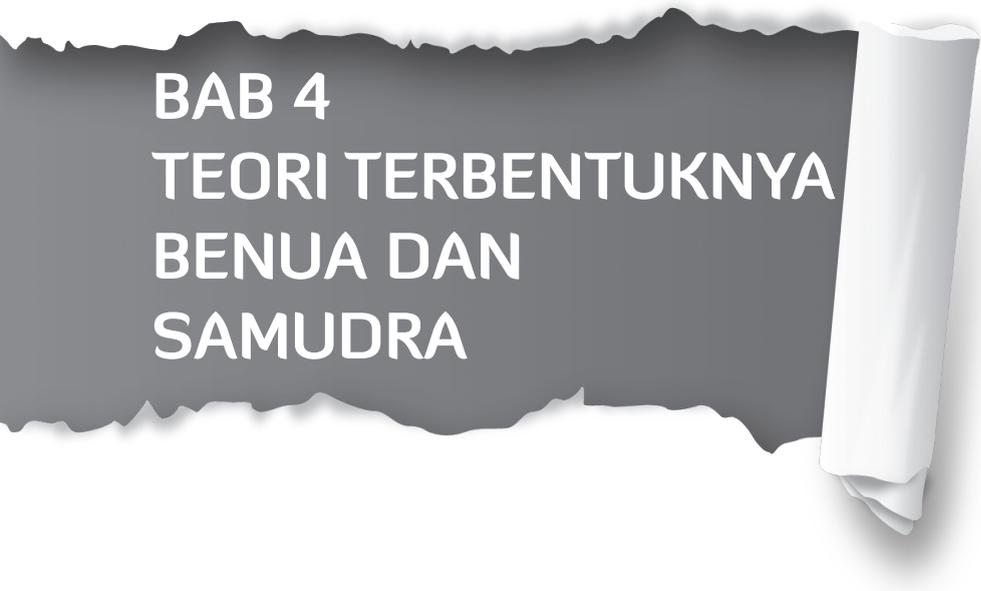
1. Basin, dikenal juga dengan lubang laut. Lubuk laut merupakan cekungan di dasar laut yang bentuknya sama dengan danau di daratan. Contoh basin adalah basin Banda dan Sulawesi.
2. Palung laut (*trench/trough*), merupakan dasar laut yang menyerupai lembah yang dalam dan memanjang. Contoh palung adalah

palung Mindanau yang dalamnya 11.165 meter.

- Ambang laut, merupakan bentukan di dasar laut seperti bukit memanjang yang memisahkan 2 laut. Contoh ambang laut di Laut Merah yang memisahkan Samudera Hindia dan Laut Merah.
- Punggung laut, merupakan punggung rangkaian pegunungan di dasar laut dan puncaknya tidak muncul ke permukaan laut, contohnya rangkaian pegunungan mediterania yang tenggelam di Teluk Benggala.
- Mid Oceanic ridge*, merupakan punggung yang terbentuk akibat tenaga tektonik vertikal di tengah samudera sehingga bentuknya memanjang. Contohnya *mid oceanic ridge* tengah dasar samudera pasifik
- Lembah dangkal bekas alur sungai (paparan), zona neritik sekarang pada zaman es merupakan suatu daratan yang disebut paparan. Contoh paparan di Indonesia adalah Paparan Sunda. Pada Paparan Sunda dulu mengalir sungai-sungai yang ada di utara Pulau Jawa, Kalimantan bagian selatan pantai timur Sumatera.



Gambar 2.3 Relief dasar laut berdasarkan bentuknya

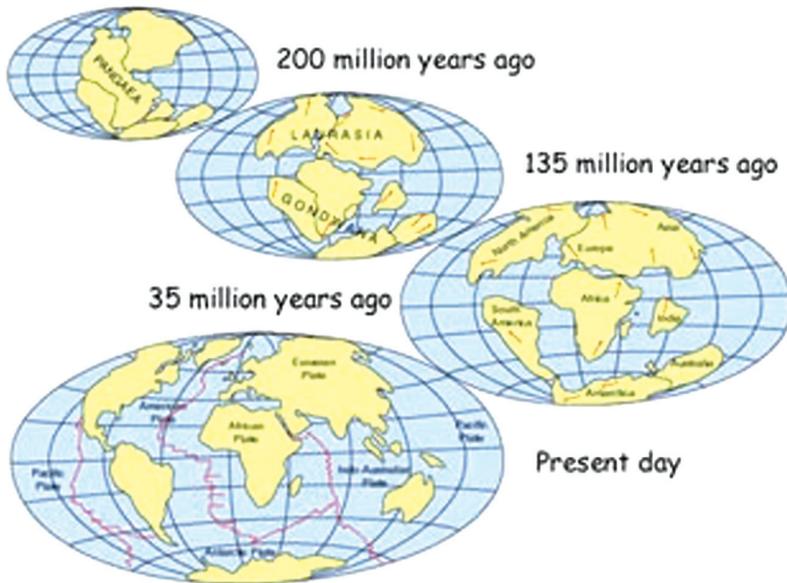


BAB 4
TEORI TERBENTUKNYA
BENUA DAN
SAMUDRA

TEORI TERBENTUKNYA BENUA DAN SAMUDRA

Benua adalah hamparan daratan yang sangat luas yang pada bagian tengahnya bersifat kering karena tidak mendapat pengaruh dan angin laut yang basah dan lembab. Benua dibatasi (dikelilingi oleh samudra). Samudra adalah hamparan air asin yang mengelilingi daratan atau benua. Hamparan air asin yang relatif sempit disebut laut. Sedangkan pulau adalah daratan yang relatif sempit dan dikelilingi oleh laut.

Benua dan samudra terbentuk melalui proses yang sangat panjang. Dahulu bentuk benua dan samudra tidak seperti sekarang ini. Setelah melalui proses yang panjang maka terbentuklah benua seperti pada saat ini. Bagaimanakah benua dan samudra terbentuk? Ada seorang ilmuwan asal Jerman yang bernama *Alfred Wegener* yang mengemukakan teori tentang pembentukan benua. Menurut Alfred Wegener, sebelum zaman Carbon (+ - 300 juta tahun yang lalu), semua benua yang ada sekarang ini tergabung menjadi satu yang disebut Benua Pangea.

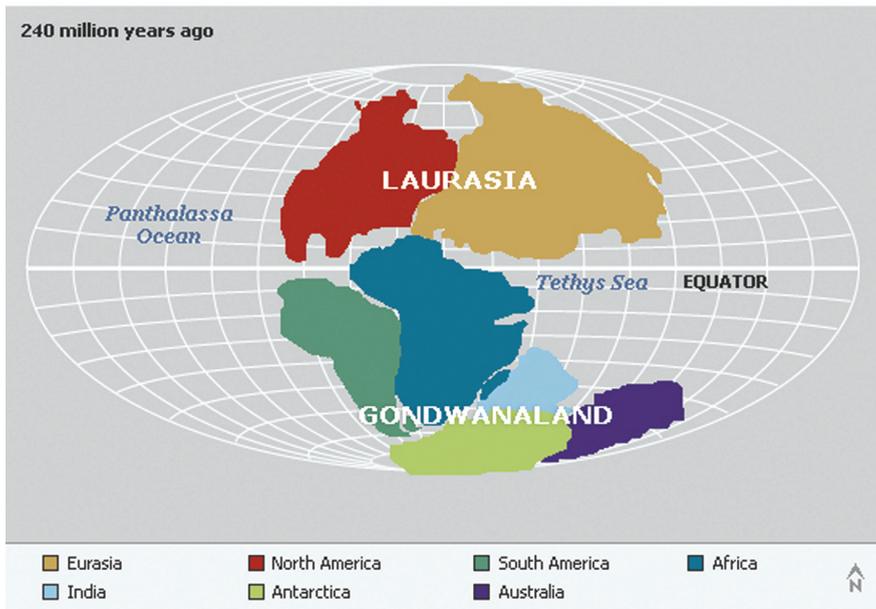


Gambar 3.1 Sejarah terbentuknya benua dan samudra

Benua Pangea kemudian terpecah menjadi dua benua, yaitu Benua Laurasia (di bagian utara) dan Benua Gondwana (di bagian selatan). Proses pecahnya benua Pangea ini terjadi sekitar 135 juta tahun lalu. Selanjutnya Benua Laurasia bagian barat bergerak ke utara menjauhi benua Gondwana yang akhirnya membentuk benua Amerika Utara. Permukaan Bumi tersusun atas benua dan samudra. Benua dan samudra terbentuk karena proses geologi. Beberapa teori yang merumuskan proses pembentukan benua dan samudra sebagai berikut.

1. Teori Dua Benua

Teori dua benua disebut juga teori Laurasia-Gondwana. Teori dua benua dikemukakan oleh Edward Zuess pada tahun 1884. Edward Zuess menyatakan bahwa Bumi pada awalnya terdiri dari dua benua sangat besar, yaitu Laurasia di sekitar kutub utara dan Gondwana di kutub selatan. Antara Laurasia dan Gondwana dipisahkan oleh perairan yang bernama Laut Tethys. Laurasia dan Gondwana bergerak perlahan ke arah ekuator dan terpecah menjadi benua-benua kecil. Laurasia membentuk daratan Eropa, Asia, Amerika Utara, dan Greenland. Gondwana terpecah membentuk Amerika Selatan, India, Australia, Afrika, dan Antartika.

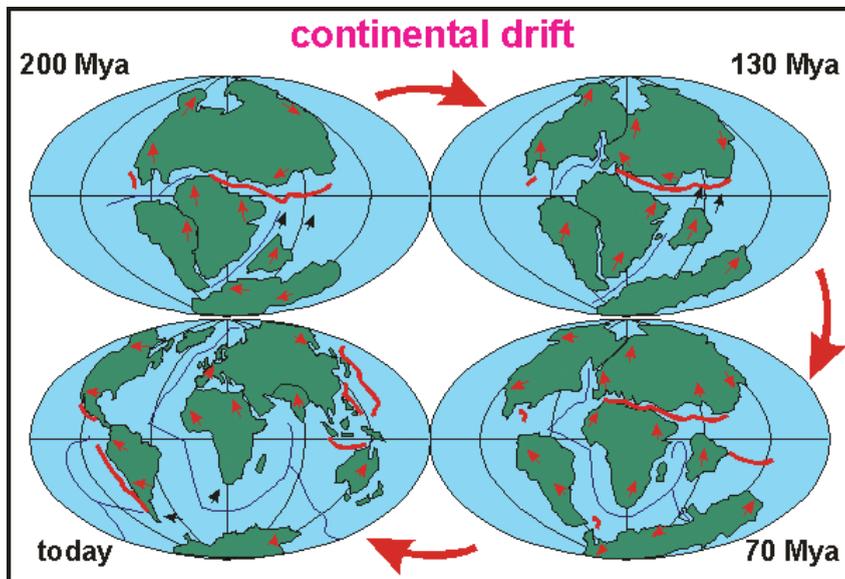


Gambar 3.2 Teori dua benua

2. Teori *Continental drift* (teori pergeseran benua)

Teori ini di kemukakan oleh Alfred L. Wagener, menurut teori ini ketika kulit bumi mendingin hanya membentuk satu kontinen, kontinen ini ringan terapung diatas batuan ang lebih berat. Kemudian kontinen ini terbagi dua belok arah satu ke utara dan satu lagi keselatan. Kemudian blok ini dipisahkan oleh samudera yang disebut dengan thetis karena blok ini terapung dan bergerak dan kemudian pecah.

Blok utara membentuk Amerika Utara dan Eropa, sedangkan blok selatan membentuk Afrika, Antartika dan Australia. Pada waktu itu laut thetis ini dipersempit dan sisanya sekarang adalah laut Mediterania, laut Hitam dan laut kaspia.



Gambar 3.3 Teori pergeseran benua

3. Teori Kontraksi (*Contraction Theory*)

Beberapa waktu setelah bumi terbentuk keadaanya sangat panas dan kemudian mendingin sehingga terbentuklah kulit bumi, serta dalam beberapa juta tahun terjadi perubahan didalam bumi. Para ahli mengatakan bahwa pengerutan kulit bumi menyebabkan batuan yang ringan pada kulit bumi menggulung dan pecah mengakibatkan keluarnya magma pada permukaan bumi dan semua perubahan ini menyebabkan terjadinya kontinen dan lekukan-lekukan samudera yang sangat tipis dan batuan dibawah kulit bumi terdapat batuan yang lebih berat yang disebut dengan mantel.



Gambar 3.4 Teori Kontraksi

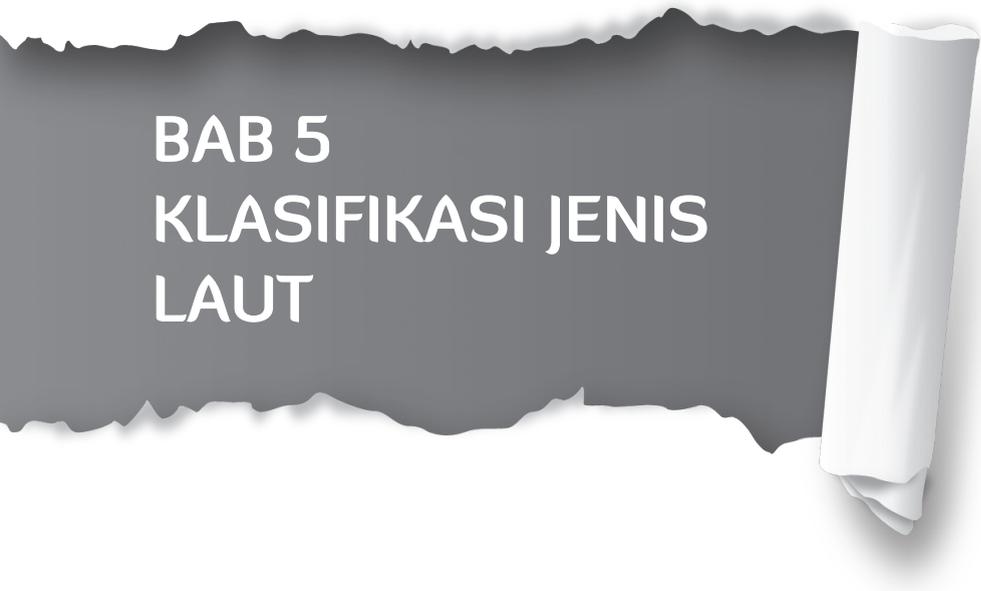
4. Teori Gravitasi

Menurut beberapa ilmuwan bahwa cekungan samudera terbentuk ketika bintang besar lewat dekat bumi karena gravitasi terjadilah tarik menarik antara bintang besar dengan bumi, karena pada waktu itu bumi masih panas dan masih lunak maka sebagian kulit bumi tertarik.

5. Teori Meteoritik

Menurut teori ini cekungan samudera terjadi karena jatuhnya meteor. Karena adanya benturan meteorit yang kuat, maka pinggir-pinggir meteorit mendarat menjadi tinggi oleh karenanya terjadi pegunungan-pegunungan pantai di beberapa samudera. Itulah sebabnya didekat pegunungan pantai terdapat bagian samudera yang dalam. Seperti pegunungan andes yang memanjang disamping pantai pasifik di Amerika Selatan.

Meteorit adalah batu meteor yang berhasil mencapai permukaan bumi. Disebut juga meteor setelah menembus atmosfer bumi tetapi belum mencapai permukaan bumi. Merupakan asteroid kecil yang ketika memasuki atmosfer bumi, gesekan udara menyebabkan meteor menjadi panas dan menimbulkan cahaya sehingga kadang kala disebut bintang jatuh.



BAB 5
KLASIFIKASI JENIS
LAUT

KLASIFIKASI JENIS LAUT

Perbandingan antara daratan dan lautan adalah 7 : 3 atau lautan 2,5 kali daratan. Luas keseluruhan lautan 361 juta km² sedangkan daratan seluas 149 juta km². dalam buku Huntingthorn yakni *Principles of Human Ageography* dinyatakan bahwa luas laut adalah 71% sedangkan luas daratan 29%. Kemudian dalam buku *Forest and The Sea oleh Maaston* bahwa luas laut adalah 70% sedangkan daratan 30%. Sebagian besar luas lautan berada di belahan bumi Utara.

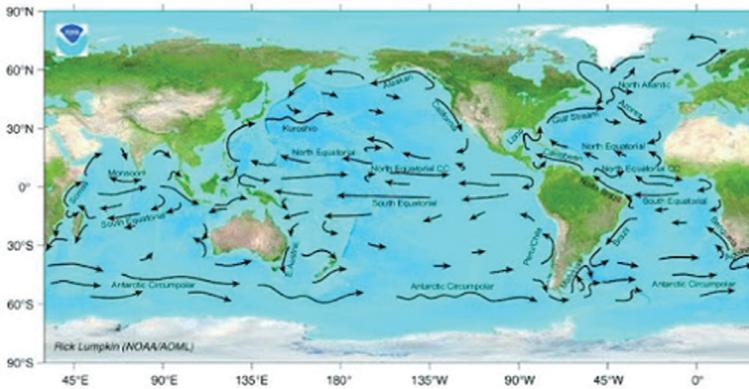
1. Pembagian Laut Berdasarkan Luas dan Letaknya

Menurut luas dan letaknya laut/lautan terdiri atas: lautan (samudera), laut tepi, dan laut pedalaman/ laut tengah.

a. Lautan (samudera)

Samudera Hindia (73,3 juta km²). Nama samudera Hindia berdasarkan konsepsi Vasco da Gama diambil dari nama sungai Indus di India. Batas-batasnya pantai Afrika, Asia dan Australia. Dibagian barat dibatasi oleh meridian yang melewati Tanjung Agulhas yaitu pada 200 BT dan dibagian Timur meridian yang melewati pulau Tasmania yaitu pada

1400 BT. Di Indonesia dimulai dari selat Malaka, kepulauan Sunda besar, Nusa Tenggara sampai ke Timur.



Gambar 4.1 Pembagian laut berdasarkan luas dan letaknya

Samudera Pasifik (lautan teduh), luasnya 165,4 juta km². Diberi nama oleh Magelhaen yaitu orang pertama yang mengelilingi dunia. Pasifik artinya laut tenang oleh karena itu disebut juga sebagai laut teduh. Laut pinggirnya adalah laut Cina, laut Kuning, laut Jepang dan laut sebelah Timur Indonesia. Diselatan dibatasi oleh Australia, disebelah barat meridian 1400 BT dan sebelah timurnya meridian 670 BB yaitu meridian yang melalui Tanjung Horn (ujung Amerika Selatan).

Samudera Atlantik (82,2 juta km²). Nama Atlantik berasal dari bahasa Yunani untuk menghormati raksasa Atlas yang berdiri di pantai Afrika mereka menganggap raksasa ini sangat tinggi dan kuat sehingga langitpun dapat dipikulnya, namun menurut yang lain nama Atlantik berasal dari konsepsi mercator menurut dugaan di Atlantik dulu ada suatu negeri Atlantis yang kemudian tenggelam. Dalam literatur lain nama Atlantik berasal dari konsepsi columbus. Batas Utaranya sampai selat bering, disebelah Baratnya meridian 670 BB dan sebelah Timurnya meridian 200BT, dengan laut pinggirnya adalah Lut Utara, Teluk Hudson, Selat Laurence.

Kadang-kadang laut kutub Utara dan Selatan disebut juga samudera Kutub Utara dan samudera yang meminggiri Kutub Selatan. Tetapi sebenarnya kedua laut tersebut merupakan bagian dari samudera Atlantik (laut Utara) dan laut kutub Selatan termasuk bagian dari ketiga samudera Pasifik, Atlantik, dan Hindia.

1) Laut tepi

Laut tepi adalah laut yang terdapat dekat kontinen, sehingga mempunyai hubungan yang luas dengan baik dengan kontinen maupun dengan lautan.

- Laut tepi samudera Atalantik: laut Utara, Laut Baltik, laut Karibia, teluk Hudson, teluk St. Lawrence, teluk Guinea.
- Laut tepi di samudera Hindia: laut Andaman, teluk Benggala, Teluk Arabia, teluk Persia, teluk Australia besar
- Laut tepi samudera Pasifik: laut Bering, laut Jepang, laut Kuning, laut Okhotsk, laut Cina Timur, laut Cina Selatan, teluk Alaska, teluk California, laut Suhu, Laut Sulawesi, laut Maluku, laut Arafura.
- Laut tepi di samudera Arctic: laut Norwegia, laut White, laut Barent, laut Siberi Timur, teluk Baffin.

2) Laut pedalaman/ laut tengah

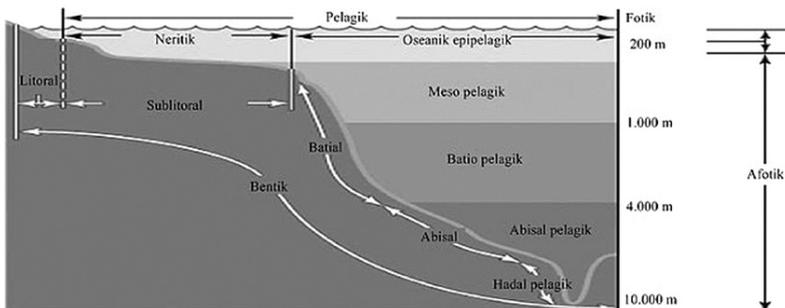
Laut pedalaman atau laut tengah adalah laut yang berada antara daratan, biasanya dibatasi oleh selat yang sempit dan hubugannya dengan samudera jauh. Misalnya laut tengah, laut kaspia, laut Hitam, laut Karibia, laut Austral Asia, laut Es Utara. Terjadinya laut pedalaman dikarenakan longsor permukaan bumi sehingga benua terputus sedangkan bagian yang tadinya merupakan bagian yang tinggi seperti gunung, pegunungan menjadi pulau.

2. Pembagian Laut Berdasarkan Kedalaman dan Zonifikasinya

Berdasarkan kedalaman dan zonifikasinya laut terdiri dari zone Lithoral, zone Neritis, Zone Bathial, Zone Abisal dan Zone Hadal.

- a) Zone Lithoral, merupakan zone antara pasang naik tertinggi dengan pasang surut terendah. Zone ini disebut juga zone pantai yang merupakan peralihan antara darat dengan laut.
- b) Zone Neritis, merupakan zone laut dari pasang surut terendah sampai dengan kedalaman sekitar 200 meter. Zone neritis merupakan laut dangkal (*continental shelf*). *Continental shelf* terjadi akibat pencairan es yang ada di kutub. Menurut ahli geologi kenaikan permukaan air laut tersebut diperkirakan 100 meter. Laut yang terjadi akibat permukaan air laut naik disebut laut transgresi.

- c) Zone Bathial, merupakan zone dasar laut dengan kedalaman antara 200 - 1.000 meter. Umumnya zone ini merupakan lereng yang curam yang merupakan dinding laut dalam dan sebagai pinggir kontinen. Zone bathial disebut *Continental slope* yang sering dijumpai ngarai (*submarine canyon*). Canyon ini merupakan kelanjutan muara sungai besar, misalnya canyon congo, canyon Indus, canyon sungai Gangga, canyon sungai Columbia, canyon sungai Mississipi.
- d) Zone Abisal, merupakan zone laut dalam (1.000-6.000 meter). Zone ini merupakan zone laut yang paling luas, pada kedalaman ini sinar matahari tidak tembus lagi oleh karena itu temperaturnya rendah dan pergerakan air tidak lagi dipengaruhi oleh gelombang dan arus permukaan.
- e) Zone Hadal, zone laut dengan kedalaman lebih dari 6.000 meter. Biasanya zone ini berupa trench, trough, slenk, basin. Misalnya Mariana trench, Philipina (Mindanau) trench, Japan Trench, java trench, dan lain sebagainya.



Gambar 4.2 Pembagian laut berdasarkan kedalaman dan zone

3. Berdasarkan Relief Dasar Laut, Laut di bagi Menjadi 4 bagian yaitu:

1. *Continental Shelf*

Continental shelf (paparan benua) adalah dasar laut yang berbatasan dengan benua. Di dasar laut ini sering ditemukan juga lembah yang menyerupai sungai. Lembah beberapa sungai yang terdapat di *Continental Shelf* ini merupakan bukti bahwa dulunya *continental*

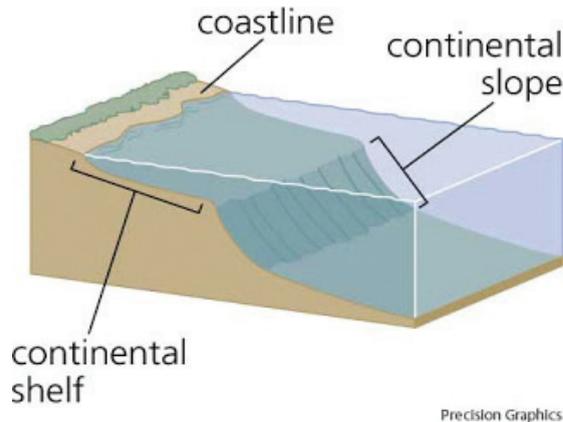
shelf merupakan bagian daratan yang kemudian tenggelam. Paparan benua ini merupakan bagian wilayah laut yang kedalamannya antara 0-180 meter dan lebarnya antara 0-1200 km dihitung dari garis pantai. Paparan benua merupakan daerah yang relatif datar dengan kemiringan lereng berkisar antara 00-2,20.

Contoh Paparan Benua:

- Paparan sunda, terletak diperairan Indonesia bagian barat.
- Paparan Sahul, terletak diwilayah perairan Indonesia bagian Timur yang merupakan bagian dari landas kontinen Australia.
- Paparan Benua Eropa
- Paparan laut Barent, dari Siberia ke arah laut Arktik sejauh 10 km.

2. *Continental Slope*

Continental slope (lereng benua) biasanya terdapat di pinggir *continental shelf*. Kemiringannya antara 3-60 mulai dari tepi dangkalan benua kearah lat lepas, sedangkan kedalamannya antara 200-1800 meter.



Gambar 4.3 *Continental Shelf & Continental Slope*

3. *Continental Deep Sea Plain*

Deep sea plain meliputi dua pertiga seluruh dasar laut dan terletak pada kedalaman lebih dari 1.500 m, biasanya relief di daerah ini bervariasi, mulai dari yang rata sampai pada puncak vulkanik yang menyembul di atas permukaan laut sebagai pulau yang terisolasi.

4. *Continental The Deeps*

The deeps merupakan kebalikan dari deep sea plain. Hanya sebagian kecil dasar lautan sebagai *the deeps*. *The deeps* permukaan laut adalah dasar laut dengan ciri adanya palung laut (trog) dan mencapai kedalaman yang besar, misalnya di Samudera Pasifik mencapai kedalaman 75.000 m

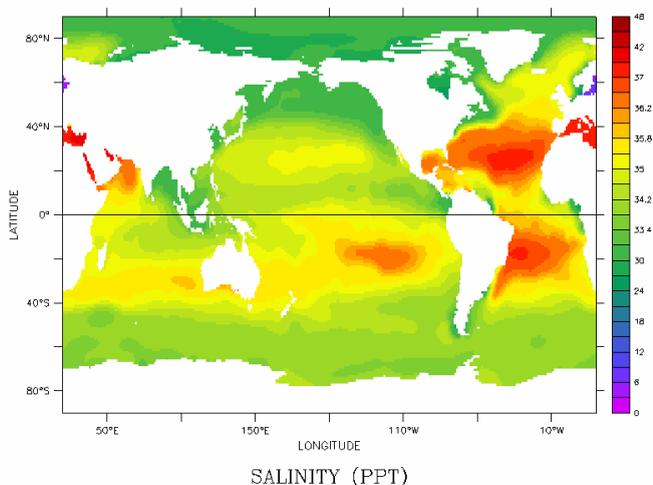


BAB 6
SIFAT FISIK DAN
MORFOLOGI LAUT

A. SIFAT FISIK AIR LAUT

1. Salinitas (Kadar Garam)

Salinitas adalah kandungan garam yang ada dilaut dan biasanya diperhitungkan sebagai jumlah gram garam terlarut pada 1000 gram air laut yang dinyatakan dalam satuan permil (Misalnya kadar garam 32 artinya banyaknya unsur garam setiap 1000 gram air laut adalah 32 gram. Salinitas dari air laut yang luas tergantung pada perbedaan antar evaporasi dan presipitasi, panjang dari aliran runoff, pembekuan dan es yang mencair. Dalam area yang evaporasinya tinggi seperti laut merah salinitasnya mendekati mendekati 40% tapi didekat muara sungai biasanya hanya 20%.



Pada umumnya salinitas yang tersebar berada pada zone daerah kering. Sebaran salinitas di laut dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan aliran sungai. Perairan dengan tingkat curah hujan tinggi dan dipengaruhi oleh aliran sungai memiliki salinitas yang rendah sedangkan perairan yang memiliki penguapan yang tinggi, salinitas perairannya tinggi. Selain itu pola sirkulasi juga berperan dalam penyebaran salinitas di suatu perairan.

Secara vertikal nilai salinitas air laut akan semakin besar dengan bertambahnya kedalaman. Di perairan laut lepas, angin sangat menentukan penyebaran salinitas secara vertikal. Pengadukan di dalam lapisan permukaan memungkinkan salinitas menjadi homogen. Terjadinya upwelling yang mengangkat massa air bersalinitas tinggi di lapisan dalam juga mengakibatkan meningkatnya salinitas permukaan perairan.

Garam-garaman utama yang terdapat dalam air laut adalah klorida (55%), natrium (31%), sulfat (8%), magnesium (4%), kalsium (1%), potasium (1%) dan sisanya (kurang dari 1%) terdiri dari bikarbonat, bromida, asam borak, strontium dan florida. Tiga sumber utama garam-garaman di laut adalah pelapukan batuan di darat, gas-gas vulkanik dan sirkulasi lubang-lubang hidrotermal (hydrothermal vents) di laut dalam.

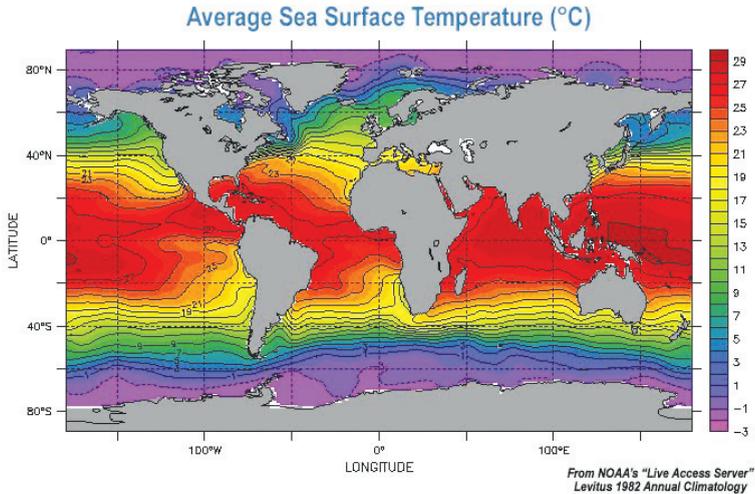
Sistem angin muson yang terjadi di wilayah Indonesia dapat berpengaruh terhadap sebaran salinitas perairan, baik secara vertikal maupun secara horisontal. Secara horisontal berhubungan dengan arus

yang membawa massa air, sedangkan sebaran secara vertikal umumnya disebabkan oleh tiupan angin yang mengakibatkan terjadinya gerakan air secara vertikal. Faktor - faktor yang mempengaruhi salinitas:

- a) Penguapan, makin besar tingkat penguapan air laut di suatu wilayah, maka salinitasnya tinggi dan sebaliknya pada daerah yang rendah tingkat penguapan air lautnya, maka daerah itu rendah kadar garamnya.
- b) Curah hujan, makin besar/banyak curah hujan di suatu wilayah laut maka salinitas air laut itu akan rendah dan sebaliknya makin sedikit/kecil curah hujan yang turun salinitas akan tinggi.
- c) Banyak sedikitnya sungai yang bermuara di laut tersebut, makin banyak sungai yang bermuara ke laut tersebut maka salinitas laut tersebut akan rendah, dan sebaliknya makin sedikit sungai yang bermuara ke laut tersebut maka salinitasnya akan tinggi.
- d) Penambahan air tawar karena pencairan Es. Es yang mencair dan mengalir kelaut akan mempengaruhi kadar garam laut tersebut. Biasanya di wilayah bagian utara (BBU).

2. Suhu Air Laut

Suhu merupakan derajat panas suatu benda yang dapat berubah ruang dan waktu dimana penyebarannya disebabkan oleh gerakan air seperti arus dan turbulensi. Suhu air laut di daerah tropis antara 260C-300C. Semakin dalam masuk kelaut maka suhunya akan semakin dingin karena cahaya matahari mulai berkurang. Perbedaan suhu permukaan laut antara siang dan malam diwilayah perairan laut Indonesia pada umumnya relatif kecil.



Hal ini disebabkan sifat air laut yang lambat menerima panas dan lambat melepaskan panas yang diterima. Sinar matahari banyak diserap oleh lapisan permukaan laut hingga kedalaman antara 200 – 1000 meter suhu turun secara drastis, dan pada daerah yang terdalam bisa mencapai suhu kurang dari 2°C. Karakteristik suhu air laut di daerah tropis, subtropis dan kutub berbeda.

Daerah tropis memiliki suhu air lebih rendah dibandingkan suhu air laut di daerah subtropis. Hal ini karena faktor keawanan yang menutupi di daerah tropis banyak awan yang menutupi dibandingkan dengan di daerah subtropik. Awan banyak menyerap sinar datang dan menimbulkan nilai kelembaban udara yang tinggi. Adapun di daerah subtropik, insolation yang tinggi tidak diikuti oleh kelembaban dan keawanan sehingga di daerah ini lebih panas.

Pada daerah tropik lebih banyak menerima panas daripada daerah kutub, yang pada dasarnya disebabkan karena tiga faktor:

- a) Sinar matahari yang merambat melalui atmosfer akan banyak kehilangan panas sebelum sampai di daerah kutub bila dibandingkan di daerah ekuator.
- b) Karena besarnya perbedaan sudut datang sinar matahari ketika mencapai permukaan bumi, pada daerah kutub sinar matahari yang

sampai dipermukaan bumi akan tersebar pada daerah yang lebih luas daripada didaerah ekuator.

- c) Didaerah kutub lebih banyak panas yang diterima oleh permukaan bumi yang dipantulkan kembali ke atmosfer. (Hutbarat & Evans, 2008:59-60).

Suhu mengalami perubahan secara perlahan-lahan dari daerah pantai menuju laut lepas. Umumnya suhu di pantai lebih tinggi dari daerah laut karena daratan lebih mudah menyerap panas matahari sedangkan laut tidak mudah mengubah suhu bila suhu lingkungan tidak berubah. Di daerah lepas pantai suhunya rendah dan stabil. Pada lapisan kedalaman antara 200-1000 meter suhu turun secara mendadak yang membentuk sebuah kurva dengan lereng yang tajam yang dikenal sebagai Thermokline. Air pada daerah yang terdalam biasanya mempunyai suhu kurang lebih 20°C. (Hutbarat & Evans, 2008:62).

3. Warna Air Laut

Cahaya matahari matahari terdiri dari tujuh warna (merah, oranye, kuning, hijau, biru, nila, ultraviolet). Masing-masing warna memiliki panjang gelombang tersendiri. Kemampuan cahaya untuk menembus air tergantung pada panjang gelombangnya. Semakin pendek gelombang cahaya maka akan semakin besar kekuatannya untuk menembus air. Karena itu, cahaya warna merah akan terserap pada kedalaman kurang dari 20 meter, dan setelah itu keberadaanya tersembunyi atau tidak terlihat. Disinilah mulai muncul kegelapan warna merah. Seandainya ada penyelam yang terluka dan berdarah di kedalaman kurang lebih 25 meter maka akan terlihat darah berwarna hitam bukan merah dikarenakan warna merah sudah tidak mampu menembus pada kedalaman tersebut.

Warna air laut ditentukan oleh kekeruhan air laut itu sendiri dari kandungan sedimen yang dibawa oleh aliran sungai. Pada laut yang keruh, radiasi sinar matahari yang dibutuhkan untuk proses fotosintesis tumbuhan laut akan kurang dibandingkan dengan air laut jernih. Pada perairan laut yang dalam dan jernih, fotosintesis tumbuhan itu mencapai 200 meter, sedangkan jika keruh hanya mencapai 15 – 40 meter. Laut yang jernih merupakan lingkungan yang baik untuk tumbuhnya terumbu karang dari cangkang binatang koral. Warna air laut juga tergantung pada zat-zat organik maupun anorganik yang ada di laut.

Warna laut juga tergantung pada zat-zat organik maupun organik yang ada dilaut. Adapun warna laut sebagai berikut:

- a. Pada umumnya lautan berwarna biru, hal ini disebabkan oleh sinar matahari yang bergelombang pendek (sinar biru) dipantulkan lebih banyak dari pada sinar lain.



- b. Warna kuning, karena di dasarnya terdapat lumpur kuning, misalnya sungai kuning di Cina.



- c. Warna hijau, karena adanya lumpur yang diendapkan dekat pantai yang memantulkan warna hijau dan juga karena adanya plankton-planton dalam jumlah besar.



- d. Warna putih, karena permukaannya selalu tertutup es seperti di laut kutub utara dan selatan.



- e. Warna ungu, karena adanya organisme kecil yang mengeluarkan sinar-sinar fosfor seperti di laut ambon.



- d. Warna hitam, karena di dasarnya terdapat lumpur hitam seperti di laut hitam



- e. Warna merah, karena banyaknya binatang-binatang kecil berwarna merah yang terapung-apung, seperti dilaut merah.

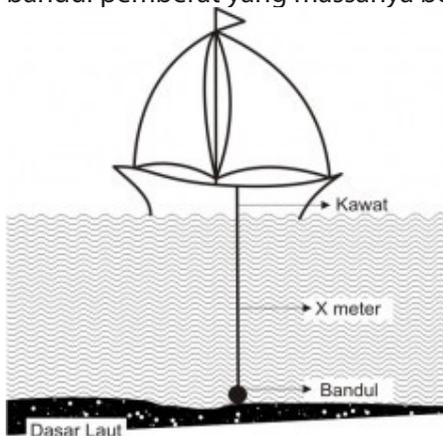


B. MORFOLOGI DASAR LAUT

Permukaan dasar laut yang tidak rata, berakibat kedalaman laut berbeda-beda. Kedalaman laut dapat diukur dengan dua cara yaitu, cara batu duga dan gema suara.

1. Batu Duga

sistem pengukuran dasar laut menggunakan kabel yang dilengkapi bandul pemberat yang massanya berkisar 25-75 kg.



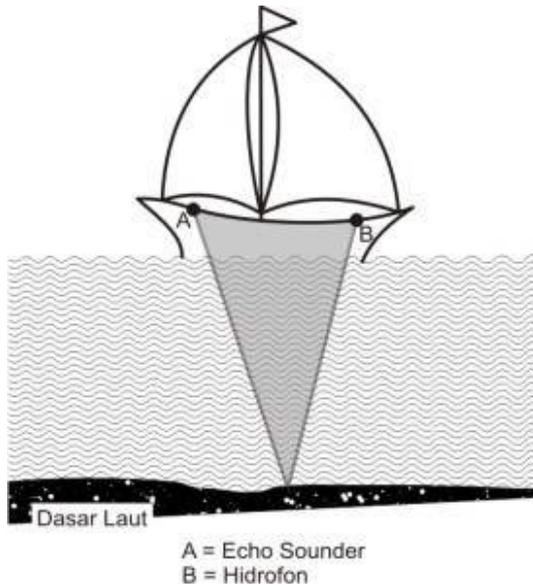
Gambar 5.1 Pengukuran laut dengan batu duga

Cara batu duga merupakan cara paling sederhana untuk mengukur kedalaman laut, dengan cara:

- Bola besi yang berat digantung pada pipa, dan pipaseperti sumbu bola besi. Keseluruhan di sebut batu duga.
- Batu duga diikat dengan kawat kemudian diturunkan kedasar laut, setelah pipa tertancap kedasar laut, maka bola besi dilepas. Kemudian pipa yang sudah terisi materi dasar laut diangkat kembali ke atas.

2. Gema Suara

Cara ini menggunakan suara, hydrofon sebagai alat ukur dan Echo Sounder sebagai alat pengirim suara. Dari buritan kapal dipancarkan suatu gelombang suara, setelah sampai di dasar laut, suara tersebut akan dipantulkan kembali dan ditangkap oleh alat hydrofon di atas kapal. Hydrofon akan mencatat jangka waktu jejak suara dipancarkan hingga pantulannya diterima. Dengan menggunakan patokan bahwa kecepatan suara di dalam air adalah 1500m/s.



Gambar 5.2 Pengukuran laut dengan gema suara

Rumus yang digunakan untuk mengukur kedalaman laut:

$$X = \frac{T \times v}{2}$$

Keterangan:

X = kedalaman laut (meter)

t = waktu yang dibutuhkan untuk menerima kembali gema suara setelah ditembakkan echo sounder

v = cepat rambat suara dalam air

Seperti halnya bentuk muka bumi di daratan yang beraneka ragam, bentuk muka bumi di lautan juga beragam. Bedanya bentuk muka bumi di lautan tidak seruncing dan sekasar relatif di daratan. Keadaan ini akibat dari erosi dan pengupasan oleh arus laut.

Bentuk-bentuk muka bumi di lautan adalah sebagai berikut:

1. Continental Shelf
 - a) Dasar laut yang berbatasan dengan benua
 - b) Paparan benua ini merupakan bagian wilayah laut yang kedalamannya antara 0 – 180 meter dan lebarnya 0- 1200 km terhitung meulai garis pantai.
 - c) Merupakan daerah yang relative datar dengan kemiringan 0° – $2,2^{\circ}$
 - d) Merupakan bagian benua yang terendam oleh air.
2. Continental Slope
 - a) Bidang miring yang terletak antara paparan benua dengan zona laut dalam.
 - b) Kemiringan antara 1° – 35° mulai dari tepi dangkalan benua ke arah laut lepas.
 - c) Kedalamannya antara 200 – 1800 meter.
 - d) Terbentuk sebagai hasil sedimentasi dan sesar.

Bentukan yang terdapat pada paparan benua dan lereng benua:

1. Saluran dangkalan

Bagian saluran dangkalan adalah:

- Lembah tenggelam
- Saluran akibat pengikisan air pasang
- Palung glacial yang tenggelam

2. Jurang *submarine*

Adalah lembah yang dalam (tenggelam) dan lebar. Yang dimaksud lembah tenggelam adalah lembah lembah sungai yang tergenang air laut sebagai akibat penenggelaman daratan. Contoh: lembah-lembah sungai purba di Laut Jawa dan Selat Karimata.

3. *Ocean floor* (dasar samudera)

Merupakan wilayah dasar samudera yang dalam dan merupakan wilayah terluas di permukaan bumi, yaitu sekitar 59,5 % dari seluruh permukaan bumi. secara keseluruhan kedalamannya lebih dari 1800 meter.

4. The deep

Adalah dasar laut yang menjorok ke bawah, sehingga letaknya lebih rendah dari daerah sekitarnya.

Bentukan negatif morfologi dasar laut:

1. Lubuk laut (*basin*)

Adalah depresi laut yang bentuknya bulat atau lonjong. Contoh: Lubuk laut di Eropa, Lubuk laut Banda, Lubuk laut Sulawesi, Lubuk laut Sulu, Lubuk laut Canary, Cape Verde Mediterania, dan Teluk Meksiko.

2. Palung (*trench* atau *trough*)

Adalah lembah yang sangat dalam dan memanjang di dasar laut serta memiliki lereng yang curam. Bentuknya hamper sama dengan ngarai di daratan. Bagian ini merupakan bagian laut yang paling dalam di dasar laut. Terdapat perbedaan antara *Trench* dan *Trough*.

- *Trench* penampang sampingnya berbentuk V
- *Trough* penampang sampingnya berbentuk U

Bentukan positif morfologi dasar laut:

1. Cembungan (*Rise* atau *Swells*)

Adalah bentukan positif dengan ukuran panjang dan lebar, lebih tinggi dari dasar laut rata-rata di sekitarnya. Contohnya Cembungan Hawaii, cembungan tersebut memiliki panjang 3.500 km dan lebar 1000 km.

2. Ambang Laut (*Drempel*)

Adalah relief dasar laut berupa bukit dalam laut yang memisahkan dua buah pulau. Contohnya Ambang Laut Sulu, yang sebagian dikelilingi pulau-pulau dan laut dangkal di Sulawesi yang dipisahkan oleh ambang yang ada di Kepulauan Talaud.

3. Punggung Laut

Adalah rangkaian perbukitan di dalam laut dan kadang-kadang muncul di permukaan laut. Punggung laut terjadi karena tenaga endogen yang berupa proses tekanan vertical. Contohnya Punggung Laut Sibolga.



BAB 7
GERAKAN AIR
LAUT

GERAKAN AIR LAUT

Orang yang pertama yang mendapatkan hubungan antara pasang naik – pasang surut dengan gaya tarik bulan adalah Phythreas. Ia mendapatkan hal ini setelah melihat adanya tide di pantai Britania yang menampilkan gelombang pasang yang sangat kuat.

Gejala pasang disebabkan oleh gaya tarik bulan dan gaya tarik matahari serta gaya sentrifugal bumi. Massa matahari sebenarnya lebih besar (27 juta kali) dari massa bulan dan gaya tarik matahari 1.172 kali dari gaya tarik bulan. Tetapi jarak bumi ke matahari rata-rata 149,6 juta km (390 kali lebih jauh) dari jarak bumi ke bulan yang rata-ratanya hanya 381.160 km. Oleh karena itu tide yang dihasilkan oleh tenaga bulan adalah 2,17 kali lebih besar dari pada pengaruh matahari.

Karena gaya tarik bulan lebih kuat dari pada gaya tarik matahari terhadap bumi, maka bagian bumi yang terdekat dengan bulan akan tertarik sehingga permukaan air laut akan naik dan menimbulkan pasang. Pada saat yang sama, bagian bola bumi dibaliknya akan mengalami keadaan yang serupa (terjadi pasang). Sementara itu pada sisi lainnya yang tegak lurus terhadap poros bumi – bulan, air samudera akan bergerak ke samping hingga

menyebabkan terjadinya permukaan air laut surut.

Faktor lain yang mempengaruhi terjadinya pasang adalah adanya gaya sentrifugal dari bumi itu sendiri. Gaya sentrifugal adalah suatu tenaga yang didesak ke arah luar dari pusat bumi yang besarnya kurang lebih sama dengan tenaga yang ditarik (sentrifetal) ke permukaan bumi. Gaya sentrifugal lebih kuat terjadi pada laut-laut yang letaknya menghadap bulan (letaknya lebih dekat dengan bulan) dan gaya yang paling lemah terdapat pada bagian yang letaknya membelakangi bulan (letaknya terjauh dari bulan). Akibat adanya tenaga ini akan dijumpai adanya dua tonjolan (bulges) massa air, satu bagian pada permukaan bumi yang menghadap ke bulan dan tonjolan yang lain pada permukaan bumi yang membelakangi bulan. Tonjolan ini terbentuk karena gaya gravitasi bulan yang relative kuat bagi laut-laut yang menghadap ke arah bulan dan pada bagian lain yang membelakangi bulan tonjolan ini terjadi karena gaya gravitasi bulan yang paling lemah, maka pengaruh gaya sentrifugal bumi mendorong massa air ke arah luar dari permukaan bumi.

Gejala pasang ini meliputi seluruh laut/lautan di muka bumi ini. Karena rotasi bumi maka setiap hari terjadi dua kali pasang naik dan dua kali pasang surut yang periodenya antara pasang naik pertama dengan pasang naik berikutnya 12 jam 25 menit. Bulan berputar mengelilingi bumi sekali dalam 24 jam 50 menit (satu bulan sinodik). Tentu saja terjadinya pasang seperti itu disederhanakan. Hal ini dapat mendekati kebenaran dengan anggapan: (1) jika seluruh muka bumi ditutupi oleh laut, (2) jika hanya ada pengaruh bulan saja atau matahari saja, (3) jika bulan atau matahari mempunyai orbit yang benar-benar berbentuk lingkaran dan orbitnya tepat di atas khatulistiwa.

Pada kenyataannya, anggapan-anggapan yang ideal itu tidak kita temukan. Laut tidak meliputi bumi ini secara merata, tetapi terputus-putus oleh adanya benua dan pulau-pulau. Topografi dasar lautpun tidak rata tetapi sangat bervariasi, dari palung yang sangat dalam, gunung bawah laut, sampai paparan yang luas dan dangkal. Demikian juga ada selat yang sempit atau teluk yang berbentuk corong dan sebagainya. Kesemua ini menimbulkan penyimpangan dari kondisi yang ideal, dan dapat menimbulkan ciri-ciri pasang-surut yang berbeda-beda dari satu lokasi ke lokasi yang lain.

Kisaran pasang surut (tidal range) yakni perbedaan tinggi air pada saat

pasang maksimum dengan tinggi air pada saat surut minimum rata-rata berkisar antara 1 – 3 meter. Perbedaan pasang naik dan pasang surut itu tidak sama di laut terbuka dengan di laut yang banyak selat-selatnya atau pada pantai yang berteluk. Pada laut yang terbuka, perbedaannya hanya sekitar satu meter, sedangkan pada pantai yang berteluk di muara- muara sungai atau pada selat-selat yang sempit perbedaan itu bisa mencapai antara 10 – 18 meter.

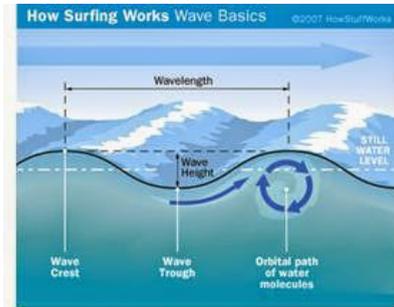
Di teluk Fundy (Kanada) ditemukan kisaran yang terbesar di dunia, bisa mencapai sekitar 20 meter. Sebaliknya di pulau Tahiti (Samudera Pasifik) kisarannya hanya 0,3 meter, di Laut Tengah hanya berkisar 0,10 – 0,15 meter. Di perairan Indonesia, misalnya di Tanjung Priok, kisarannya hanya 1 meter, di Ambon sekitar 2 meter, Bagan Siapi-api sekitar 4 meter, sedangkan yang tertinggi yang terjadi di muara sungai Digul kisarannya bisa mencapai antara 7 – 8 meter.

Karena keadaan pantai dan kedalaman, maka tides di beberapa daerah berbeda-beda, baik bentuk maupun waktunya. Tides yang terjadi 2 kali dalam sehari semidiurnal type, tide yang terjadi 1 kali dalam sehari yang disebut diurnal type seperti di kebanyakan tempat di Indonesia, bahkan ada juga tides yang terjadi 4 kali dalam sehari yang disebut double type seperti yang terjadi di pantai Inggris Utara, Weymonth.

Gerakan air laut terdiri atas ombak (gelombang), arus, dan gerakan pasang surut. Gerakan air laut memengaruhi perubahan bentuk permukaan pantai karena gerakan tersebut dapat mengakibatkan pengikisan, pengangkutan, dan pengendapan material. Terjadinya gelombang dan arus disebabkan oleh angin dan pasang surut serta gaya tarik bulan dan matahari. Gerakan air laut dapat dibagi atas:

1. Gelombang (*wave*)

Gelombang laut (*ideal*) adalah pergerakan naik turunnya muka air laut yang membentuk lembah dan bukit mengikuti gerak sinusoidal. Helmholtz menerangkan prinsip dasar terjadinya gelombang laut sebagai berikut: Jika ada dua massa benda yang berbeda kerapatannya (densitasnya) bergesekan satu sama lain, maka pada bidang gerakannya akan terbentuk gelombang.



Keterangan : a = puncak gelombang
 b = lembah gelombang
 c = tinggi gelombang
 d = panjang gelombang

Gambar 6.1 Gelombang air laut

Gelombang terjadi karena beberapa sebab, antara lain:

- Karena angin. Gelombang terjadi karena adanya gesekan angin di permukaan, oleh karena itu arah gelombang sesuai dengan arah angin.
- Karena menabrak pantai. Gelombang yang sampai ke pantai akan terjadi hempasan dan pecah. Air yang pecah itu akan terjadi arus balik dan membentuk gelombang, oleh karena itu arahnya akan berlawanan dengan arah datangnya gelombang.
- Karena gempa bumi. Gelombang laut terjadi karena adanya gempa di dasar laut. Gempa terjadi karena adanya gunung laut yang meletus atau adanya getaran/ pergeseran kulit bumi di dasar laut. Gelombang yang ditimbulkan biasanya besar dan sering disebut dengan gelombang "tsunami". Contohnya ketika gunung Krakatau meletus pada tahun 1883, menyebabkan terjadinya gelombang tsunami yang banyak menimbulkan banyak kerugian.

Gelombang dapat diklasifikasikan sebagai berikut.

- 1) Gelombang Osilasi
 Pada gelombang osilasi, molekul air bergerak melingkar. Gelombang ini terjadi di laut lepas, yaitu bagian laut yang dalam.
- 2) Gelombang Translasi
 Gelombang translasi adalah gelombang yang massa airnya bergerak searah dengan arah gelombang tanpa diimbangi gerakan mundur.

Gelombang ini tidak memiliki puncak dan lembah gelombang. Di lepas pantai, terkadang terjadi pecahan gelombang yang dinamakan gelora, yaitu gelombang osilasi berubah menjadi gelombang translansi. Gelora terjadi karena gerakan gelombang sampai ke daerah yang lebih dangkal.

2. Pasang (naik/turun)

Gelombang pasang surut (pasut) adalah gelombang yang ditimbulkan oleh gaya tarik menarik antara bumi dengan planet-planet lain terutama dengan bulan dan matahari. Gelombang ini mempunyai periode sekitar 12,4 jam dan 24 jam. Gelombang pasut juga mudah diprediksi dan diukur, baik besar dan waktu terjadinya. Sedangkan gelombang tsunami dan gelombang badai tidak dapat diprediksi kapan terjadinya. Berdasarkan faktor pembangkitnya, pasang surut dapat dibagi dalam dua kategori yaitu: pasang purnama (pasang besar, spring tide) dan pasang perbani (pasang kecil, neap tide).

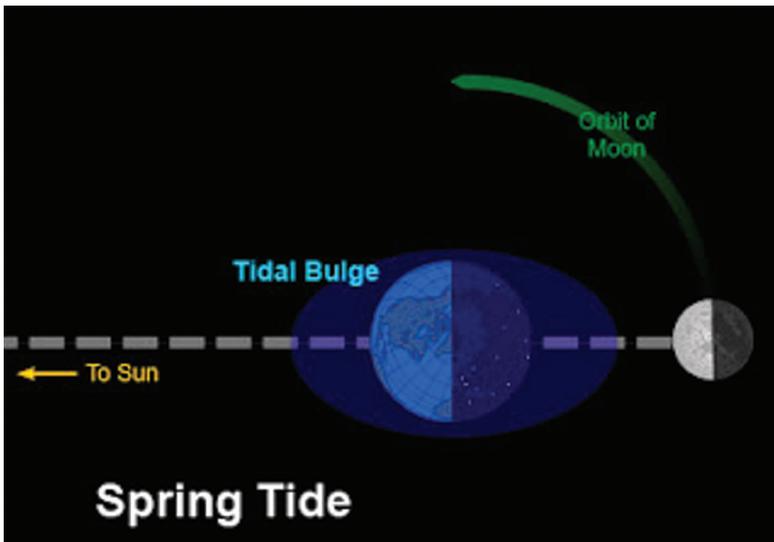
Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya pasang surut berdasarkan teori kesetimbangan adalah rotasi bumi pada sumbunya, revolusi bulan terhadap matahari, revolusi bumi terhadap matahari. Sedangkan berdasarkan teori dinamis adalah kedalaman dan luas perairan, pengaruh rotasi bumi (gaya coriolis), dan gesekan dasar. Selain itu juga terdapat beberapa faktor lokal yang dapat mempengaruhi pasut disuatu perairan seperti, topografi dasar laut, lebar selat, bentuk teluk, dan sebagainya, sehingga berbagai lokasi memiliki ciri pasang surut yang berlainan (Wyrтки, 1961).

Pasang surut laut merupakan hasil dari gaya tarik gravitasi dan efek sentrifugal. Efek sentrifugal adalah dorongan ke arah luar pusat rotasi. Gravitasi bervariasi secara langsung dengan massa tetapi berbanding terbalik terhadap jarak. Meskipun ukuran bulan lebih kecil dari matahari, gaya tarik gravitasi bulan dua kali lebih besar daripada gaya tarik matahari dalam membangkitkan pasang surut laut karena jarak bulan lebih dekat daripada jarak matahari ke bumi. Gaya tarik gravitasi menarik air laut ke arah bulan dan matahari dan menghasilkan dua tonjolan (bulge) pasang surut gravitasional dilaut. Lintang dari tonjolan pasang surut ditentukan oleh deklinasi, yaitu sudut antara sumbu rotasi bumi dan bidang orbital bulan dan matahari (Priyana, 1994).

Bulan dan matahari keduanya memberikan gaya gravitasi tarikan terhadap bumi yang besarnya tergantung kepada besarnya masa benda

yang saling tarik menarik tersebut. Bulan memberikan gaya tarik (gravitasi) yang lebih besar dibanding matahari. Hal ini disebabkan karena walaupun masa bulan lebih kecil dari matahari, tetapi posisinya lebih dekat ke bumi. Gaya-gaya ini mengakibatkan air laut, yang menyusun 71% permukaan bumi, menggelembung pada sumbu yang menghadap ke bulan. Pasang surut terbentuk karena rotasi bumi yang berada di bawah muka air yang menggelembung ini, yang mengakibatkan kenaikan dan penurunan permukaan laut di wilayah pesisir secara periodik. Gaya tarik gravitasi matahari juga memiliki efek yang sama namun dengan derajat yang lebih kecil. Daerah-daerah pesisir mengalami dua kali pasang dan dua kali surut selama periode sedikit di atas 24 jam (Priyana, 1994).

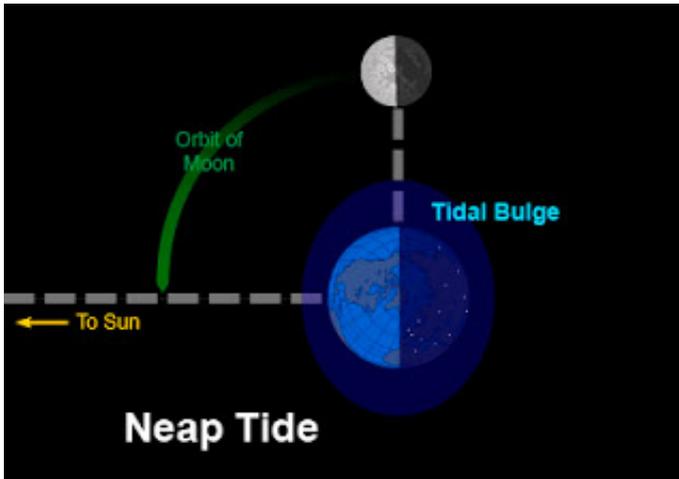
Pada setiap sekitar tanggal 1 dan 15 (saat bulan baru dan bulan purnama) posisi bulan-bumi-matahari berada pada satu garis lurus, sehingga gaya tarik bulan dan matahari terhadap bumi saling memperkuat. Dalam keadaan ini terjadi pasang purnama dimana tinggi pasang sangat besar dibanding pada hari-hari yang lain.



Gambar 6.2 Pasang Purnama

Sedangkan pada sekitar tanggal 7 dan 21, dimana bulan dan matahari membentuk sudut siku-siku terhadap bumi maka gaya tarik bulan dan matahari terhadap bumi saling mengurangi. Dalam keadaan ini terjadi

pasang perbani, dimana tinggi pasang yang terjadi lebih kecil dibanding dengan hari-hari yang lain.



Gambar 6.3 Pasang Perbani

Setiap bulan akan terjadi dua kali pasang purnama (spring tide) dan dua kali pasang perbani (neap tide). Hal ini disebabkan karena bulan mengelilingi bumi dalam satu kali putaran waktunya satu bulan (satu bulan sinodik). Pasang purnama terjadi bila kedudukan matahari - bulan - bumi atau matahari - bumi - bulan berada pada satu garis lurus. Hal ini terjadi pada waktu bulan baru dan bulan purnama.

Sebaliknya pada waktu bulan sedang dalam posisi perempat pertama (tanggal 7 – 8) dan perempat ke tiga (tanggal 22 – 23), kedudukan bulan – bumi – matahari membentuk sudut 90° yang berarti gaya tarik bulan dan matahari kearah yang berlainan maka akan terjadi selisih pasang naik dan pasang surut yang paling kecil yang disebut pasang perbani (neap tide).

Berbeda dengan arus laut yang terjadi karena angin yang hanya terjadi pada lapisan permukaan, arus pasang surut bisa mencapai lapisan yang lebih dalam. Ekspedisi Snellius di perairan Indonesia bagian Timur bahwa arus pasang surut masih bisa diukur pada kedalaman lebih dari 600 meter.

Hukum Newton: Matahari – Bumi – Bulan mengadakan gaya tarik menarik. Makin dekat dan makin besar planet maka makin besar pula

daya tariknya. Jarak matahari – Bumi = 24.000 x jari-jari Bumi (jari-jari bumi = 6.367 km), Jarak Bulan – Bumi ± 60 x jari-jari bumi. Jadi perbandingan jarak matahari – bumi dan bulan – bumi $\pm 400 : 1$. Proses yang mestinya bisa terjadi pada pasang surut bila keliling bumi kita umpamakan tertutup oleh air gambarnya adalah sebagai berikut:



Gambar 6.4 Posisi Bulan – bumi – matahari (pasang surut)

Bulan berhadapan dengan matahari dan berada sebelah menyebelah dengan bumi. Air yang menghadap bulan lebih tinggi sebab jarak bumi – bulan lebih dekat daripada matahari. Apabila bagian bumi atas menghadap bulan (A), air yang ada di bagian itu akan tertarik menjadi a', begitu pula bagian yang menghadap matahari (B) akan naik menjadi b'. Keadaan semacam inilah yang disebut pasang.

Sebaliknya di bagian © dan (D) akan turun menjadi c' dan d', yang kemudian disebut surut. Karena bumi berotasi satu kali (membuat lingkaran 360o) dalam sehari (24 jam). Setelah ¼ hari (6 jam) a' akan bergeser sampai D, sehingga daerah A surut. Kemudian setelah 12 jam A bergeser lagi sampai B, oleh karena itu daerah A akan pasang. Setelah 18 jam A bergeser kembali sampai c, sehingga daerah A surut lagi. Karena itu dalam sehari setiap tempat mengalami dua kali pasang dan dua kali surut.

Hal itu akan tetap berlangsung meandainya letak bulan itu tetap. Namun karena bulan itu berpindah (mengelilingi bumi) dalam tiga puluh hari, atau dua puluh empat jam setiap 12° ($360^{\circ} : 30 = 15^{\circ}$) ($1^{\circ} = 4$ menit, jadi $12^{\circ} = 48$ menit), perbedaan waktu antara air pasang dan air surut pada hari esoknya tidak tepat 24 jam tetapi sekitar 24 jam 50 menit.

Perputaran bumi mengelilingi matahari dan bulan mengelilingi bumi akan mengakibatkan terjadinya pasang purnama dan pasang perbani. Pasang purnama adalah keadaan air laut naik setinggi-tingginya akibat gaya tarik bulan dan matahari bersama-sama. Pasang Perbani adalah

keadaan air laut turun serendah-rendahnya.

e) Arus laut (*Current*)

Arus adalah proses pergerakan massa air menuju kesetimbangan yang menyebabkan perpindahan horizontal dan vertikal massa air. Gerakan tersebut merupakan resultan dari beberapa gaya yang bekerja dan beberapa factor yang mempengaruhinya. Arus laut (*sea current*) adalah gerakan massa air laut dari satu tempat ke tempat lain baik secara vertikal (gerak ke atas) maupun secara horizontal (gerakan ke samping).

Arus di permukaan laut terutama disebabkan oleh tiupan angin, sedang arus di kedalaman laut disebabkan oleh perbedaan densitas massa air laut. Selain itu, arus di permukaan laut dapat juga disebabkan oleh gerakan pasang surut air laut atau gelombang. Arus laut dapat dibedakan menurut letak, suhu, dan sebab terjadinya.

a. Menurut letaknya

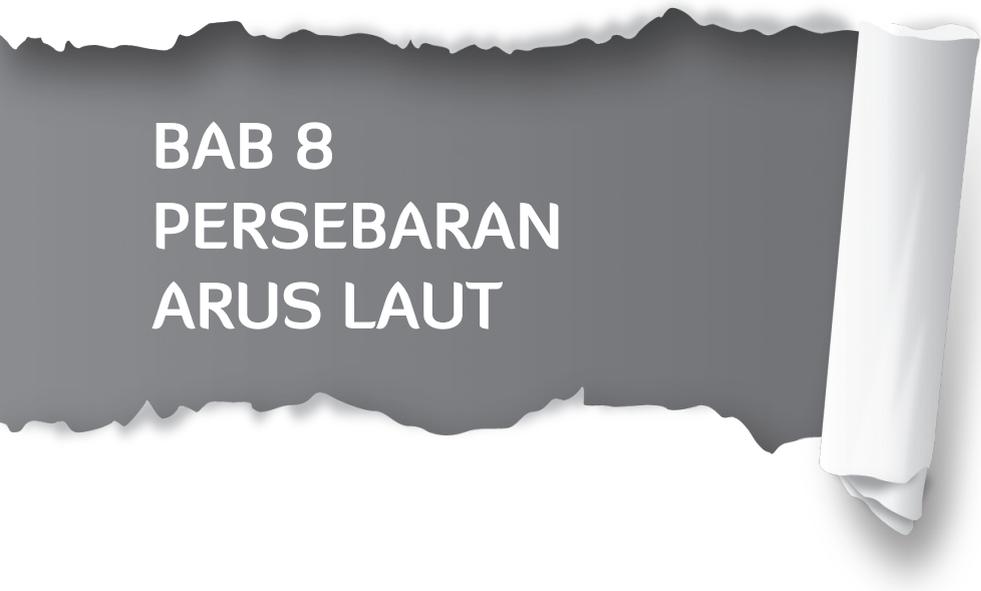
Arus bawah ialah arus yang bergerak dibawah permukaan laut, misalnya arus bawah laut Gibraltar. Arus atas ialah arus laut yang bergerak dipermukaan laut, misalnya arus California.

b. Menurut suhunya

Arus panas ialah bila suhu arus laut itu lebih panas daripada suhu air laut disekitarnya, misalnya arus teluk. Arus dingin ialah bila arus laut lebih dingin dari laut sekitarnya, misalnya laut Labrador.

c. Menurut sebab terjadinya

Arus yang terjadi karena angin, yang berhembus secara teratur dan terus menerus dipermukaan menyebabkan terjadinya ombak atau gelombang. Arus yang terjadi karena adanya perbedaan kadar garam atau berat jenis air. Dibagian permukaan air yang berat jenisnya kecil akan mengalir ke air yang berat jenisnya besar dibagian bawah, air yang berat jenisnya besar akan mengalir keberat jenis kecil. Semakin besar kadar garam maka berat jenis air laut semakin besar. Arus yang disebabkan pasang purnama dan pasang perbani.

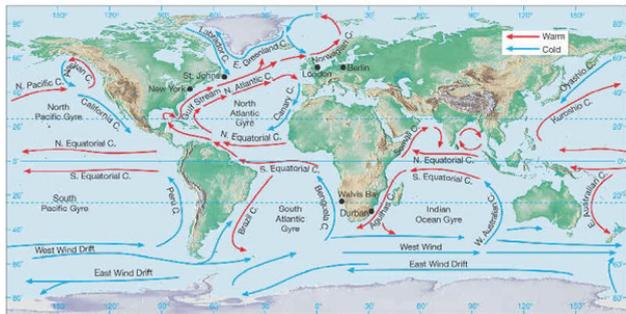


**BAB 8
PERSEBARAN
ARUS LAUT**

A. SAMUDERA PASIFIK

1. Sebelah Utara Khatulistiwa

Arus Khatulistiwa Utara, merupakan arus panas yang mengalir menuju ke arah barat sejajar dengan garis khatulistiwa dan ditimbulkan serta didorong oleh angin pasat timur laut. Arus Kuroshio, merupakan lanjutan arus khatulistiwa utara karena setelah sampai di dekat Kepulauan Filipina, arahnya menuju ke utara. Arus ini merupakan arus panas yang mengalir dari utara Kepulauan Filipina, menyusur sebelah timur Kepulauan Jepang dan terus ke pesisir Amerika Utara (terutama Kanada). Arus ini didorong oleh angin barat.



Gambar 7.1 Persebaran arus laut di dunia

Arus Kalifornia, mengalir di sepanjang pesisir barat Amerika Utara ke arah selatan menuju ke khatulistiwa. Arus ini merupakan lanjutan arus kuroshio, termasuk arus menyimpang (pengaruh daratan) dan arus dingin. Arus Oyashio, merupakan arus dingin yang didorong oleh angin timur dan mengalir dari selat Bering menuju ke selatan dan berakhir di sebelah timur Kepulauan Jepang karena ditempat ini arus tersebut bertemu dengan arus Kuroshio (terhambat oleh kuroshio).

Tempat pertemuan arus dingin Oyashio dengan arus panas Kuroshio terdapat daerah perikanan yang kaya, sebab plankton-plankton yang terbawa oleh arus Oyashio berhenti pada daerah pertemuan arus panas Kuroshio yang hangat dan tumbuh subur.

2. Sebelah Selatan Khatulistiwa

Arus Khatulistiwa Selatan, merupakan arus panas yang mengalir menuju ke barat sejajar dengan garis khatulistiwa. Arus ini ditimbulkan atau didorong oleh angin pasat tenggara. Arus Humboldt atau Arus Peru, merupakan lanjutan dari sebagian arus angin barat yang mengalir di sepanjang barat Amerika Selatan menyusur ke arah utara.

Arus ini merupakan arus menyimpang serta didorong oleh angin pasat tenggara dan termasuk arus dingin. Arus Australia Timur, merupakan lanjutan arus khatulistiwa selatan yang mengalir di sepanjang pesisir Australia Timur dari arah utara ke selatan (sebelah timur *Great Barrier Reef*). Arus Angin Barat, merupakan lanjutan dari sebagian arus Australia timur yang mengalir menuju ke timur (pada lintang 30°C- 40°C LS) dan sejajar dengan garis ekuator. Arus ini didorong oleh angin barat.

B. SAMUDERA ATLANTIK

1. Sebelah Utara Khatulistiwa

- Arus Khatulistiwa Utara, merupakan arus panas yang mengalir menuju ke barat sejajar dengan garis khatulistiwa. Arus ini ditimbulkan dan didorong angin pasat timur laut.
- Arus Teluk Gulfstream, merupakan arus menyimpang yang segera diperkuat oleh dorongan angin besar dan merupakan arus panas. Arus khatulistiwa utara (ditambah dengan sebagian arus khatulistiwa selatan) semula masuk ke Laut Karibia terus ke Teluk Mexiko dan keluar dari teluk ini melalui Selat Florida (sebagai Arus Florida). Arus Florida yang segera bercampur dengan Arus Antillen merupakan arus

besar yang mengalir di sepanjang pantai timur Amerika Serikat ke arah timur. Arus inilah yang disebut arus teluk sebab sebagian dari arus ini keluar dari teluk Meksiko.

- Arus Tanah Hijau Timur atau Arus Greenland Timur, merupakan arus dingin yang mengalir dari laut Kutub Utara ke selatan menyusur pantai timur Tanah Hijau. Arus ini didorong oleh angin timur (yang berasal dari daerah kutub).
- Arus Labrador, berasal dari laut Kutub Utara yang mengalir ke selatan menyusuri pantai timur Labrador. Arus ini didorong oleh angin timur dan merupakan arus dingin, yang pada umumnya membawa "gunung es" yang ikut dihanyutkan.
- Arus Canari, merupakan arus menyimpang dan termasuk arus dingin. Arus ini merupakan lanjutan sebagian arus teluk yang mengubah arahnya setelah pengaruh daratan Spanyol dan mengalir ke arah selatan menyusur pantai barat Afrika Utara.

2. Sebelah Selatan Khatulistiwa

- Arus Khatulistiwa Selatan, merupakan arus panas yang mengalir menuju ke barat, sejajar dengan garis khatulistiwa. Sebagian dari arus ini masuk ke utara (yang bersama-sama dengan arus Khatulistiwa Utara ke Laut Karibia) sedangkan yang sebagian lagi membelok ke selatan. Arus ini ditimbulkan dan didorong oleh angin pasat tenggara.
- Arus Brazilia, merupakan lanjutan dari sebagian arus angin barat yang mengalir ke arah selatan menyusuri pantai timur Amerika Selatan (khususnya Brazilia). Arus ini termasuk arus menyimpang dan merupakan arus panas.
- Arus Benguela, merupakan lanjutan dari sebagian arus angin barat, yang mengalir ke arah utara menyusuri pantai barat Afrika Selatan. Arus ini merupakan arus dingin, yang akhirnya kembali menjadi Arus Khatulistiwa Selatan.
- Arus Angin Barat, merupakan lanjutan dari sebagian Arus Brazilia yang mengalir ke arah timur (pada lintang 30 derajat - 40 derajat LS) sejajar dengan garis ekuator. Arus ini didorong oleh angin barat dan merupakan arus dingin.

C. SAMUDERA HINDIA

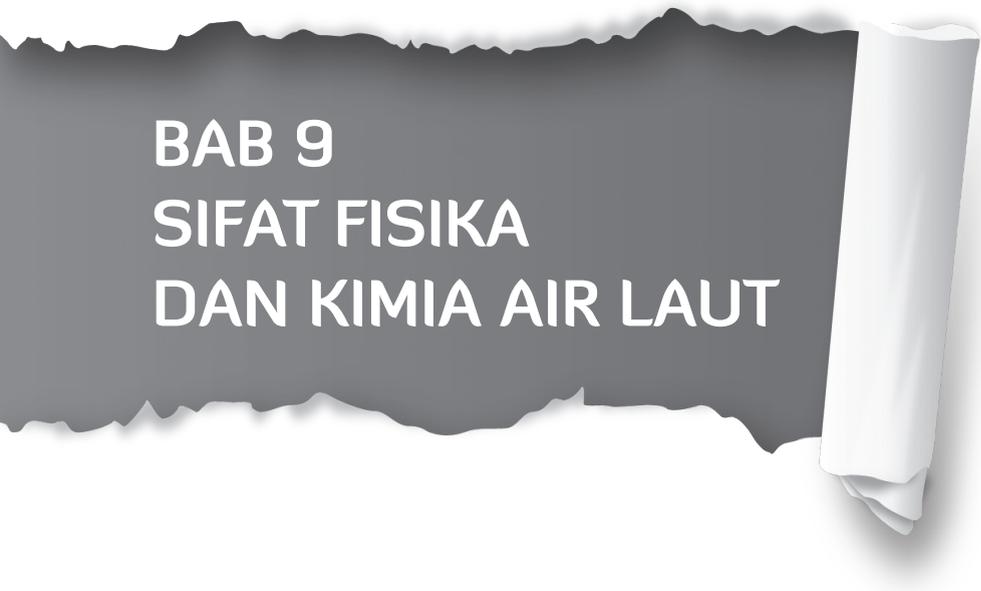
1. Sebelah Utara Khatulistiwa

Arus laut samudera ini keadaannya berbeda dengan samudera lain, sebab arah gerakan arus tak tetap dalam setahun melainkan berganti arah dalam 1/2 tahun, sesuai dengan gerakan angin musim yang menimbulkannya. Arus-arus tersebut adalah sebagai berikut:

- Arus Musim Barat Daya, merupakan arus panas yang mengalir menuju ke timur menyusuri Laut Arab dan Teluk Benguela. Arus ini ditimbulkan dan didorong oleh angin musim barat daya. Arus ini berjalan kurang kuat sebab mendapat hambatan dari gerakan angin pasat timur laut.
- Arus Musim Timur Laut, merupakan arus panas yang mengalir menuju ke barat menyusuri Teluk Benguela dan Laut Arab. Arus ini ditimbulkan dan didorong oleh angin musim timur laut. Arus yang terjadi bergerak agak kuat sebab di dorong oleh dua angin yang saling memperkuat, yaitu angin pasat timur laut dan angin musim timur laut.

2. Sebelah Selatan Khatulistiwa

- Arus Khatulistiwa Selatan, merupakan arus panas yang mengalir menuju ke barat sejajar dengan garis khatulistiwa yang nantinya pecah menjadi dua (Arus Maskarena dan Arus Agulhas setelah sampai di timur Madagaskar). Arus ini ditimbulkan dan didorong oleh angin pasat tenggara.
- Arus Maskarena dan Arus Agulhas, merupakan arus menyimpang dan merupakan arus panas. Arus ini juga merupakan lanjutan dari pecahan Arus Khatulistiwa Selatan. Arus Maskarena mengalir menuju ke selatan, menyusuri pantai Pulau Madagaskar Timur. Arus Agulhas juga mengalir menuju ke selatan menyusuri pantai Pulau Madagaskar Barat.
- Arus Angin Barat, merupakan lanjutan dari sebagian arus angin barat, yang mengalir ke arah utara menyusur pantai barat Benua Australia. Arus ini termasuk arus menyimpang dan merupakan arus dingin yang akhirnya kembali menjadi Arus Khatulistiwa Selatan.



BAB 9
SIFAT FISIKA
DAN KIMIA AIR LAUT

A. SIFAT FISIKA AIR LAUT

Pengetahuan mengenai properti air memberikan gambaran tentang karakteristik dari lingkungan lautan (Supangat dan Susanna, 2008). Massa molekul air adalah 18, perbandingan air dengan komponen hydrogen yang lain menunjukkan bahwa air seharusnya beku pada temperatur -100°C dan mendidih pada temperatur -80°C , tetapi kenyataannya adalah pada temperatur 0°C dan 100°C (contoh, metana dengan massa molekul 16 beku pada temperatur 183°C dan mendidih pada temperatur -162°C). Densitas padatan lebih besar dari cairan dan densitas cairan biasanya berkurang cepat bila dipanaskan dari titik leleh, tetapi es lebih kecil dari air dan densitas maksimum air tawar pada temperatur 4°C .

Alasan untuk anomali air ini adalah karena struktur molekulnya. Molekul air mengandung satu atom oksigen yang terikat pada dua atom hidrogen. Sudut antara ikatan atom tersebut adalah 105° . Perbedaan elektrik antara atom oksigen dan hydrogen adalah atom hydrogen membawa muatan positif sementara atom oksigen membawa muatan negatif. Oleh karena itu struktur kutub, molekul air mempunyai ketertarikan satu sama lain dan cenderung membentuk kelompok-kelompok yang

diikat oleh ikatan intermolekul lemah yang disebut ikatan hidrogen.

Bertambahnya temperatur air tawar diatas 0°C , energy molekul juga akan bertambah dan berlawanan dengan kecenderungan membentuk kelompok-kelompok parsial. Molekul secara individu dapat bersama lebih dekat mengisi ruang-ruang yang ada dan menambah densitas air. Walaupun demikian dengan bertambah tersebut, temperature akan memberikan lebih banyak energy kepada molekul dan jarak antaranya bertambah sehingga menyebabkan pengurangan densitas. Pada temperature antara 0°C dan 4°C , pengaruh orde yang dominan adalah pada peningkatan temperature termal. Kombinasi dua pengaruh berarti densitas air tawar adalah maksimal pada 4°C .

Unsur terlarut dalam cairan mempunyai pengaruh menambah densitas cairan tersebut. Semakin banyak jumlah yang terlarut akan semakin besar pengaruhnya. Begitu juga dengan air. Densitas air tawar mendekati $1,00 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$. Sementara rerata densitas air laut adalah $1,03 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$. Pengaruh lain yang penting dari unsur-unsur terlarut adalah menurunkan titik beku cairan. Contohnya penambahan garam biasa (sodium klorida, NaCl) akan merendahkan titik beku air dan juga menurunkan temperature dimana air mencapai densitas maksimumnya.

Hal ini karena garam terlarut mempunyai kecenderungan dimana molekul air membentuk kelompok-kelompok orde sehingga densitas hanya diatur oleh pengaruh pengembangan termal. Lautan mempunyai salinitas yang lebih tinggi yaitu kira-kira 35 gkg^{-1} (dimana 30 gkg^{-1} adalah dari ion-ion sodium terlarut (Na^+ , $\sim 11\text{g}$) dan ion-ion klorida (Cl^- , $\sim 19\text{g}$)). Jadi densitas air laut bertambah dengan turunnya temperature hingga ketitik beku. Perbedaan antara air tawar dan air laut ini penting dan mempengaruhi pembentukan es laut dan proses sirkulasi lautan.

B. SIFAT KIMIA AIR LAUT

Air di laut merupakan campuran dari 96,5% air murni dan 3,5% material lainnya seperti garam-garaman, gas-gas terlarut, bahan-bahan organik dan partikel-partikel tak terlarut. Sifat-sifat fisis utama air laut ditentukan oleh 96,5% air murni. Air laut merupakan larutan yang mengandung berbagai garam. Unsur kimia yang tergabung dalam larutan air laut yaitu klor (Cl) 55%, Natrium (Na) 31%, kemudian Magnesium (Mg), Kalsium (Ca), Belerang (S), dan Kalium (K). disamping itu dalam jumlah kecil terdapat juga Bromium (Br), Karbon (C), Strontium (Sr), Barium (Ba), Silikon (Si), dan Fluorin (F).

Air merupakan senyawa kimia dengan rumus H_2O , artinya satu molekul air tersusun atas dua atom hidrogen yang terikat secara kovalen pada satu atom oksigen. Air bersifat tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau pada kondisi standar, yaitu pada tekanan 100 Kpa dan temperatur 273,15 K. Air merupakan pelarut yang dapat melarutkan zat terlarut lainnya, seperti garam, gula, asam, beberapa jenis gas, dan molekul-molekul organik.

Hidrogen berikatan dengan oksigen membentuk fase cair dikarenakan oksigen lebih bersifat elektronegatif daripada elemen-elemen lain. Tarikan atom oksigen pada elektron-elektron ikatan lebih kuat dari yang dilakukan oleh atom hidrogen sehingga meninggalkan muatan positif pada atom-atom hidrogen dan muatan negatif pada atom oksigen. Adanya muatan pada tiap-tiap atom membuat molekul air memiliki momen dipol. Gaya tarik-menarik antar molekul-molekul air akibat adanya dipol membuat masing-masing molekul berdekatan sehingga membuatnya sulit untuk dipisahkan yang akhirnya menaikkan titik didih air. Gaya tarik-menarik ini disebut sebagai ikatan hidrogen.

Air membentuk sudut 105° dimana sudut tersebut dekat dengan sudut tetrahedron. Tetrahedron memiliki sifat dasar jaringan yang lebih lebar, dimana mereka membentuk kumpulan satu, dua, empat, dan delapan molekul. Pada temperatur yang tinggi, kumpulan molekul satu dan dua lebih dominan. Sementara itu dengan turunnya temperatur, tandan yang lebih besar akan dominan. Tandan yang lebih besar mengisi ruang yang lebih kecil daripada jumlah molekul yang sama dengan tandan yang lebih kecil. Akibatnya, densitas air mencapai nilai maksimumnya pada temperatur $4^\circ C$.

Air laut mengandung larutan berbagai gas seperti Oksigen (O_2) dan gas asam arang (CO_2) yang merupakan kebutuhan vital bagi kehidupan vegetasi dan hewan laut. Ion klorida adalah salah satu anion organik utama yang ditemukan di perairan alami. Ion klorida ditemukan dalam jumlah besar, sedangkan ion halogen lainnya ditemukan dalam jumlah yang relatif sedikit. Klorin, Bromin, dan Iodin terkandung pada air laut dalam bentuk garam-garam halida dari natrium, magnesium, kalium, dan kalsium.

Klorida biasanya terdapat dalam bentuk senyawa natrium klorida ($NaCl$), Kalium klorida (KCl), dan Kalsium klorida ($CaCl_2$). Garam halida yang paling banyak adalah $NaCl$. Klorida membentuk kebanyakan garam

zat terlarut dalam lautan bumi, kira-kira 1.9% komposisi air laut adalah ion klorida. Larutan klorida dengan kepekatan lebih tinggi dijumpai di Laut Mati. Kadar klorida bervariasi menurut iklim. Pada perairan yang di wilayah yang beriklim basah (*humid*), kadar klorida biasanya kurang dari 10 mg/liter; sedangkan pada perairan di wilayah *semi-arid* dan *arid* (kering), kadar klorida mencapai ratusan mg/liter.

Keberadaan klorida pada perairan alami berkisar antara 2-20 mg/liter. Kadar klorida 250 mg/liter dapat mengakibatkan air menjadi asin. Air laut mengandung klorida sekitar 19.300 mg/liter. Kadar klorida yang tinggi, misalnya pada air laut, yang diikuti oleh kadar kalsium dan magnesium yang juga tinggi dapat meningkatkan sifat korosivitas air. Perairan yang demikian mudah mengakibatkan terjadinya perkaratan peralatan yang terbuat dari logam.

Rasa asin pada air laut berasal dari garam. Air laut terdiri atas 96% air dan 3% garam (Sodium Klorida), 1% berupa sejumlah mineral seperti kalsium dan magnesium. Garam berasal dari batuan dan mineral yang dilarutkan oleh air hujan yang turun dan masuk ke sungai yang akan membawa air dan garam ke laut. Sejumlah garam juga bisa berasal dari gunung berapi di bawah laut. Lebih dari sepertiga garam yang digunakan di dunia berasal dari laut.

Garam dikumpulkan melalui proses penguapan. Di negara beriklim panas orang membuat garam lebih banyak di tempat dangkal, yaitu dengan cara mengumpulkan garam di sepanjang pesisir berlumpur yang ditampung dalam kolam-kolam apabila pasang datang air laut akan tertampung dalam kolam tersebut, pada saat penyinaran matahari akan menyebabkan air menguap dan meninggalkan kristal-kristal garam. Sodium klorida (NaCl) atau garam dapur merupakan zat klorida yang persentasenya paling besar.

Apabila dipersentasekan sebagai berikut:

Menurut Clarke	Menurut Lyman & Fleming
CaCl ₂ = 0,34%	NaCl = 68,1%
NaCl = 77,70%	MgCl = 14,4%
MgCl ₂ = 10,88%	CaCl = 3,2%
MgSO ₄ = 4,74%	KCl = 1,9%
CaSO ₄ = 3,60%	NaCO ₃ = 0,6%
K ₂ SO ₄ = 2,64%	NaHCO ₃ = 0,6%
MgBr = 0,22%	KBr = 0,3%

Penyebaran salinitas secara horizontal:

1. Daerah Ekuator (tropik), temperatur tinggi, penguapan tinggi, curah hujan banyak maka salinitasnya rendah (34-35 permil).
2. Daerah lintang 20 derajat - 25 derajat LU/LS, penguapan tinggi, curah hujan kurang, maka salinitas tinggi (36-37 permil).
3. Daerah lintang sedang, penguapan kurang, kelembapan besar, maka salinitas rendah (33-35 permil).
4. Daerah kutub, temperatur rendah, penguapan kecil, adanya pencairan es, maka salinitasnya rendah (32-34 permil).

Berikut beberapa contoh laut yang mempunyai salinitas yang berbeda, karena dipengaruhi oleh keadaan setempat dan lautnya tertutup:

1. Laut merah, tidak terdapat sungai yang bermuara kelaut tersebut, curah hujan relatif kecil, maka salinitasnya air lautnya tinggi (40-41 permil).
2. Laut tengah, banyak air sungai dari laut hitam, kemudian masuk kelaut tengah, maka salinitasnya tidak terlalu tinggi (37-39 permil).
3. Laut mati, terletak didaerah arid (kering), lautnya sempit, tidak berpelepasan, sehingga salinitasnya tinggi (250-400 permil).
4. Laut hitam, penguapan kurang, banyak sungai yang bermuara, sehingga salinitasnya rendah (17-18 permil).
5. Laut Baltik, penguapan kurang, banyak sungai yang bermuara, pencairan es/ salju maka salinitasnya rendah (3-4 permil).

Penyebaran salinitas secara vertikal:

1. Pada permukaan, terjadi penguapan baik karena angin atau karena perbedaan temperatur antara air dan udara (temperatur air lebih

tinggi dari temperatur udara) atau karena kelembapan udara kecil maka salinitas permukaan biasanya besar.

2. Makin kebawah, salinitas semakin kecil, karena temperaturnya makin rendah, pada kedalaman 800-1200 meter biasanya salinitas paling kecil.
3. Lebih dari 1200 meter, salinitas naik sampai 34,9‰ karena tidak ada turbulensi lagi.

Catatan: untuk daerah ekuator (tropik), salinitas terbesar bukan pada permukaan sebab banyak curah hujan, tetapi terdapat pada kedalaman 100-200 meter.

Hipotesis tentang asinnya air laut:

1. Garam-garaman yang sekarang larut dalam air laut, telah terjadi sejak permulaan terbentuknya lautan. salinitas dahulu sama dengan salinitas sekarang. itu terbukti dari fosil organisme marine yang menunjukkan salinitas air laut tidak banyak berubah setelah mengalami waktu geologi yang lama.
2. Salinitas air laut bertambah secara berangsur-angsur yaitu hasil pencucian dari batu-batuan dikulit bumi dan dari pengangkutan mineral-mineral yang terbawa kelaut oleh sungai atau oleh air hujan yang mengalir diatas permukaan bumi. jadi menurut hipotesis ini air laut yang mula-mula itu tawar.



BAB 10
KEHIDUPAN LAUT

KEHIDUPAN LAUT

Laut/Lautan yang meliputi sekitar 71 % dari laus permukaan bumi merupakan suatu tempat/ruang hidup yang luas bagi organisma laut. Kepadatan dan viscosita air laut sesuai sebagai media untuk hidupnya berbagai organisma. Temperatur yang bervariasi antara -2°C sampai dengan 30°C adalah suatu temperatur yang memungkinkan kehidupan berjenis-jenis makluk. Lapisan air yang bersifat transparent (tembus cahaya) menyebabkan suburnya tumbuhan yang hijau (ber chlorophyl).

Demikian pula adanya zat asam (O_2) pada lapisan tertentu serta adanya garam-garaman (mineral) mendorong kepada adanya mahluk hidup. Malah ada lapisan yang sedikit/tidak ada O_2 nya masih memungkinkan hidupnya organisma anaerobe. Ada juga organisma yang dapat menyesuaikan dengan tekanan air yang berbeda karena perbedaan kedalaman yaitu eurybathic animal. Begitu juga ada organisma yang dapat menyesuaikan pada laut dengan kadar garam yang berbeda yaitu euryhaline animal. Pada umumnya organisna laut hanya dapat hidup pada lapisan/kedalaman tertentu saja yaitu stenobathic animal.

Kehidupan dilaut (*the marine biology*) selalu erat hubungannya dengan keadaan faktor fisik dan kimia

dari keadaan lingkungannya seperti temperatur, sinar, arus, salinitas dan bahan makanannya baik berupa benda-benda organis maupun an-organik. karena kondisi pada setiap tempat dan lapisan air berbeda-beda maka keadaan kehidupannya pun agak berbeda antara lapisan air permukaan, lapisan yang lebih dalam dipantai karang dengan pantai pasir yang berawa. Golongan organisme yang hidup dilaut ada tiga yaitu:

1. Benthos

Merupakan tumbuhan dan binatang yang hidupnya melekat pada dasar laut, baik menempel pada permukaan ataupun terpendam didalam lumpur dan ada juga yang merayap. seperti cacing, siput, ketam, dan kerang-kerangan serta algae atau sering juga disebut rumput laut, tumbuhan lamun.



Gambar 9.1 Hewan bentos udang



Gambar 9.2 Tumbuhan Bentos (Rumput laut)

2. Nekton

Merupakan binatang yang bergerak bebas seperti ikan besar seperti hiu, ikan pari, kura-kura, dan mamalia akuatik seperti lumba-lumba dan paus. nekton mampu bergerak lebih baik untuk mencari makanan dan menghindari predator. dalam pergerakannya, nekton tidak terlalu tergantung pada arus sebagaimana plankton. distribusi dari nekton dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu, salinitas, suplai oksigen, dan sumber makanan (Mukhtasor, 2007:32).



Gambar 9.3 Nekton

3. Plankton,

Merupakan semua golongan binatang dan tumbuhan yang sangat kecil yang terapung-apung di air, jadi gerakannya atau migrasinya tergantung pada gerakan air (arus) dan bersifat pasif. Secara luas plankton dianggap sebagai salah satu organisme terpenting di dunia, karena menjadi bekal makanan untuk kehidupan akuatik. ada dua macam plankton yaitu:

a) Fitoplankton

Sebagai tumbuhan yang berperan dalam menyediakan oksigen dan sebagai sumber makanan bagi banyak organisme lain. fitoplankton terdapat di zona euphotik yaitu zona dimana pada area ini menerima cahaya matahari yang cukup untuk

digunakan pada proses fotosintesis. contoh dari fitoplankton adalah *cryptophyta* atau alga kuning coklat.



Gambar 9.4 Fitoplankton

b) Zooplankton

Semua organisme kecil yang termasuk kedalam kategori hewan. jenis-jenis dari zooplankton seperti protozoa (hewan bersel tunggal seperti sarcodina), coelenterata (ubur-ubur dan karang), molusca (kerang dan siput), artropoda (bintang laut). Zooplankton banyak dijumpai didekat permukaan laut, dimana sumber makanan mereka banyak dijumpai. beberapa zooplankton juga dapat ditemukan di tiap kedalaman laut.



Gambar 9.5 Zooplankton

Wilayah pesisir dan laut merupakan tempat hidup beberapa ekosistem yang unik dan saling terkait, dinamis, dan produktif. beberapa ekosistem utama diwilayah pesisir dan laut adalah hutan mangrove, terumbu karang dan padang lamun. masing- masing ekosistem ini bukan merupakan suatu entetitas yang terpisah, tetapi saling berinteraksi antar ekosistem satu dengan yang lainnya.

a. Hutan Mangrove

Hutan mangrove yang sering juga disebut sebagai hutan payau atau hutan pasang surut, merupakan suatu ekosistem peralihan antara darat dan laut. terdapat didaerah tropik atau subtropik disepanjang pantai yang terlindung dan muara sungai. Hutan mangrove merupakan ciri khas ekosistem daerah tropis dan sub tropis dan merupakan ekosistem utama pendukung kehidupan yang penting diwilayah perairan pesisir.



Gambar 9.6 Hutan magrove

Hutan mangrove (hutan bakau) adalah tipe hutan yang berada di daerah pasang surut air laut. Saat air pasang, hutan mangrove digenangi oleh air laut, sedangkan pada saat air surut, hutan mangrove bebas dari genangan air laut. Umumnya hutan mangrove berkembang baik pada pantai yang terlindung, muara sungai, atau laguna. Tumbuhan yang hidup di habitat hutan mangrove tahan terhadap garam yang terkandung di dalam air laut.

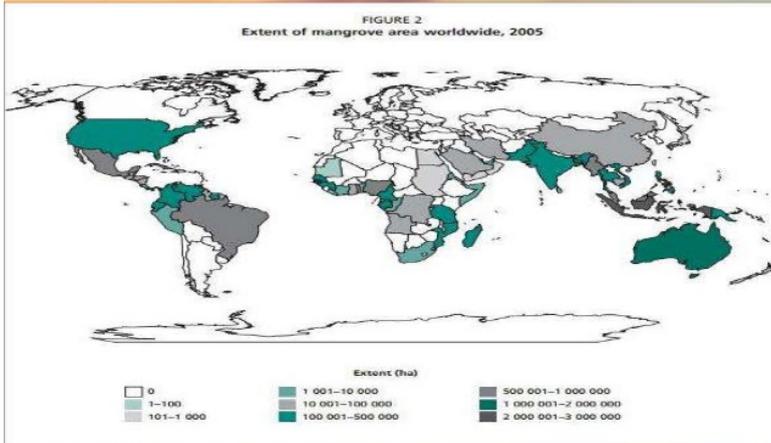
Ada dua fungsi hutan mangrove sebagai potensi sumber daya laut di Indonesia yaitu fungsi ekologis dan ekonomis. Fungsi ekologis hutan mangrove adalah sebagai habitat (tempat hidup) binatang laut untuk berlindung, mencari makan, dan berkembang biak. Fungsi ekologis yang lain dari hutan mangrove adalah untuk melindungi pantai dari abrasi air laut. Fungsi ekonomis hutan mangrove berupa nilai ekonomis dari kayu pepohonan dan makhluk hidup yang ada di dalamnya. Biasanya penduduk memanfaatkan kayu sebagai bahan kayu bakar atau bahan pembuat arang. Kayu bakau juga dapat dijadikan bahan pembuat kertas.

Selain kayu, hutan mangrove juga dihuni oleh beragam jenis fauna yang bernilai ekonomis, misalnya udang dan jenis ikan lainnya yang berkembang biak dengan baik di wilayah ini. Di mana sajakah sebaran hutan mangrove di Indonesia? Hutan mangrove tersebar di pesisir sebelah barat Pulau Sumatra, beberapa bagian ada di pantai utara Pulau Jawa, sepanjang pesisir Pulau Kalimantan, Pesisir Pulau Sulawesi, Pesisir sebelah Selatan Papua, dan beberapa pulau kecil lainnya.

Jumlah hutan mangrove di Indonesia mencapai angka 3.716.000 ha (data dari UNESCO). Hutan mangrove Indonesia tidak tersebar secara merata. Luas terbesar hutan mangrove berada di Pulau Papua yang mencapai 3,7 juta ha. Berikutnya adalah Kalimantan (165 ribu ha), Sumatra (417 ribu ha), Sulawesi (53 ribu ha), Jawa (34,4 ribu ha), Bali dan Nusa Tenggara (3,7 ha). Menurut Supriharyono (dalam Mukhtasor, 2007:35) empat faktor utama yang mempengaruhi penyebaran tumbuhan mangrove yaitu:

- 1) frekuensi arus pasang,
- 2) salinitas tanah,
- 3) air tanah,
- 4) suhu air.

PERSEBARAN HUTAN BAKAU DI DUNIA



Secara ekologi, hutan mangrove telah dikenal mempunyai banyak fungsi dalam kehidupan manusia baik secara langsung maupun tidak langsung. ekosistem mangrove bagi berbagai macam biota perairan seperti ikan, kerang-kerangan, udang berfungsi sebagai tempat mencari makan, memijah, memelihara, dan berkembang biak. hutan mangrove merupakan habitat berbagai jenis satwa baik sebagai habitat pokok maupun sebagai habitat sementara, penghasil sejumlah detritus, dan perangkap sedimen. Segi ekonomis vegetasi ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber penghasil kayu bangunan, baha baku pulp dan kertas, kayu bakar, bahan arang, alat tangkap ikan dan sumber bahan lain sperti tannin dan pewarna. mangrove juga mempunyai peran penting sebagai pelindung pantai dari hempasan gelombang air laut serta menyerap logam berat dan pestisida yang mensemari laut.

b. Terumbu Karang

Terumbu karang merupakan organisme yang hidup didasar laut daerah tropis dan dibangun oleh biota laut penghasil kapu khususnya jenis-jenis karang dan alga penghasil kapur (CaCO_3). terumbu karang juga merupakan ekosistem yang cukup kuat menahan gaya gelombang laut. Terumbu karang pada umumnya hidup di pinggir pantai atau

daerah yang masih terkena cahaya matahari kurang lebih 50 m di bawah permukaan laut. Ekosistem terumbu karang sebagian besar terdapat di perairan tropis, sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan hidupnya terutama suhu, salinitas, sedimentasi, Eutrofikasi dan memerlukan kualitas perairan alami (pristine).



Gambar 9.3 Terumbu Karang

Agar dapat tumbuh dan berkembang biak secara baik, terumbu karang membutuhkan kondisi lingkungan hidup yang optimal, yaitu pada suhu hangat sekitar di atas 20°C. Terumbu karang juga memilih hidup pada lingkungan perairan yang jernih dan tidak berpolusi. Hal ini dapat berpengaruh pada penetrasi cahaya oleh terumbu karang. Beberapa terumbu karang membutuhkan cahaya matahari untuk melakukan kegiatan fotosintesis.

Terumbu karang merupakan ekosistem laut yang paling produktif dan memiliki keanekaragaman hayati paling tinggi. sehingga menjadikan terumbu karang menjadi tempat pemijahan, pengasuhan, dan mencari makan dari kebanyakan ikan. oleh karena itu produksi ikan didaerah terumbu karang sangat tinggi. kerangka hewan karang berfungsi sebagai tempat berlindung atau tempat menempelnya biota laut lainnya. sejumlah ikan pelagis bergantung pada keberadaan terumbu karang pada masa larvanya. terumbu karang juga merupakan habitat

bagi banyak spesies laut dan juga terumbu karang dapat berfungsi sebagai pelindung pantai dari erosi.

Terumbu karang adalah terumbu (batuan sedimen kapur di laut) yang terbentuk dari kapur yang sebagian besar dihasilkan dari koral (binatang yang menghasilkan kapur untuk kerangka tubuhnya). Jika ribuan koral membentuk koloni, koral-koral tersebut akan membentuk karang. Sebagai negara kepulauan, Indonesia merupakan negara yang memiliki terumbu karang terluas di dunia. Luas terumbu karang Indonesia mencapai 284,3 ribu km² atau setara dengan 18% dari terumbu karang yang ada di seluruh dunia. Kekayaan terumbu karang Indonesia tidak hanya dari luasnya, akan tetapi juga keanekaragaman hayati yang ada di dalamnya.

Keanekaragaman hayati terumbu karang sebagai potensi sumber daya laut di Indonesia juga yang tertinggi di dunia. Di dalamnya terdapat 2.500 jenis ikan, 2.500 jenis moluska, 1.500 jenis udang-udangan, dan 590 jenis karang. Mengapa terumbu karang banyak ditemukan di wilayah Indonesia? Terumbu karang akan dapat tumbuh dengan baik pada suhu perairan laut antara 21° - 29° C. Pada suhu lebih besar atau lebih kecil dari itu, pertumbuhan terumbu karang menjadi kurang baik. Karena Indonesia berada di daerah tropis dan suhu perairannya hangat, pantaslah jika terumbu karang banyak ditemukan di Indonesia.

Pertumbuhan terumbu karang juga akan baik pada kondisi air yang jernih dan dangkal. Kedalaman air yang baik untuk tumbuhnya terumbu karang tidak lebih dari 18 meter. Jika lebih besar dari kedalaman tersebut, pertumbuhan terumbu karang juga akan menjadi kurang baik. Selain persyaratan tersebut, terumbu karang juga mensyaratkan salinitas (kandungan garam air laut) yang tinggi. Oleh karena itu, terumbu karang sulit hidup di sekitar muara sungai karena kadar garam air lautnya menurun akibat bercampurnya air sungai ke laut. Mengapa terumbu karang wajib dilindungi dari kerusakan? Terumbu karang memiliki banyak manfaat, baik manfaat yang bersifat ekonomis, ekologis, maupun sosial ekonomi. Adapun gambaran dari manfaat terumbu karang tersebut adalah sebagai berikut.

1. Manfaat ekonomi: sebagai sumber makanan, obat-obatan, dan objek wisata bahari.
2. Manfaat ekologis: mengurangi hempasan gelombang pantai yang dapat berakibat terjadinya abrasi.
3. Manfaat sosial ekonomi: sebagai sumber perikanan yang dapat meningkatkan pendapatan para nelayan. Terumbu karang juga dapat menjadi daya tarik objek wisata yang dapat meningkatkan pendapatan penduduk sekitar dari kegiatan pariwisata.

Terumbu karang banyak ditemukan di bagian tengah wilayah Indonesia seperti di Sulawesi, Bali, Lombok, dan Papua. Konsentrasi terumbu karang juga ditemukan di Kepulauan Riau, pantai barat dan ujung barat Sumatra. Berdasarkan geomorfologinya ekosistem terumbu karang dapat dibagi menjadi tiga tipe yaitu terumbu karang tepi (*Fringing Reef*), terumbu karang penghalang (*Barrier reef*), dan terumbu karang cincin (*Attols*).

1) Terumbu karang tepi (*Fringing Reef*)

Terumbu karang tepi atau karang penerus atau *fringing reefs* adalah jenis terumbu karang paling sederhana dan paling banyak ditemui di pinggir pantai yang terletak di daerah tropis. Terumbu karang tepi berkembang di mayoritas pesisir pantai dari pulau-pulau besar. Perkembangannya bisa mencapai kedalaman 40 meter dengan pertumbuhan ke atas dan ke arah luar menuju laut lepas. Dalam proses perkembangannya, terumbu ini berbentuk melingkar yang ditandai dengan adanya bentukan ban atau bagian endapan karang mati yang mengelilingi pulau.

2) Terumbu karang penghalang (*Barrier reef*)

Secara umum, terumbu karang penghalang atau *barrier reefs* menyerupai terumbu karang tepi, hanya saja jenis ini hidup lebih jauh dari pinggir pantai. Terumbu karang ini terletak sekitar 0.52 km ke arah laut lepas dengan dibatasi oleh perairan berkedalaman hingga 75 meter. Terkadang membentuk *lagoon* (kolom air) atau celah perairan yang lebarnya mencapai puluhan kilometer. Umumnya karang penghalang tumbuh di sekitar pulau sangat besar atau benua dan membentuk gugusan pulau karang yang terputus-putus.

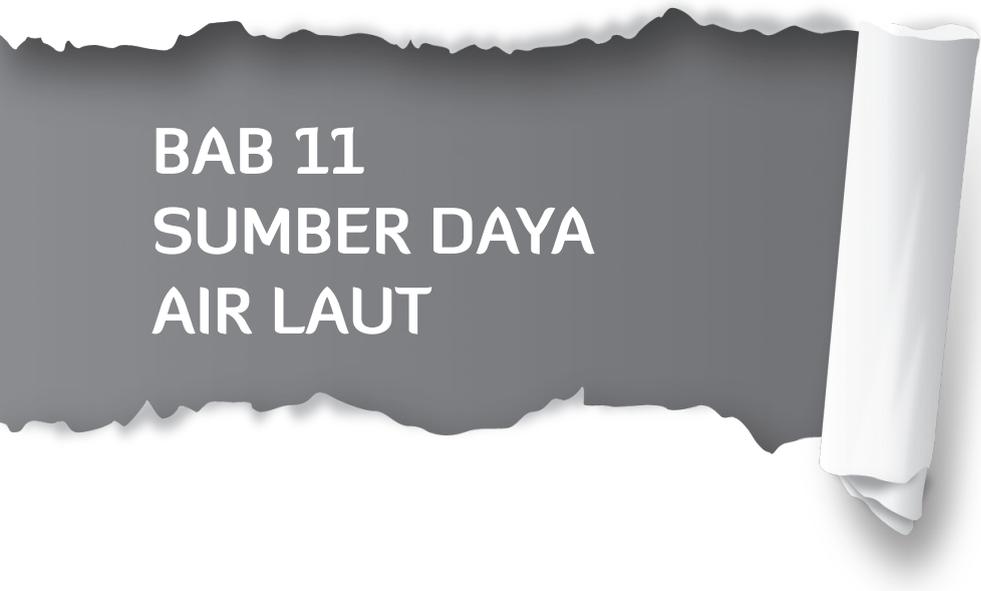
3) Terumbu karang cincin (*Atolls*)

Terumbu karang cincin atau *atolls* merupakan terumbu karang yang berbentuk cincin dan berukuran sangat besar menyerupai pulau. Atol banyak ditemukan pada daerah tropis di Samudra Atlantik. Terumbu karang yang berbentuk cincin yang mengelilingi batas dari pulau-pulau vulkanik yang tenggelam sehingga tidak terdapat perbatasan dengan daratan.

4) Padang Lamun

Lamun (*sea Grass*) adalah tumbuhan berbiji tunggal dari kelas angiospermae (tumbuhan berbunga) yang sudah sepenuhnya menyesuaikan diri untuk hidup dibawah permukaan air laut. tumbuhan ini hidup diperairan dangkal agak berpasir. sama halnya dengan rerumputan didaratan lamun juga membentuk padang yang luas didasar laut yang masih terjangkau oleh sinar matahari dengan tingkat energi cahaya yang memadai bagi pertumbuhan. lamun tumbuh tegak, berdaun tipis yang bentuknya seperti pita dan berakar jalar. tunas-tunas tumbuh dari rhizoma, yaitu bagian rumput yang tumbuh menjalar dibawah permukaan dasar laut.

Menurut Supriharyono (dalam Mukhtasor,2007:39) secara ekologis padang lamun mempunyai beberapa fungsi penting bagi wilayah pesisir dan laut, yaitu antara lain menangkap sedimen, menstabilkan substrat dasar dan menjernihkan air, produktivitas primer, sumber makanan langsung bagi kebanyakan hewan, habitat beberapa jenis hewan air yang bernilai komersial tinggi seperti ikan dan udang.



BAB 11
SUMBER DAYA
AIR LAUT

SUMBER DAYA AIR LAUT

Luas laut Indonesia mencakup 2/3 dari seluruh luas wilayah Indonesia, yaitu 5,8 juta km². Di dalam laut tersebut, tersimpan kekayaan alam yang luar biasa besarnya. Potensi sumber daya laut Indonesia tidak hanya berupa ikan, tetapi juga bahan tambang seperti minyak bumi, nikel, emas, bauksit, pasir, bijih besi, timah, dan lain-lain yang berada di bawah permukaan laut. Kekayaan yang dapat dimanfaatkan dari sumber daya laut yang lain adalah sumber daya alam berupa mangrove, terumbu karang, dan lain-lain. Sumber daya tersebut dikenal dengan sumber daya pesisir.

Sumber daya perikanan laut adalah salah satu potensi sumber daya laut di Indonesia yang sejak dulu telah dimanfaatkan penduduk. Laut Indonesia memiliki angka potensi lestari yang besar, yaitu 6,4 juta ton per tahun. Yang dimaksud dengan potensi lestari adalah potensi penangkapan ikan yang masih memungkinkan bagi ikan untuk melakukan regenerasi hingga jumlah ikan yang ditangkap tidak mengurangi populasi ikan. Berdasarkan aturan internasional, jumlah tangkapan yang diperbolehkan adalah 80% dari potensi lestari tersebut atau sekitar 5,12 juta ton per tahun. Kenyataannya, jumlah hasil tangkapan ikan di Indonesia belum mencapai angka tersebut.

Ini berarti masih ada peluang untuk meningkatkan jumlah tangkapan yang diperbolehkan.

Jika dibandingkan sebaran potensi ikannya, terlihat adanya perbedaan secara umum antara wilayah Indonesia bagian Barat dan Timur. Di Indonesia bagian Barat dengan rata-rata kedalaman laut 75 meter, jenis ikan yang banyak ditemukan adalah ikan pelagis kecil. Kondisi agak berbeda terdapat di kawasan Indonesia Timur dengan rata-rata kedalaman laut mencapai 4.000 m. Di kawasan Indonesia bagian Timur, banyak ditemukan ikan pelagis besar seperti cakalang dan tuna.

Selain ikan yang tersedia di lautan, penduduk Indonesia juga banyak yang melakukan budi daya ikan, terutama di daerah pesisir. Di pantai utara Pulau Jawa, banyak masyarakat yang mengembangkan usaha budi daya ikan dengan menggunakan tambak. Jenis ikan yang dikembangbiakkan disana adalah ikan bandeng dan udang. Selain ikan, kekayaan laut Indonesia juga berada di wilayah-wilayah pesisir berupa hutan mangrove, rumput laut, padang lamun, dan terumbu karang.



Gambar 10.1 Budidaya perikanan

Indonesia memiliki lebih dari 13 ribu pulau sehingga garis pantainya sangat panjang. Garis pantai Indonesia panjangnya mencapai 81.000 km, ukuran ini merupakan panjang pantai kedua terpanjang di dunia setelah Kanada. Oleh karena itu, potensi sumber daya alam di wilayah pesisir sangat penting bagi Indonesia. Tidak salah jika pemerintah di bawah pemerintahan presiden Jokowi memfokuskan pembangunan maritim di

Indonesia. Kekayaan alam kita yang berupa ikan malah banyak diambil oleh oknum-oknum dari negara lain berupa praktik pencurian ikan atau *illegal fishing*. Ada beberapa wilayah perairan Indonesia yang rawan dengan kegiatan *illegal fishing*. Wilayah yang paling rawan dengan praktik pencurian ikan adalah Laut Arafuru (Papua) di Timur perairan Indonesia.



Gambar 10.2 Aksi penolakan ilegal fishing

Sebagai negara maritim, Indonesia mempunyai perairan yang sangat luas. Di dalam laut yang luas itu, terkandung sumber daya alam yang tidak ternilai harganya. Bayangkan, berbagai macam jenis ikan yang mempunyai nilai ekonomis ada di dalamnya. Laut pun bisa digunakan sebagai tempat budi daya rumput laut dan kerang mutiara.

Air laut bisa diubah menjadi garam. Jauh di dasar laut terdapat berbagai macam tambang. Bahkan fenomena dalam laut merupakan aset pariwisata yang potensial. Sadarilah, betapa besarnya potensi lautan. Kapan saja kamu bisa mengembangkannya. Ternyata, kekayaan laut di Indonesia belum seluruhnya ditangani secara optimal. Terbukti dengan sering terjadinya kasus pencurian ikan oleh kapal nelayan asing serta kerusakan potensi laut. Nah, hal ini kelak menjadi tanggung jawab untuk mengelola kekayaan Indonesia.

Kenyataan menunjukkan bahwa dalam periode terakhir ini sumber daya laut Indonesia terancam kelestariannya dengan berbagai permasalahan. Permasalahan utama diantaranya adalah pencurian dan eksploitasi ikan

besar-besaran, kerusakan terumbu karang, menipisnya cadangan minyak bumi, sengketa batas dengan negara tetangga.

1. Potensi sumber daya laut

1. Potensi Fisik

Potensi wilayah pesisir dan lautan Indonesia dipandang dari segi fisik, terdiri dari Perairan Nusantara seluas 2.8 juta km², Laut Teritorial seluas 0.3 juta km². Perairan Nasional seluas 3,1 juta km², Luas Daratan sekitar 1,9 juta km², Luas Wilayah Nasional 5,0 juta km², luas ZEE (*Exclusive Economic Zone*) sekitar 3,0 juta km², Panjang garis pantai lebih dari 81.000 km dan jumlah pulau lebih dari 18.000 pulau.

Keunikan yang sekaligus menjadi kekayaan lain yang terdapat di pesisir yaitu mangrove dan padang lamun. Keberadaan hutan mangrove secara alami dipengaruhi oleh pasang surut. Di bab tentang biosfer, kamu telah mempelajari bagaimana karakteristik hutan mangrove. Sumber daya alam ini mempunyai manfaat ganda, secara ekonomis dan ekologis.

Secara ekologis, keberadaan mangrove menjadi habitat berbagai jenis fauna, pengendali intrusi air laut, pembangun lahan melalui proses sedimentasi, memelihara kualitas laut, penyerap CO₂ dan penghasil O₂ yang relatif lebih tinggi dibanding hutan lain, serta pengontrol penyakit malaria. Ketika ada abrasi mangrove pun menjadi pelindung. Sekarang, cobalah temukan alasan mengapa mangrove mempunyai peranan seperti yang telah disebutkan.

Luas mangrove di Indonesia mencapai 75% dari total mangrove di Asia Tenggara, atau sekitar 27% dari luas mangrove dunia. Sebaran mangrove di Indonesia terutama di wilayah pesisir Sumatra, Kalimantan, dan Papua. Sayangnya kian hari luas mangrove semakin berkurang. Kecenderungan penurunan ini akibat degradasi hutan yang cukup nyata, yaitu sekitar 200 ribu hektare/tahun banyak disebabkan oleh konversi menjadi tambak, penebangan liar, dan sebagainya.

Satu lagi sumber daya alam laut yang bermanfaat dan berkaitan erat dengan terumbu karang dan mangrove. Di Indonesia, padang lamun ditemukan dekat dengan ekosistem mangrove dan terumbu karang, sehingga interaksi ketiganya sangat erat. Padang lamun

(seagrass beds) merupakan salah satu ekosistem yang terletak di perairan dangkal, dengan ekosistem berupa tumbuhan berbiji tunggal (monokotil) dari kelas angiospermae. Satu yang unik dari tumbuhan lamun, yaitu adanya perakaran dengan sistem rhizoma yang ekstensif. Persebaran padang lamun mencakup batas terendah pasang surut sampai kedalaman tertentu di mana matahari masih dapat menembusnya.

Jika padang lamun dianggap sebagai suatu sumber daya, pasti mempunyai manfaat bagi kehidupan. Melihat dari ekosistem yang ada, padang lamun menjadi sumber makanan langsung bagi hewan laut bahkan menjadi habitat bagi beberapa jenis hewan laut. Selain itu padang lamun berfungsi memerangkap sedimen, menstabilkan substrat dasar, dan menjernihkan air. Nah, sekarang coba pikirkan bagaimana manfaat tersebut bisa diperankan oleh padang lamun. Selain sumber daya perikanan, laut masih menyimpan suatu kekayaan antara lain kekayaan panorama yang indah yaitu pantai. Pantai jenis ini justru dikembangkan untuk pariwisata. Pantai dapat digolongkan sebagai objek wisata alam, yaitu objek yang bersifat alamiah dan berkaitan dengan sifat-sifat alam dan lingkungan hidup. Misalnya pemandangan bawah laut.

Jenis wisata seperti ini dikenal dengan wisata bahari. Wisata ini dapat dikembangkan di daerah yang memiliki terumbu karang, karena mempunyai pemandangan dasar laut yang indah. Selain persyaratan karakteristik perairan, kelayakan suatu kawasan terumbu karang menjadi kawasan wisata bahari hanya ditentukan oleh ada tidaknya sarana dan prasarana yang menunjang ke arah pengembangan wisata bahari, seperti kemudahan mencapai kawasan tersebut, ada sarana penginapan/hotel yang memadai, restoran, dan tentunya didukung oleh masyarakat sekitar.

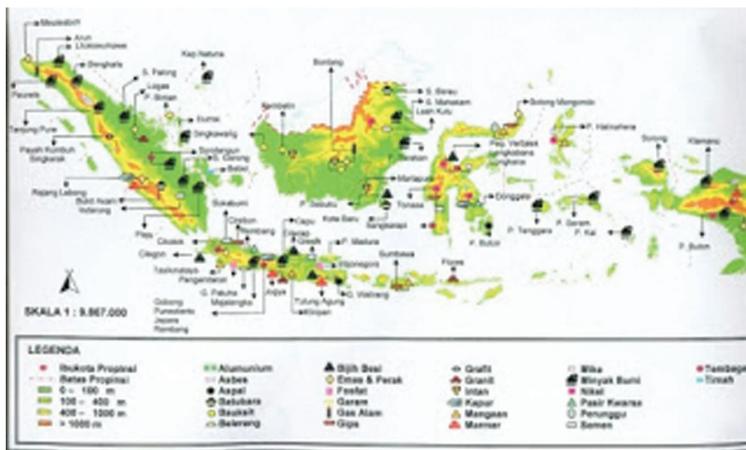
Beberapa sumber daya alam seperti minyak, mineral, dan logam berada di bawah laut. Selain itu, di laut masih banyak kekayaan yang bisa dimanfaatkan. Air laut mengandung sekurang-kurangnya delapan puluh unsur, antara lain uranium, mangan, karbon, dan belerang. Unsur yang paling dominan adalah klorin dan natrium.

Beberapa negara telah memanfaatkannya seperti mendirikan pabrik ekstraksi uranium dan penambangan bintil mangan. Bukan hanya

unsur-unsur mineral yang bisa dimanfaatkan, bahkan air laut pun dapat juga dimanfaatkan untuk pembangkit listrik tenaga gelombang (PLTG). Tidak itu saja, air laut yang asin pun dapat dibuat menjadi tawar di pabrik penawaran air.

Endapan minyak dan gas alam di Indonesia terdapat pada cekungan-cekungan sedimen tersier yang banyak mengandung senyawa hidrokarbon, yaitu senyawa yang mengandung banyak minyak dan gas bumi. Cekungan sedimen tersier tersebut terbagi atas beberapa sub-sub cekungan dan blok-blok, baik di daratan maupun lepas pantai. Secara garis besar, cekungan sedimen tersier di Indonesia dibagi menjadi dua wilayah, yaitu cekungan sedimen tersier wilayah barat dan timur.

Kedua cekungan tersebut dibatasi oleh garis isobat 200 meter, memanjang dari utara ke selatan di sebelah timur garis bujur 115° 30', yaitu mulai lepas pantai timur Kalimantan Timur (Selat Makassar) ke arah selatan melintasi Selat Lombok. Isobat adalah garis-garis pada peta yang menghubungkan tempat-tempat dengan kedalaman yang sama.



Gambar 10.3 Peta persebaran minyak bumi

Melalui peta tersebut, kita dapat melihat persebaran lokasi penambangan minyak bumi dan gas alam. Persebaran minyak bumi antara lain ada di Sumatra Utara, Dumai (Riau), sampai perairan di wilayah Papua (Laut

Arafura). Jika kamu cermati peta tersebut, tidak semua perairan laut ditambang kekayaan minyak bumi dan gas alamnya. Hal ini terjadi karena dua hal, pertama mungkin karena pada perairan tertentu di Indonesia tidak terdapat kekayaan minyak bumi maupun gas alam. Atau bisa saja kekayaan tersebut belum dikembangkan karena kekurangan modal maupun sumber daya manusia yang andal.

Apa yang membuat suatu dasar perairan laut mengandung banyak minyak bumi maupun gas alam? Minyak bumi maupun gas alam banyak terdapat pada pelapisan batuan yang saling silang dengan jenis batuan yang berbeda, seperti ditandai adanya lipatan maupun patahan. Tambang gas alam terbesar di Indonesia terletak di Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam, di Kota Lhokseumawe yang dikelola oleh PT Arun NGL Company. Para ahli perminyakan sering menggunakan citra penginderaan jauh dan peta serta data-data geologi untuk mendeteksi lokasi yang kaya akan minyak.

Air laut juga mampu menghasilkan garam. Wilayah di Indonesia yang terkenal sebagai penghasil garam adalah wilayah pantai Madura serta pantai utara Jawa Tengah dan Jawa Timur. Nah, kini kamu telah mengetahui persebaran dan bentuk-bentuk pemanfaatan kekayaan sumber daya alam di laut maupun pesisir. Selain hewan, bahan tambang serta air laut itu sendiri, dapat juga dilakukan budi daya pertanian laut, seperti budi daya rumput laut serta kekayaan terumbu karang. Ketika sumber daya alam hayati di darat kian langka akibat eksploitasi yang jumlahnya terus membengkak, perburuan sumber daya mulai diarahkan ke laut untuk menggali potensi-potensi yang dapat memperpanjang kelangsungan hidup penduduk di masa datang.

2. Potensi Pembangunan

Potensi Wilayah pesisir dan laut Indonesia dipandang dari segi Pembangunan adalah sebagai berikut:

- a) Sumberdaya yang dapat diperbaharui seperti; Perikanan (Tangkap, Budidaya, dan Pascapanen), Hutan mangrove, Terumbu karang, Industri Bioteknologi Kelautan dan Pulau-pulau kecil.

- b) Sumberdaya yang tidak dapat diperbaharui seperti; Minyak bumi dan Gas, Bahan tambang dan mineral lainnya serta Harta Karun.
 - c) Energi Kelautan seperti; Pasang-surut, Gelombang, Angin, OTEC (*Ocean Thermal Energy Conversion*).
 - d) Jasa-jasa Lingkungan seperti; Pariwisata, Perhubungan dan Kepelabuhanan serta Penampung (Penetralisir) limbah.
3. Potensi Geopolitis

Indonesia memiliki posisi strategis, antar benua yang menghubungkan negara-negara ekonomi maju, posisi geopolitis strategis tersebut memberikan peluang Indonesia sebagai jalur ekonomi, misalnya beberapa selat strategis jalur perekonomian dunia berada di wilayah NKRI yakni Selat Malaka, Selat Sunda, Selat Lombok, Selat Makasar dan Selat Ombai-Wetar. Potensi geopolitis ini dapat digunakan Indonesia sebagai kekuatan Indonesia dalam percaturan politik dan ekonomi antar bangsa.

4. Potensi Sumber Daya Manusia

Potensi wilayah pesisir dan lautan Indonesia dipandang dari segi SDM adalah sekitar 60 % penduduk Indonesia bermukim di wilayah pesisir, sehingga pusat kegiatan perekonomian seperti: Perdagangan, penangkapan ikan, Budidaya perikanan, Pertambangan, Transportasi laut, dan Pariwisata bahari. Potensi penduduk yang berada menyebar di pulau-pulau merupakan aset yang strategis untuk peningkatan aktivitas ekonomi antar pulau sekaligus pertahanan keamanan negara.

2. Arti laut bagi bumi dan kehidupan manusia

Laut memiliki peranan yang sangat penting dalam mengontrol iklim di bumi dengan memindahkan panas dari daerah ekuator menuju kutub. tanpa peranan laut, maka hampir keseluruhan planet bumi akan menjadi terlalu dingin bagi manusia untuk hidup. laut juga merupakan sumber makanan, energi (baik yang terbarukan maupun yang tak terbarukan), dan obat-obatan. laut juga berperan menyerap karbon dioksida (CO₂) dari atmosfer dalam jumlah yang cukup besar. sekitar seperempat CO₂ yang dihasilkan manusia dari pembakaran bahan bakar fosil diserap dan

disimpan di lautan. Daerah pantai juga merupakan daerah yang sangat besar perannya bagi kehidupan manusia. hampir 60 % penduduk bumi tinggal di daerah sekitar pantai.

3. Manfaat laut

Sangat menarik mengetahui berbagai fakta unik yang dapat kita temukan di dalam laut. Adanya laut merupakan satu faktor yang sangat penting yang memungkinkan terjadinya kehidupan di muka bumi. Laut, juga memiliki berbagai manfaat bagi kehidupan manusia. Bahkan kita sering mendengar lagu dengan lirik, "nenek moyangku seorang pelaut..." Hal ini mengindikasikan betapa laut sudah menjadi tumpuan hidup dan juga sumber daya alam bagi manusia bahkan sejak dahulu kala. Untuk lebih lengkapnya, di bawah ini akan dijelaskan berbagai manfaat dari keberadaan laut di bumi:

1. Laut Menyerap Karbon Dioksida

Alasan mengapa laut sangat penting bagi kehidupan di bumi salah satunya adalah karena dengan adanya laut memungkinkan terserapnya sekitar 30 hingga 50 persen karbon dioksida dari hasil pembakaran. Karbon dioksida sendiri dihasilkan oleh bahan bakar fosil yang digunakan sebagai sumber energi bagi industri bahkan bagi kendaraan seperti sepeda motor. Namun seiring meningkatnya suhu permukaan laut, berpengaruh pula pada plankton sebagai penyerap karbon dioksida.

2. Sumber Kehidupan Nelayan

Laut adalah penyedia sumber protein tersebar di dunia. Setiap tahunnya, ada sekitar 70 hingga 75 juta ton ikan yang ditangkap oleh para nelayan di seluruh dunia. Dari jumlah tersebut, 29 persen di antara adalah untuk konsumsi manusia. Saat ini, sudah terjadi penangkapan ikan yang semakin tidak terkendali sehingga mengakibatkan langkanya beberapa jenis ikan seperti tuna dan salmon.

3. Jalur Transportasi

Selain darat dan udara, jalur laut adalah salah satu jalur alternative lainnya untuk membantu mobilisasi masyarakat. Bahkan di Indonesia yang tidak lain adalah negara kepulauan yang dipisahkan oleh lautan – lautan, menggunakan jalur transportasi laut sangat membantu.

4. Tempat Rekreasi

Laut dapat menjadi salah satu alternative tempat untuk rekreasi. Pemandangan di laut yang didominasi warna biru dengan angin semilir bisa menjadi solusi terbaik untuk menghilangkan penat dari aktifitas keseharian. Apalagi kita di Indonesia, banyak sekali wilayah laut Indonesia yang banyak dijadikan sebagai spot favorit untuk diving atau sekedar snorkeling atau bersantai. Bahkan banyak sekali spot laut Indonesia yang sering dikunjungi oleh turis mancanegara.

5. Sumber Bahan Makanan Yang Sehat

Selain menjadi sumber protein terbesar di dunia, laut juga memiliki berbagai bahan pangan lainnya. Laut menjadi tempat hidup tanaman seperti rumput laut, kerang, ikan dan masih banyak hewan maupun tumbuhan di dalam laut lainnya yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan makanan yang lezat dan kaya nutrisi.

6. Pengendali Iklim Dunia

Alasan lainnya mengapa laut memiliki peran yang sangat penting bagi kehidupan di bumi adalah laut menjadi pengendali bagi iklim di dunia. Adanya laut memungkinkan suhu bumi tidak terlalu dingin juga tidak terlalu panas bagi kehidupan berbagai jenis makhluk hidup di bumi. Laut berperan pengantar suhu panas dari daerah katulistiwa menuju wilayah yang lebih dingin yakni wilayah kutub. Sehingga pada daerah katulistiwa yang beriklim tropis tidak terlalu panas, dan pada wilayah kutub yang beriklim dingin tidak terlalu dingin yang artinya masih memungkinkan bagi makhluk hidup untuk tinggal di wilayah tersebut.

7. Objek untuk penelitian

Ada berbagai biota yang hidup dan berkembang di laut. Hal tersebut juga lah yang pastinya mengundang keingintahuan dari berbagai pihak. Tak jarang, laut juga digunakan sebagai objek riset sebuah penelitian. Selain biota laut, hal lainnya yang biasa diteliti adalah aliran air, ombak, hingga tingkat salinitas air laut.

8. Sumber Mineral

Laut adalah penyedia atau sumber mineral terbesar di dunia. Beragam jenis mineral terkandung di dalam laut. Bahkan salah satu mineral yang sangat dibutuhkan oleh tubuh manusia yaitu iodium, dapat

didapat dari laut. Garam adalah produk dari air laut yang dapat menjadi sumber iodium bagi manusia. Kekurangan iodium dapat berdampak buruk bagi kesehatan manusia.

9. Sumber Minyak Bumi

Banyak perusahaan minyak yang membangun kilang minyak di lautan lepas. Ini karena di dalam laut terdapat banyak sumber minyak bumi, maupun gas alam yang sangat berguna bagi kehidupan dan kemaslahatan umat manusia. Para ahli juga memperkirakan jika kandungan minyak bumi dan gas alam di bawah laut jauh lebih besar dibandingkan yang ada di daratan.



Gambar 10.4 Industri minyak bumi

10. Sumber Pembangkit Listrik

Secara alami laut mengalami pergerakan. Hal tersebut terjadi setiap harinya, pergerakan air laut yang kita ketahui yakni ombak maupun pergerakan pasang surut air laut dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik yakni dengan cara memanfaatkan pergerakan air laut tersebut sebagai penggerak turbin.

11. Sebagai tempat budidaya, seperti budidaya ikan, rumput laut, dan kerang mutiara yang hasilnya dimanfaatkan untuk perhiasan.
12. Cadangan air di bumi, laut dengan massa air yang begitu melimpah dapat menjadi cadangan air terbesar yang hampir tak mungkin kering.

13. Sumber garam, untuk bahan masakan garam sangat penting. garam dapat diperoleh dari air laut yang di tampung dalam kolam-kolam di pinggir pantai kemudian dibiarkan setelah terjadi penguapan maka kristal-kristal garam akan tertinggal.



Gambar 10.2 Petani garam di Madura

4. Cara Menjaga dan Melestarikan Laut

Seiring perkembangan dan kemajuan jaman, laut pun semakin kotor dan semakin tereksploitasi. Dampaknya sudah dapat kita rasakan mulai dari perubahan suhu, naiknya permukaan laut hingga semakin langkanya biota laut yang biasa kita manfaatkan sebagai sumber kehidupan kita. Menjaga laut tetap lestari merupakan hal yang sangat penting. Selain sebagai tempat hidup berbagai jenis ikan maupun karang, laut juga adalah yang memungkinkan adanya kehidupan di muka bumi. Tentu tidak terbayang bagaimana jadinya jika laut sudah mengalami kerusakan total. Banyak cara yang bisa kita lakukan untuk membantu menjaga kelestarian laut. Satu hal yang terpenting, anda dapat memulainya dari diri anda sendiri. Berikut untuk lebih jelasnya:

1. Kurangi penggunaan energi

Dari hal kecil, ternyata bisa membantu kelestarian laut. Anda bahkan bisa melakukannya setiap hari. Contohnya, lebih memilih untuk berjalan kaki jika menuju tempat – tempat yang tidak terlalu jauh. Menghindari penggunaan kendaraan bermotor bisa menjadi salah satu ciri bahwa anda termasuk orang yang sadar akan pentingnya

menjaga lingkungan. Untuk penerangan di rumah, usahakan menggunakan lampu hemat energi, dan perbanyak jendela. Sering – seringlah menggunakan tangga dari pada lift. Hal – hal tersebut memang terkesan sepele, namun akan terasa manfaatnya jika setiap orang sadar akan pentingnya laut bagi kehidupan.

2. Menurunkan konsumsi makanan laut

Bagi penyuka makanan laut atau seafood, harap diingat jika semakin sering ikan ditangkap maka akan semakin menyusut pula populasi ikan. Sehingga, bijak – bijaklah dalam mengkonsumsi produk seafood, sehingga membantu pula menurunkan permintaan terhadap produk laut tersebut. Ini berarti kita sudah membantu menjaga populasi biota laut yang dijadikan produk makanan agar tidak mengalami kepunahan.

3. Kurangi pemakaian produk berbahan plastik

Plastik banyak ditemukan di lautan sebagai sampah yang mengapung. Selain mengotori laut, plastik juga dapat memiliki andil dalam merusak ekosistem laut.

4. Membantu merawat kebersihan laut dan pantai

Bagaimana pun juga kebersihan dan kelestarian laut dan pantai menjadi tanggung jawab kita semua. Jika kita sehabis bermain di pantai, pastikan tidak meninggalkan sampah yang dapat mengotori pantai. Jika berekreasi di laut seperti dengan melakukan diving atau snorkeling, jangan memindahkan apalagi mengambil koral, karang atau apa pun yang menjadi bagian dari ekosistem laut.

Masih banyak hal lainnya yang bisa anda lakukan untuk berkontribusi bagi kelestarian laut. Ikut serta dalam sebuah komunitas pecinta laut juga bisa menjadi hal yang bagus guna membantu mempertahankan keindahan, keasrian, kebersihan dan kelestarian laut yang memiliki peran penting tidak hanya bagi kehidupan manusia, melainkan juga bagi kehidupan biota laut, dan bumi secara keseluruhan.

DAFTAR RUJUKAN

- Azis, M.F. 2006. *Gerak air di Laut. Oseana Volume XXXI* (4): 9-21.
- Broecker, W.S. 1991. *The Great Ocean Conveyor. Oceanography* 4 (2) : 78 – 79
- Bishop, J.M. 1984. *Aplied Oceanography*. John Willey and Sons, Inc. New York. 252 p.
- Sidjabat, M.M. 1974. *Pengantar Oseanografi. Institut Pertanian Bogor*: 127 pp.
- Supangat, A dan Susanna. 2008. *Oseanografi*. Pusat Riset Wilayah Laut dan Sumberdaya Non-hayati. Badan Riset kelautan dan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan.
- Sahala Hutabarat, *Pengantar Oseanografi*, (Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press), 1985).
- Pond, S dan G.L. Pickard, 1983. *Introductory Dynamical Oceanography*. Second Edition. Pergamon Press.
- Bowden, K.F. 1983. *Physical Oceanography of Coastal Waters*.
- Toronto. Reynaud, T.H., A.J. Weaver, and R.J. Greatbatch, 1995: *Summer mean Circulation of the Northwestern Atlantic Ocean, Journal of Geophysical Research*, 100, 779-816.

- The Open University, 1995. *Seawater: Its Composition, Properties, and Behaviour*. Butterworth-Hainemann. Wlton Hall, England
- Petrie, B., and A. Isenor, 1985: *The near-surface circulation and exchange in the Newfoundland Grand Banks region*, *Atmosphere-Ocean*, 23(3), 209-227.
- Hamzah, M.S 1987. *Upwelling dan Pengaruhnya Terhadap Hasil Tangkap Ikan Cakalang (Katsuwonus Pelamis) Di Perairan Kepulauan Lease*. *Lonawarta* XI(3): 76-83
- Garrison, T., 2007. *Oceanography: An Invitation to Marine Science*, 6th Edition. Thomson Brooks/Cole. 588pp.
- Gross, M. 1990. *Oceanography sixth edition*. New Jersey: Prentice-Hall. Inc.
- Hickey, B.M., 1992, *Progress in Oceanography*, V30:37-115.
- Boland, fm. 1978. *T-S anomalies at depth between 200 m and 800 m in the tasman sea*. *Aust. Journ Merine Freshwater Research* 28 : 504 – 525.

Tentang Penulis



Suwito lahir di Kabupaten Jember pada tanggal 20 April 1988, putra pertama dari dua bersaudara pasangan Bapak Suratin dan Ibu Surati. Pendidikan Sekolah Dasar di tamatkan di SDN Bagorejo 1 pada Tahun 2001, SLTP Negeri 1 Gumukmas lulus pada Tahun 2004, MAN 1 Jember lulus Tahun 2007. Program Sarjana (S1) Pendidikan Geografi Universitas Negeri Malang lulus pada Tahun 2012, Program Magister (S2) Pendidikan Geografi Universitas Negeri Malang lulus pada Tahun 2014.

Saat ini bekerja sebagai dosen program studi Pendidikan Geografi di Universitas Kanjuruhan Malang. **Motto hidup "Siapa yang bersungguh-sungguh, pasti berhasil"**. Secara garis besar, buku ini memuat gambaran umum tentang dasar-dasar fisik badan/kolom air laut, dasar-dasar Oseanografi Fisika seperti temperatur, salinitas, densitas dan dasar hidrodinamika; dasar-dasar Oseanografi Kimia seperti prinsip kimia laut, pH, alkalinitas, oksigen dan karbondioksida; dan dasar-dasar Oseanografi Biologi seperti fitoplankton dan zooplankton serta produktivitas primer.

Buku ini dapat membantu para peneliti, praktisi, dan mahasiswa yang sedang menempuh mata kuliah Geografi kelautan atau oseanografi. Setelah membaca dan memahami buku ini, mahasiswa akan mampu menjelaskan dasar-dasar Oseanografi Fisika, dasar-dasar Oseanografi Kimia, dan dasar-dasar Oseanografi Biologi serta mampu menganalisis kondisi fisika, kimia dan biologi laut suatu perairan. Buku Pengantar Geografi Kelautan edisi pertama ini rencananya akan di-update setiap dua tahun sekali untuk mengakomodasi perkembangan ilmu-ilmu yang bersangkutan pada bidang kelautan.

Materi buku ini menekankan pada masalah sifat fisis air laut, arus, gelombang dan pasang surut laut. Oleh sebab itu untuk edisi pertama dari buku ini materinya sebagian besar diambil langsung dari "Sea Water: Its Composition, Properties and Behaviour", The Open University, England, 1995 (Editor: G. Bearman), "Waves, Tides and Shallow-Water Processes", The Open University, England, 1994 (Editor: G. Bearman), dan "Ocean Circulation", The Open University, England, 1993 (Editor: G. Bearman). Kritik membangun dan saran dari para pembaca dan para ahli lainnya, demi untuk perbaikan isi buku ajar ini sangat diharapkan.



Nelya Eka Susanti, lahir di Malang pada tanggal 2 Februari 1990. Saat ini bekerja sebagai dosen prodi Pendidikan Geografi Universitas Kanjuruhan Malang. Pendidikan Sekolah Dasar ditamatkan di SDN Girimoyo 02 pada Tahun 2002, SMP Negeri 1 Palu lulus pada Tahun 2005, SMA Negeri 1 Batu lulus Tahun 2008. Program Sarjana (S1) Pendidikan Geografi Universitas Negeri Malang lulus pada Tahun 2012, Program Magister (S2) Pendidikan Geografi Universitas Negeri Malang lulus pada Tahun 2014.

Riwayat pekerjaan sebagai guru di SMP PGRI 02 Karangploso tahun 2013-2014 dan sebagai guru di SMAN 1 Gondanglegi tahun 2013-2015. Sampai saat ini aktif dalam kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. Di antaranya penelitian mengenai model Problem Based Learning, mengenai kandungan HCO₃- terlarut pada mataair, pengelolaan limbah pertanian, kebutuhan dan ketersediaan air domestik, dan lain-lain.

Geografi Kelautan

