

**MODUL MATAKULIAH  
METEOROLOGI DAN OSEONOGRAFI**

Dilarang memproduksi atau memperbanyak seluruh atau sebagian dari buku ini dalam bentuk atau cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

©Hak Cipta Dilindungi oleh Undang-undang No. 28 Tahun 2014 All Rights Reserved

# **MODUL MATAKULIAH METEOROLOGI DAN OSEONOGRAFI**

**Tim Penyusun :**

**Dr. Asia, ST.,M.Si**

**Ir. Jenny I.Manengkey,M.Si**

**Muhammad Zainul Arifin,S.Pi.,M.Si**

**AMaFRaD  PRESS**



Modul Meteorologi dan Oseanografi

Tim Penyusun : 1. Dr. Asia, S.T., M.Si.  
2. Ir. Jenny I. Manengkey, M.Si.  
3. Muhammad Zainul Arifin, M.Si.

Tim Validasi : 1. Indra Mulyana, S.Pi.  
2. Afriana KUSDINAR, S.St.Pi., M.Sc.

Edisi/cetakan :  
Cetakan pertama, 2022

Desainer Sampul:  
Dwi A. Hariyoto, S.Pd, M.Si

Jumlah halaman:  
xxiii + 188 halaman

Diterbitkan oleh:  
AMAFRAD Press  
Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan  
Gedung Mina Bahari III, Lantai 6, Jl. Medan Merdeka Timur, Jakarta Pusat  
10110.  
Telp. (021) 3513300, Fax. (021) 3513287  
Email: amafradpress@gmail.com  
Nomor Anggota IKAPI: 501/DKI/2014

ISBN : 978-623-7651-14-7  
e-ISBN : 978-623-7651-15-4

© 2022, Hak Cipta Dilindungi oleh Undang-undang



## **PRAKATA**

Pendidikan atau pengajaran merupakan salah satu unsur Tri Dharma Perguruan Tinggi, yang wajib dilaksanakan oleh seorang Dosen dan Taruna/i, dalam rangka meningkatkan profesionalisme dan kompetensi, serta menciptakan inovasi dan pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK).

Dalam melaksanakan kegiatan perkuliahan seorang Dosen wajib memiliki perangkat pengajaran, salah satunya modul Matakuliah yang akan dijadikan pegangan/pedoman baik oleh Dosen maupun Taruna/i, dalam mengikuti perkuliahan baik secara teori maupun praktek, dan modul matakuliah meteorologi dan oseonografi ini disusun untuk kegiatan perkuliahan matakuliah tersebut.

Penulis mengharapkan kritik dan saran yang bermanfaat dan bersifat membangun, untuk pengembangan modul matakuliah meteorologi dan oseonografi, demi meningkatkan pengetahuan ilmu pengetahuan, pada umumnya dan khususnya pada bidang Kelautan dan Perikanan.

Semoga modul ini bermanfaat bagi kita semua khususnya dosen pengampuh mata kuliah meteorologi dan oseonografi, dan bagi Taruna/i .

Bitung, Maret

Tim Penyusun





## DAFTAR ISI

PRAKATA.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL .....	viii
PETA MODUL .....	ix
GLOSARIUM.....	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
A. Deskripsi Singkat.....	1
B. Kompetensi .....	2
C. Sub Kompetensi .....	2
BAB. II KEGIATAN BELAJAR .....	5
2.1 Kegiatan Belajar I .....	5
2.2 Kegiatan Belajar II .....	11
2.3 Kegiatan Belajar III .....	19
2.4 Kegiatan Belajar IV .....	33
2.5 Kegiatan Belajar V .....	41
2.6 Kegiatan Belajar VI.....	51
2.7 Kegiatan Belajar VII .....	63
2.8 Kegiatan Belajar VIII .....	75
2.9 Kegiatan Belajar IX.....	87
2.10 Kegiatan Belajar X .....	107
2.11 Kegiatan Belajar XI .....	117
2.12 Kegiatan Belajar XII .....	147
2.13 Kegiatan Belajar XIII .....	165
PENUTUP .....	186
DAFTAR PUSTAKA.....	187
TES SUMATIF : Meteorologi dan Oseanografi.....	189
KUNCI JAWABAN Tes Formatif.....	205
2.16 Kegiatan Belajar I .....	205
2.2.6 Kegiatan Belajar II .....	206
2.3.6 Kegiatan Belajar III.....	207
2.4.6 Kegiatan Belajar IV .....	208
2.5.6 Kegiatan Belajar V.....	210
2.6.6 Kegiatan Belajar VI .....	211

2.7.6 Kegiatan Belajar VII .....	212
2.8.6 Kegiatan Belajar VIII .....	213
2.9.6 Kegiatan Belajar IX .....	214
2.10.6 Kegiatan Belajar X .....	216
2.11.6 Kegiatan Belajar XI .....	217
2.12.6 Kegiatan Belajar XII .....	218
2.13.6 Kegiatan Belajar XIII .....	219
4. KUNCI JAWABAN Tes Sumatif .....	221

## DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	HALAMAN	
2.1.1	Gas – gas penyusun atmosfer	11
2.1.2	Struktur lapisan atmosfer	14
2.1.3	Struktur lapisan atmosfer	17
2.3.1	Siklus hidrologi	24
2.3.2	Proses pembentukan awan	26
2.3.3	Jenis-jenis awan	26
2.3.4	Konveksi pada awan	27
2.3.5	Orografi pada awan	28
2.3.6	Front pada awan	28
2.3.7	Konvergensi pada awan	29
2.3.8	Konvergensi pada awan	29
2.4.1	Alat pengukur kecepatan angin	34
2.4.2	Angin muson	37
2.5.1	Simbol cold front	42
2.5.2	Cold fronts pada peta cuaca	42
2.5.3	Simbol warm fronts	43
2.5.4	Simbol warm fronts	44
2.5.5	Perbedaan suhu yang drastik pada warm fronts	44
2.5.6	Perbedaan suhu yang drastik pada stationary fronts	45
2.5.7	Perubahan gejala angin pada stationary front	46
2.5.8	Hujan pada cold fronts	47
2.5.9	Presipitasi sepanjang warm fronts	48
2.7.1	Menu halaman depan BMKG	64
2.7.2	Informasi prakiraan cuaca kelautan	65
2.7.3	Informasi daerah gelombang tinggi	66
2.7.4	Ringkasan informasi daerah gelombang tinggi	67
2.7.5	Sub menu wilayah pelayaran	68
2.7.6	Informasi cuaca wilayah pelayaran bentuk PDF	68
2.7.7	Contoh Indonesia weather bulletin for shipping	69

2.10.1	Terpolarisasi secara fisik	110
2.11.1	Bentuk dari suatu gelombang ideal	118
2.11.2	Gelombang kecil-kecil	122
2.11.3	Gelombang di daerah pertumbuhannya	122
2.11.4	Gelombang yang telah keluar dari daerah pertumbuhannya	123
2.11.5	Swell yang pecah akibat berinteraksi dengan dasar laut	123
2.11.6	Proses pembentukan gelombang disebabkan angin	124
2.11.7	Wave recorder jenis AWAC	125
2.11.8	Buoy wave recorder	125
2.11.9	Skala Beaufort	127
2.11.10	Skala Beaufort	129
2.11.11	Skema upwelling di lautan	137
2.12.1	Proses terjadinya angin laut dan angin darat	149
2.12.2	Tekanan atmosfer dunia	150
2.12.3	Sistem angin utama dunia	150
2.12.4	Siklus hidrologi	152

## DAFTAR TABEL

TABEL		HALAMAN
2.2.1	Komposisi gas-gas di atmosfer	12
2.3.1	Tekanan udara dan temperatur pada variasi ketinggian berdasarkan standard International atmosfer	20
2.4.1	Skala Beaufort dan kecepatan angin	35
2.6.1	Jenis kabut berdasarkan visibilitas yang ditimbulkan	60
2.9.1	Luas laut dan laut pinggirannya	95
2.10.1	Sifat fisis anomali air	109
2.10.2	Densitas fisis air tawar pada temperatur berbeda	109
2.10.3	Prosentase zat pada lautan	111
2.10.4	Komposisi garam-garam air laut dan air sungai	114
2.11.1	Jenis gelombang yang terjadi di laut	120
2.13.1	Perkiraan kekayaan biota laut di Indonesia dan sekitarnya	179
2.13.2	Estimasi Potensi, Jumlah Tangkapan yang diperbolehkan dan Tingkat Pemanfaatan Sumber Daya Ikan di WPPNRI	181

## **PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL**

### **a. Petunjuk bagi taruna**

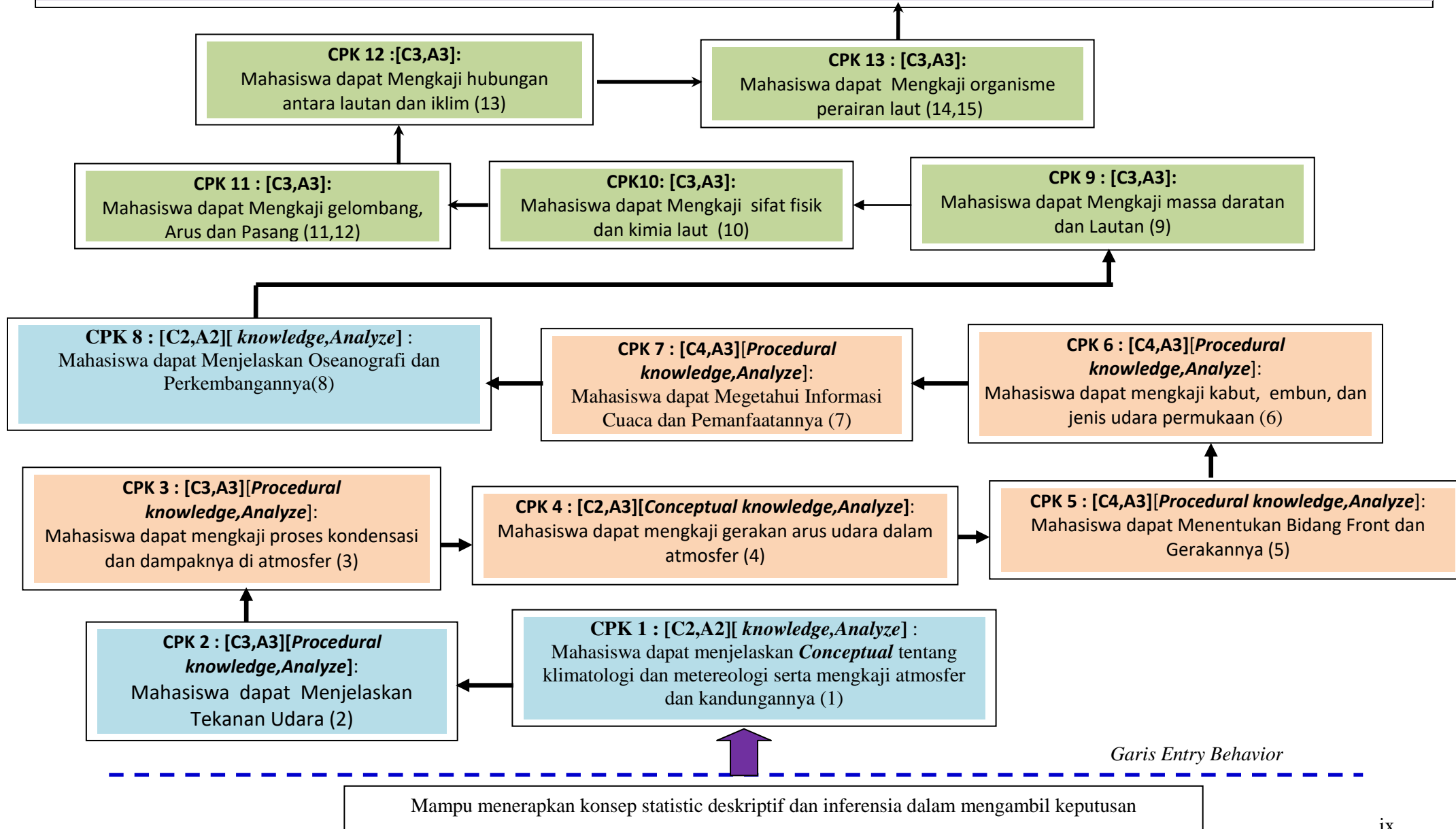
- Mempelajari Modul Meteorologi dan Oseonografi mulai dari awal hingga akhir secara berurutan dan mengerjakan tugas yang telah disediakan.
- Setiap Kegiatan Belajar berisi kegiatan teori dan praktek. Landasan teori tentang materi kegiatan dapat dipelajari dalam Lembar Informasi dan panduan mengenai pelaksanaan praktek dapat dibaca dalam Lembar Praktek Unjuk Kerja.
- Pada lembar lain terdapat Lembar Penilaian/Evaluasi. Baca dahulu Lembar Informasi, lalu dilanjutkan dengan mengerjakan soal-soal latihan pada Lembar Penilaian/Evaluasi. Janganlah melihat Kunci Jawaban sebelum anda selesai menjawab semua soal latihan.
- Menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan pada setiap proses belajar mengajar.

### **2. Peran Dosen:**

- Membantu Taruna dalam merencanakan pembelajaran tentang Meteorologi dan Oseonografi.
- Membimbing Taruna dalam melaksanakan tugas-tugas pembelajaran yang dijelaskan dalam kegiatan belajar.
- Membantu Taruna dalam memahami konsep dan praktik baru dan menjawab pertanyaan Taruna mengenai proses belajar siswa.
- Membantu Taruna menentukan dan mengakses sumber tambahan informasi yang diperlukan untuk belajar.
- Mengorganisasikan kegiatan belajar kelompok.
- Merencanakan proses penilaian dan menyiapkan perangkatnya.
- Melaksanakan penilaian.
- Menjelaskan kepada Taruna tentang sikap, pengetahuan dan ketrampilan dari suatu kompetensi dan merencanakan rencana pembelajaran selanjutnya.

# Peta Capaian Belajar Mhs: Meteorologi dan Oceanografi Perikanan /2SKS/Semester II

**Capaian Pembelajaran :** Mahasiswa mampu *menerapkan* konsep & Prosedur pada beragam Kondisi Meteorologi dan Oseanografi Untuk Tujuan Keselamatan Navigasi dan Muatan Kapal Serta Upaya penangkapan ikan dilaut baik dengan *kinerja individu* maupun secara berkelompok dalam *kerjasama tim*(C3,P3,A4)





**RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER  
POGRAM STUDI TEKNIK PENANGKAPAN IKAN  
POLITEKNIK KELAUTAN DAN PERIKANAN BITUNG**

MATA KULIAH		KODE	Rumpun MK	BOBOT (sks)		SEMESTER	Direvisi
METEOROLOGI DAN OSEANOGRAFI		TPI03	-	T=1	P=1		Maret 2020
OTORISASI (Direktur)		Pengembang RP		Koordinator RMK		Ka PRODI	
Ir. Adi Suseno, M.Si		Ir. Jenny I. Manengkey, M.Si Dr. Asia, ST, M.Si Muhammad Zainul Arifin, S.Pi., M.Si				Ir. Mohammad Zaini, M.Si	
Capaian Pembelajaran (CP)	Program Studi	KU1.4 : Menguasai dan Mengaplikasikan Meteorologi dan Oseanografi Untuk Tujuan keselamatan navigasi dan muatan kapal serta upaya penangkapan ikan; KU2.3 : Menguasai dan Mengaplikasikan Meteorologi dan Oseanografi dalam upaya penangkapan ikan dengan baik dan benar KP : Mampu bekerjasama dalam tim multidisiplin; MP3 : Memiliki etika dan tanggung jawab profesi;					
	Mata Kuliah	<b>Mahasiswa mampu menerapkan konsep &amp; Prosedur pada beragam Kondisi Meteorologi dan Oseanografi Untuk Tujuan Keselamatan Navigasi dan Muatan Kapal Serta Upaya penangkapan ikan dilaut baik dengan kinerja individu maupun secara berkelompok dalam kerja sama tim(C3,P3,A4)</b>					



<b>Diskripsi Singkat MK</b>	<b>Bahan Kajian</b> <b>Meteorologi dan Oseanografi</b> <b>Pokok Bahasan</b> Dalam mata kuliah ini Mahasiswa akan mempelajari pokok-pokok bahasan sebagai berikut : Klimatologi dan metereologi: Tekanan Udara: Proses kondensasi dan dampaknya di Atmosfer: Gerakan arus udara dalam atmosfer: Bidang Front dan Gerakannya Kabut, Embun dan jenis udara permukaan Informasi Cuaca dan pemanfaatannya Oseanografi dan perkembangannya Massa Daratan dan Lautan Sifat Fisik dan Kimia Laut Gelombang, Arus dan Pasang Surut Iklim di Lautan Organisme di Laut			
<b>Pustaka</b>	<b>Utama :</b> 1. Endro Mujiono, dkk, 1986, Ilmu Cuaca Untuk Strata A, Pendidikan dan Pelatihan Ahli Pelayaran, Jakarta 2. Gerald Forsberg, 1981, Brown's Pocket Book for Seamen, Brown, Son & Ferguson, Ltd, Glasgow. 3. Istopo, Capt, 1996, Ilmu Bintang dan Pasang Surut, Yayasan Corp Alumni Akademi Ilmu Pelayaran, Jakarta 4. James W. Nybakken, 1992. Ekologi Laut. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta 5. Kosai Yusuke, dkk, 1998, Panduan Bagi Kru Kapal Penangkapan Ikan Tuna Bagian Dek, OFCF dan CRFF, Jakarta <b>Pendukung :</b> 1. Ruddy Moningkey, dkk, 1989. Pengantar Oseanografi, Universitas Sam Ratulangi. Fakultas Perikanan. Manado 2. Sahala Hutabarat dan Stewart M. Evans. Pengantar Oseanografi, 1984. Universitas Indonesia. Jakarta			
<b>Media Pembelajaran</b>	<b>Software :</b> Windows. Office			
<b>Team Teaching</b>				
<b>Matakuliah Syarat</b>				
<b>Mg Ke-</b>	<b>CP-MK</b> (Sesuai tahapan	<b>Materi Pembelajaran</b> <b>[Pustaka]</b>		

belajar)						
<b>METEOROLOGI</b>						
1	CPK 1 :[C3, A2] <b>(Conceptual knowledge, Analyze)</b> Mahasiswa mampu menjelaskan Klimatologi dan meteorologi serta atmosfer	<b>Klimatologi dan meteorologi</b>	Kuliah Pengantar & Brainstorming, Diskusi Kelompok, [TM: 1x(1x50'')] Diskusi [BT+BM:1x(1x60'')]	Ketepatan membedakan bagian klimatologi dan meteorology	Quis awal	5%
2	CPK 2 :[C3, A2] <b>(Procedural knowledge, Analyze)</b> Mahasiswa dapat Menjelaskan Tekanan Udara (atmosfer) kandungan uap air di dalam atmosfer	<b>Tekanan Udara</b>	Kuliah Diskusi kelompok Praktek [TM : 2x (1x50')] [TB+MB : 2x (1x60')] [P : 2x (1x180')]	Ketepatan menjelaskan tekanan udara dan kandungan uap air didalam atmosfer	Menyusun laporan dan presentasikan	10%
3	<b>CPK 3</b> :[C3, A2] <b>(Procedural knowledge, Analyze)</b> Mahasiswa dapat menganalisa tentang peristiwa kondensasi dalam atmosfer serta pembentukan dan hilangnya awan, jenis-jenis awan (3)	<b>Proses kondensasi dan dampaknya di Atmosfer</b>	kelompok Praktek Kuliah Diskusi [TM : 1x (1x50')] [TB+MB : 1x (1x60')] [P : 1x (1x180')]	Ketepatan menganalisa peristiwa kondensasi dalam atmosfer dan pembentukan awan, Ketepatan membedakan jenis-jenis awan	Menyusun laporan dan presentasikan	5%
4	<b>CPK 4</b> :[C3, A2] <b>(Procedural</b>	<b>Gerakan arus udara dalam atmosfer</b>	<b>PRAKTIKUM,</b> <b>Diskusi Kelompok di kelas,</b>	Ketepatan mengkaji angin, macam-	Menbuat ringkasan dalam	10%

	knowledge, Analyze) Mahasiswa dapat mengkaji tentang angin dan macam angin permukaan, sirkulasi udara di atmosfer serta menggunakan skala Beaufort (4)		[TM: 2x(3x50'')] <b>Mempersiapkan Dokumen Praktikum:</b> [BT+BM:2x(3x50'')]	macam angin serta sirkulasi udara di atmosfer	bentuk makalah sederhana	
5	CPK 5 :[C3, A2] (Procedural knowledge, Analyze) Mahasiswa dapat Mengkaji Bidang Front, gerakan bidang front dan garis front cuaca	<b>Bidang Front dan Gerakannya</b>	<u>PRAKTIKUM</u> , Diskusi Kelompok di kelas, [TM: 2x(3x50'')] <b>Mempersiapkan Dokumen Praktikum:</b> [BT+BM:2x(3x50'')]	Ketepatan mengkaji bidang front, gerakan dan garis front cuaca	makalah sederhana yang disajikan dalam diskusi	5%
6	CPK 6 :[C3, A2] (Procedural knowledge, Analyze) Mahasiswa dapat Mengkaji kabut, mist, embun, masa jenis dan jenis udara permukaan	<b>Kabut, Embun dan jenis udara permukaan</b>	<u>PRAKTIKUM</u> , Diskusi Kelompok di kelas, [TM: 2x(3x50'')] <b>Mempersiapkan Dokumen Praktikum:</b> [BT+BM:2x(3x50'')]	Ketepatan mengkaji kabut, embun dan jenis-jenis udara permukaan	makalah sederhana yang disajikan dalam diskusi	5%
7	CPK 7 :[C3, A2] (Procedural knowledge, Analyze) Mahasiswa dapat Membuat laporan prakiraan cuaca dan mengirim data untuk laporan	<b>Informasi Cuaca dan pemanfaatannya</b>	<u>PRAKTIKUM</u> , Diskusi Kelompok di kelas, [TM: 2x(3x50'')] <b>Mempersiapkan Dokumen Praktikum:</b> [BT+BM:2x(3x50'')]	Ketepatan membuat laporan prakiraan cuaca dan mengirim data laporan prakiraan cuaca Presentasi data	Menyusun laporan dan presentasikan	10%

	prakiraan cuaca (7)			dan informasi		
<b>8</b>	Evaluasi Tengah Semester (Evaluasi Formatif-Evaluasi yg dimaksudkan untuk melakukan improvement proses pembelajaran berdasarkan assessment yang telah dilakukan)					
<b>OSEANOGRAFI</b>						
<b>9</b>	CPK8:[C3, A2] <b>(Procedural knowledge, Analyze)</b> Mahasiswa dapat Menjelaskan Definisi/pengertian oseanografi	<b>Oseanografi dan perkembangannya</b>	Kuliah Diskusi kelompok Praktek [TM : 2x (1x50')] [TB+MB : 2x (1x60')] [P : 2x (1x180')]	Ketepatan menjelaskan definisi/pengertian oseanografi	Quis kedua	5%
<b>10</b>	CPK 9 :[C3, A3] <b>(Procedural knowledge, Analyze)</b> Mahasiswa dapat mengkorelasikan daratan dan Lautan	<b>Massa Daratan dan Lautan</b>	Kuliah Diskusi kelompok Praktek [TM : 1x (1x50')] [TB+MB : 1x (1x60')] [P : 1x (1x180')]	Keluasan dan ketajaman dalam menjelaskan daratan dan lautan Didukung dengan fakta-fakta yang aktual	Menyusun laporan dan presentasikan	10%
<b>11</b>	CPK 10 :[C3, A3] <b>(Procedural knowledge, Analyze)</b> Mahasiswa dapat Mengkaji sifat fisik dan kimia laut	<b>Sifat Fisika dan Kimia Laut</b>	Kuliah Diskusi kelompok Praktek [TM : 2x (1x50')] [TB+MB : 2x (1x60')] [P : 2x (1x180')]	Ketepatan mengkaji sifat-sifat fisik dan kimia laut	Menyusun laporan dan presentasikan	5%

12	<b>CPK 11 : [C3,A3] (Procedural knowledge, Analyze):</b> Mahasiswa dapat Mengkaji gelombang, Arus dan Pasang	<b>Gelombang, Arus dan Pasang Surut</b>	Kuliah Diskusi kelompok Praktek [TM : 2x (1x50')] [TB+MB : 2x (1x60')] [P : 2x (1x180')	Ketepatan mengkaji gelombang, arus dan pasang surut Didukung dengan fakta-fakta yang actual	makalah sederhana yang disajikan dalam diskusi	10%
13	<b>CPK 12 :[C3,A3] Procedural knowledge, Analyze):</b> Mahasiswa dapat Mengkorelasikan hubungan antara lautan dan iklim	<b>Iklim di Lautan</b>	Kuliah Diskusi kelompok Praktek [TM : 2x (1x50')] [TB+MB : 2x (1x60')] [P : 2x (1x180')	Keluasan dan ketajaman dalam menjelaskan hubungan antara lautan dan iklim Didukung dengan fakta-fakta yang aktual	makalah sederhana yang disajikan dalam diskusi	10%
14	<b>CPK13,14:[C3, A2] Procedural knowledge, Analyze) CPK 13 : [C3,A3]:</b> Mahasiswa dapat Mengkaji organisme perairan laut terbuka	<b>Organisme di Laut</b>	Kuliah Diskusi kelompok Praktek [TM : 2x (1x50')] [TB+MB : 2x (1x60')] [P : 2x (1x180')	Ketepatan mengkaji organism perairan laut terbuka Presentasi data dan informasi	Menyusun laporan dan presentasikan	10%
<b>Evaluasi Akhir Semester (Evaluasi yg dimaksudkan untuk mengetahui capaian akhir hasil belajar mahasiswa)</b>						



### GLOSARIUM

**Abisal, dataran.** Mintakat dasar lautan yang hampir rata yang terletak pada bagian terdalam suatu ledok lautan

**Aeronomi.** Pengetahuan tentang fisika dan kimia atmosfer atas.

**Aktinograf.** Alat perekam intensitas radiasi surya

**Aktinometer.** Alat pengukur intensitas radiasi surya langsung. Disebut juga pirheliometer

**Aktinometri.** Pengetahuan tentang pengukuran energi radiasi, terutama energi radiasi surya.

**Akresi** . Pertumbuhan partikel – partikel didalam awan dengan jalan benturan, benturan dapat terjadi antara sesama partikel air atau antara partikel air dan kristal es

**Alga.** Tumbuhan sederhana bersel tunggal maupun bersel banyak yang tidak memiliki sistem akar, batang dan daun. Di sebut juga ganggang.

**Angin.** Gerakan udara relatif terhadap gerakan bumi. Apabila tidak ditentukan secara khusus, yang dimaksudkan hanya komponen gerak mendatar.

**Angin Barat Laut.** Angin yang arah utama datangnya dari barat laut

**Angin Barat Utama.** Angin barat yang kuat dan tetap yang bertiup sepanjang tahun di daerah antara  $40^{\circ}$  –  $60^{\circ}$  Lintang diatas lautan dan sekitarnya

**Angin Buritan.** Angin yang bertiup dari arah belakang, searah dengan gerakan benda

**Angin Darat.** Angin di daerah pantai yang pada malam hari bertiup dari daratan menuju kepermukaan air yang luas akibat pendinginan malam daratan

**Angin Alobar.** Komponen angin yang secara teoritis dinyatakan sebagai akibat perubahan tekanan terhadap waktu yang tidak seragam

**Angin Antitriptik.** Angin yang ditimbulkan oleh keseimbangan antara gaya horizontal akibat tekanan dan gaya gesekan, apabila gaya – gaya lainnya diabaikan

- Arus.** Gerakan air yang menyebabkan terjadinya perpindahan massa air secara horisontal. Di daerah tertentu dan kondisi tertentu massa air dapat mengalami sirkulasi vertikal.
- Astenosfer.** Mintakat lunak di dalam mantel bumi yang terletak di sekitar 100 sampai 400 km di bawah permukaan bumi, terselip di antara lapisan mesosfer (di bagian bawahnya) dan lapisan litosfer (di bagian atasnya).
- Atmosfer.** Ruang di atas permukaan bumi yang berisi percampuran berbagai macam gas sampai ketinggian sekitar 10.000 km dari permukaan bumi.
- Atol.** Pulau yang terbentuk dari akumulasi koral (karang) dan mengelilingi sebuah laguna sehingga membentuk seperti lingkaran cincin.
- Awan.** Kelompok butiran air atau es atau kedua – duanya yang tampak mengelompok
- Barometer.** Alat pengukuran tekanan udara atmosfer
- Batimetri.** Peta yang menggambarkan perairan beserta kedalamannya.
- Beaufort, Skala.** Skala numerik untuk memperkirakan kekuatan angin berdasarkan pengaruh pada obyek yang dikenainya. Skala tersebut bervariasi dari nol untuk keadaan angin yang tenang sampai 12 untuk sebuah badai.
- Benthos.** Organisme yang hidupnya berada di dasar lautan. Benthos biasanya mengikuti tiga bentuk kehidupan, yaitu sesil (menetap), creeping (merayap), dan burrowing (menggali)
- Biogenik, sedimen.** Sedimen yang berasal dari hancuran bahan-bahan organik dari hewan maupun tumbuhan yang sudah mati.
- Coriolis, gaya.** Gaya yang terjadi sebagai akibat gerakan rotasi bumi yang menyebabkan massa air ataupun massa udara cenderung bergerak membelok ke kiri di belahan bumi utara dan ke kanan di belahan bumi selatan.
- Curah hujan.** Tebal lapisan curahan air hujan yang jatuh (kalau hujan berupa salju atau es, merupakan tebal lapisan air salju atau es), yang



terkumpul di atas permukaan datar, tanpa adanya penambahan atau pengurangan terhadap air hujan itu

**Daerah fron.** Daerah pertemuan antara dua massa udara yang berlainan kerapatannya

**Daerah tekanan rendah.** Daerah pada suatu ketinggian yang tekanannya relatif lebih kecil daripada tekanan disekitarnya pada ketinggian yang sama

**Delta.** Bentuk segitiga daripada material endapan yang berkembang di muara sungai, menyerupai huruf  $\Delta$  (delta). Bentuk delta dikontrol oleh interaksi antara sungai, pasut, dan proses ombak.

**Diatom.** Tumbuhan aquatik berukuran mikroskopis dari kelompok alga bersel tunggal yang memiliki cangkang mengandung silikat dan membentuk endapan ooze di dasar laut.

**Diurnal.** Satu hari pasang

**Ekman, spiral.** Suatu aliran arus dimana makin dalam suatu perairan maka arus yang terjadi pada lapisan-lapisan perairan akan makin dibelokkan arahnya. Kecepatan arus ini, akan berkurang cepat sesuai dengan makin bertambahnya kedalaman perairan.

**El Nino.** Fenomena alam dan bukan badai, secara ilmiah diartikan dengan meningkatnya suhu muka laut di sekitar Pasifik Tengah dan Timur sepanjang ekuator dari nilai rata-ratanya dan secara fisik El Nino tidak dapat dilihat.

**Erosi.** Pengikisan dan pengangkutan material hasil pelapukan batuan oleh aktivitas tenaga angin, air, gelombang laut atau es.

**Estuaria.** Bagian dari sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut. Pengaruh pasang surut terhadap sirkulasi aliran (kecepatan/debit, profil muka air, intrusi air asin) di estuari dapat sampai jauh ke hulu sungai, yang tergantung pada tinggi pasang surut, debit sungai dan karakteristik estuari (tampang aliran, kekasaran dinding, dan sebagainya).

**Flokulasi (flocculation).** Berkumpulnya partikel partikel kecil membentuk partikel besar karena adanya gaya tarik antar molekul (partikel) yang

dikenal sebagai gaya van der Waals. Flocculation merupakan proses yang penting di bagian estuaria dimana terjadi pertemuan air tawar dan air laut (gaya tarik menarik terjadi karena terjadi pertemuan partikel yg bermuatan negatif dan partikel bermuatan positif).

**Garis kabur.** Batas antara udara kabur di bawah lapisan inversi dan udara cerah diatas dan batas ini dapat terlihat dengan jelas dari kapal terbang.

**Gaya korioli.** Gaya yang ditimbulkan oleh rotasi bumi

**Gelombang bawah angin.** Gelombang yang terjadi di dalam arus udara pada daerah suara angin suatu pegunungan atau gunung disebut juga gelombang pegunungan

**Gyre.** Arus-arus berputar di daerah subtropikal. Arah aliran air pada gyre yang terdapat di belahan bumi utara searah dengan jarum jam.

**Halo.** Gejala optika atmosfer yang tampak dalam bentuk cincin atau busur berwarna keputih – putihan atau mengkilat melingkari matahari atau bulan, hal ini disebabkan oleh adanya refraksi atau refleksi kristal – kristal es di atmosfer

**Hidrologi.** Ilmu yang mempelajari masalah air dipermukaan bumi, terutama yang berhubungan dengan akibat dan pengaruh air hujan serta penguapannya terhadap kejadian dan sifat air disungai, danau, dan air tanah

**Hidrometeor.** Hasil kondensasi dan /atau sublimasi yang berasal dari uap air di dalam atmosfer bebas atau di permukaan bumi, termasuk juga partikel – partikel air yang di bawah oleh angin dari permukaan bumi

**Hujan.** Endapan dalam bentuk butir – butir air /butir – butir es yang berasal dari awan

**Iklm.** Keadaan rata – rata cuaca untuk periode yang sangat panjang

**Iklm buatan.** Iklm tiruan yang di buat oleh manusia

**Informasi meteorologi.** Informasi dalam bentuk laporan, hasil analisis, ramalan meteorologi, dan pernyataan meteorologi lainnya sehubungan dengan keadaan cuaca yang ada atau keadaan cuaca yang diharapkan akan terjadi, yang diberikan oleh pewenang meteorologi.

**Ionosfer.** Bagian atmosfer yang terletak kurang lebih antara ketinggian 70 km dan 500 km, tempat kumpulan ion dan elektron bebas dalam jumlah yang cukup untuk memantulkan gelombang elektromagnetik

**Jaringan meteorologi.** Sejumlah stasiun pengamat yang terbesar di suatu wilayah

**Kabut.** Kelompok butir air yang sangat kecil di udara, dapat menyebar dalam daerah sempit atau luas, biasanya menyebabkan jarak pandang di permukaan bumi berkurang sampai kurang dari 1 km

**Kabut uap.** Kabut yang kejenuhannya disebabkan oleh udara yang dingin dan mantap melewati permukaan air yang panas sehingga mengalami penguapan cepat

**Keadaan sinoptik.** Keadaan atmosfer, yang dinyatakan dengan sifat distribusi tekanan dan massa pada peta sinoptik

**Klimatologi.** Ilmu yang mempelajari masalah iklim

**Klimatologi sinoptik.** Studi tentang iklim berdasarkan proses atau peredaran umum atmosfer

**Meteorologi.** Ilmu yang pengetahuan mengenai atmosfer

**Munson.** Angin dari sistem peredaran umum atmosfer yang dari musim mempunyai arah yang berlawanan dan bersifat selalu sama

**Munson musim dingin.** Munson yang berasal dari benua dan bertiup di musim dingin di daerah itu

**Munson musim panas.** Munson yang berasal dari samudera dan bertiup dalam musim panas

**Notasi beaufort.** Notasi dalam bentuk simbol (lambang) yang menyatakan jenis cuaca

**Oklusi.** 1. Proses pengurangan sektor panas yang cepat karena masuknya massa udara dingin yang semula terletak di depan front panas. 2. Front diantara dua massa dingin setelah bercampur

**Ozonosfer.** Lapisan atmosfer yang terletak kurang lebih pada ketinggian 10 - 50 km dan mengandung ozon dalam jumlah yang cukup besar. Konsentrasi terbesar biasanya terdapat pada ketinggian 20 – 25 km

**Palung laut** . dasar laut yang dalam, yang diakibatkan oleh menyusupnya lempeng samudera ke bawah lempeng benua.

**Pasang surut atmosfer**. Perubahan atmosfer yang disebabkan oleh perubahan gravitasi bulan dan perubahan gravitasi serta panas matahari

**Pradar**. Alat penentu jarak suatu sasaran dari suatu stasiun dengan menggunakan metode radio

**Radiasi**. Pemuncaran atau pemindahan energi dalam bentuk gelombang elektromagnetik atau partikel

**Salju**. Curahan dalam bentuk kristal – kristal es

**Siklon**. Bagian atmosfer yang tekanannya relatif rendah dibandingkan dengan tekanan disekitarnya pada permukaan yang sama pada peta sinoptik digambarkan sebagai sistim isobar tertutup pada daerah tekanan rendah

**Skala beaufor**. Skala yang menyatakan tingkat kekuatan angin yang dibuat oleh admiral beaufor dari angkatan laut Inggris, skala ini didasarkan akibat berbagai kecepatan angin terhadap keadaan laut

**Suhu ekstrim**. Suhu tertinggi dan /atau terendah yang terjadi dalam suatu selang waktu

**Termograf**. Alat perekam suhu

**Termogram**. Grafik suhu hasil rekaman yang di laksanakan oleh termograf

**Termometer**. Alat pengukur suhu

**Titik embun**. Suhu udara yang dicapai bila udara itu didinginkan dengan teknana tetap sampai menjadi jenuh

**Topan**. 1. Sebutan untuk siklon tropis yang kecepatan anginnya sangat tinggi, 2. Sebutan untuk siklon tropis dilautan pasifik dan Karibia, 3. Sebutan untuk konfeksi yang kekuatan anginnya melebihi 12 pada skala beaufor

**Uap air**. Uap dalam fase gas

**Udara dingin**. Kelompok udara yang bersuhu rendah atau relatif rendah dibandingkan dengan permukaan dibawahnya, atau udara disekelilingnya

**Udara katulistiwa.** Massa udara yang sudah beberapa hari berada di daerah katulistiwa sehingga bersikap cukup panas

**Unsur meteorologi.** Variabel atau gejala yang menyatakan keadaan cuaca disuatu tempat pada suatu waktu, unsur meteorologi itu antara lain : suhu, tekanan, angin, kelembaban, dan hujan.

## BAB 1. PENDAHULUAN

### A. Deskripsi Singkat

Matakuliah Meteorologi dan Oseanografi merupakan salah satu matakuliah pada program studi teknik penangkapan ikan. Meteorologi merupakan suatu pembahasan berbagai proses fisika yang berlangsung di atmosfer pada saat tertentu, atau dengan kata lain meteorologi yaitu ilmu yang mempelajari tentang keadaan lapisan udara yang menyelimuti bumi pada saat tertentu.

*Oseanografi* 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 *Oseanografi* dengan istilah lain yaitu Oceanology dan Thassography. Tetapi kemudian yang lebih populer yaitu *Oseanografi*. 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 oseanografi termasuk kepada salah satu bagian dari *geophysika*, dilihat dari *aspek kimia* 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 oseanografi merupakan ilmu yang terpisah, tetapi merupakan pertemuan dari empat ilmu pengetahuan yaitu termasuk :

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.

Dengan kata lain Oseanografi. Juga disebut oseonologi atau ilmu kelautan, adalah cabang ilmu bumi mempelajari samudra atau lautan. 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 organisma, susunan kimia air laut, serta asal mula terjadinya lautan dan lautlaut purbakala. Oleh karena itu *oseanografi* 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.

### **B. Kompetensi**

Mampu memahami meteorologi dan oseanografi untuk tujuan keselamatan navigasi dan upaya penangkapan ikan serta peningkatan hasil tangkapan di laut.

### **C. Sub Kompetensi**

1. Taruna/i mampu menjelaskan defenisi oseanografi dan cabang-cabang ilmu oseanografi serta pembentukan bumi dan tata surya
2. Taruna/i mampu menjelaskan Topografi dasar laut dan Tektonik Lempeng.

3. Taruna/i mampu menjelaskan sifat-sifat air tawar, pengaruh penambahan garam, aturan komposisi yang konstan dan distribusi horizontal dan vertical salinitas
4. Taruna/i mampu menjelaskan Perbedaan temperatur insitu dan temperature potensial, distribusi temperature secara horizontal dan vertical serta densitas air laut sebagai fungsi dari temperatur, salinitas, dan tekanan serta distribusi vertikalnya
5. Taruna/i mampu menjelaskan tipe air dan massa jenis air
6. Taruna/i mampu menjelaskan dinamika air laut terutama pengetahuan dasar tentang arus laut, gelombang dan pasang surut.
7. Taruna/i mampu menguasai sumberdaya hayati dan non hayati serta ekologi perairannya.
8. Taruna/i dapat menjelaskan pengertian masing-masing parameter meteorology dan struktur atmosfer
9. Taruna/i menjelaskan dapat memahami kandungan udara dan kelembaban di atmosfer
10. Taruna/i mampu menjelaskan sistim iklim global.
11. Taruna/i mampu menguasai dan menjelaskan interaksi antara laut dan atmosfer.





## BAB. II KEGIATAN BELAJAR

### 2.1 Kegiatan Belajar I

2.1.1 Judul : **Meteorologi dan Klimatologi**

2.1.2 Indikator : **Ketepatan membedakan Meteorologi dan Klimatologi.**

2.1.3 Uraian Materi :

#### A. Perbedaan Meteorologi dan Klimatologi

Meteorologi berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dari dua kata yaitu “**meteoros**” dan “**logos**”. Meteoros sendiri berasal dari kata “**meteor**”. Meteoros artinya jauh tinggi di udara, sedangkan logos berarti pembahasan, dan meteor itu merupakan benda-benda langit, seperti hidrometeor, optik meteor, dan yang mencakup angin, halilintar, pelangi dan sebagainya yang terjadi akibat adanya peristiwa fisika di udara. Berdasarkan pengertian-pengertian tersebut di atas, jika disimpulkan maka meteorologi merupakan suatu pembahasan berbagai proses fisika yang berlangsung di atmosfer pada saat tertentu. Meteorologi yaitu ilmu yang mempelajari tentang keadaan lapisan udara yang menyelimuti bumi pada saat tertentu.

Ilmu tentang cuaca disebut meteorologi dan ilmu tentang iklim disebut klimatologi, meteorologi dan klimatologi merupakan dua ilmu fisika yang membahas tentang proses dan gejala serta penyebarannya menurut ruang dan waktu yang terjadi di atmosfer bumi.

Perbedaan antara meteorologi dengan klimatologi yaitu, meteorologi membahas tentang berbagai proses fisik yang berlangsung di atmosfer yang merupakan unsur-unsur cuaca/iklim seperti suhu, kelembaban udara, curah hujan, kecepatan dan arah angin, lama penyinaran matahari, awan dan

sebagainya. Sedangkan klimatologi mempelajari keadaan rata-rata serta penyebaran berbagai unsur cuaca/iklim tersebut menurut waktu dan tempat.

Meskipun kedua cabang ilmu ini terlepas satu sama lain, tetapi keduanya sulit dipisahkan. Meteorologi lebih menekankan pada proses terjadinya cuaca (kenapa terjadi hujan lebat, suhu ekstrim, awan), sedangkan klimatologi lebih menekankan pada penyebaran dan hasil proses tersebut (misalnya penyebaran suhu udara, curah hujan, frekuensi terjadinya banjir, dan kekeringan) baik harian maupun tahunan.

### **B. Klasifikasi Meteorologi**

Menurut Daldjoeni (1983) pada dasarnya meteorologi dapat diklasifikasikan menjadi dua bagian yaitu :

1. Meteorologi Teoritis yang terdiri dari :
  - a. Meteorologi dinamis
  - b. Meteorologi fisik, dan
  - c. Meteorologi statis (klimatologi)
2. Meteorologi Praktis
  - a. Meteorologi sinopsis
  - b. Meteorologi aeronantis
  - c. Meteorolgi maritim
  - d. Meteorologi perairan ( Hidro-meteorologi)
  - e. Meteorolgi udara
  - f. Meteorologi medis
  - g. Meteorologi pertanian
  - h. Meteorologi sempit (mikro-meteorologi)

Meteorologi dinamis mengamati tenaga-tenaga pendorong gerakan udara dan transformasi panas. Meteorologi fisik mempelajari proses-proses fisika yang murni seperti penguapan, presipitasi, gejala optik, akustik, dan listrik dalam udara. Meteorologi statis (klimatologi) mempelajari keadaan rata-rata serta penyebaran berbagai unsur cuaca/iklim seperti penyinaran matahari, suhu, kelembaban udara, penguapan, awan, curah hujan, angin, tekanan udara dan sebagainya pada waktu dan tempat tertentu. Meteorologi sinopsis mempelajari proses atmosfer dengan bantuan pengamatan sewaktu-waktu untuk wilayah yang luas (menganalisa kondisi cuaca pada saat tertentu dan meramalkan keadaan cuaca mendatang). Meteorologi aeronautis mempelajari meteorologi dalam bidang penerbangan. Meteorologi maritim mempelajari meteorologi dalam bidang pelayaran dan perikanan. Meteorologi perairan (hidro-meteorologi) mempelajari masalah persediaan air dan irigasi (diterapkan pada pertanian), peternakan, kehutanan, kelistrikan, dan sebagainya. *Meteorologi udara* mengamati kondisi atmosfer bebas. *Meteorologi medis* mengamati pengaruh iklim atau unsur cuaca terhadap kesehatan psikis dan fisik manusia. *Meteorologi pertanian* mempelajari pengaruh cuaca terhadap tanaman. *Meteorologi sempit* (mikro meteorologi) meneliti perbedaan antara cuaca dan iklim untuk ruang dan wilayah yang sempit.

Untuk memahami meteorologi maka harus terlebih dahulu mempelajari tentang unsur-unsur cuaca/iklim, dimana unsur-unsur ini akan berbeda untuk tempat dan waktu yang berbeda pula yang disebabkan oleh

ketinggian, penyebaran air dan darat, daerah tekanan, arus laut, gangguan-gangguan atmosfer dan lain sebagainya.

Bagi dunia perikanan, pengetahuan tentang meteorologi maritim merupakan salah satu faktor dalam menunjang kesuksesan operasi penangkapan ikan. Karena dengan mengetahui keadaan cuaca yang akan datang dapat mengetahui daerah penangkapan ikan yang dengan sendirinya dapat mengetahui kapan akan dilakukan operasi penangkapan dan persiapan yang diperlukan dalam operasi penangkapan ikan.

### **2.1.4 Rangkuman**

1. Meteorologi terdiri dari dua bagian yaitu meteorologi teoritis dan meteorologi praktis.
2. Klimatologi merupakan bagian dari meteorologi
3. Meteorologi maritim termasuk dalam meteorologi praktis
4. Meteorologi maritim merupakan ilmu yang mempelajari meteorologi dalam bidang pelayaran dan perikanan.

Latihan :

### **2.1.5 Penugasan**

1. Buatlah makalah tentang meteorologi praktis dan meteorologi teoritis, minimal 10 halaman !

### **2.1.6 Tes Formatif**

1. Apa yang dimaksud dengan :
  - a. meteoros
  - b. meteorologi

- c. klimatologi
2. Coba klasifikasikan meteorologi dengan bantuan tabel !
3. Jelaskan Perbedaan meteorologi dan klimatologi !



## 2.2 Kegiatan Belajar II

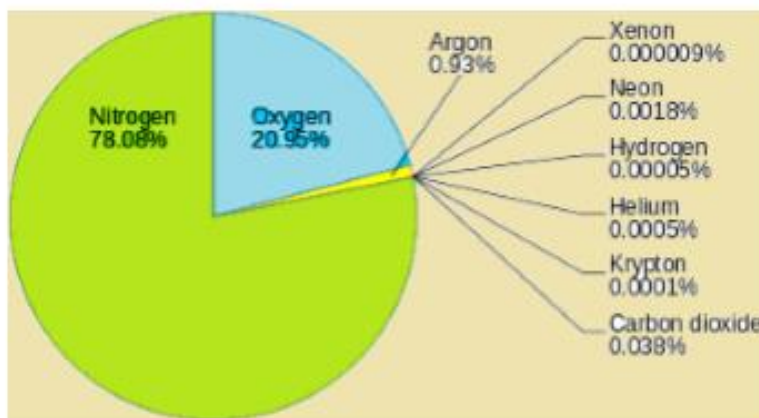
2.2.1 Judul : Tekanan Udara

2.2.2 Indikator : Ketepatan menjelaskan Tekanan Udara dan Kandungan uap air Didalam Atmosfir

2.2.3 Uraian Materi :

### A. Pengertian Atmosfer

Atmosfer adalah lapisan udara yang menyelubungi bumi yang terdiri dari campuran gas, yang terdiri dari nitrogen (78,08%), Oksigen (20,95%), Argon (0,93%), Neon (0,0018%), Hidrogen (0,00005%), Helium (0,0005%), Krypton (0,0001%), Karbon dioksida (0,038%), dan Xenon (0,000009%). Secara grafis, gas-gas penyusun atmosfer dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.1.1 Gas-gas penyusun atmosfer.

Sumber : Daryanto, 2017

Udara yang mengelilingi bumi disebut atmosfer. Umumnya pergerakan atmosfer mengikuti perputaran bumi yaitu yang bergerak dari arah barat ke timur dengan kecepatan 376 meter per detik. Kedudukan atmosfer selalu berubah. Atmosfer pada dasarnya **berfungsi** sebagai pelindung bumi dari pemanasan dan pendinginan yang berlebihan dari meteor-meteor, radiasi matahari dan sebagainya. Pada dasarnya di atmosfer



terdapat lapisan-lapisan udara dan mempunyai komposisi gas-gas yang berbeda menurut ketinggian.

### B. Komposisi gas di atmosfer

Atmosfer sebagian besar terdiri dari campuran nitrogen dan oksigen, dan gas-gas lain terdapat hanya dalam jumlah yang sedikit jika dibandingkan kedua gas di atas seperti argon, carbon dioksida, hidrogen, neon, helium dan sebagainya. Gas-gas ini merupakan salah satu faktor yang menentukan proses-proses fisika di atmosfer. Komposisi gas-gas di atmosfer berdasarkan volume dengan berat jenisnya dapat dilihat pada Tabel 2.2.1.

Tabel 2.2.1 Komposisi gas-gas di Atmosfer

<b>Nama-nama gas</b>	<b>Volume</b>	<b>Berat Jenis</b>
Nitrogen	78,08	13,92
Oksigen	20,49	15,94
Argon	0,94	19,82
Karbon dioksida	0,03	22,01
Hidrogen	0,01	1,00
Neon	0,0012	9,91
Helium	0,0004	1,97

(Sumber : Pusat Meteorologi Maritim,2017)

Kandungan uap air dalam atmosfer akan berbeda dari waktu ke waktu dan juga berdasarkan tempat, tetapi hal ini akan mencapai 4% pada daerah tropis dan menjadi 0% pada daerah kutub di musim dingin.

Kandungan rata-rata uap air adalah 0,2% pada musim dingin dan 2% pada musim panas. Uap air di atmosfer pada dasarnya terjadi akibat proses evaporasi pada permukaan bumi seperti dari laut, danau dan sungai kemudian mengalami kondensasi dan mengakibatkan presipitasi dalam bentuk hujan ataupun salju.

Kandungan oksigen di atmosfer akan berkurang dengan bertambahnya lintang, demikian pula halnya dengan gas-gas murni seperti hidrogen dan helium. Umumnya pada ketinggian 50 kilometer terkandung paling banyak di atmosfer, dan pada ketinggian 100 kilometer yang terbanyak adalah hidrogen.

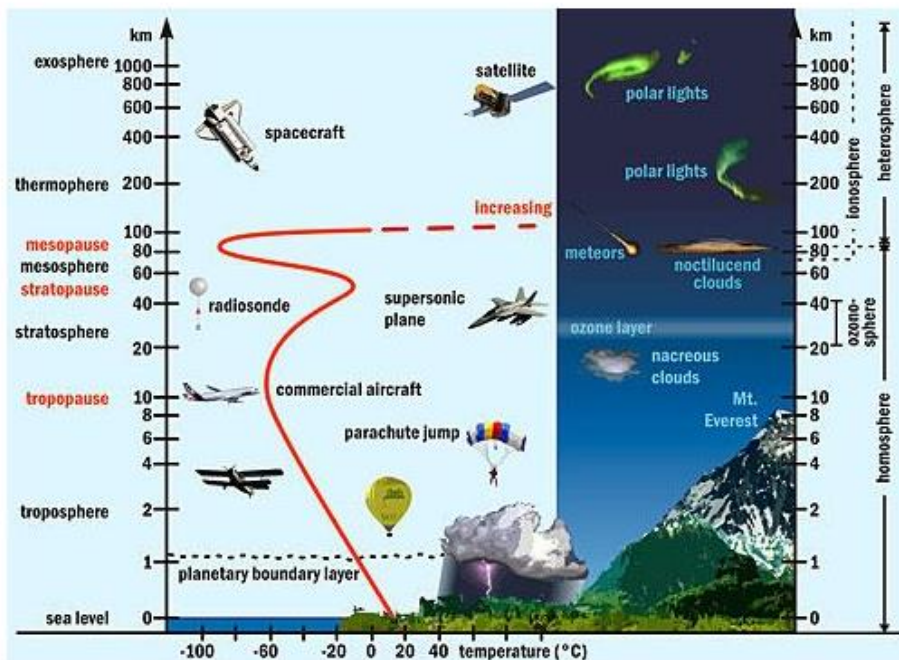
Nitrogen dan oksigen sangat membantu untuk melindungi kehidupan organisme dari bahaya radiasi oleh matahari. Oksigen dan karbon dioksida diperlukan dalam kehidupan organisme baik itu manusia, tumbuhan dan hewan, yang mana manusia dan hewan mengeluarkan karbon dioksida dan menghirup oksigen yang dikeluarkan oleh tumbuhan. Sedangkan tumbuhan menggunakan karbon dioksida untuk makanan dan mengeluarkan oksigen.

Selain itu pula dalam atmosfer juga terdapat sejumlah partikel-partikel lain seperti pasir, asap, bakteri, dan debu dari organik dan anorganik dan merupakan unsur yang penting dalam proses kondensasi dari uap air, tetapi dapat juga merupakan bahan yang menyebabkan polusi udara. Partikel-partikel tersebut bersama uap air merupakan salah satu kasus meteorologi seperti hujan, salju, kabut, dan badai. Di perairan pantai dan laut, partikel garam yang dihasilkan dari percikan

ombak/gelombang yang juga merupakan unsur penting dalam proses kondensasi dari kabut.

## C. Struktur atmosfer

Bumi tersusun dari beberapa lapisan yang penamaannya disesuaikan dengan fenomena yang terjadi pada masing-masing lapisan. Lapisan-lapisan atmosfer terdiri dari troposfer, stratosfer, mesosfer dan termosfer. Lapisan-lapisan atmosfer tersebut, secara visual dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.1.2 Struktur lapisan atmosfer.

Sumber : Daryanto, 2017

### 1. Troposfer

Lapisan ini terdapat pada bagian yang paling bawah dari atmosfer. Ketebalan troposfer berbeda-beda, di daerah ekuator ketebalannya mencapai kira-kira 16 km, di daerah sedang sekitar 11 km, dan di kutub sekitar 8 km. Ketebalan atmosfer yang berbeda ini disebabkan oleh adanya gaya sentrifugal akibat rotasi bumi. Pada lapisan ini terdapat hubungan yang

negatif antara ketinggian dan suhu, yaitu semakin tinggi suhunya akan semakin rendah. Penurunan suhu ini dapat dihitung menurut teori Braak, bahwa setiap kenaikan 100m dari permukaan bumi akan diikuti oleh penurunan suhu  $0,61^{\circ}\text{C}$ . Lapisan ini mengandung uap air, debu, dan awan. Lapisan troposfer memiliki hubungan langsung dengan semua kehidupan di bumi, baik manusia, hewan maupun tumbuhan. Hampir semua fenomena cuaca dan iklim terjadi pada lapisan ini. Troposfer dipisahkan dengan lapisan di atasnya, yaitu stratosfer oleh lapisan tropopause.

### **2. Stratosfer**

Stratosfer terletak di atas lapisan troposfer yang antara keduanya dipisahkan lapisan tropopause. Lapisan stratosfer ini berkembang sampai ketinggian kira-kira 50 km dari ketinggian 11 km di daerah sedang. Dari bagian tengah stratosfer keatas, pola suhunya berubah menjadi semakin bertambah seiring kenaikan ketinggian. Pada lapisan ini terjadi akumulasi ozon menyerap radiasi ultraviolet dari pancaran matahari sehingga sebagian besar radiasi ini tidak mencapai permukaan bumi. Serapan radiasi matahari oleh ozon inilah yang menyebabkan suhu udara bertambah setiap bertambahnya ketinggian. Sifat ozon yang menyerap sinar ultra violet inilah yang menyebabkan Lapisan ini sangat penting peranannya bagi makhluk hidup di bumi, karena sinar ultra violet yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia. Radiasi ini di antaranya dapat menimbulkan menimbulkan penyakit kanker kulit.

### 3. Mesosfer

Lapisan mesosfer terletak di atas stratosfer dengan ketinggian sekitar 50 - 80 km di atas permukaan bumi. Pada lapisan ini, kenaikan ketinggian diikuti oleh penurunan suhu, yaitu setiap bertambahnya ketinggian 100 meter diikuti oleh penurunan suhu  $0,4^{\circ}\text{C}$ . Lapisan ini bagi bumi berfungsi sebagai perisai hujan meteor yang menuju permukaan bumi.

### 4. Termosfer

Termosfer terletak di atas mesosfer dengan ketinggian sekitar 80 km sampai 650 km di atas permukaan bumi. Pada lapisan ini terjadi kenaikan suhu udara secara tajam, oleh sebab itu lapisan ini dinamakan termosfer (artinya panas). Suhu pada lapisan ini meningkat dengan bertambahnya ketinggian. Suhu udara di lapisan bagian atas termosfer dapat mencapai  $1.100^{\circ}\text{C}$  sampai  $1.650^{\circ}\text{C}$ . Pada lapisan ini gas-gas mengalami ionisasi, terjadi pemecahan molekul oksigen menjadi oksigen atomik yang menghasilkan panas pada lapisan tersebut. Itulah sebabnya maka lapisan ini disebut juga ionosfer. Lapisan ini berfungsi sebagai pemantul gelombang radio sebagai media komunikasi yang sangat penting di bumi.

### 5. Eksosfer

Lapisan eksosfer adalah lapisan atmosfer yang paling atas. Lapisan ini ketinggiannya tidak diketahui secara pasti dan tidak ada batas yang jelas antara eksosfer dan luar angkasa.



Gambar 2.1.3 Struktur lapisan atmosfer.  
Sumber : Daryanto,2017

### 2.2.4 Rangkuman

1. Komposisi gas-gas pada atmosfer yaitu nitrogen, oksigen, argon, karbon dioksida, neon dan helium
2. Gas-gas atmosfer merupakan salah satu faktor yang menentukan keadaan cuaca pada atmosfer.
3. Atmosfer terdiri dari lapisan troposfer, stratosfer dan ionosfer.
4. Pada lapisan troposfer terdapat aliran udara secara horisontal dan secara vertikal, dan pada lapisan ini semua fenomena cuaca terbentuk.

5. Lapisan-D, lapisan –E dan lapisan –F merupakan lapisan-lapisan yang penting bagi komunikasi karena dapat memantulkan siaran-siaran dari pemancar radio. (2-2)

### **2.2.5 Penugasan**

1. Buatlah soal pilihan ganda sebanyak 10 soal !

### **2.2.6 Tes Formatif**

#### **Latihan I**

1. Jelaskan pengertian atmosfer !
2. Sebutkan struktur lapisan atmosfer!
3. Gambarkan struktur atmosfer serta jelaskan !

### 2.3 Kegiatan Belajar III

- 2.3.1 Judul** : Proses Kondensasi dan Dampaknya di atmosfer
- 2.3.2 Indikator** :Ketepatan menganalisa peristiwa Kondensasi dalam atmosfer dan pembentukan awan, ketepatan membedakan jenis-jenis awan
- 2.3.3 Uraian Materi** :

#### A. Temperatur Udara

Temperatur udara atau temperatur atmosfer bukan hanya mempengaruhi kehidupan dan kondisi kesehatan, efisiensi kerja pada operasi penangkapan dan pekerjaan di atas kapal, pembuatan kargo di atas kapal serta pengaruhnya terhadap suhu permukaan laut yang mempengaruhi aktivitas dari organisme laut seperti pertumbuhan rumput laut, distribusi ikan, *feeding ground*, *spawning ground* serta keadaan arus permukaan.

#### B. Penyebaran Temperatur Udara

Perasaan panas atau dingin terhadap lingkungan tergantung tidak hanya pada tinggi rendahnya temperatur tetapi juga tergantung dengan adanya angin, penyinaran matahari, dan kelembaban. Temperatur udara ini secara konstan berubah dengan berubahnya cuaca. Radiasi matahari merupakan yang pertama memanasi permukaan bumi dan kemudian panas yang dari permukaan bumi memanasi udara. Sehingga temperatur udara sangat tinggi pada permukaan bumi dan selalu berkurang dengan bertambahnya ketinggian. Rata-rata perubahan temperatur adalah  $0,6^{\circ}\text{C}$  setiap kenaikan 100 meter. Penurunan temperatur udara dengan bertambahnya kenaikan biasanya disebut dengan gradien temperatur



vertikal. Namun kadangkala terjadi temperatur naik dengan bertambahnya ketinggian, hal ini biasanya disebut sebagai inversi temperatur yang terjadi akibat udara didekat permukaan bumi menjadi dingin secara tiba-tiba oleh karena radiasi yang kuat, kemudian adanya adveksi udara dingin dari sekelilingnya, lapisan udara panas melalui lapisan udara dingin atau oleh adanya turbulensi udara. Peristiwa ini sering terjadi pada lapisan troposfer. Pada Tabel 2.3.1, diperlihatkan perubahan temperatur dan tekanan udara berdasarkan ketinggian.

Pada daerah dimana sinar matahari jatuh tegak lurus atau langsung, banyaknya panas yang diterima akan lebih banyak jika dibandingkan, dengan daerah dimana sinar matahari datang, dengan membentuk sudut kemiringan atau tidak langsung. Dengan demikian daerah equator mempunyai suhu yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan daerah sub tropis dan daerah kutub, lagi pula temperatur udara akan lebih tinggi pada musim panas dari pada musim dingin.

Tabel 2.3.1 Tekanan udara dan temperatur pada variasi ketinggian berdasarkan Standard International Atmosfer (International Civil Aviation Organization).

Tinggi m	Tekanan mb	Temperatur °C	Tinggi m	Tekanan mb	Temperatur °C
0	1013,2	15	7200	400	- 31,7
100	1000	14,3	9175	300	- 44,5
1000	900	8,5	11800	200	-56,5
1950	800	2,3	16200	100	-56,5
3016	700	- 4,6	19450	60	-56,5
4200	600	- 12,3	22075	40	-54,5
5575	500	- 21,2	31200	10	-45,5

(Sumber : Pusat Meteorologi Maritim,2017)

Lebih tinggi jika dibandingkan dengan daerah sub tropis dan daerah kutub, lagi pula temperatur udara akan lebih tinggi pada musim panas dari pada musim dingin.

Berdasarkan variasi diurnal dari temperatur udara, temperatur tersebut, sangat rendah pada saat matahari terbit dan mencapai suhu tertinggi pada sekitar jam 2 siang. Range diurnal temperatur berbeda antara temperatur maksimum dan minimum selama satu hari. Perbedaan ini disebut **temperatur diurnal harian**, dan ini sangat besar pada daerah daratan dan sangat kecil pada daerah lautan. Jika melihat variasi tahunan dari temperatur, maka akan nampak bahwa temperatur maksimum dan minimum selalu terjadi sebulan lebih awal dari pada temperatur air. Didaerah equatorial, temperatur maksimum terjadi sekitar musim semi dan musim gugur dan minimum sekitar musim panas dan musim dingin. Didaerah tropis temperatur maksimum terjadi sekitar Mei dan minimum sekitar November. Sedangkan didaerah dingin, situasinya sama dengan di daerah panas tetapi kisaran nya sangat besar.

### **C. Amplitudo Temperatur Udara**

Temperatur udara mempunyai variasi harian dan variasi tahunan, dimana variasi harian dari temperatur udara disebabkan oleh peredaran harian dari matahari, sedangkan variasi tahunan disebabkan karena peredaran tahunan daripada matahari.

### 1. Amplitudo Temperatur Harian.

Amplitudo temperatur harian adalah nilai perbedaan antara temperatur tertinggi dengan temperatur terendah dalam jangka waktu satu hari atau 24 jam. Nilai-nilai amplitudo temperatur harian di daerah-daerah equatorial adalah lebih besar (tinggi) dari pada di daerah-daerah sedang, oleh sebab nilai titik kulminasi atas matahari di daerah-daerah equatorial adalah besar; dibandingkan dengan di daerah- daerah sedang. Nilai titik kulminasi atas matahari di daerah-daerah sedang masih dipengaruhi oleh musim-musim yang terdapat di daerah-daerah tersebut.

Jalan harian dari temperatur udara adalah merupakan temperatur tertinggi yang dicapai beberapa saat setelah matahari melewati titik kulminasi atasnya, dan temperatur terendah dicapai beberapa saat sesudah matahari terbit. Di Indonesia, dimana matahari tiap hari terbit disekitar jam 06 sepanjang tahun, maka temperatur terendah dicapai sekitar jam 07 pagi, dan temperatur tertinggi dicapai sekitar jam 14 siang.

Besar kecilnya nilai amplitude temperatur harian dipengaruhi oleh beberapa faktor, sebagai berikut :

#### *a. Pengaruh lintang*

Nilai amplitudo temperature harian di daerah - daerah equatorial adalah lebih besar dari pada di daerah sedang, hal ini disebabkan karena daerah - daerah equatorial, titik kulminasi atas dari matahari sepanjang tahun adalah besar. Sedangkan di daerah - daerah sedang titik kulminasi atas dari matahari kecil khususnya di musim dingin.

### *b. Pengaruh sifat permukaan bumi*

Nilai amplitude temperatur harian di atas lautan pada umumnya adalah lebih kecil jika dibandingkan dengan diatas daratan, di atas gurun pasir maka nilai amplitude harian adalah lebih besar dari pada di daerah – daerah hutan.

### *c. Pengaruh awan yang meliputi langit*

Pada hari – hari yang cerah, maka nilai amplitude harian adalah lebih besar dari pada di hari – hari dimana langit diliputi banyak awan; hal ini diketahui bahwa lapisan awan dapat membatasi intensitas matahari terhadap bumi.

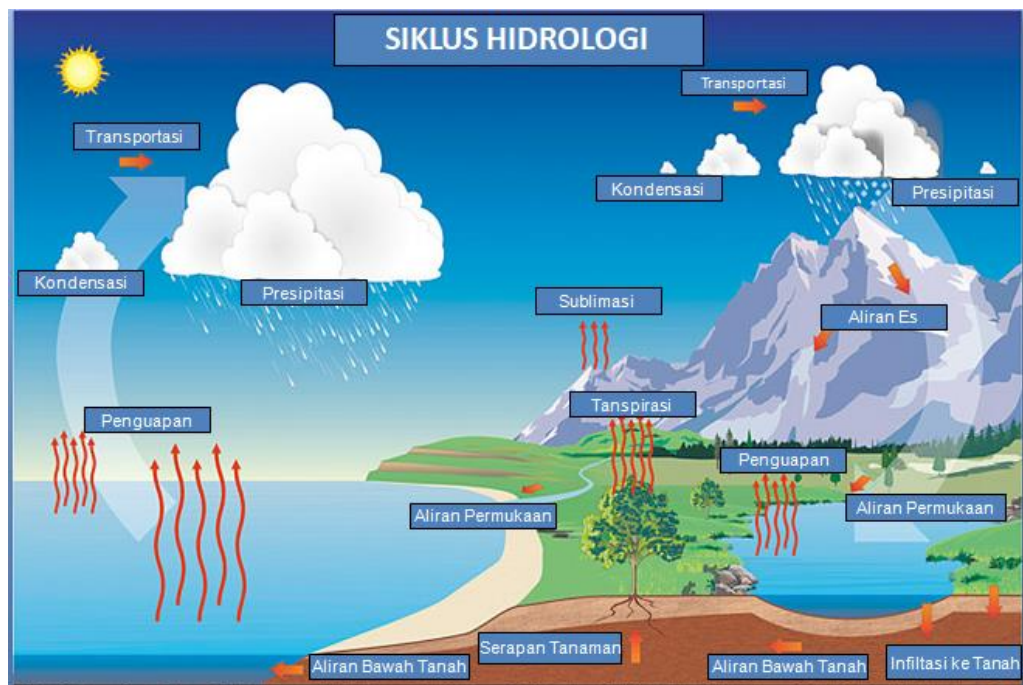
## **2 Amplitudo temperatur tahunan**

Aplitudo temperatur tahunan merupakan nilai perbedaan antara temperatur bulan terpanas dengan temperatur bulan terdingin dalam waktu satu tahun. Nilai – nilai temperatur tahunan di daerah – daerah sedang adalah lebih besar (tinggi) jika dibandingkan dengan daerah – daerah di wilayah ekuatorial. Hal ini disebabkan karena di daerah – daerah sedang mengalami empat macam musim dalam setahun, dimana temperature udara pada musim dingin dapat mencapai 0°C. sedangkan di daerah – daerah ekuatorial musim panas terjadi sepanjang tahun.

## **D. Siklus Hidrologi**

Hujan atau Presipitasi merupakan jatuhan hydrometeor yang sampai ke bumi baik dalam bentuk cair (hujan) ataupun padat (es atau salju). Di wilayah tropis seperti Indonesia presipitasi lebih didefinisikan sebagai

hujan karena sangat jarang terjadi presipitasi dalam bentuk jatuhnya keping es. Uap air yang mengalami proses kondensasi dan yang telah menjadi awan berisi butir-butir air. Butir-butir air menggabungkan diri dan akan membentuk butir air yang lebih besar dan lebih berat. Ketika butir air tersebut tidak mampu lagi untuk naik ke atas maka gaya gravitasi akan menarik butir-butir air dan akan jatuh ke permukaan bumi dan terjadilah hujan.



Gambar 2.3.1 Siklus hidrologi.  
Sumber : BMKG Bitung, 2017

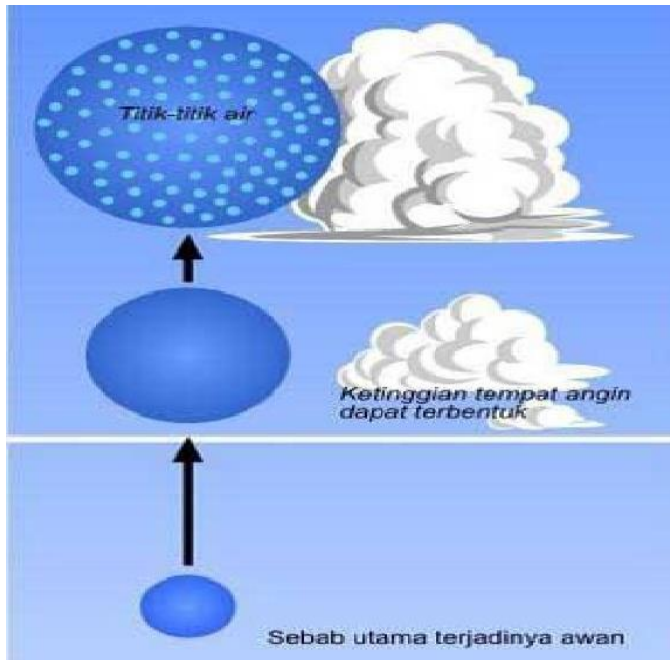
### E. Pengertian dan Proses Pembentukan Awan

Awan adalah sekumpulan tetes-tetes air atau kristal es yang berada dalam udara pada atmosfer yang terjadi akibat pengembunan atau pepadatan uap air yang terdapat dalam udara setelah melampaui titik jenuh. Awan erat kaitannya dengan pembentukan hujan, hujan adalah

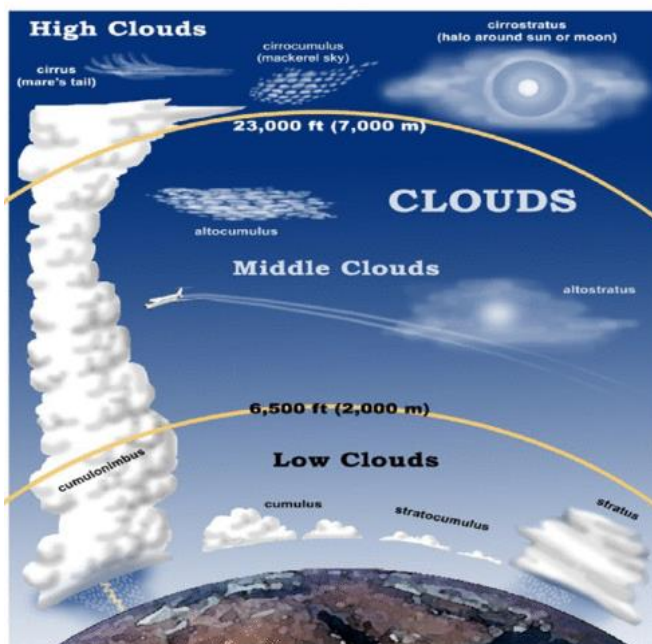
peristiwa jatuhnya titik air dari atmosfer ke permukaan bumi secara alami. Ada beberapa jenis awan yang ada pada atmosfer dan awan yang berpotensi menyebabkan hujan dengan intensitas curah hujan yang tinggi, petir (*lightning*) dan guntur (*thunderstorm*) yaitu awan *cumulonimbus* (CB) dan *cumulus* (Cu). Awan ini sangat berbahaya dan juga dapat menyebabkan angin kencang dan fenomena cuaca lainnya.

Awan merupakan kumpulan bintik-bintik air yang melayang-melayang diudara setelah mengalami kondensasi (kejenuhan) dengan ukuran yang masih relatif kecil (sekitar 100  $\mu\text{m}$ ). Awan juga merupakan petunjuk yang baik atau dari kondisi cuaca, misalnya jika terjadi awan dan hujan bagi orang penerbangan disebut cuaca buruk dan sebaliknya bila mana cerah disebut cuaca baik.

Udara memerlukan partikel untuk berperan sebagai inti kondensasi awan yang mendorong proses kondensasi. Inti kondensasi umumnya debu, liat atau partikel organik berasal dari tanah, lautan dan atmosfer. Di daerah tropis umumnya proses kondensasi dan pembentukan awan dapat terjadi pada suhu tinggi ( $>0^{\circ}\text{C}$ ) melalui pengangkatan udara atau konveksi yang diakibatkan oleh pemanasan yang kuat. Pada dasarnya ada tiga hal penting yang harus dipenuhi agar uap air yang ada diudara dapat berbentuk menjadi butir-butir air dan seterusnya menjadi hujan, yaitu (a) adanya uap air, (b) adanya inti-inti kondensasi dan (c) adanya proses pendinginan.



Gambar 2.3.2 Proses pembentukan awan.



Gambar 2.3.3 Jenis-jenis Awan.

Hujan atau Presipitasi merupakan jatuhan hydrometeor yang sampai ke bumi baik dalam bentuk cair (hujan) ataupun padat (es atau salju). Di wilayah tropis seperti Indonesia presipitasi lebih didefinisikan sebagai hujan karena sangat jarang terjadi presipitasi dalam bentuk jatuhan keping

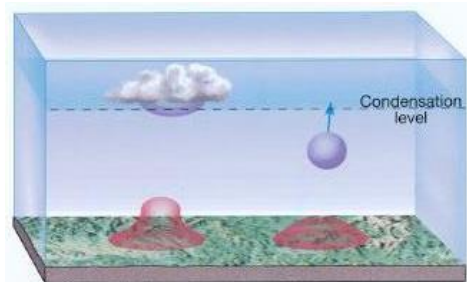
es. Uap air yang mengalami proses kondensasi dan yang telah menjadi awan berisi butir-butir air. Butir-butir air menggabungkan diri dan akan membentuk butir air yang lebih besar dan lebih berat. Ketika butir air tersebut tidak mampu lagi untuk naik ke atas maka gaya gravitasi akan menarik butir-butir air dan akan jatuh ke permukaan bumi dan terjadilah hujan.

Awan adalah butiran-butiran air atau kristal-kristal es yang mempunyai ukuran sangat kecil sekitar 0,01 – 0,10 mm yang mengambang diudara dan terdapat pada lapisan atmosfer. Awan diproduksi secara berkesinambungan yang kemudian jatuh sebagai hujan baik sebagai hujan air atau hujan salju ke bumi.

Proses pembentukan awan ada 4 yaitu :

### 1. Konveksi

Proses pemanasan air yang terjadi akibat radiasi panas matahari yang dipancarkan ke permukaan bumi.

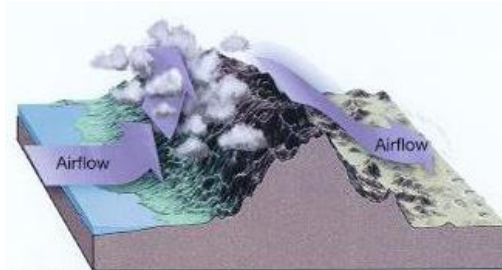


Gambar 2.3.4 Konveksi pada awan.  
Sumber : Koninklijk Nederlands.2000



### 2. Orografi

Proses pengangkatan massa udara yang terjadi karena terhalang suatu objek, seperti perbukitan atau gunung.



Gambar 2.3.5 Orografi pada awan.  
Sumber : Koninklijk Nederlands.2000

### 3. Front

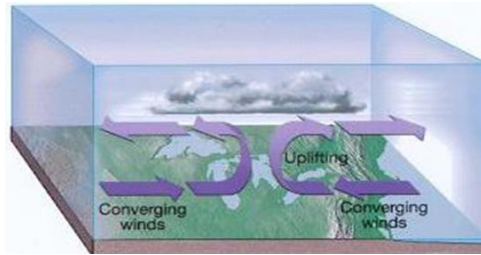
Proses pembentukan awan yang terjadi karena adanya pertemuan antara massa udara hangat dengan massa udara dingin.



Gambar 2.3.6 Front pada awan.  
Sumber : Koninklijk Nederlands.2000

### 4. Konvergensi

Proses pembentukan awan yang merupakan hasil dari pertemuan angin yang membawa uap air sebagai bahan pembentuk awan.



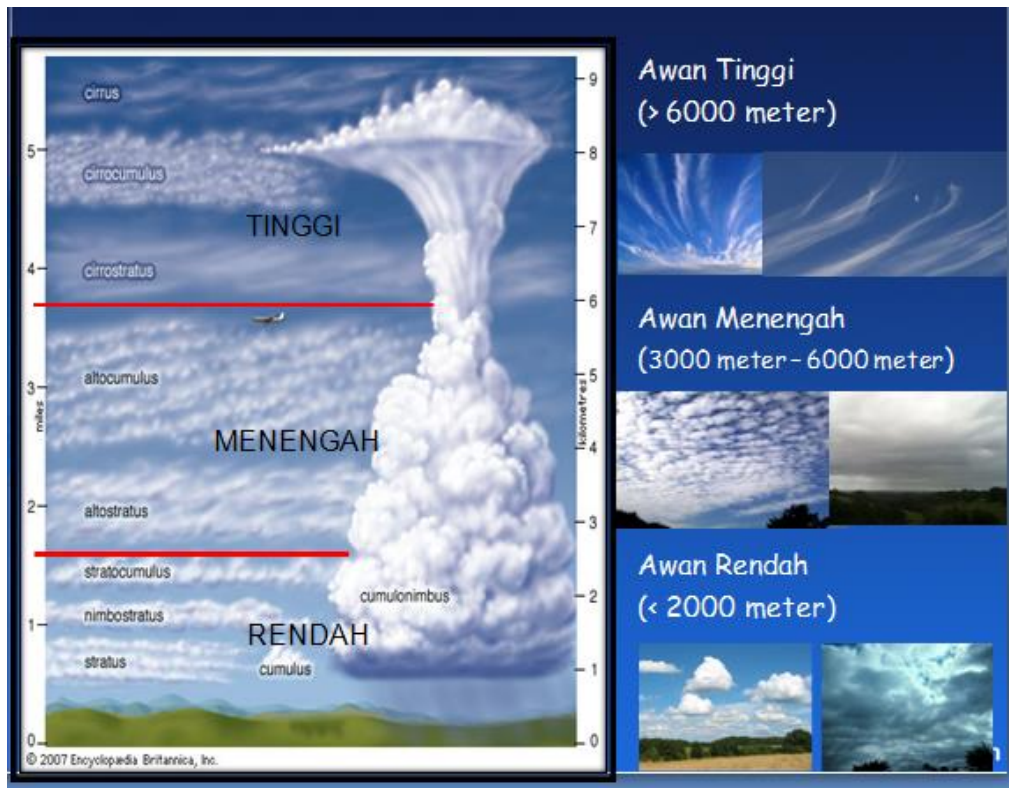
Gambar 2.3.7 Konvergensi pada awan.  
Sumber : Koninklijk Nederlands.2000

### F. Jenis Awan Berdasarkan Ketinggian

Awan terbagi dalam empat golongan, dan tiap golongan terbagi dalam beberapa jenis ialah

1. Golongan awan tinggi (6.000 m) jenisnya adalah
  - Cirrus
  - Cirro Cumulus
  - Cirro Stratus
2. Golongan awan menengah(2.000-6.000m) jenisnya adalah
  - Alto Cumulus
  - Alto Stratus
3. Golongan awan rendah(<2.000m) jenisnya adalah
  - Nimbo Stratus
  - Strato Cumulus
  - (low) Stratus
4. Golongan awan yang membumbung ke atas jenisnya adalah
  - Cumulus Humilis
  - Cumulus Congestus
  - Cumulo Nimbus

Untuk mendapatkan gambaran jenis awan berdasarkan ketinggian dapat dilihat pada Gambar 2.3.8.



Gambar 2.3.8 Konvergensi pada awan.  
Sumber : Koninklijk Nederlands.2000

### 2.3.4 Rangkuman

Temperatur udara adalah suhu panas/dinginnya udara disuatu tempat pada waktu tertentu, yang dipengaruhi oleh banyak atau sedikitnya panas matahari yang diterima di bumi. Radiasi matahari merupakan yang pertama memanasi permukaan bumi dan kemudian panas yang dari permukaan bumi memanasi udara. Sehingga temperatur udara sangat tinggi pada permukaan bumi dan selalu berkurang dengan bertambahnya ketinggian. Rata-rata perubahan temperatur adalah  $0,6^{\circ}\text{C}$  setiap kenaikan 100 meter.

Besar kecilnya nilai amplitude temperatur harian dipengaruhi oleh beberapa faktor, sebagai berikut :

1. Pengaruh lintang
2. Pengaruh sifat permukaan bumi
3. Pengaruh awan yang meliputi langit

Awan terbagi dalam empat golongan sebagai berikut :

1. Golongan awan tinggi (6.000 m)
2. Golongan awan menengah(2.000-6.000m)
3. Golongan awan rendah(<2.000m)
4. Golongan awan yang membumbung ke atas

### **2.3 5 Penugasan**

1. Buatlah kliping gambar/foto – foto jenis awan berdasarkan ketinggian !

### **2.3.5 Tes Formatif**

1. Jelaskan faktor yang mempengaruhi temperatur harian !
2. Jelaskan penyebaran udara di atmosfer !
3. Jelaskan siklus hidrologi !



### 2.4 Kegiatan Belajar IV

- 2.4.1 Judul : Gerakan Arus Udara Dalam Atmosfer  
2.4.2 Indikator : Ketepatan Mengkaji Angin, Macam-Macam Angin Serta Sirkulasi Udara di Atmosfer  
2.4.3 Uraian Materi :

#### A. Angin

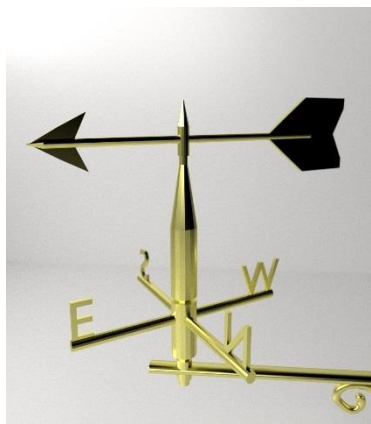
Angin merupakan faktor penting yang perlu diperhatikan, kecepatan angin dapat mempengaruhi tinggi rendahnya gelombang, semakin cepat arah angin maka semakin tinggi gelombang pada suatu wilayah perairan. Gelombang terjadi karena adanya energi angin yang bertiup diatas permukaan perairan, dengan adanya energi angin maka terjadi dorongan terhadap permukaan air sehingga menjadi lebih rendah dibandingkan dengan tempat disekitarnya yang mengakibatkan ketidakseimbangan sehingga terjadi dorongan massa air yang lebih tinggi untuk mengisi tempat yang lebih rendah. Proses ini berlangsung secara terus menerus selama masih ada energi angin yang mempengaruhi dorongan diatas permukaan air.

Angin adalah aliran udara dalam jumlah yang besar diakibatkan oleh rotasi bumi dan juga karena adanya perbedaan tekanan udara di sekitarnya. Angin bergerak dari tempat bertekanan udara tinggi ke tempat bertekanan udara yang lebih rendah. Apabila dipanaskan, udara memuai. Udara yang telah memuai menjadi lebih ringan sehingga naik. Apabila hal ini terjadi, tekanan udara turun karena udaranya berkurang. Udara dingin di sekitarnya mengalir ke tempat yang bertekanan rendah tadi. Udara menyusut menjadi lebih berat dan turun ke tanah. Di atas tanah udara menjadi panas lagi dan naik kembali. Aliran naiknya udara panas dan turunnya udara dingin ini dinamakan konveksi.

Dalam informasi cuaca kelautan, untuk menyatakan arah angin umumnya digunakan arah kompas misalnya Utara, Timur, Barat Daya, dan lain-lain, tidak dengan menggunakan derajat arah. Angin memiliki andil yang besar dalam pembentukan gelombang laut. Sayangnya, pengukuran angin secara langsung masih sangat kurang sehingga untuk memperoleh data angin selain dari data satelit juga diperoleh dari analisis (objektif dan sinoptik).



a) Anemometer



b) Windvane



c) Windsock

Gambar 2.4.1 Alat pengukur kecepatan angin.  
Sumber : BMKG.Maritim Bitung.2017

Angin mempunyai energi yang besarnya setara dengan kecepatannya; makin kencang makin besar energi yang dibawanya. Kecepatan dinyatakan dengan knot, kekuatannya dinyatakan dengan skala Beaufort. Berkaitan dengan energi tersebut oleh Beaufort angin dibedakan tingkatnya dari kekuatannya dan dinyatakan dengan skala yang dikenal dengan skala Beaufort. Hubungan antara skala Beaufort dan kecepatan angin dikemukakan oleh G. C. Simpson (Meteorological Office Publication No. 180, London, 1906) dalam rumus :  $V = 0,836 B^{3/2}$

dengan  $V$  = kecepatan angin dinyatakan dalam m/dt, dan  $B$  besarnya skala Beaufort. Hubungan antara kecepatan dan kekuatan terlihat pada Tabel 2.4.1 (tabel skala Beufort).

Tabel 2.4.1. Skala Beaufort dan kecepatan angin.

Skala Beaufort	Kategori	Satuan dalam km/jam	Satuan dalam knots	Keadaan di daratan	Keadaan di lautan
0	Udara Tenang	0	0	Asap bergerak secara vertikal	Permukaan laut seperti kaca
1~3	Angin lemah	$\leq 19$	$\leq 10$	Angin terasa di wajah; daun-daun berdesir; kincir angin bergerak oleh angin	riuk kecil terbentuk namun tidak pecah; permukaan tetap seperti kaca
4	Angin sedang	20~29	11~16	mengangkat debu dan menerbangkan kertas; cabang pohon kecil bergerak	Ombak kecil mulai memanjang; garis-garis buih sering terbentuk
5	Angin segar	30~39	17~21	pohon kecil berayun; gelombang kecil terbentuk di perairan di darat	Ombak ukuran sedang; buih berarak-arak
6	Angin kuat	40~ 50	22~ 27	cabang besar bergerak; siulan terdengar pada kabel telepon; payung sulit digunakan	Ombak besar mulai terbentuk, buih tipis melebar dari puncaknya, kadang-kadang timbul percikan
7	Angin ribut	51~ 62	28 ~33	pohon-pohon bergerak; terasa sulit berjalan melawan arah angin	Laut mulai bergolak, buih putih mulai terbawa angin dan membentuk alur-alur sesuai arah angin
8	Angin ribut sedang	63~ 75	34~ 40	ranting-ranting patah; semakin sulit bergerak maju	Gelombang agak tinggi dan lebih panjang; puncak gelombang yang pecah mulai bergulung; buih yang terbesar anginnya semakin jelas alur-alurnya
9	Angin ribut kuat	76~ 87	41~ 47	kerusakan bangunan mulai muncul; atap rumah lepas; cabang yang lebih besar patah	Gelombang tinggi terbentuk buih tebal berlajur-lajur; puncak gelombang roboh bergulung-gulung; percik-percik air mulai mengganggu penglihatan
10	Badai	88~ 102	48~ 55	jarang terjadi di daratan; pohon-pohon tercabut; kerusakan bangunan yang cukup parah	Gelombang sangat tinggi dengan puncak memayungi; buih yang ditimbulkan membentuk tampal-tampal buih raksasa yang didorong angin, seluruh permukaan laut memutih; gulungan ombak menjadi dahsyat; penglihatan terganggu
11	Badai kuat	103 ~117	56~ 63	sangat jarang terjadi- kerusakan yang menyebar luas	Gelombang amat sangat tinggi (kapal-kapal kecil dan sedang terganggu pandangan karenanya), permukaan laut tertutup penuh tampal-tampal putih buih karena seluruh puncak gelombang menghamburkan buih yang terdorong angin; penglihatan terganggu
12+	Topan	$\geq 118$	$\geq 64$		Udara tertutup penuh oleh buih dan percik air; permukaan laut memutih penuh oleh percik-percik air yang terhanyut angin; penglihatan amat sangat terganggu



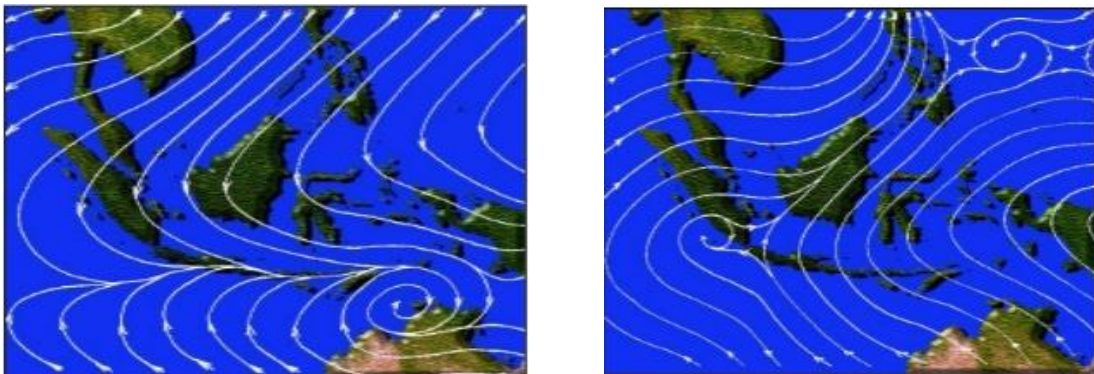
### 1. Angin Laut dan Angin Darat

Angin laut dan angin darat terdapat di kawasan berdekatan dengan pantai yang timbul karena perbedaan suhu udara di atas laut dan suhu udara di atas daratan. Pada waktu malam daratan cepat menjadi dingin sedangkan suhu udara di atas laut hanya sedikit saja perubahannya. Angin laut umumnya mempunyai kecepatan lebih besar dibandingkan dengan angin darat dan ketebalan peredarannya antara 1.500-3.000 meter. Angin laut mulai bertiup ketika matahari mulai tinggi dan makin siang makin kuat sehingga jauh memasuki daratan yang dapat mencapai sekitar 30 km dari pantai. Udara yang dibawa angin laut bersifat mantap (*stable*) oleh karena itu, angin laut tidak menimbulkan awan atau hujan, kecuali apabila bertemu dengan angin dari arah lain sehingga timbul pumpunan (konvergensi) misalnya di atas pulau yang pantainya bersebelahan atau mengelilingi pulau dapat menimbulkan awan atau hujan pada siang tengah hari.

Angin darat terjadi pada waktu malam ketika daratan menjadi dingin tetapi karena suhu udara di atas laut kecil perubahannya, beda suhu udara di atas daratan dan lautan tidak terlalu besar dibandingkan dengan pada waktu siang hari. Oleh karena itu angin darat lebih lemah dibandingkan dengan angin laut. Angin darat masuk ke daerah laut hanya sampai sekitar 10 km dari pantai, dan ketebalan peredarannya sekitar 500-.000 meter. Seperti halnya angin laut, angin darat dapat menimbulkan awan dan hujan apabila terjadi pumpunan, baik karena pertemuan antar angin darat dapat membentuk pumpunan dan dapat menimbulkan awan dan

hujan pada malam menjelang pagi hari baik angin laut maupun angin darat lama dan kekuatannya ada kaitannya dengan panjangnya waktu angin siang atau waktu malam, bentuk pantai dan adanya lautan (adveksi) laut atau udara dari luar.

- a. Angin Munsoon, Moonsun, muson adalah angin yang berhembus secara periodik (minimal 3 bulan) dan antara periode yang satu dengan yang lain polanya akan berlawanan yang berganti arah secara berlawanan setiap setengah tahun. Biasanya pada setengah tahun pertama bertiup angin darat yang kering dan setengah tahun berikutnya bertiup angin laut yang basah (Gambar 2.4.2).



Gambar 2.4.2 Angin munson.  
Sumber : BMKG.Maritim Bitung.2017

Pada Oktober – April, matahari berada pada belahan langit Selatan, sehingga benua Australia lebih banyak memperoleh pemanasan matahari dari benua Asia. Akibatnya di Australia terdapat pusat tekanan udara rendah (depresi) sedangkan di Asia terdapat pusat-pusat tekanan udara tinggi (kompresi). Keadaan ini menyebabkan arus angin dari benua Asia ke benua

Australia. Di Indonesia angin ini merupakan angin musim Timur Laut di belahan bumi Utara dan angin musim Barat di belahan bumi Selatan. Oleh karena angin ini melewati Samudra Pasifik dan Samudra Hindia maka banyak membawa uap air, sehingga di Indonesia terjadi musim penghujan. Musim penghujan meliputi seluruh wilayah Indonesia, hanya saja persebarannya tidak merata. Makin ke timur curah hujan makin berkurang karena kandungan uap airnya makin sedikit. Pada April-Oktober, matahari berada di belahan langit utara, sehingga benua Asia lebih panas daripada benua Australia. Akibatnya, di Asia terdapat pusat-pusat tekanan udara rendah, sedangkan di Australia terdapat pusat-pusat tekanan udara tinggi yang menyebabkan terjadinya angin dari Benua Australia menuju Asia.

Di Indonesia terjadi angin musim timur di belahan bumi Selatan dan angin musim Barat Daya di belahan bumi utara. Oleh karena tidak melewati lautan yang luas maka angin tidak banyak mengandung uap air oleh karena itu di Indonesia terjadi musim kemarau. Kedua musim tersebut ada musim yang disebut musim pancaroba (peralihan), yaitu musim kemarau yang merupakan peralihan dari musim penghujan ke musim kemarau, dan musim hujan yang merupakan peralihan musim kemarau ke musim penghujan. Adapun ciri-ciri musim pancaroba yaitu : udara terasa panas, arah angin tidak teratur dan terjadi hujan secara tiba-tiba dalam waktu singkat dan lebat.

Angin Munson dibagi menjadi 2, yaitu Munson Barat atau dikenal dengan Angin Musim Barat dan Munson Timur atau dikenal dengan Angin Musim Timur.

- 1). Angin Musim Barat

Angin Musim Barat/Angin Muson Barat adalah angin yang berhembus dari Benua Asia (musim dingin) ke Benua Australia (musim panas) dan mengandung curah hujan yang banyak di Indonesia bagian Barat, hal ini disebabkan karena angin melewati tempat yang luas, seperti perairan dan samudra. Contoh perairan dan samudra yang dilewati adalah Laut China Selatan dan Samudra Hindia. Angin Musim Barat menyebabkan Indonesia mengalami musim hujan. Angin ini terjadi antara Oktober sampai April di Indonesia terjadi musim hujan.

### 2). Angin Musim Timur

Angin Musim Timur/Angin Muson Timur adalah angin yang mengalir dari Benua Australia (musim dingin) ke Benua Asia (musim panas) sedikit curah hujan (kemarau) di Indonesia bagian Timur karena angin melewati celah- celah sempit dan berbagai gurun (Gibson, Australia Besar, dan Victoria).

#### 2.4.4 Rangkuman

Angin adalah aliran udara dalam jumlah yang besar diakibatkan oleh rotasi bumi dan juga karena adanya perbedaan tekanan udara di sekitarnya. Angin bergerak dari tempat bertekanan udara tinggi ke tempat bertekanan udara yang lebih rendah.

Angin Munson dibagi menjadi 2, yaitu Munson Barat atau dikenal dengan Angin Musim Barat dan Munson Timur atau dikenal dengan Angin Musim Timur.

1. Angin Musim Barat
2. Angin Musim Timur

### 2.4.5 Penugasan

1. Buatlah laporan keadaan kecepatan angin berdasarkan skala Beaufort !

### 2.4.6 Tes Formatif

1. Jelaskan pengertian angin !
2. Coba sebutkan dan jelaskan macam-macam angin !
3. Jelaskan Skala Beaufort dan kecepatan angin !

### 2.5 Kegiatan Belajar V

2.5.1 Judul : Ketepatan Mengkaji Bidang Front, Gerakan, dan Garis Front Cuaca

2.5.2 Indikator : Bidang Front dan Gerakannya

2.5.3 Uraian Materi :

#### A. Definisi Fronts

Fronts didefinisikan sebagai wilayah peralihan antara dua massa udara yang memiliki densitas yang berbeda. Front berkembang tidak hanya dalam arah data rmenyamping (Horizontal) tetapi juga kearah atas (vertical). Oleh karena itu jika disebutkan daerah front maka itu artinya meliputi komponen vertikal dan horizontal dari front tersebut.

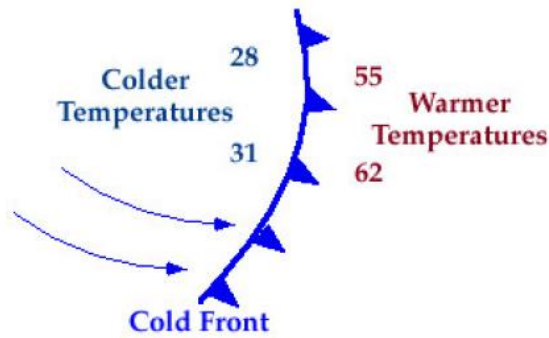
#### B. Jenis Fronts

Jenis-jenis front yang dibahas dalam bab ini adalah:

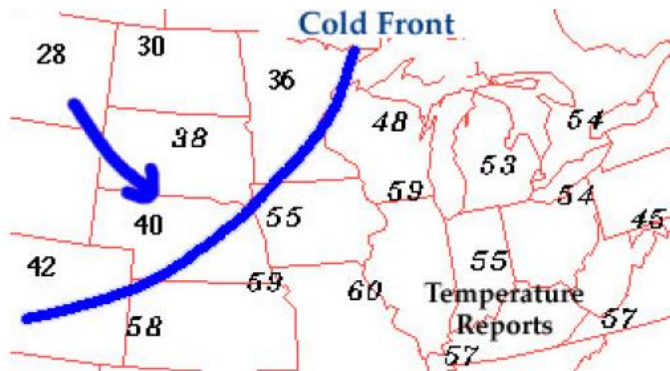
##### 1. Cold Fronts

Cold front didefinisikan sebagai wilayah peralihan ketika massa udara yang dingin menggantikan massa udara yang lebih hangat. Cold front secara umum bergerak dari timur laut menuju tenggara. Massa udara di daerah front bagian belakang dapat dirasakan lebih dingin dan lebih kering dari pada udara di depan wilayah front. Ketika Cold front melewati suatu wilayah dapat menyebabkan suhu wilayah tersebut turun drastis lebih dari 1 dalam waktu satu jam pertama.

Secara simbolis Cold front dilambangkan dengan garis tebal dengan segitiga sepanjang garis dan menunjuk kearah massa udara yang lebih hangat sesuai dengan arah gerakan front ini. Pada peta cuaca yang berwarna, Cold front digambarkan dengan garis tebal berwarna biru (Gambar 2.5.1).



Gambar 2.5.1 Simbol Cold front  
Sumber : Fuad Z.A.M.dkk,2012

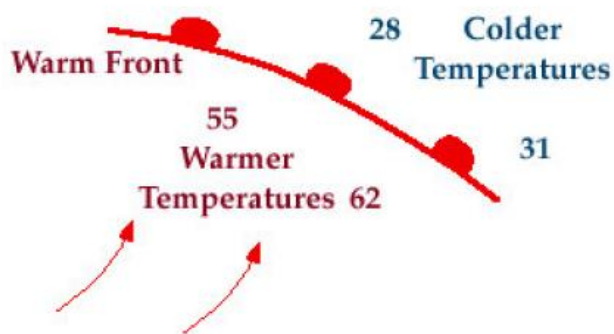


Gambar 2.5.2 Cold fronts pada peta cuaca.  
Sumber : Fuad Z.A.M.dkk,2012

Suhu di sekitar cold front dapat berbeda mencolokkan transisi front satu dengan sisi lainnya. Stasiun pengamatan yang terletak di bagian utara front melaporkan bahwa suhu udara di wilayah tersebut adalah 55 F, nilai ini berbeda jauh dengan suhu di wilayah belakang front yang turun drastic menjadi 38 F padahal kedua lokasi tersebut berdekatan. Perubahan suhu yang mendadak dan dalam rentang yang lebar dapat dijadikan pertanda bahwa disekitar daerah antara tersebut terjadi cold front.

### 2. Warm Fronts

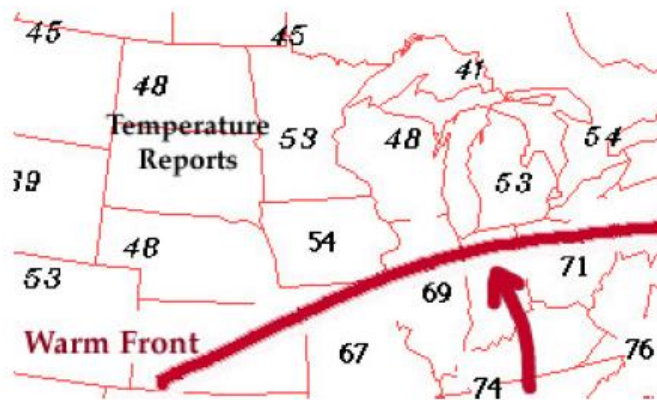
Warm front didefinisikan sebagai zona peralihan dimana massa udara yang hangat menggantikan massa udara yang lebih dingin. Warm front secara umum bergerak dari barak laut ke arah timur laut. Massa udara yang berada di belakang warm front lebih hangat dan lebih lembab dari pada massa udara yang terdapat di depan warm front. Ketika warm front melewati suatu massa udara, udara dapat dirasakan menjadi lebih hangat dan lebih lembab daripada sebelumnya.



Gambar 2.5.3 Simbol Warm fronts.  
Sumber : Fuad Z.A.M.dkk,2012

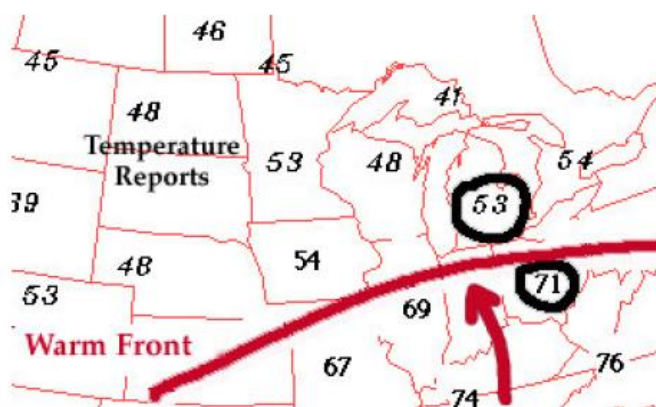
Secara simbolis, warm front digambarkan sebagai garis tebal dengan bangun semilingkaran di sepanjang garis tersebut yang menunjuk ke arah massa udara yang lebih dingin dan sesuai dengan arah pergerakan front ini. Pada peta cuaca yang berwarna, warm front digambarkan berupa garis tebal yang berwarna merah (Gambar 2.5.4).





Gambar 2.5.4 Simbol Warm fronts  
Sumber : Fuad Z.A.M.dkk,2012

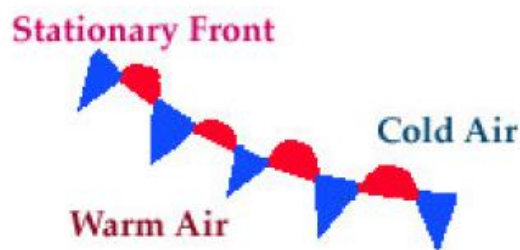
Terdapat ciri khusus yaitu perubahan suhu udara yang khas antara sisi front ini. Pada peta suhu permukaan berikut ini, stasiun pengamatan di sebelah utara front melaporkan bahwa suhu di daerah tersebut adalah 53 F, tetapi dapat dilihat bahwa di daerah yang jaraknya dekat dengan lokasi ini suhu berubah naik drastis menjadi 71 F. Perbedaan suhu yang drastis pada daerah yang dekat merupakan pertanda bagus yang menandakan adanya warm front disuatu wilayah diantara daerah tersebut (Gambar 2.5.5).



Gambar 2.5.5 Perbedaan suhu yang drastis pada Warm fronts.  
Sumber : Fuad Z.A.M.dkk, 2012.

### 3. Stasionary Fronts

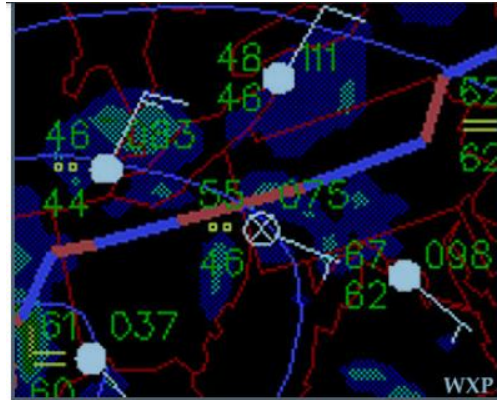
Ketika Cold Fronts atau Warm Front berhenti bergerak, maka front tersebut akan berubah menjadi Stationary front, dan suatu ketika bila front ini bergerak lagi maka akan terjadi perubahan lagi dan akan kembali menjadi Cold front ataupun warm front. Stationary front. Dalam peta cuaca yang bewarna dilambangkan dengan warna biru dan garis merah dengan segitiga berwarna biru yang ada sepanjang garis yang menunjuk kearah udara yang lebih hangat, dan lingkaran berwarna merah menunjuk kearah udara yang lebih dingin.



Gambar 2.5.6 Perbedaan suhu yang drastic pada Stasionary fronts  
Sumber : Fuad Z.A.M.dkk,2012

#### Gambar 2.5.5 Simbol Stationary Fronts

Perubahan suhu dan atau arah angin yang tidak wajar biasanya dapat di rasakan ketika melewati dan menembus fron dari sisi satu kesisilainnya.

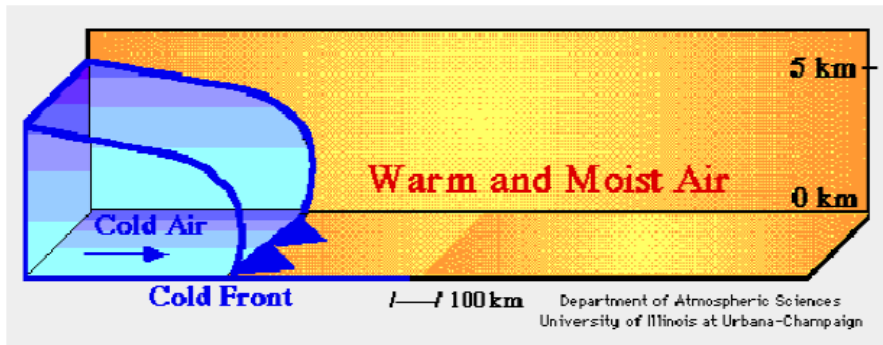


Gambar 2.5.7 Perubahan gejala angin pada Stationary front.  
Sumber : Fuad Z.A.M.dkk,2012

Pada Gambar 2.5.6, suhu bagian selatan front adalah 50 dan 60 K, dengan arah dingin menuju tenggara. Siklon yang terjadi pada daerah Stationary front biasanya menyebabkan hujan yang sangat lebat yang memungkinkan terjadinya banjir di wilayah sekitar front.

#### 4. Hujan Pada Cold Fronts

Gambar berikut ini merupakan rangkaian kejadian dari hujan yang terjadi yang mengikuti Cold front apabila dilihat secara sayap melintang. Massa air yang berwarna biru di sebelah kiri mewakili massa udara yang dingin dibelakang cold front (garis biru tebal) sedangkan disebelahnya yang berwarna kuning adalah massa air yang lebih hangat (Gambar 2.5.8).

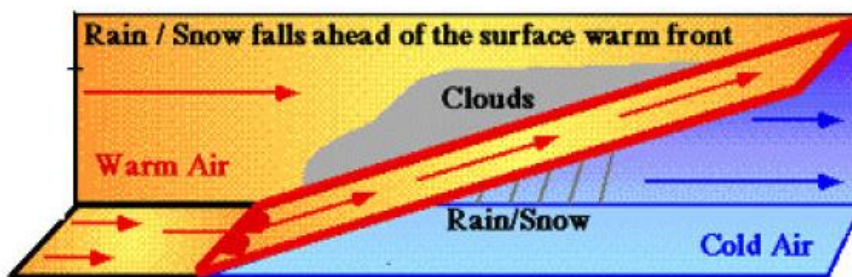
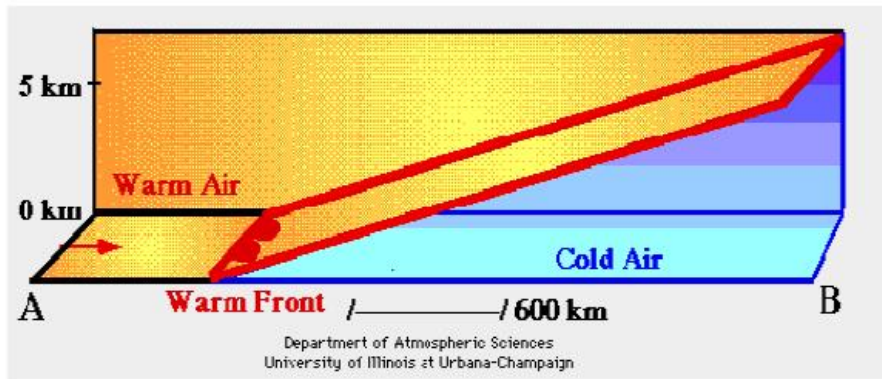


Gambar 2.5.8 Hujan pada Cold fronts.  
Sumber : Fuad Z.A.M.dkk,2012

Saat front ini berkembang, massa udara yang lebih dingin mengangkat massa udara yang lebih hangat (panah keatas). Udara yang mendingin dan naik ke atas serta mengalami kondensasi untuk menghasilkan awan dan hujan di sepanjang daerah di depan Cold front. Berbeda dengan pengangkatan pada kejadian warm front, gerakan ke atas dan ke depan sepanjang Cold front secara khusus lebih dahsyat, menghasilkan awan yang lebih tebal dan dengan intensitas kejadian siraman yang lebih sering serta terjadinya Tunderstrom. Meskipun demikian, kejadian ini biasanya bergerak dengan cepat di wilayah sekitar front bagian depan.

### 5. Presipitasi sepanjang warm front

Gambar 2.5.9 adalah gambaran proses terjadinya hujan sebagai akibat dari warm front jika dilihat secara melintang. Wilayah sebelah kanan yang berwarna biru mewakili massa air yang lebih dingin, sedangkan yang disebelah kiri yaitu yang berwarna kuning mewakili wilayah yang memilih massa udara yang lebih hangat.



Gambar 2.5.9 Presipitasi sepanjang warm fronts.  
 Sumber : Fuad Z.A.M.dkk,2012

Massa udara yang panas naik keatas setelah berhadapan dengan massa udara yang lebih dingin, proses naiknya massa udara ini mengakibatkan terbentuknya awan karena proses pendinginan dari massa udara yang naik tersebut. Kemudian juga akan terbentuk hujan atau salju. Hujan dan salju ini biasanya sangat kecil/tidak lebat karena proses pengangkatan massa air yang berada di depan warm front terjadi secara lambat dan bertahap.

### 2.5.4 Rangkuman

Cold front didefinisikan sebagai wilayah peralihan ketika massa udara yang dingin menggantikan massa udara yang lebih hangat. Front ada beberapa macam yaitu sebagai berikut :

1. Cold Fronts
2. Warm Fronts
3. Stasionery Fronts

### 2.5.5 Penugasan

1. Buatlah laporan hasil praktek dari BMKG tentang alat – alat pengukur tekanan udara, alat pengukur intensitas curah hujan dll!
2. Diskusikan pengaruh fronts terhadap Kondisi cuaca di laut !
3. Diskusikan jenis jenis front yang kemungkinan paling banyak di Indonesia !

### 2.5.5 Tes Formatif

1. Jelaskan pengertian Front !
2. Sebutkan jenis - jenis Front !
3. Jelaskan pengaruh cold front terhadap cuaca/presipitasi !



### 2.6 Kegiatan Belajar VI

2.6.1 Judul : Kabut, Embun dan Jenis Udara Permukaan

2.6.2 Indikator : Ketepatan Mengkaji Kabut, Embun dan Jenis-Jenis Udara Permukaan

2.6.3 Uraian Materi :

#### A. Pengertian Embun dan Proses Terbentuknya

Embun adalah uap-uap air yang kembali berubah menjadi titik-titik air. Tetapi mengapa hal ini hanya terjadi di malam hari ya? Sebenarnya tidak perlu menunggu malam hari untuk membuat uap air mengembun.

Embun dapat terbentuk pada suhu yang cukup dingin dan kondisi yang cukup tenang. Kebetulan malam hari adalah satu waktu yang memenuhi kedua kondisi tersebut.

Memangnya apa yang terjadi pada saat udara cukup dingin? Begini, udara memiliki satu titik jenuh di mana ia tidak dapat lagi menampung uap air lebih banyak dan sebagian uap tersebut kembali berubah menjadi titik-titik air.

Kondisi tersebut umumnya terjadi saat udara sudah tidak dapat menampung uap air lagi. Akan tetapi, ternyata menurunkan suhu udara juga bisa menyebabkannya berada di titik jenuh. Titik jenuh akibat penurunan suhu udara ini kita kenal sebagai titik embun.

Pada malam hari, selain suhu udaranya lebih dingin, umumnya tidak banyak angin yang berhembus. Saat tidak ada angin yang berhembus, uap air akan lebih mudah menempel pada benda-benda tertentu, seperti daun, rumput, atau mobil.

Benda-benda tersebut umumnya akan bersuhu dingin juga pada malam hari. Akibatnya, suhu dingin dari benda tersebut akan membuat uap-



uap air yang menempel pada benda itu menjadi jenuh dan berubah kembali menjadi titik-titik air.

Titik-titik air inilah yang kita lihat sebagai embun di pagi hari. Nah, sudah tahu kan sekarang.

Embun adalah uap air yang mengalami proses pengembunan, yaitu proses berubahnya gas menjadi cairan. Embun biasanya muncul di pagi hari, di sela-sela kaca jendela atau di balik daun.

Air embun dalam agama Islam digolongkan sebagai air yang "suci-menyucikan"-air yang sah digunakan untuk berwudhu-bersama salju, air danau, maupun air sungai. Embun biasa terjadi sehabis hujan atau saat pagi hari. Embun sendiri merupakan hasil proses fisika dimana uap air kehilangan panasnya sehingga berubah menjadi zat cair.

Pada siang hari, permukaan objek akan menyerap panas dari matahari. Suhu panas permukaan objek ini membuat uap air di sekitarnya tetap berada dalam fasa (zat) gas. Dan ketika permukaan objek mendingin dengan cara meradiasikan panasnya, uap air di atmosfer akan mengembun pada tingkat yang lebih besar di mana ia dapat menguap, sehingga uap air yang tidak dapat mempertahankan fasa gasnya akan membentuk tetesan air dan berubah menjadi embun.

Uap air akan mengembun menjadi tetesan air bergantung pada suhu permukaan suatu objek. Suhu di mana tetesan embun dapat terbentuk disebut Titik Embun.

Ketika suhu permukaan suatu objek turun dan mencapai titik embun, uap air di atmosfer akan mengembun membentuk tetesan kecil air di

permukaan. Proses ini membedakan embun dari hidrometeor (peristiwa meteorologi yang berkaitan dengan air, seperti pada kabut atau awan) yang terbentuk langsung di udara ketika mendingin sampai pada titik embunnya.

Karena embun berkaitan dengan suhu permukaan suatu benda, maka pada daerah dengan iklim atau musim yang panas, embun akan terbentuk paling mudah pada permukaan yang tidak terhangatkan oleh panas dari dalam tanah seperti rumput, daun, pagar, atap mobil, dan jembatan.

Namun embun juga harus dibedakan dari gutasi, yang merupakan proses dimana tanaman melepaskan kelebihan air dari ujung daun mereka. Embun biasanya akan terbentuk dengan baik pada malam hari yang cerah dan tenang. Karena jika ada angin yang bertiup, maka tidak akan ada cukup waktu bagi uap air untuk bersentuhan dengan permukaan objek yang dingin sehingga uap air tidak akan dapat mengembun. Kemudian ketika matahari bersinar kembali dan memanaskan permukaan objek-objek, embun akan menguap kembali.

Ketika suhu cukup rendah, embun akan berbentuk es, bentuk ini disebut embun beku. Embun beku biasanya merupakan pola dari kristal-kristal es yang terbentuk dari uap air di atas rumput, daun, dan benda-benda lainnya. Embun beku terbentuk terutama pada malam yang dingin dan tak berawan ketika suhu udara di bawah 0 derajat Celcius yang merupakan suhu titik pembekuan air.

Proses pembentukan embun tidak terbatas terjadi hanya saat malam hari dan di luar ruangan saja. Pengembunan juga terjadi ketika kaca beruap di ruangan yang hangat dan lembab, gelas minuman yang dingin

atau dalam proses industri. Namun, dalam kasus ini biasanya digunakan istilah kondensasi. Itulah penjelasan mengenai proses pembentukan embun, semoga bermanfaat.

### **B. Pengertian Kabut dan Proses Terbentuknya**

Di pagi hari yang dingin, atau saat kita sedang mendaki gunung, kita sering menemui kabut. Dan gara-gara kabut ini jarak pandang kita menjadi terbatas dan udara akan terasa lebih dingin. Bagaimana kabut bisa terbentuk?

Kabut sebetulnya adalah awan. Ya, bisa dibilang saat kita berjalan melewati kabut, secara harfiah bisa dikatakan bahwa kita sedang 'menembus awan'. Tapi bedanya, kabut ada di permukaan bumi, sedangkan awan berada lebih tinggi. Sementara proses terbentuknya kurang lebih sama saja.

Jadi seperti yang sudah kita tahu, udara di sekitar kita ini mengandung air dalam bentuk uap atau gas. Tapi, ternyata udara hangat mampu menampung uap air dalam jumlah yang lebih banyak. Nah, ketika didinginkan maka uap air yang tadinya ada di udara akan mengembun sebagian. Alias, kembali ke wujudnya semula, yakni cair.

Pada waktu atau tempat tertentu, seperti perpindahan dari malam ke pagi hari, atau di lereng dan puncak gunung, udara akan mengalami perubahan suhu. Sehingga uap air atau gas tadi akan mencapai titik jenuh dan berubah kembali menjadi air. Tentu saja pada awalnya air ini hanya berupa titik-titik air yang sangat ringan. Makanya mereka bisa melayang-layang di udara.

Karena jumlahnya yang banyak, maka titik-titik air yang melayang ini sanggup mengganggu penglihatan kita lho. Mereka kemudian terbagi, ada yang terus naik ke atas dan menjadi awan, sementara titik-titik air yang lebih berat akan jatuh ke bumi dan menempel di daun, kaca rumah, dan benda-benda lain. Kabut yang menempel di benda-benda sekitar kita inilah yang kemudian kita kenal sebagai embun. Atau jika yang masih bertahan melayang-layang di udara, saat matahari mulai bersinar dan udara menjadi hangat kembali, mereka akan kembali ke wujud uap atau gas. Dan kabut pun sirna terkena sinar mentari.

Kabut adalah uap air yang berada dekat permukaan tanah kemudian berkondensasi (perubahan wujud benda ke wujud yang lebih padat seperti gas (atau uap) menjadi cairan) menjadi mirip awan. Peristiwa ini terbentuk karena hawa dingin di sekitar tempat itu dan kadar kelembaban yang tinggi, yaitu mendekati 100%.

Untuk menghasilkan kondensasi atau sublimasi diperlukan tingkat kejenuhan udara yang tinggi, di mana kelembaban relatif mendekati atau sama dengan 100%. Kriteria yang digunakan oleh Badan Meteorologi Klimatologi & Geofisika adalah jika terlihat adanya partikel-partikel mikroskopis di udara permukaan dengan jarak pandang (Visibility) mendarat kurang dari 1 Km dan nilai kelembaban Relatif(RH) 98-100%.

Untuk mencapai kejenuhan udara dapat melalui beberapa proses, yaitu:

### 1. Pendinginan

Peristiwa pendinginan suhu udara yang memungkinkan untuk meningkatkan kejenuhan udara diantaranya disebabkan karena adanya radiasi di bumi

mengalami pendinginan yang berlangsung sepanjang malam sehingga lapisan udara dekat permukaan tanah akan menjadi lebih dingin dari lapisan udara di atasnya dan dalam keadaan angin yang lemah, pendinginan banyak terjadi pada lapisan udara yang tipis, maka karena lapisan di atasnya lebih panas, mengakibatkan timbulnya suatu inversi permukaan yang juga tipis.

### 2. Adveksi udara secara horizontal

Terjadi bila udara lembab bergerak di atas permukaan laut atau tanah yang lebih dingin dari suhu udara yang bergerak, maka kejenuhan udara akan naik.

### 3. Gerakan vertikal udara

Akibat adanya radiasi matahari yang sangat kuat pada permukaan bumi akan mempengaruhi udara di atasnya untuk terjadinya proses konveksi. Dengan adanya kenaikan udara akan terjadi pendinginan udara secara adiabatik, sehingga menaikkan kejenuhan udara di atmosfer.

### 4. Penambahan uap air

Penguapan terjadi dari permukaan yang panas atau dari permukaan yang dingin. Jika air suhu cairan (liquid water) lebih tinggi dari suhu udara, maka penguapan akan berlangsung terus hingga mencapai keseimbangan sehingga tekanan uap jenuh pada suhu titik embun ( $e_d$ ) sama dengan tekanan uap jenuh pada suhu cair cairan ( $e_s$ ) yang ini lebih besar dari tekanan uap jenuh pada suhu udara ( $e_a$ ) kemudian uap air berkurang karena berkondensasi pada inti kondensasi dan kabut terbentuk bila  $e_s > e_a$  sedangkan penguapan berhenti pada saat  $e_d = e_s < e_a$ . Pada kondensasi ini atmosfer akan di tambah oleh penguapan butir-butir hujan panas yang jatuh melalui udara yang dingin sehingga menghasilkan kabut.

Maka dari itu, saat siang hari suhu terasa panas, lalu malam hari terjadi penurunan suhu udara yang drastis, kemungkinan besar besoknya akan berkabut. Hal ini disebabkan karena uap air yang ada di udara terkondensasi. Akibatnya, massa air menjadi lebih berat dan mengambang di atas permukaan tanah. Kabut pun turun!

Grand Banks di lepas pantai pulau Newfoundland, Kanada. Ini terjadi karena di tempat ini merupakan pertemuan arus Labrador yang dingin dari utara dengan arus Teluk yang hangat dari selatan.

Jika daratan yang paling berkabut di dunia terletak di Point Reyes, California dan Argentinia, Newfoundland, yang diselimuti kabut lebih dari 200 hari dalam setahun.

Pada umumnya, kabut terbentuk ketika udara yang jenuh akan uap air didinginkan di bawah titik bekunya. Jika udara berada di atas daerah perindustrian, udara itu mungkin juga mengandung asap yang bercampur kabut membentuk kabut berasap, campuran yang mencekik dan pedas yang menyebabkan orang terbatuk. Di kota-kota besar, asap pembuangan mobil dan polutan lainnya mengandung hidrokarbon dan oksida-oksida nitrogen yang dirubah menjadi kabut berasap fotokimia oleh sinar matahari. Ozon dapat terbentuk di dalam kabut berasap ini menambah racun lainnya di dalam udara. Kabut berasap ini mengiritasikan mata dan merusak paru-paru. Seperti hujan asam, kabut berasap dapat dicegah dengan menghentikan pencemaran atmosfer.

Kabut juga dapat terbentuk dari uap air yang berasal dari tanah yang lembab, tanaman-tanaman, sungai, danau, dan lautan. Uap air ini

berkembang dan menjadi dingin ketika naik ke udara. Udara dapat menahan uap air hanya dalam jumlah tertentu pada suhu tertentu. Udara pada suhu 30° C dapat mengandung uap air sebanyak 30 gr uap air/m<sup>3</sup>, maka udara itu mengandung jumlah maksimum uap air yang dapat ditahannya. Volume yang sama pada suhu 20° C udara hanya dapat menahan 17 gr uap air. Sebanyak itulah yang dapat ditahannya pada suhu tersebut. Nah, udara yang mengandung uap air sebanyak yang dapat dikandungnya disebut udara jenuh.

Ketika suhu udara turun dan jumlah uap air melewati jumlah maksimum uap air yang dapat ditahan udara, maka sebagian uap air tersebut mulai berubah menjadi embun. Kabut akan hilang ketika suhu udara meningkat dan kemampuan udara menahan uap air bertambah. Menurut istilah yang diakui secara internasional, kabut adalah embun yang mengganggu penglihatan hingga kurang dari 1 Km.

Saat ini ada 4 macam jenis kabut yang diketahui, yaitu :

1. Kabut Advection

Kabut advection adalah kabut yang terbentuk dari aliran udara yang melalui suatu permukaan yang memiliki suhu yang berbeda. Salah satu contoh kabut ini adalah kabut laut yang terjadi ketika udara yang basah dan hangat mengalir di atas suatu permukaan yang dingin. Kabut laut sering muncul di sepanjang pesisir pantai dan di tepi-tepi danau.

Salah satu jenis yang lain dari Kabut Advection disebut Kabut Uap. Kabut ini terbentuk dari aliran udara dingin yang melalui air hangat. Uap air dari hasil penguapan permukaan air secara terus menerus, bertemu dengan

udara dingin. Ketika udara mencapai titik jenuh, maka kelebihan uap air secara cepat mengembun menjadi kabut yang berasal dari penguapan permukaan air. Kabut Uap sering muncul pada saat udara dingin bertiup di atas danau yang luas dan bertiup di atas danau yang hangat.

Faktor-faktor yang mempengaruhi terbentuknya kabut adveksi:

udara yang bergerak panas dan lembab terdapat perbedaan suhu yang mencolok antara udara yang bergerak dengan permukaan sehingga terbentuk inverse di permukaan. Kecepatan angin sedang (8-12 knot) agar perbedaan suhu dapat dipertahankan dan pencampuran turbulensi tidak cukup kuat mengangkat kabut.

### 2. Kabut Frontal

Kabut frontal terbentuk melalui suatu pertemuan antara dua masa udara yang berbeda temperaturnya. Kabut ini terbentuk ketika hujan turun dari masa udara yang hangat ke dalam masa udara yang dingin tempat uap air menguap. Dengan demikian akan menyebabkan uap air pada udara dingin melampaui titik jenuh.

### 3. Kabut Radiasi

Kabut radiasi terbentuk pada malam yang tenang dan bersih, ketika tanah memancarkan kembali panas ke dalam udara atau terjadi bila udara lembab bersinggungan dengan permukaan tanah yang lebih dingin akibat radiasi bumi pada malam hari, sehingga timbul inversi suhu di lapisan dekat permukaan tanah. Kedalaman inverse tergantung pada besarnya turbulensi. Pada keadaan angin tenang (calm) pencampuran turbulensi praktis sama dengan nol, dan pendinginan yang sangat kuat dibawah lapisan inversi yang



sangat dangkal atau hanya beberapa cm di atas permukaan tanah, mungkin hanya menghasilkan embun (dew) atau bukan embun beku (frost). Satu lapis kabut terbentuk di seluruh permukaan tanah, dan secara bertahap bertambah menjadi tebal. Kabut Radiasi sering muncul di lembah-lembah yang dalam.

Kondisi udara pada malam hari yang sangat menguntungkan untuk terbentuknya kabut:

- a. anginnya lemah
- b. langit cerah atau sedikit berawan
- c. Rh yang relatif tinggi (80-100 %)
- d. kondisi tanah serta lingkungan basah

#### 4. Kabut Gunung

Kabut gunung terbentuk ketika uap air bergerak menuju ke atas melewati lereng-lereng gunung. Udara dingin bergerak ke atas lereng sampai tidak sanggup menahan uap air. Titik-titik kabut kemudian terbentuk di sepanjang lereng gunung.

Tabel 2.6.1 Jenis Kabut berdasarkan Visibilitas yang di timbulkan :

JENIS KABUT	Benda tidak terlihat pada jarak (meter)
Kabut Padat	1.800
Kabut Tebal	900
Kabut Sedang	180
kabut Tipis	45

### 2.6.4 Rangkuman

Embun adalah uap-uap air yang kembali berubah menjadi titik-titik air. Tetapi mengapa hal ini hanya terjadi di malam hari ya? Sebenarnya tidak perlu menunggu malam hari untuk membuat uap air mengembun.

4 macam jenis kabut yang diketahui, yaitu :

1. Kabut Advection
2. Kabut Frontal
3. Kabut Radiasi
4. Kabut Gunung

Kondisi udara pada malam hari yang sangat menguntungkan untuk terbentuknya kabut:

1. Anginnya lemah
2. Langit cerah atau sedikit berawan
3. Rh yang relatif tinggi (80-100 %)
4. Kondisi tanah serta lingkungan basah

### 2.6.5 Penugasan

1. Buatlah makalah tentang jenis – jenis kabut, minimal 10 halaman !

### 2.6.6 Tes Formatif

1. Jelaskan pengertian Kabut !
2. Jelaskan pengertian Embun !
3. Sebutkan faktor –faktor yang menjadi penyebab terjadinya kabut !



### 2.7 Kegiatan Belajar VII

- 2.7.1 Judul : Ketepatan membuat laporan praktikum cuaca dan mengirim data laporan prakiraan cuaca, dan presentasi data dan Informasi
- 2.7.2 Indikator : Informasi Cuaca dan Pemanfataanya
- 2.7.3 Uraian Materi :

#### A. Informasi Cuaca

Informasi cuaca laut meliputi keterangan tentang cuaca dan keadaan laut yang diperlukan bagi para penyelenggara kegiatan di laut. Informasi tersebut disajikan melalui proses yang melibatkan berbagai kegiatan, mulai dari kegiatan pengamatan, pengumpulan data, pengolahan dan analisis data sampai kepada penyiaran dan penyajian informasi.

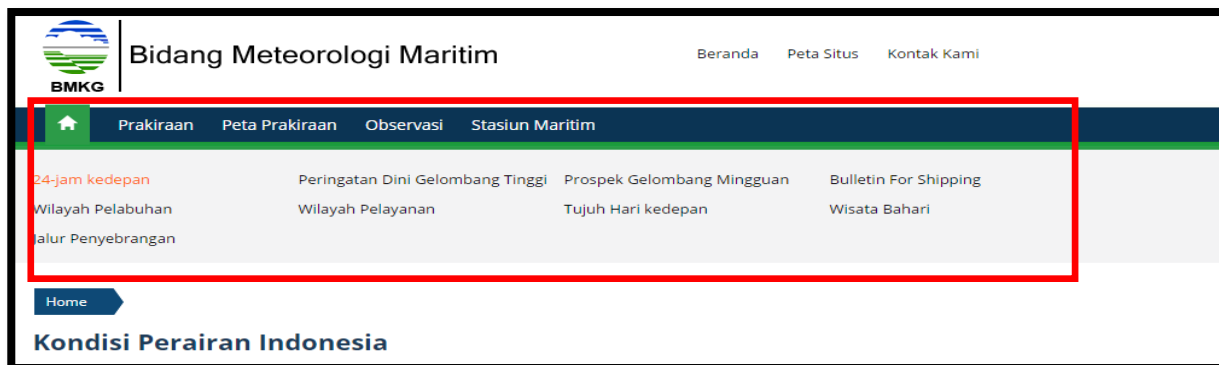
Pelayanan informasi cuaca kelautan diantaranya meliputi:

- a) Peringatan dini gelombang tinggi adalah informasi tinggi gelombang yang berbahaya di perairan Indonesia.
- b) Informasi cuaca pelayaran adalah informasi cuaca harian berisi peringatan adanya badai, cuaca buruk dan ringkasan keadaan cuaca umum yang signifikan serta prakiraan cuaca dan gelombang laut untuk wilayah perairan.
- c) Informasi cuaca pelabuhan adalah informasi cuaca harian berisi peringatan adanya badai, cuaca buruk dan ringkasan keadaan cuaca umum yang signifikan serta prakiraan cuaca dan gelombang laut untuk pelabuhan dan sekitarnya.
- d) Informasi cuaca khusus adalah informasi cuaca harian/mingguan yang berupa data cuaca olahan dan atau prakiraan cuaca untuk pengguna jasa yang memerlukan layanan khusus sesuai permintaan.

- e) Informasi rata-rata (gelombang, angin)/iklim maritim serta potensi kejadian gelombang tinggi dan angin kencang

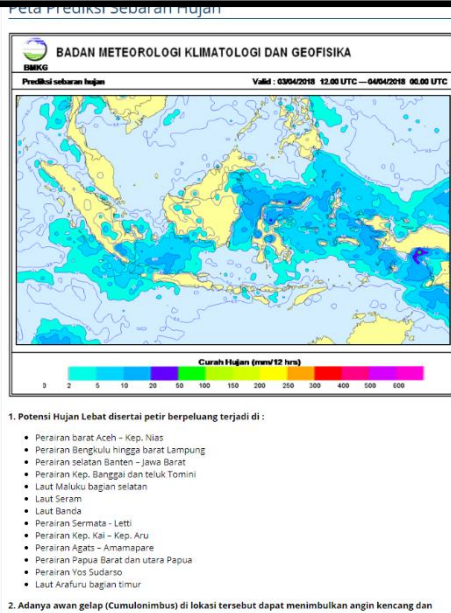
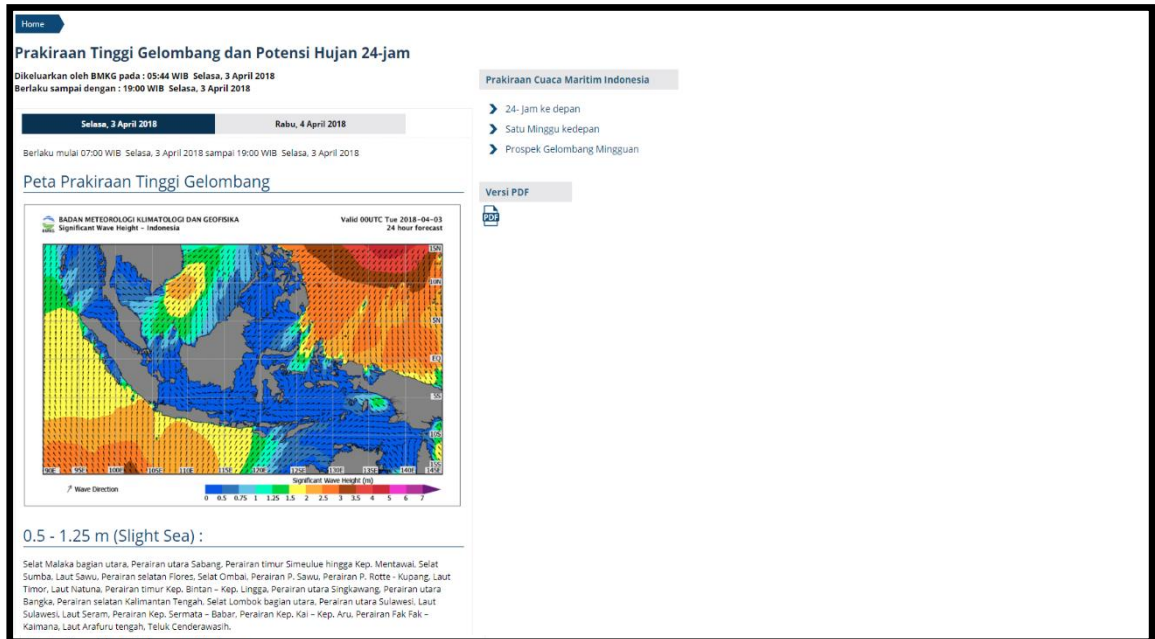
## 5.1.1 Penyampaian Informasi Cuaca Kelautan Melalui Website

Semua informasi cuaca kelautan di atas dapat diakses di [maritim.bmkg.go.id](http://maritim.bmkg.go.id). Pada halaman depan website terdapat sub menu seperti gambar di bawah:



Gambar 2.7.1 Menu Halaman depan [maritim.bmkg.go.id](http://maritim.bmkg.go.id)

- Penjelasan sub menu [maritim.bmkg.go.id](http://maritim.bmkg.go.id)
  1. 24 – Jam ke depan: menu ini berisi tentang prakiraan informasi cuaca kelautan berupa daerah mana saja yang dimungkinkan terjadi gelombang tinggi dan hujan selama 24 jam ke depan.



Gambar 2.7.2 Informasi Prakiraan Cuaca Kelautan.

2. Peringatan Dini Gelombang Tinggi: berisi tentang tinggi gelombang yang berbahaya untuk pelayaran di perairan Indonesia.

**Pusat Meteorologi Maritim** Beranda Peta Situs Kontak Kami

**BMKG**

Home **Prakiraan** Peta Prakiraan Observasi Stasiun Maritim

24-jam kedepan Peringatan Dini Gelombang Tinggi Prospek Gelombang Mingguan **Bulletin For Shipping**  
 Wilayah Pelabuhan Wilayah Pelayanan Tujuh Hari kedepan Jalur Penyebrangan

Home > Prakiraan > Weather Bulletin For Shipping

### Indonesian Weather Bulletin for Shipping

ISSUED BY BMKG AT 02:30 UTC MONDAY, APRIL 02, 2018  
 FORECAST VALID FOR 24 HOURS FROM 0300 UTC MONDAY, APRIL 02, 2018

PART I WARNING  
 NIL.

PART II GENERAL SITUATION FOR APRIL 01, 2018 12.00 UTC

LOW PRESSURE AREA 1007HPA IN INDIAN OCEAN SOUTHWESTERN OF SUMATRA AND SOUTHERN OF JAVA. WESTERLY TO NORTHERLY LIGHT TO MODERATE FLOW IN NORTHERN PART OF INDONESIA. SOUTHEASTERLY TO SOUTHWESTERLY LIGHT TO MODERATE FLOW IN SOUTHERN PART OF INDONESIA EXCEPT SOUTHWESTERLY TO NORTHWESTERLY LIGHT TO MODERATE FLOW IN MENTAWAI ISLAND WATERS.

PART III FORECAST

SOUTHWESTERLY TO WESTERLY 3 TO 4 BF OCCURS IN SOUTHERN OF JAVA WATERS, NORTHERN OF JAVA TO KANGKANG ISLAND WATERS, JAVA SEA, SOUTHERN OF KALIMANTAN WATERS, BALI SEA, SUMBAWA SEA, NORTHERN PART OF LOMBOK STRAIT, SALABANA TO SELAYAR ISLAND WATERS, FLORES SEA, BAUBAU - WAKATOBBI ISLAND WATERS, KOTABARU WATERS, BALIKPAPAN WATERS, MAKASSAR STRAIT, CERAM SEA. 4 TO 5 BF OCCURS IN KAIMANA WATERS, AMAMAPERRE WATERS.

WESTERLY TO NORTHWESTERLY 3 TO 4 BF OCCURS IN NIAS TO MENTAWAI ISLAND WATERS, BENGKULU TO I AMPLING WATERS, SOUTHERN PART OF SUNDA STRAIT, SOUTHERN PART OF KARIMATA STRAIT, MOI UCCA SEA.

**Prakiraan Cuaca Maritim Indonesia**

- > 24-jam ke depan
- > Satu Minggu kedepan
- > Prospek Gelombang Mingguan

**Versi PDF**

Gambar 2.7.3 Informasi Daerah Gelombang Tinggi.

3. Prospek Gelombang Mingguan : berisi ringkasan informasi cuaca kelautan untuk seminggu ke depan.

Gambar 2.7.4 Ringkasan Informasi Daerah Gelombang Tinggi Seminggu Ke Depan

4. Wilayah Pelayanan: berisi mengenai informasi cuaca kelautan sesuai dengan 20 pembagian wilayah pelayanan. Pada menu ini pengguna dapat memilih sendiri area perairan mana saja yang diinginkan untuk kegiatan pelayaran. Misalnya nelayan ingin melaut di daerah Sulawesi Utara, tersedia informasi cuaca kelautan dengan memilih menu Bitung dan area perairannya akan tersedia secara otomatis misal di daerah sekitar Laut Sulawesi dst. Selain itu agar lebih mudah dalam hal pembacaan tersedia informasi cuaca dalam bentuk teks caranya dalah dengan mengklik tombol PDF di bagian menu.



Home > Stasiun Maritim > Wilayah Pelayaran

Stasiun Meteorologi Maritim Belawan

Prakiraan Cuaca Wilayah Pelayanan

HARI INI | BESOK | 06 April 2018 - 07 April 2018

Menu Prakiraan Stasiun

- Wilayah Pelayaran
- Jalur Penyeberangan
- Pelabuhan

Info Stasiun

Stasiun Meteorologi Maritim Belawan  
 Jl. Pelabuhan III, Gabion Ringkai Belawan,  
 Medan - Sumatera Utara  
 Telp. : 061-6940340  
 Faks. : 061-694851  
 Email : mar.belawan@bmgk.go.id

Kondisi Keadaan Laut

- Slight Sea
- Moderate Sea
- Rough Sea

Veri PDF

Peringatan: NIL

Kondisi Sinoptik: Angin Pada umumnya berhembus dari Tenggara hingga Barat Daya dengan kecepatan 2 sampai 15 knot

Gambar 2.7.5 Sub Menu Wilayah Pelayanan.

BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA  
 STASIUN METEOROLOGI KELAS II MARITIM BITUNG  
 Jl. Candi Kaddaan No. 53 Kota Bitung 95613 Telp. (0438) 21710, 30989, Faks. (0438) 21710  
 E-mail : stamara.bitung@bmgk.go.id

**PRAKIRAAN CUACA WILAYAH PELAYANAN**  
 NOMOR: ME.301/874/IND/IV/2018

BERLAKU DARI JAM : 00.00 UTC (08.00 WITA)  
 SAMPAI DENGAN PUKUL : 12.00 UTC (20.00 WITA)

TANGGAL : 02 April 2018  
 TANGGAL : 02 April 2018

I. PERINGATAN: Siklon Tropis 'JELAWAT' 990HPA posisi 19,1N 145,1E kec.angin maksimum 50 knots bergerak ke Timur 11 knots.

II. KONDISI SINOPTIK: Di Utara ekuator angin lemah hingga sedang dari arah Barat - Utara dan di Selatan ekuator angin lemah hingga sedang dari arah Barat Daya - Barat Laut. Daerah tekanan rendah 1009HPA terdapat di Samudera Hindia selatan Jawa Timur dan 1005HPA di Laut Arafuru bag. Timur.

III. PRAKIRAAN WILAYAH PELAYANAN

KODE WSPER	NAMA WILAYAH PELAYANAN	CUACA	ARAN (gari)	KECEPATAN (knot)	TINGGI GELOMBANG (meter)
N.1	Perairan Kalimantan Utara	Hujan sedang	Utara - Timur	04 - 10	0,25 - 0,50
N.2	Laut Sulawesi bagian barat	Hujan sedang	Barat Laut - Timur Laut	04 - 10	0,50 - 0,75
N.3	Laut Sulawesi bagian tengah	Berawan	Barat - Utara	06 - 15	0,50 - 0,75
N.4	Perairan utara Sulawesi	Hujan ringan	Barat - Utara	04 - 10	0,50 - 0,75
N.5	Teluk Tomini selatan Gorontalo	Berawan	Barat - Utara	04 - 10	0,50 - 0,75
N.6	Teluk Tomini utara Poso	Hujan ringan	Barat - Utara	04 - 10	0,50 - 0,75
N.7	Laut Sulawesi bagian timur	Berawan	Barat - Utara	06 - 15	0,50 - 1,00
N.8	Perairan Kep. Sangihe	Berawan	Barat - Utara	06 - 15	1,00 - 2,00
N.9	Perairan Kep. Talaud	Berawan	Barat - Utara	06 - 15	1,00 - 2,00
N.10	Perairan Bitung - Manado	Hujan ringan	Barat - Utara	06 - 15	0,50 - 1,25
N.11	Laut Maluku bagian utara	Hujan ringan	Barat - Utara	06 - 15	1,00 - 2,00
N.12	Laut Maluku bagian selatan	Berawan	Barat - Utara	04 - 10	0,50 - 1,00
N.13	Perairan selatan Sulawesi Utara	Hujan ringan	Barat - Utara	04 - 10	0,50 - 1,00

Catatan: Gelombang maksimum dapat mencapai dua kali tinggi gelombang yang tertera di atas.

Mengetahui,  
 Kepala Stasiun Meteorologi Maritim Bitung  
 Riky Daniel Aror, S.Si  
 NIP. 19870410 201012 1001

Bitung, 01 April 2018  
 Prakirawan,  
 IMAN HIDAYAT, S.Si  
 NIP. 19890225 201012 1 001

Gambar 2.7.6 Informasi Cuaca Wilayah Pelayanan Dalam Bentuk PDF.

5. Wilayah Pelabuhan: berisi informasi cuaca wilayah pelabuhan yang diinginkan sesuai dengan area wilayah pelayanan masing-masing.
6. Indonesian Bulletin for Shipping: berisi ringkasan informasi cuaca kelautan di wilayah Indonesia dalam Bahasa Inggris.

Gambar 2.7.7 Contoh Indonesian Weather Bulletin for Shipping

7. Peta Prakiraan : berisi informasi prakiraan cuaca kelautan dalam bentuk peta (BMKG Ocean Forecast System).

## B. Manfaat Cuaca bagi kehidupan manusia

Cuaca adalah keadaan udara pada suatu saat. Di tiap-tiap tempat keadaan cuaca selalu berubah-ubah pada setiap waktu. Pengamatan cuaca di Indonesia dilakukan oleh observatorium meteorologi dan geofisika yang berkedudukan di Jakarta. Adapapun tugasnya menyelidiki dan mencatat keadaan udara yang meliputi suhu udara, perawanan, dan curah hujan.

manfaat iklim dalam kehidupan sehari-hari cukup besar dan bervariasi antara lain :

1. Manusia untuk bertempat tinggal memilih iklim yang baik, karena manusia memerlukan makanan dan udara yang nyaman.
2. Usaha bidang perikanan, pertanian dan perhutanan banyak memerlukan pengetahuan yang berhubungan dengan unsur-unsur iklim.
3. Iklim yang berbeda-beda mempengaruhi perbedaan dalam hal perumahan, pakaian, makanan, kegiatan dan peralatan hidup
4. Daerah yang mempunyai iklim panas yang terik dapat melemahkan energi dan aktivitas kerja fisik dan rohani manusia
5. Pemusatan penduduk lebih banyak terdapat pada daerah iklim yang sesuai dengan kehidupan manusia. Biasanya manusia senang hidup di daerah sejuk, tidak terlalu panas dan tidak terlalu dingin.
6. Usaha perhubungan (udara, darat, laut) rekreasi dan telekomunikasi banyak ditentukan serta memerlukan pengetahuan yang berhubungan dengan cuaca dan iklim
7. Unsur-unsur iklim banyak mempengaruhi produksi pertanian, misalnya:  
tanaman memerlukan air yang berbeda-beda sesuai jenisnya. Benih-benih tanaman memerlukan serta mempunyai kebutuhan maksimum dan minimum terhadap suhu udara.  
contoh : padi minimum  $10^{\circ}\text{C}$  derajat –  $12^{\circ}\text{C}$  maksimumnya  $40^{\circ}\text{C}$ –  $42^{\circ}\text{C}$  .
8. Daerah beriklim panas yang musim hujannya panjang, curah hujannya banyak dengan musim kemarau pendek, cocok untuk tanaman karet,

pala, cengkeh, dan kelapa sawit. Kehidupan manusia sehari-hari sangat dipengaruhi oleh cuaca, antara lain angin sebagai contohnya:

1. Angin bermanfaat untuk mengurangi kegerahan dalam ruangan yang penuh dengan orang
2. Kendaraan bermotor mempergunakan kipas angin untuk mendinginkan mesin serta air yang dialirkan melalui radiator
3. Nelayan-nelayan mempergunakan angin darat dan laut dalam mencari nafkah dengan perahu layarnya untuk menangkap ikan.
4. Mempergunakan tenaga angin sebagai penggerak kincir, manusia dapat memanfaatkan tenaga angin untuk berbagai macam keperluan, seperti : memompa air dari dalam tanah, menjalankan mesin-mesin pabrik, membangkitkan tenaga listrik dan lain sebagainya. sebelum pembangunan kincir-kincir ini dimulai diadakan penelitian lebih dahulu untuk mengetahui besar kecilnya kecepatan angin sepanjang tahun.
5. Arah dan kecepatan angin diperlukan dalam olahraga atletik terutama lari jarak jauh, lari jarak pendek dan olahraga layar. tanpa angin yang cukup baik olahraga layar tidak akan berjalan dengan sempurna. dalam lari jarak pendek arah dan kecepatan angin itu penting pada saat pemecahan rekor sebagai bahan penilaian.
6. Olahraga dan pertandingan layang-layang diadakan di indonesia pada waktu musim kering dengan angin timur yang cukup kencang.
7. Pada dunia penerbangan, arah dan kecepatan angin memegang peranan yang sangat penting. Peranan nya yang terutama ialah pada waktu pesawat terbang itu naik atau turun di lapangan terbang. Arah pesawat

terbang naik atau turun berlawanan dengan arah angin, untuk maksud tersebut sebelum landasan dibuat diadakan penelitian mengenai arah dan kecepatan angin yang paling mempengaruhi daerah tersebut sepanjang tahun.

8. Arah dan kecepatan angin berperan pula bagi penerbangan dari lapangan terbang yang satu ke lapangan terbang lainnya. Data mengenai angin untuk ketinggian tertentu antara dua lapangan terbang tersebut dipergunakan untuk menentukan jumlah bahan bakar dan penumpang yang akan dibawa. Jika arah angin berlawanan, bahan bakar ditambah penumpang dikurangi. Sebaliknya jika arah angin sama dengan arah penerbangan bahan bakar dapat dikurangi untuk memungkinkan penambahan jumlah penumpang
9. Untuk menentukan bentuk dan konstruksi gedung bertingkat tinggi, data mengenai kecepatan angin sangat penting. Jika angin menyentuh suatu bidang, akan memberikan tekanan yang cukup besar, lebih-lebih pada ketinggian yang besar. Kita tahu bahwa makin tinggi ke atas makin besar kecepatan angin, karena berkurangnya gangguan.
10. Disamping untuk pembangunan gedung bertingkat, ternyata kecepatan angin juga diperhatikan pada instalasi jaringan listrik tegangan tinggi. Ini diperlukan untuk sejauh mungkin mengurangi kemungkinan terjadinya konsleting atau arus pendek. Disamping kegunaan seperti tersebut di atas, tidak jarang kita jumpai malapetaka yang diakibatkan oleh angin. Di negara yang hampir setiap tahun terkena lintasan siklon tropik hal ini kerap terjadi, malapetaka luar biasa berupa hancurnya sejumlah gedung

dan harta benda lain terjadi pada waktu sinklon itu lewat. Untuk daerah yang dipinggir pantai, bahkan disertai dengan gelombang air yang cukup tinggi yang dapat menyapu apa saja yang dilewati oleh badai dan gelombang laut, manfaat iklim dan cuaca dalam kehidupan sehari-hari, semoga informasi tentang manfaat iklim dan cuaca dalam kehidupan sehari-hari tersebut bermanfaat sekaligus menambah pengetahuan.

### 2.7.5 Rangkuman

Informasi cuaca laut meliputi keterangan tentang cuaca dan keadaan laut yang diperlukan bagi para penyelenggara kegiatan di laut. Informasi tersebut disajikan melalui proses yang melibatkan berbagai kegiatan, mulai dari kegiatan pengamatan, pengumpulan data, pengolahan dan analisis data sampai kepada penyiaran dan penyajian informasi.

Pelayanan informasi cuaca kelautan diantaranya meliputi:

1. Peringatan dini gelombang tinggi.
2. Informasi cuaca pelayaran.
3. Informasi cuaca.
4. Informasi cuaca khusus.
5. Informasi rata-rata (gelombang, angin)/ iklim maritim serta potensi kejadian gelombang tinggi dan angin kencang

### 2.7.6 Penugasan

1. Buatlah laporan tentang informasi cuaca untuk kegiatan penangkapan ikan di laut !

### 2.7.7 Tes Formatif

1. Sebutkan dan jelaskan manfaat informasi pelayanan cuaca !
2. Sebutkan jenis pelayanan informasi cuaca kelautan!



### 2.8 Kegiatan Belajar VIII

- 2.8.1 Judul : Oseonografi dan Perkembangannya  
2.8.2 Indikator : Ketepatan Menjelaskan Definisi/Pengertian  
Oseonografi dan perkembangan Oseonografi  
2.8.3 Uraian Materi :

#### A. Pengertian Oseonografi dan Kaitannya dengan Ilmu lain

Kata oseanografi adalah kombinasi dari dua kata Yunani: *oceanus* (samudera) dan *graphos* (uraian/deskripsi) sehingga oseanografi mempunyai arti deskripsi tentang samudera. Tetapi lingkup oseanografi pada kenyataan lebih dari sekedar deskripsi tentang samudera, karena samudera sendiri akan melibatkan berbagai disiplin ilmu jika ingin diungkapkan. Dalam modul ini bahasannya lebih difokuskan pada oseanografi fisika (Supangat dan Susanna, 2008).

Planet Bumi merupakan anggota tata surya yang unik di mana samudera melingkupi  $\pm 140$  juta mil persegi dari total  $\pm 200$  juta mil persegi luas permukaannya. Ini berarti samudera meliputi sekitar 70 persen permukaan bumi dengan volume air yang dikandungnya  $\pm 350$  juta mil kubik. Di dalamnya juga terkandung 3,5 persen garam terlarut disamping zat-zat terlarut lainnya yang sebanding dengan 160 juta ton garam per mil kubik (Bhatt, 1978). Interaksinya dengan atmosfer akan mempengaruhi pola iklim global. Potensi sumber daya alamnya yang kaya akan dapat mempengaruhi baik buruknya hubungan antar negara.

Fenomena dinamikanya seperti pasang surut, arus, transport massa, dan sebagainya, termasuk fenomena-fenomena yang belum terungkap secara lugas, contohnya fenomena El Nino dan La Nina, dibutuhkan informasinya oleh banyak negara. Semua fakta di atas



mengukuhkan pentingnya samudera bagi kehidupan nasional, regional, dan internasional. Dan ini juga mengukuhkan pentingnya disiplin ilmu oseanografi untuk lebih dilirik, dipahami, bahkan didalami oleh para intelektual yang meminatinya.

Orang yang mempelajari samudera secara mendalam disebut oseanografer. Dan oseanografi sendiri seringkali diungkapkan berdasarkan empat kategori keilmuan yaitu fisika, biologi, kimia, dan geologi (Stowe,1983). Oseanografi fisis khusus mempelajari segala sifat dan karakter fisik yang membangun sistem fluidanya.

Oseanografi biologi mempelajari sisi hayati samudera guna mengungkap berbagai siklus kehidupan organisme yang hidup di atau dari samudera. Oseanografi kimia melihat berbagai proses aksi dan reaksi antar unsur, molekul, atau campuran dalam sistem samudera yang menyebabkan perubahan zat secara reversibel atau ireversibel. Dan oseanografi geologi memfokuskan pada bangunan dasar samudera yang berkaitan dengan struktur dan evolusi cekungan samudera.

Beberapa aspek penting disiplin ilmu oseanografi agak sulit dikategorikan ke dalam salah satu dari empat keilmuan di atas, seperti aspek-aspek geofisika, biofisika, nutrisi, petrologi, antropologi, meteorologi, dan farmakologi. Disamping itu, oseanografi juga dipengaruhi oleh keilmuan yang tidak termasuk sains murni, seperti sejarah, hukum atau sosiologi. Lebih lanjut sekarang juga telah berkembang cabang baru oseanografi yang disebut oseanografi terapan. Karena deskripsi tentang seorang oseanografer akan melingkupi keilmuan yang kompleks.

### B. Ruang Lingkup Oseonografi

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

1. **Oseanografi Fisika (*Physical Oceanography*):** 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 sistem arus yang terdapat di lautan.
2. **Oseanografi Geologi (*Geological Oceanography*):** 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. **Oseanografi Kimia (*Chemical Oceanography*):** 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. **Oseanografi Biologi (*Biological Oceanography*):** 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 lautan dan interelasi antara lautan dengan tanah, udara dan semesta alam sehingga dalam mempelajarinya selain di dalam laborarotium buata juga perlu pergi ke laut dengan kapal-kapal ekspedisi melihat dan menyelidiki secara nyata.

### C. Perkembangan Penelitian Kelautan Dunia

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 Eropa 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 Spanyol dan Portugis dengan tujuan mencari India dan Tiongkok (China). Pada 1486 Bartholeus Diaz mencapai Tanjung Harapan. Pada 1492 Christopher Columbus menemukan Amerika. Selanjutnya pada 1498 Vasco de Gama mendarat di India. Pada 1519 Fernando Magelhaens dengan lima kapal Spanyol melalui selat Magelhaens – samudera Pasifik – Filipina dan di sana ia terbunuh. Tetapi rombongannya terus berlayar ke Samudera Hindia – Tanjung Harapan dan kembali ke Spanyol.

Pada 1616 orang Belanda Le Maire dan Schouten sampai pula Ujung Selatan Benua Amerika yang ia beri nama Tanjung Horn. Begitu juga pelaut-pelaut Perancis 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 banyak dikenal:

### 1. Ekspedisi ke kutub.

Scorsby Sr & Jr. pada 1806 berangkat dari Spitsbergen mencapai lintang  $81,5^{\circ}$  LU. Peary pada 1827 dari Spitsbergen mencapai lintang  $82,45^{\circ}$  LU dan pada 1909 ia berhasil mencapai kutub Utara. Fridtjof Nansen (1893 – 1896) berlayar ke kutub. Amundsen mencapai kutub Selatan pada 1911 dan Scot pada 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 ilmu alam yang selain mengadakan pengukuran dalam laut juga diadakan penyelidikan temperatur. Ekspedisi yang terkenal yaitu pada 1772 – 1775 ke samudera Antartika sampai pada lintang  $60^{\circ}$  LS. Penyelidikannya memperoleh kesukaran diantaranya :

- a. Tekanan air yang besar pada thermometer menunjukkan suhu yang terlalu tinggi.
- b. Karena yang diselidiki ini jauh di dalam laut sehingga sukar diukur temperaturnya. Pada 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 oseanografi fisika, ia orang yang pertama memberi 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 Challenger (1872 – 1876)

Challenger nama sebuah karvet dari angkatan laut Inggris dan diperlengkapi sebaik-baiknya untuk ekspedisi tersebut dengan laboratorium-laboratorium. Expedisi ini dipimpin oleh Wyville Thomson guru besar geologi & biologi. Expedisi tersebut berlangsung dari Desember 1872 sampai Mei 1876. Diadakan penyelidikan mengenai arus, temperatur, susunan kimia air laut serta sifat-sifat air laut lainnya. Juga diselidiki mengenai meteorology, magnetis, geologi, zoology (botani). Kapal berangkat dari Inggris – Selat Gibraltar – Tennerife – Tanjung Harapan – perairan kutub Selatan sampai barier es pada lintang 67° 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

Portsmouth. 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 pada 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).

### **D. Perkembangan Penelitian Kelautan Indonesia**

Perkembangannya penelitian kelautan di Indonesia dapat dibagi menjadi empat periode yaitu:

#### **1. Periode I (1600 – 1850)**

Tokoh yang penting pada periode ini adalah Georgius Everhandus Rumphius (biologawan Belanda). Ia membuat klasifikasi 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 Perancis 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 biologawan Charles Darwin, kemudian juga ekspedisi Sulphur (1836 – 1842).

### **2. Periode II (1850 – 1905)**

Tokoh penting pada periode ini adalah Pieter Bleeker (1819 -1878) seorang dokter tentara ahli iktiologi (ilmu mengenai ikan). Pada 1870 an mulai timbul perhatian ke arah 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).

### **3. 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 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 plankton di Indonesia, Verwey dengan penelitiannya dalam ekologi terumbu karang dan ekologi kepiting 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. Dibidang 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 Wyrski (1957).

Pada 1952 datang pula ke Indonesia ekspedisi *Galathea* dari Denmark yang tujuan utamanya mempelajari biologi yang terdapat di 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.

#### **4. 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 (saat itu Sub Balai Penelitian Perikanan Laut – Departemen Pertanian) dan Dinas Hidrografi Angkatan Laut (saat itu Dinas Hidro – Oseanografi TNI Angkatan Laut).

Mulai beroperasinya kapal riset *Jalanidhi* (1963) dan kemudian kapal *Burudjulasad* (1966) makin memperkuat kemampuan Indonesia untuk melaksanakan survei 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.

### 2.8.4 Rangkuman

Kata oseanografi adalah kombinasi dari dua kata Yunani: *oceanus* (samudera) dan *graphos* (uraian/deskripsi) sehingga oseanografi mempunyai arti deskripsi tentang samudera. Tetapi lingkup oseanografi pada kenyataan lebih dari sekedar deskripsi tentang samudera, karena samudera sendiri akan melibatkan berbagai disiplin ilmu jika ingin diungkapkan. Dalam modul ini bahasannya lebih difokuskan pada oseanografi fisika (Supangat dan Susanna, 2008).

Oseanografi dibagi menjadi empat cabang ilmu, yaitu :

1. ***Oseanografi Fisika (Physical Oceanography)***: 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 sistem arus yang terdapat di lautan.
2. ***Oseanografi Geologi (Geological Oceanography)***: 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. ***Oseanografi Kimia (Chemical Oceanography)***: 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. ***Oseanografi Biologi (Biological Oceanography)***: cabang ilmu oseanografi yang sering dinamakan Biologi Laut yang mempelajari semua organisme yang hidup di lautan termasuk binatang-binatang yang

berukuran sangat kecil (plankton) sampai yang berukuran besar dan tumbuh-tumbuhan air laut.

### **2.8.5 Penugasan**

1. Buatlah makalah tentang oseanografi dengan kaitannya dengan ilmu lain !  
Minimal 10 lembar.

### **2.8.6 Tes Sumatif**

1. Apa yang dimaksud dengan oseanografi dan jelaskan kaitan antara oseanografi dengan ilmu lainnya?
2. Ceritakan secara singkat sejarah perkembangan oseanografi di Indonesia

### 2.9 Kegiatan Belajar IX

2.9.1 Judul : Massa Daratan dan Lautan

2.9.2 Indikator : Keluasan dan Ketajaman Dalam Menjelaskan Dataratan dan Lautan Didukung Dengan Fakta-Fakta Aktual

2.9.3 Uraian Materi :

#### A. Teori Tejadinya Bumi

Dalam membicarakan tentang terjadinya lautan, para ahli biasanya tidak terlepas dari hipotesis terjadinya bumi itu sendiri. Menurut hipotesis Nebula, bumi berasal dari pecahan matahari yang panas dan pijar terlempar kemudian membeku di Jagat raya ini serta mengorbit (beredar) mengelilingi matahari sebagai induknya.

Bumi pada mulanya viscous seperti magma yang dikelilingi atmosfer yang merupakan gas. Dalam waktu yang lama bumi kehilangan gasnya sehingga bumi mendingin dan pada permukannya terbentuk kulit bumi.

Menurut Hill (geolog Inggris) kulit bumi itu mula-mula terjadi di kutub yang terdiri dari feldspar yang tebalnya kira-kira 1,5 km. Sesudah meluas di permukaan bumi ini maka terbentuklah kontinen-kontinen. Akibat proses radio aktif yang sangat kuat dibarengi dengan panas yang terdapat di bawah muka bumi mengakibatkan permukaan bumi tersebut mengembang dan terjadilah kontinen. Magma basaltis yang lebih berat terdapat di bawah benua dan menjadi dasar samudera.

J.H.F.Umgrove berpendapat bahwa asal mula kulit bumi itu tidak hanya di daerah kutub saja tetapi seluruh permukaan bumi, kemudian menekan permukaan bumi yang menyebabkan kulit bumi ini retak-retak. Menurutnya retakan-retakan inilah yang kemudian menjadi samudera.

V.J. Vernansky (sarjana geochemist Uni Sovyet) menduga bahwa pemisahan bulan dari kulit bumi yang masih plastis. Karena rotasi bumi sejumlah massa magma dan kulit bumi tersebut terlempar keruang angkasa, akibatnya pada kulit bumi tersebut terdapat basin yang luas yang kemudian menjadi Samudera Pasifik.

V.V. Belousov (sarjana Geophysika Uni Sovyet) menduga bahwa dasar samudera terjadi akibat pemerosotan tanah daratan. Karena itu samudera meluas kearah daratan Menurutnya Samudera Atlantik dan Hindia meluas pada periode Tertier, sedangkan Samudera Pasifik pada periode Quarter.

Hipotesis lain berpendapat bahwa kapasitas lautan basin tetap, tetapi hanya bentuknya yang berubah-ubah sesuai dengan perubahan kontinen yang terapung di atas magma. Pada mulanya hanya ada satu kontinen yang kemudian pecah dan terjadi gerakan akibat dari perubahan gravitasi dan perbedaan kekuatan yang timbul didalam rotasi bumi. Menurut hipotesis ini Amerika Selatan berasal dari pecahan Afrika dan Amerika Utara dari pecahan Eropa.

### **B. Teori Terjadinya Samudera**

Ada beberapa teori tentang terjadinya samudera, antara lain adalah sebagai berikut :

#### 1). Contraction theory (teori kontraksi)

Beberapa waktu setelah bumi terbentuk, bumi masih dalam keadaan panas. Kemudian mulai mendingin dan terbentuklah kulit bumi. Dalam waktu jutaan tahun terjadi perubahan-perubahan di dalam bumi di bawah

kulit bumi. Karena terjadi pengerutan kulit bumi menyebabkan batuan yang ringan dari kulit bumi melengkung dan retak maka magma keluar ke permukaan bumi. Semua perubahan-perubahan tersebut menyebabkan terjadinya kontinen dan cekungan samudera. Kita mengetahui bahwa kulit bumi di bawah samudera yang dalam sangat tipis. Di bawah batuan kulit bumi itu terdapat batuan yang lebih berat yang disebut Astenosfer (mantel).

### 2). Gravity theory (teori Gravitasi)

Beberapa sarjana mengira bahwa cekungan samudera terbentuk ketika suatu bintang besar melintas dekat bumi. Karena gravitasi maka terjadi tarik menarik antara bintang tersebut dengan bumi. Diduga karena bumi masih panas dan lunak maka sebagian kulit bumi tertarik ke angkasa luar. Bekasnya menjadi cekungan samudera yang menurut teori ini adalah cekungan Samudera Pasifik. Sedangkan bagian bumi yang terlepas adalah bulan.

### 3). Meteorit theory (teori Meteorit)

Menurut teori meteorit terjadinya cekungan samudera akibat jatuhnya dari meteor. Diduga bahwa lekukan-lekukan danau kawah di bulan dan samudera di bumi terjadi oleh hal yang sama. Karena adanya benturan meteor yang begitu kuat maka pinggir- pinggir tempat meteor itu jatuh terjadi peninggian. Itulah yang menyebabkan terjadinya pegunungan pantai di sekitar beberapa samudera, seperti pegunungan Andes yang memanjang di sepanjang pantai Pasifik di Amerika Selatan.

### 4). Continental Drift theory (teori pergerakan benua)

Teori ini dikembangkan oleh Alfred Wegener. Dalam teorinya ia mengatakan bahwa ketika kulit bumi mendingin terjadi satu kontinen besar. Karena kontinen itu ringan maka terapung di atas batuan yang lebih berat yang ada di bawahnya. Setelah itu mulai terbagi menjadi dua blok. Satu blok di belahan utara dan yang lain di belahan selatan. Kedua blok itu dipisahkan oleh samudera yang disebut Tethys. Karena blokkblok ini terapung dan bergerak maka pecah menjadi bagian yang lebih kecil.

Blok Utara membentuk Amerika Utara dan Eurasia. Blok Selatan menjadi Amerika Selatan, Afrika, Australia dan Antartika. Pada waktu itu laut thetys dipersempit dan menjadi Laut Mediteran, Laut Hitam dan Laut Kaspia. Teori ini dapat dilihat dari bentuk-bentuk pantai kontinen, misalnya bentuk pantai antara Afrika dengan Amerika Selatan dan antara Eurasia pernah satu blok. Sekitar 180 juta tahun lalu benua Afrika dan Amerika Selatan merupakan satu daratan. India diduga dari potongan-potongan benua kuno Gondwana land. Potongan-potongan ini bergerak kearah Utara sejauh 5.000 kilometer dan akhirnya bertabrakan dengan Benua Asia. Proses tabrakan ini menghasilkan tekanan ke atas yang amat besar yang mengakibatkan terbentuknya pegunungan Himalaya.

Alasan lain untuk membuktikan teori ini adalah fosil-fosil tumbuh-tumbuhan dari batuan purba. Ternyata fosil tumbuh-tumbuhan tertentu terdapat di dalam batuan purba baik di Amerika Selatan, Afrika India dan Siberia. Bukti ini memperkuat dugaan bahwa daerah-daerah tersebut pernah bersatu (berhubungan).

Para ahli geologi percaya bahwa terjadi daerah-daerah aktif dimana sering terjadi retakan-retakan besar pada kulit bumi. Retakan-retakan ini mencakup seluruh permukaan bumi dan karena itu mereka membagi kerak bumi menjadi enam bagian lempeng besar yang dinamakan tectonic plates. Keenam lempeng tersebut sebagai berikut: (1) Eurasian plate, (2) Australian plate, (3) Pacific plate, (4) American plate, (5) African plate, dan (6) Antarctic plate. (lihat peta lempeng benua)

Bentuk lempeng-lempeng itu tidak rata, tetapi setiap lempeng cenderung untuk membentuk suatu batas dengan system mid-oceanic ridge, yaitu satu sisi dengan massa benua dan sisi yang lain dengan batas lempeng tektonik. Lempeng tektonik ini bergerak secara perlahan-lahan melintasi dasar lautan dengan kecepatan rata-rata beberapa centimeter setiap tahunnya. Gerakan lempeng ini sulit untuk diukur secara langsung oleh karena jarak yang terjadi sangat kecil dan memerlukan waktu yang lama. Walaupun demikian para ahli geologi telah membuktikan secara meyakinkan tentang terjadinya kejadian-kejadian ini dengan mengadakan penelitian terhadap jenis batuan dari mana lempeng tektonik dibentuk.

Dari gerakan lempeng dibelokan ke arah bawah yang kemudian bertemu dengan kerak benua melalui proses yang dinamakan subduction (lihat peta di bawah ini). Batas-batas lempeng yang merupakan subduction juga merupakan pusat dari aktivitas gunung api dan gempa bumi sehingga menyebabkan terjadinya jajaran/rangkaian gunung-gunung di berbagai tempat di muka bumi ini.



### C. Perubahan Bentuk Samudera

Umur bumi berdasarkan penyelidikan batuan adalah lebih dari 2.000 juta tahun. Laut tentunya lebih muda dari bumi, tetapi lebih dahulu dari gunung/pegunungan. Bentuk laut/lautanpun dari dulu berubah-ubah karena gaya endogen (pelipatan, orogenesis, dll). Perubahan laut/lautan itu juga terjadi karena perubahan air yang membeku berupa gletser dan es yang meliputi daratan seperti terjadinya zaman es.

Contoh-contoh perubahan laut/lautan:

- a. Pada akhir Mesozolitikum awal Paleosin: Selat Malaka, Selat Karimata, Laut Jawa, Laut Flores, Laut Banda bagian Selatan, Laut Arafura merupakan daratan yang disebut Paparan Sunda, Paparan Banda, dan Paparan Sahul. Sebaliknya Pulau Irian sebagian besar merupakan laut (Geosinklin Irian). Juga sebagian Pulau Sulawesi dan Kalimantan Utara (Geosinklin Banda dan Rejang).
- b. Eosin Ta-b: Terjadi Laut Jawa dan Pulau Jawa bagian Utara merupakan laut. Pulau Jawa pada masa itu berada agak ke Selatan (Geosinklin Jawa).
- c. Oligosin Tc-d : Sebagian dari Irian telah menjadi daratan. Sedangkan Kalimantan Timur menjadi laut dan sebagian Sumatra merupakan laut (Geosinklin Aceh).
- d. Dan seterusnya pada zaman Pleosinpun selalu berubah (lihat Geologi Sejarah IV: P. Marks hal. 34-41).

Perubahan-perubahan laut/lautan ini bukan saja terjadi di Indonesia tetapi hampir di seluruh dunia, seperti: Pada Zaman Kapur Bawah dan Zaman Kapur Tengah, Australia dipisahkan oleh suatu genangan laut opikontinen. Malah menurut penyelidikan Paleogeografi zaman Kambrium Pegunungan Himalaya merupakan laut (Geosinklin Himalaya dan Tethys Timur). Daratan Asia lainnya pernah tergenang laut seperti di daerah Altai dan Siberia. Sebaliknya laut Tengah merupakan daratan. Antara Eropah dengan Amerika hanya dipisahkan di sebelah Utaranya oleh laut yang sempit (Geosinklin Kaledonia). Pegunungan Rocky pernah mengalami penggenangan.

Jadi kebanyakan muka bumi telah pernah diliputi lautan pada masa lalu. Sebaliknya banyak daratan yang telah pernah menjadi laut/lautan.

### **D. Pembagian Laut Berdasarkan Luas, Letaknya, dan zonifikasinya**

Luas lautan 361 juta km<sup>2</sup> dan daratan 149 juta km<sup>2</sup>, sehingga luas lautan 71 % dan luas daratan 29 % dari luas permukaan bumi. Perbandingan lautan dengan daratan adalah 7 : 3 (dibulatkan).

Menurut luas dan letaknya laut/lautan terdiri atas: Samudera, laut tepi, laut pedalaman/laut tengah.

#### **1. Samudera :**

- Samudera Hindia (73,3 juta km<sup>2</sup>). Nama Samudera Hindia berdasarkan konsepsi Vasco da Gama diambil dari nama sungai Indus di India. Batas-batasnya pantai Afrika, Asia dan Australia. Di bagian Barat dibatasi oleh meridian yang melewati Tanjung Agulhas

yaitu pada  $20^{\circ}$ BT dan di bagian Timur meridian yang melewati pulau Tasmania yaitu pada  $140^{\circ}$  BT.

- Samudera Pasifik ( $165,4$  juta  $\text{km}^2$ ). Diberi nama oleh Magelhaens yaitu orang pertama yang mengelilingi dunia. Pasifik artinya laut tenang, oleh karena itu laut Pasifik disebut juga Lautan Teduh. Laut pinggirnya adalah Laut China, Laut Kuning, laut Jepang, dan laut di sebelah Timur Indonesia. Di sebelah selatan dibatasi oleh Australia, di sebelah Barat meridian  $140^{\circ}$  BT dan di sebelah timurnya meridian  $67^{\circ}$  BB yaitu meridian yang melalui Tanjung Horn (Ujung Amerika Selatan).
- Samudera Atlantik ( $82,2$  juta  $\text{km}^2$ ). Nama ini berasal dari bahasa Yunani untuk menghormati “Raksasa Atlas” yang berdiri dipantai Afrika. Nama Atlantik ini berasal dari konsepsi Merkator, menurut dugaannya di Atlantik itu dulu ada suatu negeri Atlantis (dongeng). Dalam literatur lain nama Atlantik berasal dari konsepsi Columbus. Batas Utaranya sampai selat Bering, di sebelah Baratnya meridian  $67^{\circ}$  BB dan di sebelah Timurnya meridian  $20^{\circ}$  BT, dengan laut pinggirnya adalah Laut 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 ke tiga samudera di atas. Laut-laut tersebut mempunyai sifat-sifat tersendiri berhubung dengan luas dan sistem arusnya.

Tabel 2.9.1 : Luas samudera dan laut pinggirnya

Samudera	Luas Jutaan km <sup>2</sup>	Ditambah Laut Pinggiran
Atlantik	82,2	106,2
Hindia	73,4	74,9
Pasifik	165,4	179,7
Jumlah	321,0	360,8
Daratan		149,0
Permukaan Bumi		510

Sumber : Djamari, 1977

## 2. Laut Tepi

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

- Laut tepi di Samudera Atlantik: Laut Utara, Laut Baltik, Laut Karibia, Teluk Hudson, Teluk St Lawrence, Teluk Guinea.
- Laut tepi di Samudera Hindia: Laut Andaman, Leluk Benggala, Teluk Arabia, Teluk Persia, Teluk Australia Besar.
- Laut tepi di Samudera Pasaifik: Laut Bering, Laut Jepang, Laut Kuning, Laut Okhotsk, Laut Cina Timur, Laut China Selatan, Teluk Alaska, Teluk Kalifornia, , Laut Sulawesi. Laut Maluku, Laut Arafura
- Laut tepi di Samudera Artika: Laut Norwegia, Laut White, Laut Barent, Laut Siberia Timur, danTeluk Baffin.

## 3. Laut Pedalaman/Laut Tengah

Laut pedalaman/laut tengah adalah laut yang berada antara daratan, biasanya dibatasi oleh selat yang sempit dan hubungannya dengan

samudera jauh. Misalnya Laut Tengah, Laut Kaspia, Laut Hitam, Laut Karibia, Laut Austral Asia, Laut Es Utara.

### **E. Pembagian Laut Berdasarkan Kedalaman dan Zonifikasinya**

Berdasarkan kedalaman dan zonifikasinya laut terdiri dari zone lithoral, zone neritis, zone bathial, zone abisal dan zone hadal.

1. Zone Lithoral, merupakan zone yang ada antara pasang naik tertinggi dengan pasang surut terendah. Zone ini dikatakan juga zone pantai yang merupakan peralihan antara darat dengan laut.
2. Zone Neritis, merupakan zone laut dari pasang surut terendah sampai dengan kedalaman sekitar 200 meter. Zone neritis merupakan laut dangkal (continental shelf). Lebarnya dari garis pantai berbeda-beda tergantung pada keadaan topografi dasar laut di depannya. Continental shelf yang luas antara lain adalah :
  - Continental shelf yang ada di sebelah Timur ujung Amerika Selatan ( $\pm 500$  mil)
  - Continental shelf yang meminggiri Arctic yaitu shelf laut Barent ( $\pm 750$  mil)
  - Continental shelf yang ada antara Canada dengan Greenland (100 – 150 mil)
  - Dangkalan Sunda merupakan continental shelf seluas 1,8 juta km<sup>2</sup>.
  - Dangkalan Sahul merupakan continental shelf seluas 1,5 juta km<sup>2</sup>.

Continental shelf terjadi akibat adanya kenaikan permukaan air laut 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.

3. 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. Pada continental slope sering dijumpai ngarai (submarine canyon). Canyon ini merupakan kelanjutan dari muara-muara sungai besar, misalnya Canyon Congo, Canyon Sungai Indus, Canyon Sungai Gangga, Canyon Sungai Columbia, Canyon Sungai Mississippi. Di Indonesia bekas palung sungai Sunda Besar baik yang mengalir ke laut China Selatan maupun yang mengalir ke selat Makassar (system Molengraff).

1. Zone Abisal merupakan zone laut dalam ( 1.000 – 6.000 meter). Zone laut yang paling luas adalah zone laut dalam ini. Zone ini tersebar pada ketiga samudera yang ada. Rata-rata kedalaman laut 3.795 meter. Pada kedalaman ini sinar matahari tidak tembus lagi, oleh karena itu temperaturnya rendah dan pergerakan air tidak lagi dipengaruhi oleh gelombang dan arus permukaan.
2. 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, Jepang Trench, Java Trench dan lain sebagainya.

### E. Topografi Laut dan Sedimentasi

Pengetahuan kita mengenai topografi dasar laut bermula dari pemetaan-pemetaan yang sudah sejak lama dilakukan orang. Pada mulanya pengetahuan ini diperoleh dengan cara mengukur kedalaman laut dengan teknik yang sangat sederhana yakni dengan mengulurkan tali atau kabel yang diberi bandul pemberat ke dalam laut hingga menyentuh dasar (wiresounder). Tentu dengan teknik ini banyak kekurangan dan kelemahannya. Dengan cara ini pengukuran kedalaman laut memerlukan waktu lama, teknik ini baik digunakan untuk mengukur dasar laut dengan lereng-lereng yang curam.

Pengukuran kedalaman laut yang lebih cepat dapat menggunakan alat-alat pemancar gema suara (echosounder). Dengan teknik ini pengukuran dapat dilakukan dengan cepat, karena kecepatan merambat suara pada air rata-rata 1.600 meter per detik. Jarak waktu yang diperlukan untuk perambatan bolak-balik dapat diterjemahkan menjadi kedalaman laut ditempat itu. Dengan prinsip teknologi inilah pengetahuan tentang topografi dasar laut (peta batimetri) semakin disempurnakan.

#### **1. Bentuk-bentukan dasar laut**

Keadaan dasar laut seperti juga di daratan terdapat bentukan-bentukan dasar laut seperti pegunungan, gunung, lembah, parit, plato, dataran tinggi, dataran rendah, sedimentasi dan lain sebagainya.

- a. Trench atau trog. Trench yaitu dasar laut yang dalam, memanjang, sempit dengan lerengnya yang curam. Sedangkan trog yaitu dasar

laut yang dalam, memanjang, lebih lebar dari trench dan lerengnya tidak terlalu curam.

- b. Ridge yaitu penggungan/pegunungan dasar laut dengan puncaknya sempit dan lerengnya curam.
- c. Rise yaitu penggungan/pegunungan dasar laut dengan puncaknya luas dan lerengnya tidak securam ridge.
- d. Swell yaitu penggungan, kalau tidak panjang lereng tidak curam.
- e. Dremple atau ambang yaitu penggungan yang tidak begitu panjang dan tidak begitu tinggi. Dremple biasanya yang batasi laut pedalaman/laut tengah dengan laut lepas/samudera.
- f. Plateau dataran tinggi dasar laut dengan bagian puncaknya yang relative datar dan disebut juga mesas. Bagian atasnya masih lebih dalam dari 200 meter (shelf).
- g. Island Arc yaitu rangkaian pulau-pulau seperti rangkaian pulau-pulau di kepulauan Hawaii, kepulauan Marshall yang ada di Samudera Pasifik.
- h. Guyote yaitu gunung api dasar laut dengan puncaknya yang datar.
- i. Basin yaitu laut dalam yang berbentuk cekungan yang dasarnya relative datar.
- j. Deep yaitu cekungan dalam basin dengan lereng yang tidak terlalu curam.
- k. Sea mounts yaitu gunung yang terdapat di laut seperti gunung Krakatau.



- I. Coral reef (terumbu karang) yaitu semacam timbunan yang terdiri dari karang, biasanya ada yang memanjang yang disebut barrier reef (karang penghalang), membentuk pulau-pulau karang yang melingkar (atool). Coral reef merupakan ekosistem yang khas terdapat di daerah tropis.

### **2. Sedimentasi Dasar Laut**

Seluruh permukaan dasar laut ditutupi oleh partikel-partikel sediment yang telah diendapkan secara perlahan-lahan dalam jangka waktu berjuta-juta tahun. Ketebalan lapisan sediment yang terdapat dibanyak bagian laut berbeda-beda, dari sekitar 600 meter di samudera Pasifik, 500 – 1000 meter di samudera Atlantik, 4.000 meter di Arctic.

Sedimen terutama terdiri dari partikel-partikel yang berasal dari hasil pecahan-pecahan batuan dan potongan-potongan kulit (shell) serta sisa rangka dari organisma laut. Sebagian besar laut yang dalam ditutupi oleh jenis partikel-partikel yang berukuran kecil. Sedangkan pada laut-laut dangkal didominasi oleh jenis-jenis partikel yang berukuran besar. Untuk mengklasifikasikan sedimen laut berdasarkan sumbernya.

#### **1). Sedimen Lithogenous (Sedimen Terigin)**

Jenis sedimen ini berasal dari hasil pengikisan batuan di darat. Batuan beku atau batuan sediment telah mengalami proses desintegrasi (proses pecahnya batuan secara mekanis menjadi batuan yang lebih kecil), maupun proses decomposisi (proses perubahan susunan kimiawi dari batuan sehingga lapuk akibat pengerjaan air maupun udara). Partikel-partikel dari

hasil proses desintegrasi maupun proses decomposisi itu diangkut baik oleh air sungai, angin ke laut.

Contoh bahan sediment dari proses desintegrasi; mineral kwarsa, mica, feldspar, pyroxenes, ampobol dan mineral berat lainnya. Sedangkan dari hasil proses decomposisi; clay (lempung), hidroksida besi yang bebas, alumina, colloidal silica, dll.

Sedimen asal darat ini diendapkan di sekitar pantai, dimulai dari endapan yang kasar (pasir) kemudian diikuti oleh partikel-partikel halus. Kecepatan tenggelam partikel-partikel ini telah dihitung, dimana partikel pasir hanya memerlukan waktu sekitar 1,8 hari untuk tenggelam ke dasar laut yang kedalamannya 4.000 meter, sedangkan partikel lumpur sekitar 185 hari dan partikel liat 51 tahun.

Endapan lumpur dan tanah liat diangkut lebih jauh ke tengah laut dan kebanyakan akan mengendap pada daerah continental shelf. Partikel-partikel yang lebih halus diendapkan pada dasar laut yang dalam.

### **2) Sedimen Biogenous** (sisa-sisa organisma)

Sedimen laut yang banyak mengandung sisa-sisa organisma disebut lumpur organisma atau ooze/selut. Sedimen laut yang berasal dari organisma (binatang/ tumbuhan) ada yang mengandung kapur (tipe calcareous) dan silisium (tipe siliceous).

#### a). Tipe Calcareous (Ooze/Selut Gampingan)

(1). Golongan binatang yang mengandung kapur, terdiri dari:

- Globigerina Ooze (Selut/Lumpur globigerina) adalah lumpur dari organisma yang bersel tunggal yang dikenal sebagai foraminifera

dimana kulitnya mengandung kapur ( $\text{CaCO}_3$ ). Endapan ini membentuk ooze/selut yang menutupi 35 % dari endapan dasar laut yang banyak dijumpai di daerah tropis.

- Pteropod Ooze adalah golongan moluska yang bersifat sebagai plankton dengan tubuh yang mempunyai kulit (shell) yang mengandung kapur. Sedimen ini menutupi permukaan dasar laut sekitar 1 %.

Jadi binatang yang mengandung kapur dapat berupa binatang pelagis (plankton), tulang, gigi binatang/ikan, juga binatang benthis seperti foraminifera, corals, cacing, bryozoans, brachiopoda, moluska, echinoderms, anthropoda dan vertebrata.

### (2). Golongan Tumbuhan yang mengandung kapur

- Plankton yang bersel satu yang termasuk coccoliths, rhabdolith yang tersebar di laut-laut terbuka.
- Algae yaitu ganggang yang mengandung kapur, terutama hidup subur di perairan yang hangat, dangkal dan di laut-laut daerah lintang rendah. Algae membentuk coral reef (gosong karang), calcium carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ) sebagai hasil fotosintesis dari  $\text{CO}_2$ .

### b) Tipe Siliceous

- (1). Radiolaria Ooze adalah golongan protozoa bersel satu, menutupi 1 – 2 % dari permukaan dasar laut.
- (2). Diatom ooze adalah golongan tumbuhan yang bersel tunggal yang mempunyai kulit mengandung silica. Ooze yang terbentuk menutupi 9

% dari permukaan dasar laut dan banyak dijumpai di daerah yang lebih dingin dengan salinitas rendah seperti di Samudera Hindia bagian Selatan.

(3) Red Clay Ooze – Ooze ini mempunyai kandungan yang tinggi dan banyak dijumpai di bagian Timur Samudera Hindia.

### 3). **Sedimen Hydrogenous** (Hasil reaksi kimia dalam air laut)

a). Manganese nodules (bongkahan mangan) berasal dari endapan oksida dan hidroksida besi dan mangan.

b). Jenis logam-logam lainnya, seperti copper (tembaga), cobalt, nikel.

Proses terjadinya sangat lambat, untuk membuat sebuah nodul yang besar diperlukan berjuta-juta tahun dan akan berhenti setelah nodul-nodul terkubur di dalam sediment. Nodul-nodul ini banyak dijumpai di samudera Pasifik.

### 4). **Sedimen marin** yang bersumber dari **Vulkanisme** dan **sedimen ekstraterrestrial** (dari luar angkasa seperti meteorit, debu kosmos).

a). Sedimen asal vulkanisme (gunung api)

Bahan vulkanisme dapat dilihat dari sifat-sifat fisik maupun susunan kimiawinya. Contoh; pecahan lava, gelas vulkanik, batu apung, butiran mineral.

b). Sedimen ekstraterrestrial (sedimen berasal dari angkasa luar)

Benda-benda angkasa dengan berbagai ukuran yang jatuh ke bumi/ke laut setiap saat terus terjadi. Contoh endapannya; red clay

(lempung merah), lapisan magnetis hitam, kristal coklat, besi. Red clay banyak dijumpai pada samuderasamudera yang ada di bumi ini.

### 2.9.4 Rangkuman

Keadaan dasar laut seperti juga di daratan terdapat bentukan-bentukan dasar laut seperti pegunungan, gunung, lembah, parit, plato, dataran tinggi, dataran rendah, sedimentasi dan lain sebagainya.

- a. Trench atau trog. Trench yaitu dasar laut yang dalam, memanjang, sempit dengan lerengnya yang curam. Sedangkan trog yaitu dasar laut yang dalam, memanjang, lebih lebar dari trench dan lerengnya tidak terlalu curam.
- b. Ridge yaitu punggung/pegunungan dasar laut dengan puncaknya sempit dan lerengnya curam.
- c. Rise yaitu punggung/pegunungan dasar laut dengan puncaknya luas dan lerengnya tidak securam ridge.
- d. Swell yaitu punggung, kalau tidak panjang lereng tidak curam.
- e. Dremple atau ambang yaitu punggung yang tidak begitu panjang dan tidak begitu tinggi. Dremple biasanya yang batasi laut pedalaman/laut tengah dengan laut lepas/samudera.
- f. Plateau dataran tinggi dasar laut dengan bagian puncaknya yang relative datar dan disebut juga mesas. Bagian atasnya masih lebih dalam dari 200 meter (shelf).
- g. Island Arc yaitu rangkaian pulau-pulau seperti rangkaian pulau-pulau di Kepulauan Hawaii, Kepulauan Marshall yang ada di Samudera Pasifik.

- h. Guyote yaitu gunung api dasar laut dengan puncaknya yang datar.
- i. Basin yaitu laut dalam yang berbentuk cekungan yang dasarnya relatif datar.
- j. Deep yaitu cekungan dalam basin dengan lereng yang tidak terlalu curam.
- k. Sea mounts yaitu gunung yang terdapat di laut seperti Gunung Krakatau.
- l. Coral reef (terumbu karang) yaitu semacam timbunan yang terdiri dari karang, biasanya ada yang memanjang yang disebut barrier reef (karang penghalang), membentuk pulau-pulau karang yang melingkar (atool). Coral reef merupakan ekosistem yang khas terdapat di daerah tropis.

### **2.9.5 Penugasan**

- 1. Buatlah makalah mengenai massa daratan dan lautan, selanjutnya diskusikan dengan kelompok mengenai pokok bahasan (massa daratan dan lautan)!**

### **2.9.6 Tes Formatif**

1. Jelaskan teori terjadinya bumi !
2. Jelaskan teori terjadinya samudra !



### 2.10 Kegiatan Belajar X

2.10.1 Judul : Sifat Fisis dan Kimia Laut

2.10.2 Indikator : Ketepatan mengkaji sifat-sifat fisis dan kimia laut

2.9.3 Uraian Materi :

#### A. Sifat Fisis Air

Pengetahuan mengenai properti air memberikan gambaran tentang karakteristik dari lingkungan lautan (Supangat dan Susanna, 2008). Massa molekul air adalah 18. Perbandingan air dengan komponen hidrogen yang lain menunjukkan bahwa air seharusnya beku pada temperatur  $-100^{\circ}\text{C}$  dan mendidih pada temperatur  $-80^{\circ}\text{C}$ , tetapi kenyataannya adalah pada temperatur  $0^{\circ}\text{C}$  dan  $100^{\circ}\text{C}$  (contoh, metana dengan massa molekul 16 beku pada temperatur  $183^{\circ}\text{C}$  dan mendidih pada temperatur  $-162^{\circ}\text{C}$ ).

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  $4^{\circ}\text{C}$ . Sifat-sifat fisis Air disajikan dalam Tabel 2.9.1. 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  $105^{\circ}$ . Perbedaan elektrik antara atom oksigen dan hidrogen adalah atom hidrogen membawa muatan positif sementara atom oksigen membawa muatan negatif (Gambar 2.9.1). Oleh karena struktur kutub, molekul air mempunyai ketertarikan satu sama lain dan cenderung membentuk kelompok-kelompok yang diikat oleh ikatan intermolekul lemah yang disebut ikatan hidrogen.



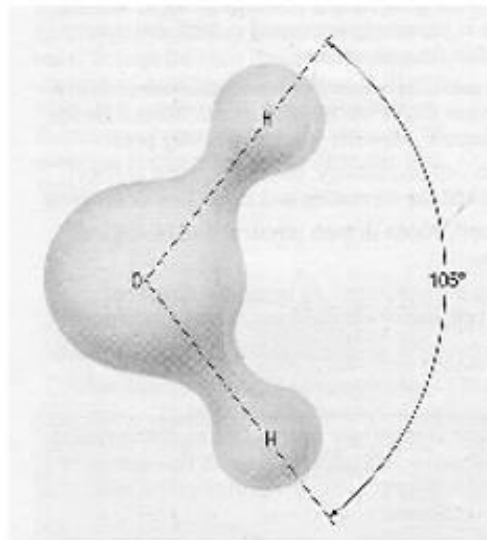
Dengan bertambahnya temperatur air tawar di atas 0 °C, energi molekul juga akan bertambah dan berlawanan dengan kecenderungan membentuk kelompok-kelompok parsial. Molekul secara individu dapat bersam lebih dekat mengisi ruang-ruang yang ada dan menambah densitas air. Walaupun demikian dengan bertambah tersebut, temperatur akan memberikan lebih banyak energi kepada molekul dan rerata jarak antaranya bertambah sehingga menyebabkan pengurangan densitas. Pada temperatur antara 0 °C dan 4 °C, pengaruh yang dominan adalah pada peningkatan temperatur termal. Kombinasi dua pengaruh berarti densitas air tawar adalah maksimal pada 4 °C (Tabel 2.10.2).

Tabel 2.10.1. Sifat Fisis Anomali Air

Properti	Perbandingan dengan zat lain	Hal yang penting dalam lingkungan fisik/biologi
Panas spesifik ( $=4,18 \times 10^3 \text{Jkg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )	Yang tertinggi dari semua padatan dan larutan kecuali larutan $\text{NH}_3$	Mencegah kisaran ekstrem; transfer panas oleh gerakan air sangat besar; cenderung mempertahankan temperatur tubuh yang seragam
Panas laten fusi ( $=3,33 \times 10^5 \text{Jkg}^{-1}$ )	Yang tertinggi kecuali $\text{NH}_3$	Penyerapan dan pengeluaran panas laten menghasilkan pengaruh termostatik besar pada titik beku
Panas laten penguapan ( $=2,25 \times 10^6 \text{Jkg}^{-1}$ )	Yang tertinggi dari semua zat	Penyerapan dan pengeluaran panas laten menghasilkan pengaruh termostatik besar pada titik didih; panas laten penguapan yang besar sangat penting dalam transfer panas dan air di atmosfer
Pengembangan termal	Temperatur densitas maksimum berkurang dengan bertambahnya salinitas; untuk air tawar adalah $4 \text{ } ^\circ\text{C}$	Air tawar dan air laut yang dicairkan mempunyai densitas maksimum pada temperatur di atas titik beku; densitas maksimum normal air laut adalah pada titik beku
Tegangan permukaan ( $=7,2 \times 10^{-8} \text{Nm}^{-1}$ )*	Yang tertinggi dari semua larutan	Penting dalam sel fisiologi; mengatur fenomena permukaan tertentu dan formasi dan sifat tetesan
kemampuan melarutkann	Umumnya, melarutkan lebih banyak zat dan dalam jumlah yang lebih banyak dari larutan lain	Terdapat implikasi yang jelas dalam fenomena fisik dan biologi
Dielektrik konstan** ( $=87$ pada $0 \text{ } ^\circ\text{C}$ , $80$ pada $20 \text{ } ^\circ\text{C}$ )	Air tawar adalah yang tertinggi kecuali $\text{H}_2\text{O}_2$ dan $\text{HCN}$	Penting dalam sifat zat inorganik terlarut karena menghasilkan disosiasi tinggi
Disosiasi elektrolitik	Sangat kecil	Zat netral tetapi mengandung ion-ion $\text{H}^+$ dan $\text{OH}^-$

Tabel 2.10.2. Densitas air tawar pada temperatur berbeda (Supangat dan Susanna, 2008).

Temperatur ( $^\circ\text{C}$ )	Kondisi	Densitas ( $\text{kg m}^{-3}$ )
-2	Padat	917,2
0	Padat	917,0
0	Larutan	999,8
4	Larutan	1000,0
10	Larutan	999,7



Gambar 2.10.1 Terpolarisasi secara listrik. Bagian oksigen membawa muatan negatif; hidrogen membawa muatan positif (The Open University, 1995).

### B. AIR LAUT (SALINITAS AIR LAUT)

Air adalah zat pelarut yang bersifat sangat berdaya guna, yang mampu melarutkan zat-zat lain dalam jumlah yang lebih besar dari pada zat cair lain. Sifat ini dapat dilihat dari banyaknya unsur-unsur pokok yang terdapat dalam air laut. Diperkirakan hampir sebesar 48.000 triliun ton garam yang larut dalam air laut. Garam-garaman tersebut terdiri dari sodium chlorida 38.000 triliun ton, sulphates 3.000 triliun ton, magnesium 1.600 triliun ton, potassium 480 triliun ton dan bromide 83 triliun ton. Clorida merupakan zat yang paling banyak terkandung dalam air laut. Sedangkan zat sodium (NaCl) atau garam dapur merupakan zat clorida yang persentasenya paling besar. Apabila dipersentasekan adalah sebagai berikut:

Tabel 2.10.3 Prosentase zat pada lautan

Menurut Clarke	Menurut Lyman dan
CaCl <sub>3</sub> = 0,34 %	NaCl = 68,1 %
NaCl = 77,70 %	MgCl = 14,4 %
MgCl <sub>2</sub> = 10,88 %	CaCl = 3,2 %
MgSO <sub>4</sub> = 4,74 %	KCl = 1,9 %
CaSO <sub>4</sub> = 3,60 %	NaCO <sub>4</sub> = 11,4 %
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = 2,64 %	NaHCO = 0,6 %
MgBr = 0,22 %	K Br = 0,3 %

Suluruh barang padat yang laut dalam air laut disebut garam-garaman. Konsentrasi rata-rata seluruh garam-garaman yang terdapat dalam air laut adalah salinitas. Salinitas adalah bilangan yang menunjukkan berapa gram garam-garaman yang larut dalam air laut tiap-tiap kilogram (gr/kg) biasanya dinyatakan dalam permil (‰). Konsentrasi rata-rata seluruh garam yang terdapat dalam air laut sebesar 3 % dari berat seluruhnya (berat air).

Pada laut-laut yang berhubungan biasanya perbedaan salinitas kecil, namun perbedaan tersebut akan nampak pada laut-laut tertentu yang terpisah dari laut lepas. Berikut ini faktor-faktor yang mempengaruhi besar-kecilnya salinitas air laut, yaitu :

- 1). Penguapan, penguapan makin besar maka salinitas makin tinggi, kebalikannya makin kecil penguapan maka salinitasnya makin rendah.
- 2). Curah hujan, makin banyak curah hujan maka salinitas makin rendah, kebalikannya makin kecil curah hujan maka salinitasnya makin tinggi.
- 3). Air sungai yang bermuara ke laut, makin banyak air sungai yang bermuara ke laut, maka salinitas air laut tersebut rendah.

- 4). Letak dan ukuran laut, laut-laut yang tidak berhubungan dengan laut lepas dan terdapat di daerah arid maka salinitasnya tinggi.
- 5). Arus laut, laut-laut yang dipengaruhi arus panas maka salinitasnya akan naik dan sebaliknya laut-laut yang dipengaruhi arus dingin maka salinitasnya akan turun (rendah).
- 6). Angin, kelembaban udara di atasnya, ini berhubungan dengan penguapan dan penguapan berhubungan dengan besar kecilnya salinitas air laut.

### **C. Penyebaran salinitas secara horizontal**

1. Daerah Ekuator; temperatur tinggi, penguapan tinggi, curah hujan banyak maka salinitasnya rendah (34 – 35 ‰).
2. Daerah lintang  $20^{\circ}$  –  $25^{\circ}$  LU/LS; penguapan tinggi, curah hujan kurang, maka salinitasnya tinggi (36 – 37 ‰).
3. Daerah lintang Sedang; penguapan kurang, kelembaban besar, maka salinitasnya rendah (33 – 35 ‰).
4. Daerah Kutub; temperature rendah, penguapan kecil, adanya pencairan es, maka salinitasnya rendah (32 – 34 ‰).

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

- Laut Merah, tidak terdapat sungai yang bermuara ke laut tersebut, curah hujan relatif kecil, maka salinitas air lautnya tinggi (40 – 41 ‰).
- Laut Tengah, banyak air sungai dari Laut Hitam, kemudian masuk ke laut Tengah, maka salinitas air lautnya tidak terlalu tinggi (37 – 39 ‰).

- Laut Mati, terletak di daerah Arid, lautnya sempit, tidak berpelepasan, sehingga salinitas air lautnya tinggi (250 – 400 ‰).
- Laut Hitam, penguapan kurang, banyak sungai yang bermuara, sehingga salinitasnya rendah (17 – 18 ‰).
- Laut Baltik, penguapan kurang, banyak sungai yang bermuara, pencairan es/salju maka salinitas air lautnya rendah (3 – 4 ‰).

### **D. Penyebaran Salinitas secara vertical**

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 kelembaban udara kecil, maka salinitas permukaan biasanya besar.
2. Makin ke bawah, salinitasnya semakin kecil, karena temperaturnya makin rendah. Pada kedalaman antara 800 – 1.200 meter biasanya salinitas paling kecil.
- 3). Lebih dari 1.200 meter, salinitas naik lagi sampai maksimum 34,9 ‰, karena tidak ada turbulensi lagi.

Catatan: Untuk daerah Ekuator (Tropik), salinitas terbesar bukan pada permukaan sebab banyak curahan, tetapi terdapat pada kedalaman 100 – 200 meter.

### **E. Hipotesis Tentang Asinnya Air Laut**

Ada dua hipotesis mengenai asinnya air laut, yaitu:

1. Garam-garaman yang sekarang larut dalam air laut, telah terjadi sejak permulaan terbentuknya lautan. Salinitas dahulu hampir sama dengan salinitas sekarang. Itu terbukti dari fosil organisma 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 batubatuan dikulit bumi dan dari pengangkutan mineral-mineral yang terbawa ke laut oleh sungai atau oleh air hujan yang mengalir di atas permukaan bumi. Jadi menurut hipotesis ini air laut yang mula-mula itu tawar.

Argumentasi dari ke dua hipotesis tersebut adalah:

Hipotesis yang pertama, bila garam-garaman di laut berasal dari sungai, tentunya komposisi garam-garaman yang ada di laut sama dengan yang ada pada air sungai. Kenyataannya tidak demikian (lihat table berikut ini)

Tabel 2.10.4 Komposisi garam-garaman air laut dan air sungai

Bahan-Bahan	Air Laut (%)	Air Sungai (%)
Chlorida	88,7	5,2
Sulfat	10,8	9,9
Carbonat	0,3	60,1
Bahan-bahan lainnya	0,2	24,8
J u m l a h	100	100

### G. Schatt (Escher)

Dari table di atas, terdapat perbedaan komposisi garam-garaman antara air laut dengan air sungai, terutama chlorida dan carbonat. Oleh karena itu hipotesis pertama menyangkal bahwa asinnya air laut bukan dari konsentrasi garam-garaman yang dibawa oleh air sungai.

Golongan hipotesis kedua menjawab bantahan dari hipotesis pertama sebagai berikut :

1. Sedikitnya kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) di laut, sedang yang diangkutnya dari sungai banyak (60,1 %), karena  $\text{CaCO}_3$  di laut digunakan oleh binatang-binatang laut sebagai bahan rangkanya seperti kerang-kerangan, sifut, foraminifera, koral reef dsb.
2. Susunan Chlorida ( $\text{NaCl}$ ) di laut sukar bersenyawa dengan organisma lain. Sedang sedikitnya Chlorida karena:

- Batuan kontinen terdiri dari batuan yang pernah luluh (terlarut)
- $\text{NaCl}$  dan susunan chloride lainnya terikat pada tumbuh-tumbuhan.

Selain dari itu banyaknya Chlorida dan sedikitnya kalsium karbonat di laut, karena adanya perubahan-perubahan laut sepanjang masa, yaitu pemunduran (regresi/ingresi) dan perluasan laut ke darat (transgresi).

### 2.10.4 Rangkuman

Faktor-faktor yang mempengaruhi besar-kecilnya salinitas air laut, yaitu Penguapan, penguapan makin besar maka salinitas makin tinggi, kebalikannya makin kecil penguapan maka salinitasnya makin rendah.

1. Curah hujan, makin banyak curah hujan maka salinitas makin rendah, kebalikannya makin kecil curah hujan maka salinitasnya makin tinggi.
2. Air sungai yang bermuara ke laut, makin banyak air sungai yang bermuara ke laut, maka salinitas air laut tersebut rendah.
3. Letak dan ukuran laut, laut-laut yang tidak berhubungan dengan laut lepas dan terdapat di daerah arid maka salinitasnya tinggi.



4. Arus laut, laut-laut yang dipengaruhi arus panas maka salinitasnya akan naik dan sebaliknya laut-laut yang dipengaruhi arus dingin maka salinitasnya akan turun (rendah).
5. Angin, kelembaban udara di atasnya, ini berhubungan dengan penguapan dan penguapan berhubungan dengan besar kecilnya salinitas air laut.

### **2.10.5 Penugasan**

1. Buatlah laporan berkelompok hasil praktek sifat fisis dan kimia laut !

Laporan praktek minimal 30 lembar !

### **2.10.6 Tes Formatif**

1. Jelaskan faktor –faktor yang mempengaruhi salinitas air laut!

### 2.11 Kegiatan Belajar XI

- 2.11.1 Judul : Gelombang, Arus dan pasang Surut  
2.11.1 Indikator : Ketepatan mengkaji Gelombang, arus dan pasang surut  
2.11.2 Uraian Materi :

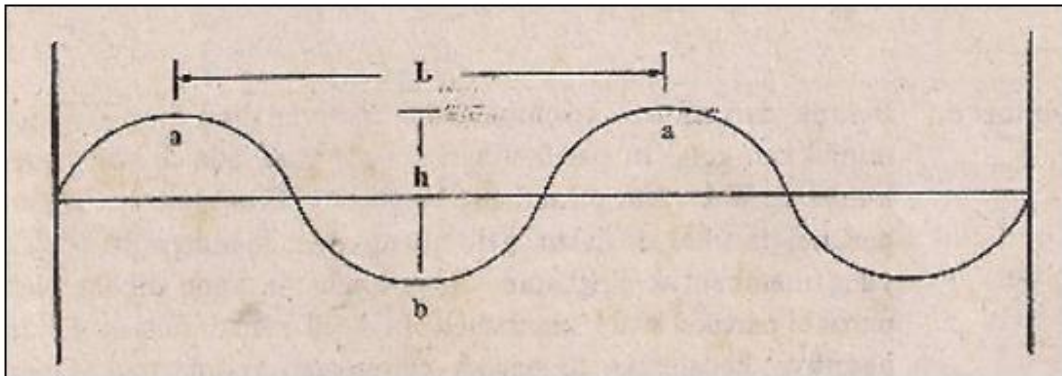
#### A. Gelombang (*Wave*)

Gelombang laut merupakan perpindahan energi yang ditandai dengan adanya fenomena naik turunnya air laut dengan periode dan panjang gelombang tertentu. Perpindahan energi yang ada di laut diakibatkan oleh beberapa faktor dan adanya proses perpindahan energi dari faktor yang berbeda maka gelombang yang terjadi di laut dapat dibagi menjadi beberapa jenis.

##### 1. Pengertian dan Susunan Gelombang

Gelombang laut dapat ditinjau sebagai deretan pulsa-pulsa yang berurutan yang terlihat sebagai perubahan ketinggian permukaan air laut, yaitu dari elevasi maksimum (puncak) ke elevasi minimum (lembah).

Gelombang yang kita amati di laut biasanya memiliki pola yang rumit. Untuk menerangkan secara teoritis proses terjadinya gelombang biasanya digunakan model yang sederhana yang penampilannya menunjukkan adanya puncak dan lembah seperti pada Gambar 2.11.1



Gambar 2.11.1 Bentuk dari suatu gelombang ideal yang menunjukkan bagianbagian: puncak gelombang (a); lembah gelombang (b); panjang gelombang (L); tinggi gelombang (h). (Weihaupt, 1979).

Berdasarkan Gambar 2.11.1 memberi penjelasan tentang istilah-istilah dan bagian-bagian dari gelombang seperti: Crest, Trough, Wave height (tinggi gelombang), Wavelength (panjang gelombang), wave period (periode gelombang), wave steepness (kemiringan gelombang).

- a. Crest : Titik tertinggi (puncak) gelombang
- b. Trough: Titik terendah (lembah) gelombang
- c. Tinggi gelombang (wave height): Jarak vertikal antara crest dan trough
- d. Panjang gelombang (wavelength): jarak berturut-turut antara dua buah crest atau dua buah trough. Panjang gelombang (L) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$L = \frac{g T^2}{2\pi}$$

Dimana:

g = percepatan gravitasi bumi dan

T = periode gelombang.

- Periode gelombang (wave period): waktu yang dibutuhkan crest untuk kembali pada titik semula secara berturut-turut
- Kemiringan gelombang (wave steepness): Perbandingan antara panjang gelombang dengan tinggi gelombang
- Kecepatan gelombang: rasio panjang gelombang terhadap periode gelombang atau dituliskan dengan huruf C, dimana:

$$C = \frac{L}{T} \quad \text{atau} \quad C = 1,56 T$$

Dimana :

C = kecepatan gelombang,

L = panjang gelombang, dan

T = periode gelombang

Apabila kita melihat gelombang di lautan, kita mendapat suatu kesan seolah-olah gelombang ini bergerak secara horizontal dari satu tempat ke tempat yang lain, yang kenyataannya tidaklah demikian ini. Suatu gelombang membentuk suatu gerakan maju melintasi permukaan air, tetapi di sana sebenarnya hanya terjadi suatu gerakan kecil ke arah depan dari massa air itu sendiri. Hal ini akan lebih mudah dimengerti apabila kita melihat sepotong gabus atau benda benda mengapung lainnya diantara gelombang-gelombang di lautan bebas. Potongan gabus akan tampak timbul dan tenggelam sesuai dengan gerakan berturut turut dari puncak (crest) dan lembah gelombang (trough) yang lebih atau kurang, tinggal pada tempat yang sama (Hutabarat dan Evans, 1985).

Gerakan individu partikel-partikel air dalam gelombang sama dengan gerakan potongan gabus, walaupun dari pengamatan yang lebih teliti menunjukkan bahwa ternyata gerakan ini lebih kompleks dari gerakan yang hanya sekedar naik dan turun saja. Gerakan ini adalah suatu gerakan yang membentuk sebuah lingkaran bulat.

Gabus atau partikel-partikel lain yang diangkut ke atas akan membentuk setengah lingkaran dan begitu sampai di tempat tertinggi ini merupakan crest (puncak gelombang). Kemudian benda benda ini akan dibawa ke bawah membentuk lingkaran penuh, melewati tempat yang paling bawah yang bernama trough (lembah gelombang). Di dalam satu gelombang gerakan partikel-partikel akan berkurang makin lama makin lambat sesuai dengan makin dalamnya suatu perairan yang mengakibatkan bentuk lingkaran juga makin lama menjadi makin kecil (Gambar 2.11.1)

Tabel 2.11.1 Jenis gelombang yang terjadi di laut

Jenis Gelombang	Periode	Penyebab
Pasang Surut	12-24 jam	Gravitasi Matahari & Bulan
Tsunami	10s- 3 jam	Gempa Bumi di Laut
Swell (Alun)	15-20 s	Angin Global
Windwaves (Ombak)	2-10 s	Angin
Capillary Waves	0.1 s	Tekanan Permukaan dan Gravitasi

Gelombang yang diakibatkan oleh angin merupakan salah satu dari sekian banyak gelombang yang terdapat dilautan. Gelombang yang diakibatkan oleh angin dibedakan menjadi 2 yaitu alun dan ombak. Pengertian ombak disini adalah gelombang yang dibangkitkan oleh angin pada saat diamati sedangkan alun adalah sistem gelombang laut yang telah

meninggalkan area pembangkitnya (angin). Ombak dan alun dapat dibedakan dari periode gelombang (waktu antara lintasan 2 puncak gelombang), alun akan mempunyai periode yang lebih panjang dibandingkan dengan ombak dan alun tampilannya akan cenderung lebih teratur karena spektrum energinya lebih sempit dan terkonsentrasi pada range frekuensi rendah yang sempit.

Proses pembentukan gelombang dipengaruhi oleh beberapa faktor yang saling berkerjasama menentukan ukuran dan bentuk gelombang:

- a) Kecepatan Angin: semakin kuat angin berhembus maka akan semakin besar energi yang ditimbulkan sehingga akan semakin tinggi gelombangnya.
- b) Panjang/jarak hembusan angin (fetch) : semakin besar fetch (jarak hembusan angin), maka semakin tinggi gelombang yang ditimbulkan.
- c) Waktu (lamanya) hembusan angin: semakin lama angin tersebut berhembus pada area tersebut maka semakin tinggi gelombang yang ditimbulkan.

Keberadaan gelombang akibat angin sangat memperengaruhi beragam kegiatan di laut, dan karena itu informasi tentang gelombang ini merupakan bagian penting dalam pelayanan informasi cuaca-laut baik untuk efisiensi maupun untuk keselamatan. Gelombang ini selalu hadir di laut dengan beragam ukuran/tinggi, periode maupun panjang gelombangnya yang menyebabkan permukaan laut nampak tidak beraturan (chaotic) terutama di daerah pertumbuhannya, sebagian gelombang ini dapat merambat ribuan kilometer sebelum sampai pecah di pantai. Gelombang

akibat angin dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis yaitu ripples, sea dan swell dengan ciri-ciri sebagai berikut :

- a) Ripples (gelombang-gelombang kecil) merupakan gelombang kapiler yang muncul ketika angin baru bertiup, segera mati jika angin berhenti bertiup. Gaya pengembali gelombang ini ada adalah tegangan permukaan (surface tension).
- b) Seas adalah gelombang-gelombang dengan ukuran yang lebih besar, gerakannya tidak teratur yang terbentuk akibat angin yang bertiup terus menerus. Gelombang ini cenderung bertahan lebih lama, meskipun angin sudah berhenti bertiup. Gaya pengembali yang memungkinkan gelombang ini bertahan adalah gravitasi.
- c) Swell adalah gelombang-gelombang (seas) yang merambat keluar dari daerah pertumbuhannya. Frekuensi dan arah rambatnya lebih stabil dari pada saat di daerah pertumbuhannya sehingga gerakannya nampak lebih teratur. Swell sering muncul akibat badai yang jaraknya ribuan kilometer dari pantai dimana swell tersebut pecah karena berinteraksi dengan dasar laut.



Gambar 2.11.2 Gelombang kecil-kecil.



Gambar 2.11.3 Gelombang di daerah pertumbuhannya .



Gambar 2.11.4 Gelombang yang telah keluar dari daerah pertumbuhannya.



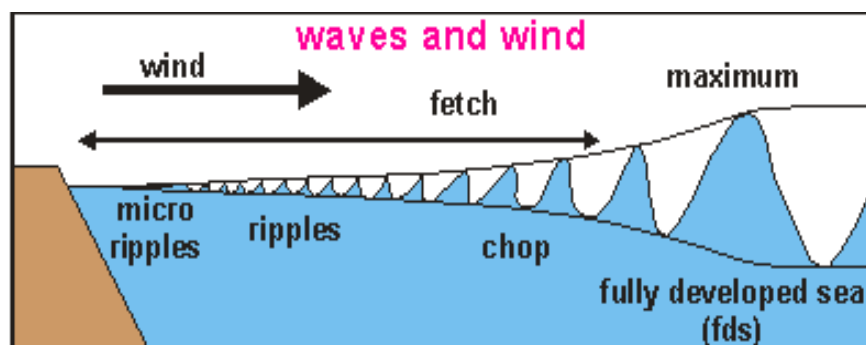
Gambar 2.11.5 Swell yang pecah akibat berinteraksi dengan dasar laut.

Secara sederhana dapat dijelaskan tahap pembentukan gelombang. Ketika laut dalam keadaan tenang dan kemudian angin bertiup secara terus-menerus dengan kecepatan (vector) tetap, tiga proses fisis yang berlangsung adalah sebagai berikut :

- 1) Turbulensi dalam angin menyebabkan fluktuasi acak di permukaan laut yang menghasilkan gelombang-gelombang kecil (ripples) dengan panjang gelombang beberapa sentimeter (Phillips, 1957)
- 2) Selanjutnya, tiupan angin yang terus menerus, menyebabkan gelombang kecil menjadi lebih besar. Pertumbuhan yang sebenarnya terjadi ketika gelombang semakin besar, meluasnya permukaan gelombang menyebabkan perbedaan tekanan yang besar menyebabkan ketidak stabilan dan suplay energi dari angin menjadi berlipat sehingga gelombang tumbuh secara eksponensial (Miles, 1959)
- 3) Akhirnya, gelombang-gelombang yang tumbuh saling berinteraksi untuk menghasilkan gelombang yang lebih panjang (Hasselmann, 1973).



Interaksi memindahkan energi dari gelombang-gelombang yang lebih pendek ke gelombang-gelombang yang frekuensinya sedikit lebih rendah. Proses transfer energi tersebut menyebabkan sebagian gelombang dapat merambat dengan kecepatan melebihi kecepatan angin yang bertiup, sehingga dapat keluar dari daerah pertumbuhannya.



Gambar 2.11.6 Proses Pembentukan gelombang disebabkan angin.

Sumber : BMKG, Maritim.Bitung,2017

Jika dasar gelombang tidak lagi mampu mendukung puncaknya gelombang akan pecah. Gelombang akan pecah jika kemiringan (perbandingan antara tinggi dan panjang gelombang) sangat besar. Pecahnya gelombang dapat terjadi jika gelombang merambat ke laut dangkal, atau dua sistem gelombang yang berbeda bergabung. Di laut dalam gelombang akan pecah jika kemiringannya mencapai 0,17 atau tingginya mencapai 0,17 kali panjang gelombangnya. Di laut dangkal Gelombang akan pecah jika tingginya melebihi 0,8 kali kedalaman air. Gelombang juga dapat pecah jika angin cukup kencang meniup puncak gelombang, dan pengurangan energi gelombang juga dapat terjadi jika gelombang dan angin

saling berlawanan arah, efek angin yang berlawanan arah hampir sebanding dengan efek angin pada pertumbuhan gelombang.

Pengamatan arah dan tinggi gelombang dapat dilakukan secara visual (pendekatan skala Beaufort) dan wave recorder. Pengamatan dengan alat berupa pelampung (buoy) yang dipasangkan Acoustic Wave Recorder merupakan jenis alat yang sangat umum digunakan untuk pengamatan gelombang laut, hanya saja keberadaan alat ini sering menarik perhatian masyarakat yang beraktifitas di laut dan tidak sedikit alat tersebut yang kemudian hilang. Melalui kegiatan ini juga diharapkan kita dapat memahami bersama bahwa keberadaan alat ini sangat penting untuk menunjang informasi gelombang yang lebih akurat.



Gambar 2.11.7 Wave Recorder jenis AWAC, 2,11.8 Buoy wave recorder.  
Sumber : BMKG, Maritim.Bitung.2017

Selain dengan alat pengamatan wave recorder pengamatan gelombang dapat dilakukan dengan visual (pendekatan skala Beaufort).

Skala Beaufort adalah sistem menaksir laporan kecepatan angin dan tinggi gelombang berdasarkan efek yang ditimbulkan dari kecepatan angin.

## METEOROLOGI DAN OSEANOGRAFI



**FORCE 0**  
( Ketinggian Gelombang Max 0 )  
Kecepatan angin 1 knot  
(Permukaan laut seperti kaca )



**FORCE 1**  
( Ketinggian Gelombang Max 0.1 m )  
Kecepatan angin 1 - 3 knot  
( Laut mulai berkerut, tanpa buih )



**FORCE 2**  
( Ketinggian Gelombang Max 0.3 m )  
Kecepatan angin 4 - 6 knot  
( Terlihat riuk kecil, buih belum terbentuk )



**FORCE 3**  
( Ketinggian Gelombang Max 1.0 m )  
Kecepatan angin 7 - 10 knot  
( Riuk membesar puncak mulai pecah, buih bening terbentuk, kadang terlihat garis-garis buih )



**FORCE 4**  
( Ketinggian Gelombang Max 1.5 m )  
Kecepatan angin 11 - 16 knot  
( Ombak kecil mulai memanjang, garis-garis buih mulai terbentuk )



**FORCE 5**  
( Ketinggian Gelombang Max 2.5 m )  
Kecepatan angin 17 - 21 knot  
( Ombak ukuran sedang, buih berarak arak )



**FORCE 6**  
( Ketinggian Gelombang Max 4.0 m )  
Kecepatan angin 22 - 27 knot  
( Ombak besar mulai terbentuk, buih tipis melebar dari puncaknya, kadang kadang muncul percikan )



**FORCE 7**  
( Ketinggian Gelombang Max 5.5 m )  
Kecepatan angin 28 - 33 knot  
( Laut mulai bergolak, buih putih mulai terbawa angin dan membentuk alur - alur sesuai arah angin )



**FORCE 8**  
( Ketinggian Gelombang Max 7.5 m )  
Kecepatan angin 34 - 40 knot  
( Gelombang agak tinggi dan lebih panjang, puncak gelombang yang pecah mulai bergulung, buih yang terbesar angin semakin jelas alur-alurnya )



**FORCE 9**  
( Ketinggian Gelombang Max 10.0 m )  
Kecepatan angin 41 - 47 knot  
( Gelombang tinggi terbentuk buih tebal berlajur-lajur, puncak gelombang roboh bergulung - gulung, percik-percik air mulai mengganggu penglihatan )



**FORCE 10**  
( Ketinggian Gelombang Max 4.0 m )  
Kecepatan angin 48 - 55 knot  
( Gelombang sangat tinggi dengan puncak memayungi, buih yang ditimbulkan membentuk tampal - tampal buih raksasa yang didorong angin seluruh permukaan laut memutih, gulungan ombak mulai dahsyat, penglihatan terganggu )



**FORCE 11**  
( Ketinggian Gelombang Max 4.0 m )  
Kecepatan angin 56 - 63 knot  
( Gelombang amat sangat tinggi (kapal-kapal kecil dan sedang terganggu pandangan karenanya), permukaan laut tertutup penuh tampal - tampal putih buih karena seluruh puncak gelombang menghamburkan buih yang terdorong angin, penglihatan terganggu )

Gambar 2.11.9 Skala Beaufort.

Sumber : BMKG, Maritim.Bitung.2017

Skala Beaufort di atas 4 sebaiknya diwaspadai atau dihindari bagi nelayan yang melakukan penangkapan ikan atau masyarakat yang melakukan aktivitas di laut.

### SKALA BEAUFORT 4

<b>Istilah</b>	Angin sedang (moderate breeze)	
<b>Kecepatan Angin</b>	Antara :	11 – 16 knots
	Rata-Rata :	13.5 knots
<b>Tinggi Gelombang</b>	Rata-Rata :	1.0 meter
	Tertinggi :	1.5 meter
<b>Permukaan laut</b>	Ombak kecil mulai memanjang; garis-garis buih sering terbentuk	
<b>Perairan dekat pantai</b>	Layar mengembang penuh; perahu melaju dengan kecepatan maksimum.	

### SKALA BEAUFORT 5

<b>Istilah</b>	Angin segar	
<b>Kecepatan Angin</b>	Antara :	17 – 21 knots
	Rata-Rata :	19 knots
<b>Tinggi Gelombang</b>	Rata-Rata :	2.0 meter
	Tertinggi :	2.5 meter
<b>Permukaan laut</b>	Ombak ukuran sedang; buih berarak-arak	
<b>Perairan dekat pantai</b>	Layar mulai dipendekkan.	

### SKALA BEAUFORT 6

<b>Istilah</b>	Angin kuat (strong breeze)	
<b>Kecepatan Angin</b>	Antara :	22 – 27 knots
	Rata-Rata :	24.5 knots
<b>Tinggi Gelombang</b>	Rata-Rata :	3.0 meter
	Tertinggi :	4.0 meter
<b>Permukaan laut</b>	Ombak besar mulai terbentuk; buih tipis melebar dari puncaknya, kadang-kadang timbul percikan	
<b>Perairan dekat pantai</b>	Perahu berlayar ganda perlu berhati-hati dalam perjalanannya.	

### SKALA BEAUFORT 7

<b>Istilah</b>	Angin ribut (near gale)	
<b>Kecepatan Angin</b>	Antara :	28 – 33 knots
	Rata-Rata :	30.5 knots
<b>Tinggi Gelombang</b>	Rata-Rata :	4.0 meter
	Tertinggi :	5.5 meter
<b>Permukaan laut</b>	Laut mulai bergolak, buih putih mulai terbawa angin dan membentuk alur-alur sesuai arah angin	
<b>Perairan dekat pantai</b>	Perahu layar tetap tinggal di pelabuhan dan yang terlanjur melaut harus turun jangkar.	

<b>SKALA BEAUFORT 8</b>		
<b>Istilah</b>	Angin ribut sedang (gale)	
<b>Kecepatan Angin</b>	Antara :	34 – 40 knots
	Rata-Rata :	37 knots
<b>Tinggi Gelombang</b>	Rata-Rata :	5.5 meter
	Tertinggi :	7.5 meter
<b>Permukaan laut</b>	Gelombang agak tinggi dan lebih panjang; puncak gelombang yang pecah mulai bergulung; buih yang terbesar angin semakin jelas alur-alurnya	
<b>Perairan dekat pantai</b>	Semua perahu layar merapat ke pelabuhan terdekat.	

Gambar 2.11.10 Skala Beaufort.

Sumber : BMKG, Maritim.Bitung.2017

Bentuk gelombang akan berubah dan akhirnya pecah (breaker) begitu sampai di pantai. Hal ini disebabkan karena gerakan melingkar dari partikel-partikel yang terletak paling bawah gelombang dipengaruhi oleh gesekan dari dasar laut yang dangkal.

Ada dua bentuk utama pecahnya gelombang, yaitu plunging breaker (ombak landai) dan spilling breaker (ombak terjun). Plunging breaker, pecahnya gelombang akibat dari bagian bawah gelombang bergesekan dengan dasar laut dangkal (pantai laut landai). Karena bagian bawah gelombang bergesekan dengan dasar laut, maka seolah-olah gerakan gelombang tersendat, akibatnya puncak gelombang bergerak mendahului dan pecah. Sedangkan spilling breaker terjadi apabila gelombang mendekati pantai yang curam. Gerakan gelombang tertahan oleh dinding pantai yang curam, akibatnya tinggi gelombang akan naik dan kemudian

meluncur ke arah dinding pantai. Gerakan air yang membentur dinding pantai mengakibatkan terjadi gelombang berdiri.

### **2. Tsunami**

Tsunami adalah istilah yang berasal dari bahasa Jepang yang kini telah menjadi istilah internasional untuk menyatakan gelombang besar yang luar biasa yang datang menyerang tiba-tiba, menghempas ke pantai dan menimbulkan malapetaka yang hebat. Istilah lain dari tsunami adalah tidal wave (gelombang pasang).

Gelombang besar yang ditimbulkan oleh tenaga yang tiba-tiba dilepaskan oleh gempa bumi dasar laut atau letusan gunung api yang berada di laut. Gelombang jenis ini mempunyai panjang gelombang yang sangat panjang sampai mencapai 200 kilometer dengan kecepatan sampai 800 kilometer per jam. Tinggi gelombang meningkat secara dramatis bila gelombang tersebut mendekati pantai yang membuat kekuatan merusaknya sangat besar dan menimbulkan kerusakan hebat di daerah pantai yang terkena tsunami tersebut.

Pada 27 Agustus 1883, tsunami yang ditimbulkan akibat letusan Gunung Krakatau di Selat Sunda mempunyai ketinggian gelombang 40 meter dan menyapu masuk sampai kepedalaman pantai Barat Jawa maupun pantai Selatan Sumatera sejauh 10 mil. Pada waktu kejadian ini merenggut lebih dari 36.000 orang meninggal. Pristiwa yang sangat dramatis menimpa sebuah kapal uap Berouw yang sedang berlabuh di Teluk Betung dilemparkan 3,3 kilometer dari tempatnya semula dan jatuh di lembah sungai Kuripan pada ketinggian 20 meter, 2,8 kilometer dari pantai.

Beberapa kasus tsunami lainnya yang terjadi di Indonesia, misalnya yang menimpa Mapaga (Sulawesi) yang terjadi pada tanggal 14 Agustus 1968, menewaskan 200 orang dan menghancurkan 790 rumah. Tsunami terjadi juga 23 Februari 1969 juga melanda pantai Sulawesi Barat, 19 Agustus 1877 melanda pantai selatan Sumba, 18 Juli 1979 melanda Lomblen (dekat Flores).

Tsunami yang besar juga terjadi di pantai Barat Aceh dan Nias, pada Desember 2004. Akibat gempa dasar laut dengan kekuatan 9,2 skala Richter mengakibatkan kerusakan yang sangat hebat, tidak kurang dari 150.000 orang meninggal. Dampak dari gempa yang menimbulkan tsunami tersebut tidak hanya menimbulkan kerusakan dan korban jiwa di Aceh dan Nias saja tetapi juga Myanmar, Sailand, India, dan Banglades. Setelah itu gempa juga melanda pantai selatan Jawa, dengan kerusakan terparah terjadi di Pengandaran dan sekitarnya, lebih dari 500 orang meninggal.

### **B. Arus Laut (*Current*)**

Arus merupakan gerakan massa air yang sangat luas yang terjadi pada seluruh lautan di dunia. Berdasarkan temperaturnya kita mengenal ada arus panas dan arus dingin. Arus panas adalah bila temperatur air pada arus tersebut lebih tinggi dari pada temperatur air laut yang didatanginya atau arus laut yang bergerak dari daerah lintang rendah (daerah Panas) ke daerah lintang tinggi (daerah dingin) Sedangkan arus dingin adalah bila temperatur arus itu lebih rendah dari temperatur air laut yang didatanginya atau arus yang bergerak dari daerah Dingin ke daerah Panas.



Jadi istilah panas dan dingin ini mempunyai arti yang relatif. Sebab kemungkinan arus dingin di suatu tempat, temperaturnya lebih tinggi dari pada arus panas ditempat lain, atau sebaliknya.

Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya arus adalah angin, perbedaan permukaan air laut (niveau), perbedaan temperatur, perbedaan salinitas dan kepadatan air, pasang naik-pasang surut (tide), bentuk pantai.

### 1. Arus laut yang disebabkan karena angin

Arus yang disebabkan karena tiupan angin, merupakan arus permukaan yang disebut drift. Karena rotasi bumi dan bentuk bumi yang bulat, arah arus biasanya menyimpang kearah kanan untuk belahan Bumi Utara dan kekiri untuk belahan Bumi Selatan. Arah arus membentuk sudut  $45^{\circ}$  dengan arah angin yang mendorongnya, misalnya arus Ekuator Utara yang arahnya Timur – Barat akibat dorongan angin Pasat Timur Laut, juga arus Ekuator Selatan, akibat tiupan angin Pasat Tenggara.

Di daerah iklim Sedang belahan Bumi Utara ada arus-arus yang disebabkan oleh angin Barat Daya. Begitu juga di daerah iklim Sedang di belahan Bumi Selatan ada arus arus yang disebabkan karena angin Barat Laut. Arus circumpolar (arus hembusan angin Barat) merupakan arus laut yang mengelilingi bumi disebabkan karena hembusan angin Barat Laut tersebut.

Di laut-laut Indonesia arus laut terjadi karena tiupan angin musim yang dalam setahun terjadi dua kali pembalikan arah yaitu angin Musim Barat dan angin Musim Timur.

### 2. Arus yang disebabkan karena neveau air laut

Arus laut yang disebabkan karena neveau (tinggi rendahnya permukaan air laut) contohnya arus kompensasi/ arus balik atau disebut juga arus sungsang (di Ekuator), arus California, arus Canari, arus Benguella, arus Peru.

Arus yang terjadi karena perbedaan neveau selain karena angin juga bisa disebabkan karena perbedaan curah hujan, dan penguapan antara lautan dengan laut pedalaman, misalnya arus dari Samudera Atlantik ke laut Tengah, dari Samudera India ke Laut Merah.

### 3. Arus yang disebabkan karena perbedaan temperatur, salinitas dan kepadatan air.

Perbedaan temperatur menyebabkan perbedaan kepadatan air, yang menyebabkan pula perbedaan salinitas. Selain menyebabkan terjadinya arus, air yang lebih padat dan besar salinitasnya akan turun dan mengalir dibagian bawah sebagai arus bawah. Sebaliknya air yang ringan dan kurang padat akan muncul dan bergerak dibagian permukaan sebagai arus permukaan.

Dari daerah kutub arus bawah mengalir ke daerah Ekuator, sebaliknya dari daerah Ekuator arus permukaan mengalir ke daerah kutub, sehingga terjadi keseimbangan hydrostatis yang menyebabkan kepadatan dan temperatur air hampir sama untuk seluruh perairan.

Arus permukaan yang ada di berbagai samudera:

### 1). Arus laut di Samudera Pasifik

- Dibelahan Utara: Arus Ekuator Utara, arus Balik Ekuator, arus Kuro Syiwo, arus oya Syiwo, arus California.
- Dibelahan Selatan: Arus Ekuator Selatan, arus Balik Ekuator, Arus Australia Timur, arus Cirkum Polar (arus hembusan angin Barat), arus Peru (arus Humboldt).

### 2). Arus di Samudera Atlantik

- Dibelahan Utara: Arus Ekuator Utara, arus Balik Ekuator, arus Caribia, arus Antilen, arus Gulfstream, arus Atlantik Utara, arus Labrador, arus Greenland Timur, arus Canari.
- Dibelahan Selatan: Arus Ekuator Selatan, arus Brazilia, arus Falkland, arus Cirkum Polar, arus Benguella.

### 3). Arus di Samudera Hindia

- Dibelahan Utara: Karena dibelahan Utara lautannya tidak terlalu luas, maka tidak ada arus Ekuator Utara. Di daerah ini angin Pasat dipengaruhi oleh angin musim, yaitu angin musim Timur Laut dan angin musin Barat Daya. Oleh karena itu terdapat arus musim Timur Laut dan arus musim Barat Daya di Teluk Benggala dan di laut Arab.
- Dibelahan Selatan: Arus Ekuator Selatan, arus Agulhas, arus Maskarena, arus Cirkum Polar, arus Australia Barat.

### C. Penyimpangan Arah Arus Laut

Penyimpangan arah arus laut dapat terjadi baik secara horizontal maupun vertikal. Sama halnya dengan penyimpangan arah angin, secara horizontal dibelahan bumi Utara arus laut menyimpang ke kanan dan dibelahan Selatan arus laut menyimpang ke kiri. Gaya coriolis mempengaruhi aliran massa air, dimana gaya ini akan membelokkan dari arah yang lurus. Gaya ini timbul akibat akibat dari perputaran bumi pada porosnya (rotasi bumi). Gaya inilah yang menghasilkan adanya aliran gyre yang mengarah seperti gerakan jarum jam (ke kanan) pada belahan Bumi Utara dan mengarah ke kiri pada belahan Bumi Selatan.

Gaya Coriolis juga yang menyebabkan timbulnya perubahan arah arus yang kompleks susunannya yang terjadi sesuai dengan makin dalamnya laut. Gerakan angin yang berpengaruh terhadap gerakan arus permukaan membentuk sudut sebesar  $45^{\circ}$  dan mempunyai kecepatan 2 % dari kecepatan angin itu sendiri. Bila angin bertiup dengan kecepatan 10 meter tiap detik maka dapat menimbulkan arus permukaan yang berkecepatan 20 cm tiap detik. Kecepatan arus ini akan berkurang sesuai dengan makin bertambahnya kedalaman laut dan pada kedalaman 200 meter gerakan angin tidak lagi berpengaruh terhadap gerakan arus. Pada waktu kecepatan arus berkurang, maka tingkat perubahan arah arus yang disebabkan karena gaya coriolis akan meningkat. Hasilnya adalah bahwa hanya terjadi sedikit pembelokan dari arah arus yang relatif cepat dipermukaan dan arah pembelokannya menjadi makin besar pada aliran arus yang kecepataannya yang menjadi semakin lambat di lapisan air yang

semakin dalam. Akibatnya akan timbul suatu aliran arus di mana makin dalam suatu perairan, arus yang terjadi akan semakin dibelokkan arahnya. Ekman telah menyelidiki adanya penyimpangan arah arus tersebut secara vertikal yang menyerupai spiral yang dikenal sebagai Spiral Ekman.

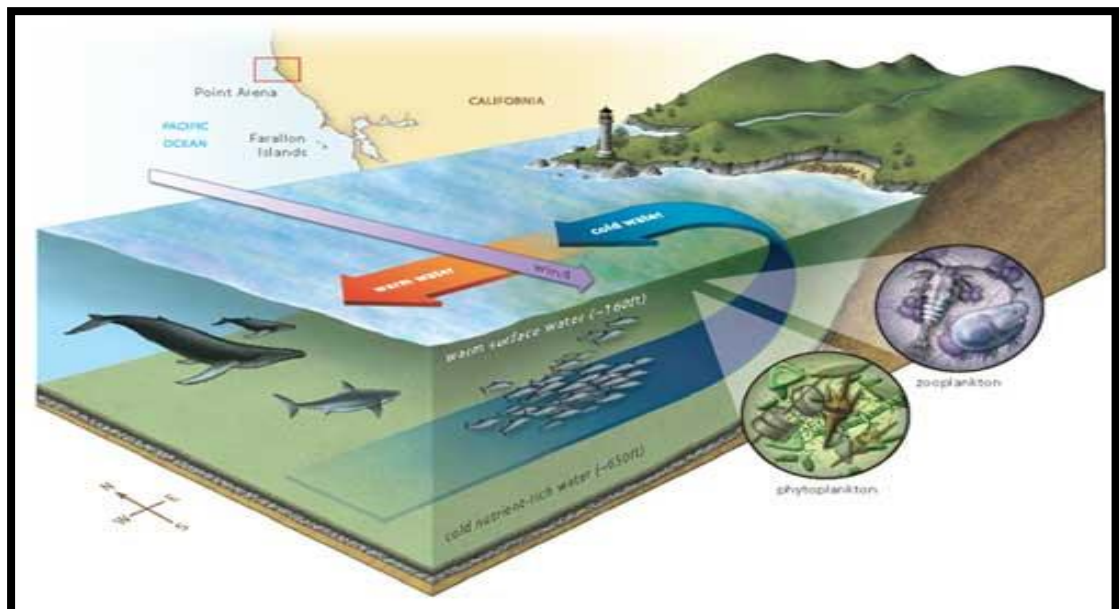
### ***D. Upwelling dan Sinking***

Upwelling adalah kenaikan massa air laut dari suatu lapisan dalam ke lapisan permukaan. Gerakan naik ini membawa serta air yang suhunya lebih dingin, salinitas tinggi, dan zat-zat hara yang kaya ke permukaan (Nontji, 1993). Menurut Barnes (1988), proses upwelling ini dapat terjadi dalam tiga bentuk yaitu:

1. Pertama, pada waktu arus dalam (deep current) bertemu dengan rintangan seperti mid-ocean ridge (suatu sistem ridge bagian tengah lautan) di mana arus tersebut dibelokkan ke atas dan selanjutnya air mengalir deras ke permukaan.
2. Kedua, ketika dua massa air bergerak berdampingan, misalnya saat massa air yang di utara di bawah pengaruh gaya coriolis dan massa air di selatan ekuator bergerak ke selatan di bawah pengaruh gaya coriolis juga, keadaan tersebut akan menimbulkan “ruang kosong” pada lapisan di bawahnya. Kedalaman di mana massa air itu naik tergantung pada jumlah massa air permukaan yang bergerak ke sisi ruang kosong tersebut dengan kecepatan arusnya. Hal ini terjadi karena adanya divergensi pada perairan laut tersebut.
3. Ketiga, upwelling dapat pula disebabkan oleh arus yang menjauhi pantai akibat tiupan angin darat yang terus-menerus selama beberapa

waktu. Arus ini membawa massa air permukaan pantai ke laut lepas yang mengakibatkan ruang kosong di daerah pantai yang kemudian diisi dengan massa air di bawahnya.

Meningkatnya produksi perikanan di suatu perairan dapat disebabkan karena terjadinya proses air naik (upwelling). Karena gerakan air naik ini membawa serta air yang suhunya lebih dingin, salinitas yang tinggi dan tak kalah pentingnya zat-zat hara yang kaya seperti fosfat dan nitrat naik ke permukaan.



Gambar 2.11.11 Skema Upwelling di Lautan.  
Sumber : BMKG .Maritim.Bitung,2017

Dibeberapa tempat, arus laut yang disebabkan karena angin dapat menyebabkan terjadinya arus vertikal baik arus yang naik (upwelling) maupun arus yang turun (sub welling atau sinking) Proses upwelling adalah suatu proses di mana massa air didorong ke arah atas

dari kedalaman sekitar 100 – 200 meter. Aliran air pada permukaan yang menjauhi pantai mengakibatkan massa air yang berasal dari lapisan dalam akan naik menggantikan kekosongan tempat itu. Massa air yang berasal dari lapisan dalam ini belum berhubungan dengan atmosfer oleh karena itu kandungannya rendah. Akan tetapi kaya akan larutan nutrient, seperti nitrat dan fosfat. Wilayah laut yang terdapat upwelling cenderung tumbuh subur fitoplankton. Air yang naik (upwelling) selain dapat terjadi di sekitar pantai yang berkaitan erat dengan tiupan angin ke arah laut atau sejajar dengan pantai, dapat juga terjadi di laut lepas terutama di tempat-tempat divergensi atau percabangan arus yang kuat, misalnya equator divergence.

Upwelling dapat dibedakan menjadi beberapa jenis/tipe, yaitu:

- (1). Stationary type (jenis tetap), yang terjadi sepanjang tahun meskipun intensitasnya bisa berubah-ubah. Disini akan berlangsung gerakan naik massa air dari lapisan bawah secara mantap dan setelah mencapai permukaan, massa air akan terus bergerak horizontal ke luar. Contohnya adalah upwelling yang terjadi di lepas pantai Peru.
- (2). Periodic type (jenis berkala), yang terjadi hanya pada satu musim saja. Selama air naik, massa air permukaan meninggalkan lokasi air naik, dan massa air yang lebih berat dari lapisan bawah bergerak ke atas mencapai permukaan. Contoh jenis ini adalah upwelling yang terjadi di selatan Jawa.
- (3). Alternating type (jenis silih berganti), yang terjadi silih bergantian dengan penenggelaman massa air (sinking). Dalam satu musim, air

ringan di lapisan permukaan bergerak ke luar dari lokasi terjadinya air naik dan air yang lebih berat dari lapisan bawah bergerak ke atas, sedangkan pada musim lainnya air permukaan bertumpuk dilapisan atas yang kemudian tenggelam. Contoh jenis ini adalah air naik dan tenggelam di laut Banda dan laut Arafura.

Apabila ada pertemuan antar massa air/ arus laut (convergence) maka air laut akan turun yang disebut sinking (subwelling current) , misalnya selain yang terjadi di laut Banda, laut Arafura juga terjadi sekitar Antark, di sekitar Arctic dan di daerah Subtropik seperti Antarctic convergence, Arctic convergen, Subtropical convergen.

### **E. Gerakan Air laut (Pasang Surut Air Laut /Tides)**

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 (sentrifugal) 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.

Dalam 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 muaramuara 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 dikebanyak 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.

### **F. Pasang surut yang terjadi di laut-laut Indonesia**

Dilihat dari gerakan muka lautnya, pasang surut di Indonesia dapat dibagi menjadi empat jenis, yakni diurnal tide (pasang surut harian tunggal), semidiurnal tide (pasang surut harian ganda), dan mixed tide (jenis campuran) yaitu mixed tide-prevailing semidiurnal (pasang surut campuran yang condong ke harian ganda) dan mixed tide – prevailing diurnal (pasang surut campuran yang condong ke harian tunggal).

Pada jenis pasang surut harian tunggal, terjadi satu kali pasang dan satu kali surut setiap hari, misalnya yang terdapat di perairan sekitar selat

Karimata. Pada jenis harian ganda, tiap hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut, misalnya terdapat di perairan Selat Malaka sampai ke laut Andaman. Pada pasang surut campuran yang condong ke harian ganda terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari, tetapi berbeda dalam tinggi dan waktunya, misalnya terdapat di perairan Indonesia bagian Timur. Sedangkan pada pasang surut campuran condong ke harian tunggal, tiap hari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut, tetapi kadang-kadang untuk sementara terjadi dua kali pasang dan dua kali surut yang sangat berbeda dalam tinggi dan waktunya, misalnya yang terdapat di pantai Selatan Kalimantan dan pantai Utara Jawa Barat.

### 1. Pasang Purnama dan 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  $90^{\circ}$  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.

Di lautan terbuka perbedaan pasang dengan surut air laut relative kecil, yaitu sekitar 1 meter. Sedangkan diperairan pantai terutama di teluk-teluk atau selat-selat yang sempit, muara sungai yang berbentuk corong, gerakan naik-turunnya permukaan air tinggi (10 – 18 m) sehingga dapat menimbulkan terjadinya arus pasang surut. Dimuara sungai dan di teluk-teluk yang sempit tingginya pasang naik ini karena seolah-olah air itu didorongkan kearah hulu sungai. Pasang yang demikian disebut Flood tide atau Bore (Inggris) atau Mascaret (Perancis).

Di sungai Peticodiac yang mengalir ke Teluk Fundy (Canada) ketinggian bore mencapai 3 meter dan kecepatan 11 – 12 km/jam. Di Sungai Tsientang (China) tingginya 7 – 8 meter dengan kecepatan 15 -16 km/jam. Di Sungai Amazon (Brazil) tingginya 5 – 6 meter yang mempengaruhi sungai tersebut sampai kepedalaman (300 km dari pantai). Pasang surut juga dapat dirasakan dan berpengaruh terhadap kota-kota yang dilalui sungai-sungai besar yang merupakan kota pelabuhan di Indonesia, seperti Palembang, Pontianak, Banjarmasin.

### 2.11.4 Rangkuman

Gelombang laut merupakan deretan pulsa-pulsa yang berurutan yang terlihat sebagai perubahan ketinggian permukaan air laut yaitu dari elevasi maksimum (puncak) ke elevasi minimum (lembah)

Istilah – istilah dan bagian – bagian dari gelombang sebagai berikut :

1. Crest: titik tertinggi (puncak gelombang)
2. Trough: titik terendah (lembah) gelombang
3. Tinggi gelombang (wave height) : jarak vertikal antara crest dan trough
4. Panjang gelombang (wavelength) jarak berturut-turut antara dua buah crest atau dua buah trough.

Arus merupakan gerakan massa air yang sangat luas yang terjadi pada seluruh lautan di dunia. Berdasarkan temperatur nya arus ada 2 jenis yaitu arus panas dan arus dingin. Arus dapat disebabkan :

1. Arus laut yang disebabkan karena angin
2. Arus yang disebabkan karena niveau (tinggi rendahnya permukaan air laut)
3. Arus yang disebabkan okarena perbedaan temperatur, salinitas, dan kepadatan air

Pasang surut disebabkan oleh :

1. Gaya tarik bulan dan gaya tarik matahari
2. Adanya gaya sentrifugal bumi

### 2.11.5 Penugasan

1. Buatlah laporan praktek tentang gelombang, arus, dan pasang surut, minimal 30 lembar ! (tugas individu)
2. Buat makalah tentang daerah – daerah upwelling dan sinking di Indonesia dan manfaatnya bagi perikanan! (tugas kelompok)

### 2.11.6 Tes Formatif

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan
  - a. Tinggi gelombang (wave height)
  - b. Panjang gelombang (wavelength)
  - c. Periode gelombang (wave period)
  - d. Kemiringan gelombang (wave steepness):
2. Jelaskan penyebab terjadinya gelombang!
3. Jelaskan pengertian arus dan penyebab arus !
4. Jelaskan pengertian pasang surut dan penyebab pasang surut !

### 2.12 Kegiatan Belajar XII

2.12.1 Judul : **Iklm di laut**

2.12.2 Indikator : **Keluasan dan Ketajaman dalam menjelaskan hubungan antara dan iklim di laut**

2.13.2 Uraian Materi :

#### A. Suhu dan Perpindahan Panas

Kemampuan daratan dalam menyimpan panas berbeda dengan air. Daratan akan lebih cepat bereaksi untuk menjadi panas ketika menerima radiasi dari pada lautan. Sebaliknya daratan akan lebih cepat pula menjadi dingin daripada lautan pada waktu tidak ada insolation. Akibatnya di daratan terdapat perbedaan suhu yang amat besar bila dibandingkan dengan yang terjadi di lautan. Kisaran suhu di lautan: -1,87 C s/d 42 C. Sementara di daratan: -68 C s/d 58 C.

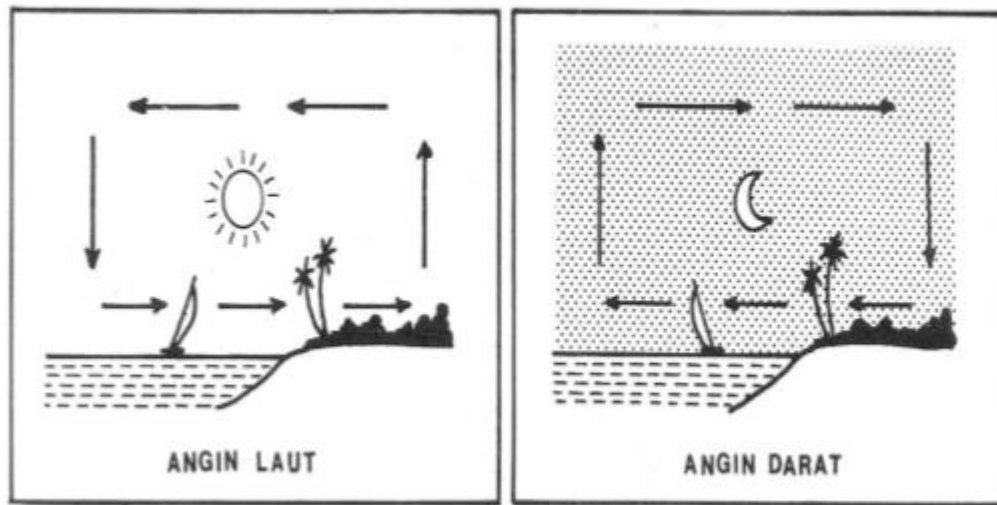
Panas yang dipindahkan dari laut ke daratan mempunyai pengaruh yang lunak terhadap iklim di daerah pantai. Sebagai contoh, terdapat perbedaan suhu yang besar yang terjadi di daerah antara Victoria yang terletak di Pantai Barat Canada dengan Winnipeg yang terletak di tengah-tengah daratan Amerika-Utara. Kedua tempat ini terletak pada kedudukan yang sama namun memiliki perbedaan suhu yang besar. Suhu maksimum rata-rata setiap tahun pada Januari adalah 35,6 OF di Victoria jika dibandingkan dengan di Winnipeg yang bersuhu - 8,1 OF. Perbedaan suhu ini timbul karena daerah daratan Victoria dipanasi pada waktu musim dingin oleh adanya angin dari laut yang ada di sekitarnya dan didinginkan pada waktu musim panas. Setelah Winnipeg yang terletak di tengah-tengah daratan, terlalu jauh untuk



dapat menerima pengaruh angin lunak yang berasal dari lautan ini, sehingga perbedaan suhu di daerah ini besar baik musim dingin maupun musim panas (Hutabarat dan Evans, 1985).

Angin laut dan angin darat Angin laut dan angin darat timbul karena adanya perbedaan pemanasan antara daratan dan lautan. Setiap pagi hari sinar matahari akan memanasi daratan jauh lebih cepat daripada lautan, sehingga udara di atas daratan menjadi lebih cepat panas.

Akibatnya tekanan udara di daratan menjadi lebih rendah dari lautan. Perbedaan ini akan mengakibatkan angin dari arah laut bergerak/bertiup ke daratan. Kejadian sebaliknya terjadi pada waktu malam hari, dimana daratan jauh lebih cepat menjadi dingin daripada lautan. Akibatnya udara di atas daratan menjadi lebih dingin dan tekanan udara menjadi lebih tinggi dari lautan. Perbedaan ini sekarang mengakibatkan angin bertiup dari arah daratan ke lautan (Gambar 2.12.1)



Gambar 2.12.1. Proses terjadinya Angin laut dan Angin darat.  
(Sumber, Nontji, 1987)

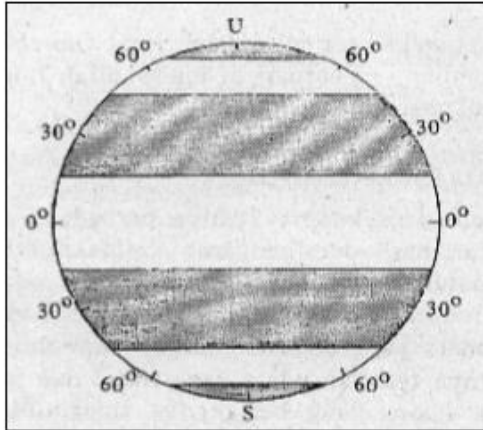
### B. Tekanan udara dan angin

Angin sangat menentukan terjadinya gelombang dan arus di permukaan laut, dan curah hujan dapat menentukan salinitas perairan. Angin disebabkan karena adanya perbedaan tekanan udara yg merupakan hasil dari pengaruh ketidakseimbangan pemanasan sinar matahari terhadap tempat tempat yg berbeda di permukaan bumi.

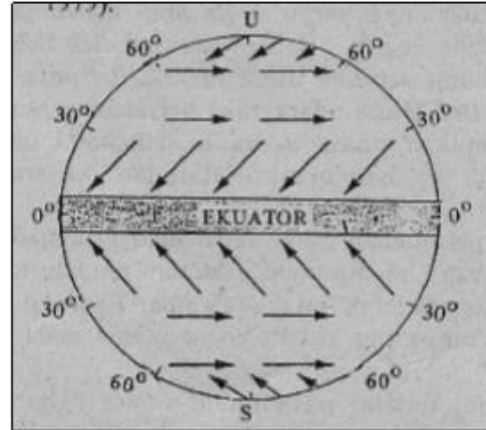
Seluruh permukaan bumi dapat dibagi menjadi beberapa daerah utama yang mempunyai tekanan rendah dan tinggi yg tergantung kepada letak lintang. Hal ini menyebabkan timbulnya tiga sistem angin utama.

1. Angin yg terletak pada lintang antara  $0^{\circ}$  dan  $30^{\circ}$  yg dikenal sebagai Trade Winds. Angin bertiup dari arah Timur ke Barat
2. Angin yg terletak pada lintang antara  $30^{\circ}$  dan  $60^{\circ}$  yg bertiup dari Barat ke Timur

3. Angin yg terletak di daerah kutub (antara  $60^{\circ}$  sampai ke kutub) yang umum bertiup dari arah Timur ke Barat



Gambar 2.12.2



Gambar 2.12.3

Gambar 2.12.2 Tekanan atmosfer dunia. Area bertekanan tinggi ditandai dengan titik-titik hitam.

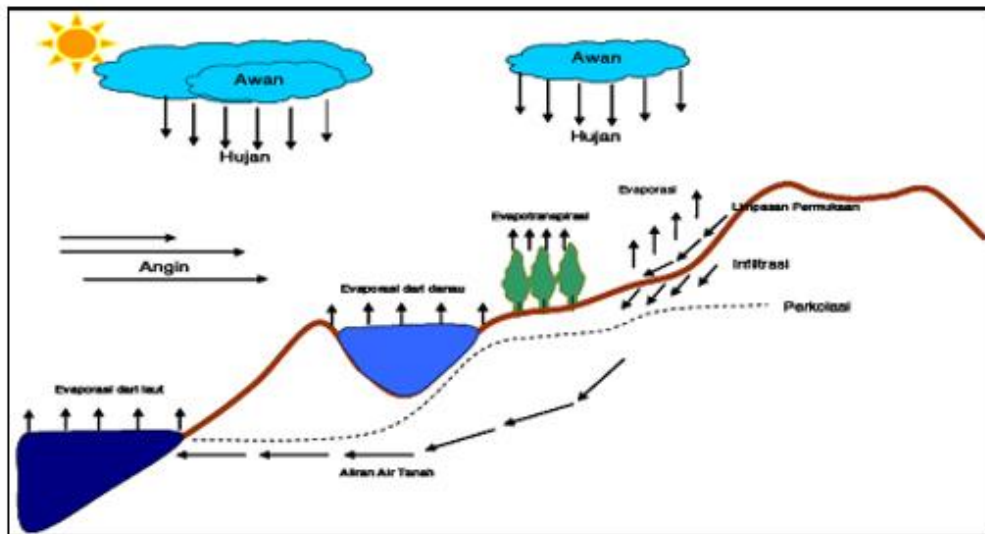
Gambar 2.12.3 Sistem angin utama dunia. Daerah tropik adalah daerah yang relatif tenang.

Pola angin yg sangat berperan di Indonesia adalah angin musim (monsoon). Angin musim ini bertiup secara mantap ke arah tertentu pada suatu periode sedangkan pada periode lainnya angin bertiup secara mantap pula dengan arah yg berlainan. Posisi Indonesia antara benua Asia dan Australia membuat kawasan ini paling ideal untuk berkembangnya angin musim. Musim Barat: Desember, Januari dan Pebruari  $\Rightarrow$  angin berhembus dari Asia menuju ke Australia  $\Rightarrow$  curah hujan tinggi. Musim Timur: Juni, Juli, Agustus  $\Rightarrow$  sebaliknya angin berhembus dari Australia menuju ke Asia  $\Rightarrow$  curah hujan rendah.

### C. Curah Hujan dan Siklus Air

Komposisi air di bumi: 97,3 % dari lautan, 2,7 % dari daerah daratan, dan 0,01 % berbentuk uap air. Walaupun jumlah air yang terdapat di atmosfer relatif kecil, mereka sangat penting artinya sebagai dasar dari terbentuknya hujan. Hilangnya air dari lautan oleh karena besarnya penguapan yg kemudian masuk ke dalam atmosfer selalu terjadi secara seimbang dengan besarnya curah hujan melalui suatu proses yang dikenal sebagai hydrologic cycle (siklus hidrologi). Siklus hidrologi adalah sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi.

Pada garis besarnya siklus hidrologi terjadi secara seimbang, tetapi kadang kadang terdapat juga adanya perbedaan yg begitu besar antara penguapan dan curah hujan yg terjadi pada beberapa tempat tertentu di dunia. Penguapan cenderung tinggi pada daerah daerah yang mempunyai suhu tinggi, angin kuat, dan kelembaban yang rendah daerah subtropik.



Gambar 2.12.4. Siklus hidrologi (Sumber: Soemarto, 1987).

Pemanasan air samudera oleh sinar matahari merupakan kunci proses siklus hidrologi tersebut dapat berjalan secara kontinu. Air berevaporasi, kemudian jatuh sebagai presipitasi dalam bentuk hujan, salju, hujan es dan salju, atau hujan gerimis. Pada perjalanan menuju bumi beberapa presipitasi dapat berevaporasi kembali ke atas atau langsung jatuh yang kemudian diintersepsi oleh tanaman sebelum mencapai tanah.

Setelah mencapai tanah, siklus hidrologi terus bergerak secara kontinu dalam tiga cara yang berbeda: Evaporasi,transpirasi,Infiltrasi ke dalam tanah, dan Air Permukaan.

- Evaporasi : Air yang ada di laut, di daratan, di sungai, di tanaman, dsb. kemudian akan menguap ke angkasa (atmosfer) dan kemudian akan menjadi awan. Pada keadaan jenuh uap air (awan) itu

akan menjadi bintik-bintik air yang selanjutnya akan turun (precipitation) dalam bentuk hujan, salju, es.

- Infiltrasi : Perkolasi ke dalam tanah - Air bergerak ke dalam tanah melalui celah-celah dan pori-pori tanah dan batuan menuju muka air tanah. Air dapat bergerak akibat aksi kapiler atau air dapat bergerak secara vertikal atau horizontal dibawah permukaan tanah hingga air tersebut memasuki kembali sistem air permukaan.
- Air Permukaan - Air bergerak diatas permukaan tanah dekat dengan aliran utama dan danau; makin landai lahan dan makin sedikit pori-pori tanah, maka aliran permukaan semakin besar. Aliran permukaan tanah dapat dilihat biasanya pada daerah urban. Sungai-sungai bergabung satu sama lain dan membentuk sungai utama yang membawa seluruh air permukaan disekitar daerah aliran sungai menuju laut.

### 1. Temperatur Air Laut

Temperatur air laut berkisar antara  $-2^{\circ}$  C sampai  $30^{\circ}$  C. Temperatur yang rendah biasanya terdapat pada laut-laut di sekitar kutub dan pada dasar laut dalam. Sedangkan temperatur air laut yang tinggi terdapat pada laut-laut di daerah Arid. Laut Merah dan selat Bab El Mandeb temperaturnya sekitar  $29^{\circ}$  –  $30^{\circ}$  C. Karena di dalam air laut bergerak baik secara horizontal maupun vertikal, maka temperatur air tersebut dibagi-bagi kebagian yang jauh/dalam. Juga panas selalu digunakan untuk penguapan.

#### a. Proses adiabat dalam air laut

Bila kita turunkan satu kolom (massa) air sampai kedalaman tertentu, karena tekanan air sekelilingnya lebih tinggi maka terjadi penyusutan

volume dan menyebabkan temperatur naik. Sebaliknya bila kita naikan air dari ke dalaman 1.000 meter ke permukaan, tekanan air sekelilingnya menurun maka terjadi pengembangan volume menyebabkan penurunan temperatur massa air yang dinaikan itu. Turun naiknya temperatur karena turun naiknya massa air, dalam kenyataannya sukar untuk dibuktikan karena selalu akan dipengaruhi oleh temperatur sekelilingnya. Dalam kenyataannya makin dalam air, temperaturnya makin rendah.

b. Temperatur insitu dan temperatur potensial

Temperatur insitu yaitu temperature pada tempat air itu terdapat. Dapat diukur dengan menggunakan termometer yang dapat dibalikan (termometer kantel).

Temperatur potensial yaitu temperatur yang telah diperhitungkan setelah turun naiknya temperatur akibat turun naiknya tempat air tersebut. Turun naiknya temperatur pada air tidak seberapa besar, yaitu tiap 1.000 meter hanya sekitar  $0,124^{\circ}\text{C}$  Misalnya salinitas air laut 34 ‰, pada kedalaman 1.000 meter temperaturnya  $10^{\circ}\text{C}$ . Bila dinaikkan ke permukaan, maka temperatur potensialnya  $10^{\circ} - 0,124^{\circ}\text{C} = 9,876^{\circ}\text{C}$ .

Sumber panas air laut adalah sinar matahari. Sinar matahari tersebut oleh air sebagian dipantulkan kembali ke atmosfer dan sebagian lagi diabsorpsi (diserap) oleh air. Besar kecilnya sinar yang dipantulkan tergantung pada letak lintang tempat/tinggi matahari. Makin kearah kutub (makin kecil kemiringan sudut sinar datang), maka sinar yang dipantulkan makin besar. Pada ketinggian matahari  $90^{\circ}$  (di Khatulistiwa) sinar yang dipantulkan sekitar 3 %, pada ketinggian

matahari  $40^{\circ}$  sinar yang dipantulkan 4 %, pada ketinggian matahari  $5^{\circ}$  sinar yang dipantulkan 40 %.

Panas yang diterima oleh air laut, sebagian dikembalikan lagi ke atmosfer baik dengan jalan konveksi (perambaran/pemindahan panas) dari air ke udara maupun dengan jalan evaporasi (penguapan). Karena gerakan air (turbulensi), panas yang diabsorpsi disebar luaskan ke berbagai arah baik secara horizontal maupun secara vertikal. Temperatur air laut makin dalam makin rendah. Di lautan terbuka temperatur air pada kedalaman 4.000 meter sekitar  $2^{\circ}\text{C}$ . Amplitudo harian pada laut terbuka kecil sekali, yaitu rata-rata antara  $0,2^{\circ} - 0,3^{\circ}\text{C}$ .

Pada malam hari karena bersentuhan dengan udara yang ada di atasnya, maka temperatur air dipermukaan terjadi pendinginan sehingga terjadi air di permukaan lebih dingin dari air yang ada di bawahnya. Air yang dingin berarti volumenya mengecil dan padat serta berat jenisnya naik (bertambah berat). Dengan demikian pada malam hari terjadi gerakan air vertikal. Air dari permukaan turun sedangkan air pada lapisan bawahnya yang lebih panas akan naik ke permukaan.

Akibat pemanasan dari matahari, ada perbedaan temperatur air laut dengan temperatur di daratan. Karena perbedaan temperatur ini menyebabkan terjadinya perbedaan tekanan udara yang menimbulkan terjadinya angin laut dan angin darat. Angin laut dan angin darat terjadi karena perbedaan pemanasan/pendinginan antara daratan dan lautan pada siang dan malam hari.



Pada siang hari permukaan daratan lebih cepat panas akan naik ke atas (tekanan minimum), sedangkan di laut temperaturnya lebih dingin (tekanan maksimum). Akibatnya terjadi gerakan angin dari laut ke daratan yang disebut angin laut. Sebaliknya pada malam hari daratan lebih cepat melepaskan panas dari pada di laut. Di darat tekanannya maksimum dan di laut tekanannya minimum. Oleh karena itu pada malam hari terjadi angin dari darat ke laut yang disebut angin darat.

d. Temperatur lautan dibelahan Bumi Utara dan dibelahan Bumi Selatan

Temperatur lautan dibelahan Bumi Selatan umumnya lebih rendah dari temperatur lautan dibelahan Bumi Utara, hal ini disebabkan karena:

- Lautan dibelahan Bumi Selatan lebih luas dari pada lautan dibelahan Bumi Utara. Laut di belahan Bumi Utara 60,7 % sedangkan dibelahan Bumi Selatan 80,9 %.
- Bagian lautan dibelahan Bumi Utara lebih luas terletak di daerah tropis, sedang lautan di belahan Bumi Selatan yang terletak di daerah tropis lebih sempit. Lautan di belahan Bumi Selatan yang luas berada pada daerah sedang. Bahkan pada lintang  $55^{\circ} - 65^{\circ}$  LS luas lautan melebihi 99 %.
- Lautan dibelahan Bumi Utara lebih banyak mendapat pengaruh arus panas dari pada lautan pada Bumi Selatan. Arus panas dibelahan Bumi Utara seperti arus Kuroshio (Pasifik Utara) dan arus Gulfstream (Atlantik Utara) pengaruhnya sangat luas terhadap temperatur lautan yang didatanginya. Dengan adanya arus panas tersebut, maka sepanjang pantai Eropa Barat sampai dengan pantai Barat Norwegia bebas dari pembekuan.

Temperatur di lautan yang terletak pada derajat yang sama hampir sama. Oleh karena itu garis-garis isotherm di atas lautan lebih sejajar dari pada garis-garis isotherm di atas daratan. Peralihan perubahan temperatur dari Ekuator ke arah Utara atau ke arah Selatan lebih teratur di atas lautan dari pada di atas daratan, kecuali daerah-daerah pengaruh arus. Arus dapat merubah garis-garis isotherm, misalnya arus Gulfstream bias menyebabkan garis-garis isotherm di lautan Atlantik sebelah Barat Eropah melengkung ke Utara. Sebaliknya arus Labrador di sebelah Timur Amerika Utara menyebabkan garis-garis isotherm melengkung ke Selatan.

### e. Temperatur Laut Pedalaman

Temperatur Laut Pedalaman tergantung kepada tinggi ambang yang memisahkan dengan lautan terbuka. Temperatur itu dari atas ke bawah mula-mula turun sampai pada niveau tertentu, kemudian relatif tetap sampai ke dasarnya. Air lautan terbuka hanya dapat mempengaruhi temperatur air laut Pedalaman sampai setinggi ambang. Sedangkan air yang ada di bawah puncak ambang tidak dapat masuk ke laut pedalaman. Sehingga air laut pedalaman temperaturnya yang sesuai dengan temperatur air laut terbuka setinggi ambang. Dengan mengukur temperatur air dasar laut Pedalaman, dapat diketahui berapa tinggi ambang. Temperatur air dasar laut Pedalaman sama dengan temperatur air laut terbuka setinggi ambang. Makin dalam ambang makin rendah temperatur minimumnya.

Selain dari itu temperatur minimum itu selalu lebih tinggi dari temperature potensial. Yaitu temperatur yang biasanya terjadi pada kedalaman tersebut bila tidak ada ambang. Ada kalanya air di bagian atas lebih dingin dari pada di bagian dasar. Jadi temperatur air terdingin biasanya tidak terdapat pada dasar laut, tetapi pada bagianbagian tertentu. Hal ini kemungkinan disebabkan karena adanya pemanasan dari kulit bumi itu sendiri.

### f. Penyebaran Temperatur Air Laut secara vertikal

Di dalam laut sama halnya dengan di atmosfer, yaitu terdapat lapisan-lapisan berdasarkan temperaturnya. Umumnya makin dalam laut, temperaturnya makin rendah. Amplitudo harian tidak berpengaruh pada bagian – bagian air yang dalam, misalnya amplitude pada kedalaman 50 meter hanya kira-kira 1/5 dari amplitude di permukaan. Jika amplitudo di permukaan  $5^{\circ}$  C, maka pada kedalaman 50 meter amplitudonya hanya  $1^{\circ}$  C.

Lapisan-lapisan kedalaman air laut berdasarkan kedalamannya :

- 0 - 100 meter, lapisan permukaan, banyak terjadi turbulensi karenanya sedikit sekali terjadi perbedaan temperature bersifat homogen
- 100 – 800 meter, terjadi penurunan temperatur yang cepat (sangat drastis). Lapisan ini disebut lapisan thermoklin. Salinitas air laut juga mengalami penurunan.
- 800 – 1.200 meter, terdapat minimum temperatur dan minimum salinitas.
- 1.200 – 3.000 meter, temperatur air laut terus turun. Pada beberapa tempat ada kenaikan temperatur sedikit.

- Bagian dasar laut, temperatur minimum.

Temperatur tertinggi bukan terdapat pada permukaan air laut, tetapi pada lapisan dengan kedalaman 1 meter, hal ini disebabkan karena:

- a). Di bagian atas terjadi pemancaran panas kembali ke atmosfer.
- b). Karena terjadi konveksi dengan udara, bila udara tersebut merupakan massa dingin.
- c). Di bagian permukaan terjadi penguapan (penguapan memerlukan panas).

Lapisan thermoklin, karena penurunan suhu yang sangat drastis maka seolah-olah lapisan ini terpisah dengan lapisan yang lainnya. Karena lapisan air yang ada di atasnya (lapisan permukaan) temperaturnya lebih tinggi maka kepadatan airnya lebih kecil dari lapisan thermoklin yang temperaturnya lebih dingin. Dengan kata lain lapisan air yang dalam dan dingin itu lebih padat dari pada air permukaan yang hangat. Sehingga terjadi perbedaan kepadatan yang dapat menyebabkan terjadinya pemantulan gema suara dari lapisan thermoklin ini.

Lapisan thermoklin, dapat memantulkan gema suara bila echosounder dibunyikan. Lapisan air yang dapat merefleksikan gema suara disebut deep scattering layer.

Deep scattering layer dapat terjadi juga pada sekelompok ikan, gerombolan udang-udang kecil atau juga berupa kumpulan larva-larva ikan. Deep scattering layer yang ditimbulkan karena sekelompok ikan yang

biasanya berkumpul pada tempat-tempat yang banyak bahan makanan terutama zooplankton. Sifat zooplankton ini biasanya bermigrasi secara vertical. Pada malam hari zooplankton bergerak ke permukaan, sedangkan pada siang hari bergerak turun. Karena bahan makanan ikan tersebut mengadakan migrasi vertikal maka sekelompok ikan itupun bergerak mengikuti gerakan zooplankton maka deep scattering layer itupun memperlihatkan gerakan sesuai dengan migrasi zooplankton harian.

### **D. Sinar dan Warna Air Laut**

Sinar matahari dapat menembus lapisan air laut bagian permukaannya saja. Makin dalam pengaruh sinar matahari semakin lemah, bahkan pada laut-laut dalam sinar matahari sudah tidak lagi berpengaruh sehingga laut menjadi gelap gulita.

Dilihat dari kondisi cahaya dalam laut secara vertical dapat diklasifikasikan ke dalam 3 zone, yaitu:

- a. Zone eufotik (0 – 150 m), terdapat pada permukaan sampai pada kedalaman dimana cahaya matahari memungkinkan berlangsungnya proses fotosintesis
- b. Zone disfotik (150 – 1000 m), berada di bawah zone eufotik, cahaya sudah terlampaui redup untuk memungkinkan terjadinya proses fotosintesis.
- c. Zone afotik (lebih dari 1000 m), zone yang paling bawah yang merupakan zone yang gelap gulita sepanjang masa.

Pada laut dalam yang gelap, sinar-sinar berasal dari binatang-binatang yang memancarkan sinarnya sendiri seperti jenis ubur-ubur, corals, ascidian, siphomorphorus, fishlet dan lain-lain

Dari kedalaman 300 meter photometer dapat menangkap sinar cahaya dari beberapa macam organisma yang menyinarkan cahayanya 200 – 1.000 kali lebih kuat dari pada cahaya umumnya. Beberapa jenis ikan laut dalam, kadang-kadang seluruh tubuhnya bercahaya, ada pula yang hanya menyinarkan cahayanya dari sisi badannya, dari atas kepalanya dan ada pula yang dari ekornya.

Energi sinar matahari yang masuk ke dalam air laut itu diabsorpsi, dihamburkan, dan sebagian diubah menjadi energi panas. Sinar matahari terdiri dari sinar yang tampak seperti sinar yang terurai pada rainbow (katumbiri), dan sinar-sinar yang tidak tampak oleh mata kita seperti sinar ultraviolet dan inframerah. Air laut mempunyai daya selektif untuk mengabsorpsi sinar matahari. Warna air laut tampak hijau kebirubiruan, hal ini disebabkan karena tiap lapisan air laut mempunyai daya seleksi absorpsi yang berbeda-beda terhadap setiap sinar cahaya matahari.

- Pada lapisan air permukaan (0 – 0,5 meter) air hanya mengabsorpsi sinar inframerah yang tidak nampak oleh mata kita, sehingga dipermukaan tampaknya putih.
- Sampai pada kedalaman 5 meter, sinar yang diabsorpsi mula-mula sinar hijau dan sinar kebiru-biruan.
- Pada kedalaman 50 meter, lapisan air itu mengabsorpsi sinar yang biru hijau yang menyebabkan warna air permukaan tampak biru.

Matahari menyinarakan energinya ke permukaan air laut, bila posisi matahari di zenith 98 % dari energinya mencapai permukaan laut dan diabsorpsi oleh air laut tersebut. Tetapi bila matahari ada  $10^{\circ}$  di atas horizon hanya 65 % energi matahari tersebut yang diabsorpsi oleh air laut sisanya direfleksikan oleh permukaan air laut ke atmosfer. Selain penyinaran secara langsung dari matahari air laut juga menerima cahaya difusi dari langit. Kira-kira 95 % dari energi juga masuk ke dalam air laut dan dapat mempengaruhi warna laut itu sendiri.

Faktor lain yang mempengaruhi warna air laut adalah;

- Warna hijau, karena air biru dengan dasar laut yang putih karena endapan kapur sehingga tampak hijau.
- Warna merah, bila pada laut tersebut tumbuh plankton algae merah misalnya yang terdapat pada laut Merah.
- Warna kuning, seperti yang terjadi di laut Kuning karena adanya lumpur tanah loss yang berwarna kuning yang berasal dari Gurun Gobi yang terbawa oleh Sungai Hoang Ho atau oleh angin ke laut tersebut.
- Mengandung humus (sisa tanaman) yang sangat pekat.

### 2.12.4 Rangkuman

Angin laut dan angin darat timbul karena adanya perbedaan antara daratan dan lautan. Setiap pagi sinar matahari akan memanasi daratan jauh lebih cepat daripada lautan, sehingga udara di atas daratan menjadi lebih cepat panas..Akibatnya tekanan udara di daratan menjadi lebih rendah dari lautan.

Perbedaan ini akan mengakibatkan angin dari arah laut bergerak/bertiup ke daratan. Kejadian ini sebaliknya terjadi pada waktu malam hari.

Angin laut yaitu angin yang bertiup dari laut ke daratan ini terjadi pada siang hari, sedangkan angin darat adalah angin yang bertiup dari daratan ke lautan hal ini terjadi pada malam hari.

### **2.12.5 Penugasan**

1. Buatlah soal sebanyak 50 nomor pilihan ganda tentang iklim dilaut

### **2.12.6 Tes Formatif**

1. Jelaskan proses terjadinya angin laut !
2. Jelaskan proses terjadinya angin darat !
3. Jelaskan dengan gambar proses pertukaran air diantara daratan, lautan, dan udara (siklus hidrologi) !





### 2.13 Kegiatan Belajar XIII

2.13.1 Judul : Organisme Laut

2.13.1 Indikator : Ketepatan mengkaji organisme perairan laut

2.14.2 Uraian Materi :

#### A. Organisme Laut

Lautan yang meliputi sekitar 71 % dari laus permukaan bumi merupakan suatu tempat/ruang hidup yang luas bagi organisma laut. Kepadatan dan viscositas air laut sesuai sebagai media untuk hidupnya berbagai organisma. Temperatur yang bervariasi antara  $-2^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $30^{\circ}\text{C}$  adalah suatu temperatur yang memungkinkan kehidupan berjenis-jenis mahluk. Lapisan air yang bersifat transparent (tembus cahaya) menyebabkan suburnya tumbuhan yang hijau (berklorofil). Demikian pula adanya zat asam ( $\text{O}_2$ ) pada lapisan tertentu serta adanya garam-garaman (mineral) mendorong kepada adanya mahluk hidup. Malah ada lapisan yang sedikit/tidak ada  $\text{O}_2$  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 organisma laut hanya dapat hidup pada lapisan/kedalaman tertentu saja yaitu stenobathic animal.

### **B. Laut sebagai ruang kehidupan (Bio Cycle) terdiri dari :**

1. Sistem Benthic: ruang kehidupan yang ada pada dasar laut, baik yang melekat, merayap maupun yang terdapat di dalamnya, terdiri dari :
  - a. Sistem Lithoral :
    - Eulithoral (daerah pasang naik – pasang surut).
    - Sublithoral (neritik) disebut juga continental shelf dengan kedalaman sampai dengan 200 meter
  - b. Sistem Laut Dalam :
    - Archibenthic (continental Slope) kedalaman antara 200 – 1.000 meter
    - Abysal benthic Zone laut dalam dengan kedalaman > 1.000 meter.
2. Sistem Pelagis, ruang kehidupan pada badan air (air laut), terdiri dari:
  - a. Neritic zone, ruang kehidupan pada lapisan atas/permukaan laut yang masih terpengaruh oleh sinar matahari.
  - b. Ocean zone, ruang kehidupan yang berada dibawah lapisan neritik dimana sinar matahari tidak lagi berpengaruh.

### **1. Sistem Benthic**

Organisma laut baik binatang maupun tumbuh-tumbuhan yang hidup pada ruang kehidupan dasar laut mulai dari daerah-daerah yang masih dipengaruhi oleh air pasang (daerah lithoral), continental shelf (sub lithoral)

sampai dengan yang tinggal di laut yang sangat dalam (daerah bathyal dan abyssal).

Penyebaran tumbuh-tumbuhan hijau dibatasi pada daerah lithoral dan sublithoral yang masih terdapat pengaruh sinar matahari yang cukup untuk dapat berlangsungnya proses fotosintesis.

Tiga macam grup tumbuh-tumbuhan yang terdapat di daerah ini :

- 1). Tumbuhan air yang bersel tunggal yang umumnya hidup di atas permukaan pasir dan lumpur.
- 2). Tumbuhan air yang menempel pada pantai yang berbatu seperti sea weed. Semua tumbuh-tumbuhan yang mengandung klorofil sehingga dapat berlangsung proses fotosintesis.
- 3). Beberapa macam tumbuhan yang berbunga (angiosperm) seperti rumput laut zosteria dan beberapa jenis tumbuhan yang hidup di rawa-rawa hutan mangrove.

Sedangkan jenis binatang pada system benthic adalah bermacam jenis invertebrata dengan ukuran sebesar protozoa sampai crustacea dan moluska dengan ukurannya diklasifikasikan sebagai berikut :

- Microfauna, binatang dengan ukuran  $< 0,1$  mm misalnya protozoa.
- Meiofauna, binatang dengan ukuran  $0,1-1,0$  mm misalnya protozoa yang berukuran besar, cnidaria, cacing-cacing yang berukuran kecil dan crustacea yang sangat kecil.
- Macrofauna, binatang yang berukuran  $>1,0$  mm termasuk echinodermata, crustacea, annelida, moluska, dan anggota beberapa phylum lainnya.

- Pengklasifikasian lain berdasarkan tempat hidupnya:
- Epifauna, semua binatang yang hidup diatas dasar laut. Contohnya adalah kepiting berdiri, siput laut, bintang laut dan sebagainya.
- Infauna, semua binatang yang hidup dengan cara menggali lubang pada dasar laut. Contohnya adalah cacing, tiram, makoma, remis.

Pada sistem laut dalam yaitu pada archibenthic (continental slope atau continental deep sea zone) daerah lereng yang mulai gelap. Sedangkan pada abysal benthic kondisinya lebih bersifat uniform (seragam) seperti temperatur, kegelapan, dan air stagnan.

Pada sistem laut dalam ini tumbuh-tumbuhan sudah tidak lagi dijumpai. Sedangkan binatang masih dapat dijumpai walaupun jenis dan jumlahnya sangat terbatas. Binatang yang hidup disini terutama jenis carnivora dengan makanan sudah sangat kurang utamanya sisa-sisa organisma.

## 2. Sistem Pelagis

Sistem pelagis merupakan ruang kehidupan baik bagi tumbuh-tumbuhan maupun binatang pada badan air laut itu sendiri, baik pada neritic zone maupun pada ocean zone.

### a. Zona Neritic

Ruang kehidupan pada air laut lapisan atas, sehingga sinar matahari yang sangat dibutuhkan untuk proses fotosintesis bagi tumbuh-tumbuhan masih berpengaruh. Begitu juga pada lapisan air bagian atas terutama di sekitar pantai bisa terjadi upwelling yang membawa nutrient seperti nitrat dan fosfor maka dapat menyuburkan tumbuhan diatom

yang merupakan makanan utama organisma laut lainnya. Oleh karena itu pada zona neritik lebih subur dari pada zona samudra (ocean zone).

Susunan kimia di daerah neritik lebih bervariasi dari pada di zona samudra. Salinitasnya berubah-ubah, sehingga dapat berpengaruh terhadap populasi euryhaline animal (binatang yang mempunyai toleransi terhadap perubahan kadar garam) lebih-lebih disekitar daerah estuaria (muara sungai).

### b. Zona Samudra (ocean zone)

Ruang kehidupan pada air laut yang berada dilapisan bawah dari zona neritic, pengaruh sinar matahari sudah semakin kecil, bahkan makin ke lapisan dalam tidak lagi berpengaruh. Pada zona ini kehidupan organisma laut semakin sedikit, bahkan tumbuh-tumbuhan sudah tidak lagi dijumpai. Organisma yang ada adalah binatang walaupun jenis maupun jumlahnya juga terbatas. Hal ini disebabkan karena bahan makanan yang berupa partikel-partikel dan sisa-sisa hancuran daratan lebih sedikit, bahan makanan terbatas pada sisa-sisa organisma yang mati atau kotoran binatang yang hidup pada lapisan atasnya. Organisma terbatas pada organisma carnivora.

Organisma pada system pelagis dikelompokkan kedalam dua kelompok utama, yaitu plankton dan nekton.

### E. Plankton

Plankton merupakan organisme laut yang berukuran kecil (mikroskopik) yang jumlahnya sangat banyak dan gerakannya dipengaruhi oleh gerakan air laut. Plankton terdiri dari golongan tumbuhan (fitoplankton) dan golongan binatang (zooplankton).

Fitoplankton merupakan tumbuh-tumbuhan air yang berukuran sangat kecil yang terdiri dari sejumlah klas yang berbeda. Fitoplankton mempunyai peran yang sangat penting dalam system rantai makanan. Fitoplankton berfungsi sebagai produsen utama (primary producer), karena kemampuan membentuk zat organik dari zat anorganik. Dalam rantai makanan, fitoplankton akan dimakan oleh hewan herbivor yang merupakan produsen sekunder (secondary producer). Produsen sekunder ini umumnya berupa zooplankton yang kemudian dimangsa pula oleh binatang karnivor yang lebih besar sebagai produsen tersier (tertiary producer). Demikianlah seterusnya rentetan karnivor memangsa karnivor lain hingga merupakan produsen keempat, kelima dan seterusnya. Ini merupakan tahapan-tahapan pada system rantai makanan (trophic level).

Fitoplankton tumbuh dan berkembang pada lapisan air laut bagian atas (zone neritic) yang dipengaruhi sinar matahari untuk proses fotosintesis. Fotosintesis adalah suatu proses permulaan yang dapat membuat atau mensintesa glucose (karbohidrat) dari ikatan-ikatan anorganik karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Kebanyakan tumbuh-tumbuhan kemudian mengubah glucose ini kedalam susunan karbohidrat yang lebih kompleks seperti tepung yang kemudian disimpan sebagai cadangan

makanan. Sinar matahari berfungsi sebagai energi untuk membantu berlangsungnya reaksi kimia yang terjadi dalam proses fotosintesis.

Selain fitoplankton, yang termasuk plankton juga adalah zooplankton. Zooplankton adalah kelompok yang terdiri dari berjenis-jenis binatang renik yang sangat banyak macamnya, seperti protozoa, coelenterate, moluska, annelida, crustacea. Ada jenis binatang yang seluruh daur hidupnya tetap sebagai plankton, disebut holoplankton. Ada pula yang hanya sebagian dari daur hidupnya sebagai plankton. Kehidupan sebagai plankton dijalannya hanya pada tahap awal, sebagai telur atau larva sedangkan setelah dewasa hidup sebagai nekton, disebut meroplankton contohnya kopepoda.

Di laut terbuka banyak zooplankton yang dapat melakukan gerakan naik – turun secara berkala atau dikenal sebagai migrasi vertical. Pada malam hari naik ke atas menuju permukaan sedangkan pada siang hari turun ke lapisan bawah.

### **F. Nekton**

Nekton yaitu binatang-binatang yang hidup di air laut secara aktif sehingga gerakannya kurang dipengaruhi oleh gerakan arus bahkan dapat menentang gerakan arah arus secara bebas serta migrasinya tergantung kepada kehendaknya. Ikan terutama sekali terdapat dalam jumlah yang banyak termasuk nekton.

Secara garis besar dibagi kedalam golongan yang bersifat pelagic species yaitu golongan ikan yang hidup diantara lapisan perairan bagian tengah sampai bagian atas dari lautan, dan golongan demersal species yang hidup pada atau di dasar lautan.



Semua ikan adalah predator. Golongan pelagik kebanyakan memakan plankton atau anggota nekton yang berukuran kecil, sedangkan golongan demersal memakan organisma-organisma yang hidup di dasar. Beberapa jenis ikan tertentu hidup didasar lautan yang dalam dan kebanyakan mempunyai organ dalam tubuhnya yang dapat mengeluarkan cahaya. Banyak diantara ikan-ikan yang hidup didaerah ini mempunyai rahang yang besar, bentuk tubuhnya yang ramping.

Ikan paus adalah anggota nekton yang mempunyai ukuran yang sangat besar, walaupun demikian kebanyakan pemakan plankton. Jenis ikan paus blue whales paling banyak memakan krill yaitu salah satu jenis krustasea yang berukuran kecil yang dikenal sebagai euphausiid. Jenis ikan paus lainnya sperm whales, dolphin, porpoise yang merupakan predator-predator yang aktif. Makanannya terdiri dari ikan dan cumi-cumi. Paus termasuk hewan mamalia (melahirkan dan menyusui anaknya) dan bernapas dengan paru-paru dan telah sepenuhnya menyesuaikan diri untuk hidup dalam air. Paus merupakan pengelana yang hebat, dapat menempun jarak lebih dari 20.000 km/tahun. Daerah penyebarannya antara lain dari Samudera Hindia, Samudera Pasifik, sampai ke perairan Antartika.

### **G. Ekosistem Terumbu karang**

Terumbu karang (coral reef) merupakan ekosistem yang khas terdapat dilaut-laut daerah tropis. Ekosistem ini mempunyai produktivitas organik yang sangat tinggi. Demikian pula keanekaragaman biota yang ada di dalamnya. Komponen biota terpenting disuatu terumbu karang ialah hewan karang batu (stony coral) yang krangkanya terbuat dari bahan kapur. Tetapi disamping itu

sangat banyak jenis biota lainnya yang hidupnya mempunyai kaitan erat dengan karang batu ini. Semuanya terjalin dalam hubungan fungsional yang harmonis dalam satu ekosistem terumbu karang.

Hewan karang batu umumnya merupakan koloni yang terdiri dari banyak individu berupa polip yang bentuk dasarnya seperti mangkok dengan tepian berumbai-rumbai (tentakel). Tiap polip tumbuh dan mengendapkan kapur yang membentuk kerangka. Polip ini akan memperbanyak dirinya secara vegetatif (dengan jalan pembelahan berulang kali) hingga satu koloni karang bisa terdiri dari ratusan ribu polip. Tetapi selain itu terdapat juga perbanyakannya secara generatif (pembuahan antara sel kelamin jantan dengan sel telur) yang menghasilkan larva yang disebut planula.

Di dalam jaringan polip karang, hidup berjuta-juta tumbuhan mikroskopis yang dikenal sebagai zooxanthella. Keduanya mempunyai hubungan simbiosis mutualistik (saling menguntungkan). Zooxanthella melalui proses fotosintesis membantu memberi suplai makanan dan oksigen bagi polip dan juga membantu proses pembentukan kerangka kapur. Sebaliknya polip menghasilkan sisa-sisa metabolisme berupa karbon dioksida, fosfat dan nitrogen yang digunakan oleh zooxanthella untuk fotosintesis dan pertumbuhannya.

Kebanyakan karang adalah Karnivora (pemakan daging), karang menangkap zooplankton dengan menggunakan tentakel yang mempunyai tangan-tangan dengan dilengkapi oleh sel-sel penyengat yang dikenal sebagai nematocyst.

Syarat Hidup dan Berkembangnya Terumbu Karang

- Cahaya, diperlukan untuk proses fotosintesis alga simbiotik (zooxanthella) yang produknya kemudian disumbangkan kepada hewan karang yang menjadi inangnya. Kedalaman laut maksimal 40 meter, lebih dari itu cahaya matahari sudah lemah.
- Suhu sekitar 25–30<sup>0</sup>C, terumbu karang tidak ditemukan di daerah Ughari (daerah Sedang), apalagi di daerah Dingin.
- Salinitas air laut sekitar 27–40 ‰, pada laut-laut dimana banyak sungai yang bermuara tidak dijumpai terumbu karang.
- Air lautnya jernih, pada laut-laut yang airnya banyak mengandung lumpur atau pasir maka hewan karang mengalami kesulitan untuk membersihkan diri.
- Arus diperlukan untuk mendatangkan makanan berupa plankton, juga untuk membersihkan diri dari endapan – endapan lumpur dan pasir dan untuk mensuplai oksigen dari laut lepas.
- Substrat yang keras dan bersih dari lumpur diperlukan untuk peletakan planula yang akan membentuk koloni baru.

Formasi terumbu karang pada umumnya dapat diklompokan atas fringing reef (terumbu karang pantai), barrier reef (terumbu karang penghalang) dan atol (pulau karang yang melingkar).

1. Fringing reef (terumbu karang pantai), terdapat di sepanjang pantai yang mempunyai kedalaman tidak lebih dari 40 meter. Pertumbuhan yang terbaik terdapat di daerah yang menerima pukulan ombak. Sebaran terumbu karang di Indonesia lihat peta !

2. Barrier reef (terumbu karang penghalang), berada jauh dari pantai dan dipisahkan oleh goba (lagoon) yang dalamnya sekitar 40 – 75 meter. Kedalaman maksimum dimana karang biasa hidup. Contoh terumbu karang penghalang yang terdapat di Indonesia adalah Terumbu Karang Penghalang Sunda Besar (Great Sunda Barrier Reef) yang terletak di selat Makasar di sebelah Tenggara Kalimantan, sepanjang tepian paparan Sunda dengan panjang sekitar 500 km. Umumnya berada sedikit di bawah permukaan laut. Terumbu karang yang sangat terkenal adalah the Great Barrier Reef terdapat di sebelah Timur Laut Australia dengan panjang sekitar 2.500 km.
3. Atol merupakan terumbu karang yang bentuknya melingkar seperti cincin, mengitarai goba yang dalamnya 40 – 100 meter. Atol yang terbesar di Indonesia adalah Atol Taka Bone Rate di laut Flores sebelah Tenggara pulau Selayar. Luas atol ini 2.220 km<sup>2</sup>, merupakan atol terbesar ke tiga di dunia setelah Atol Kwajalein (di Kep. Marshall Pasifik) seluas 2.850 km<sup>2</sup> dan Atol Suvadiva (di Kep. Maldives – Samudera Hindia) seluas 2.240 km<sup>2</sup>.

Menurut teori Darwin terbentuknya atol bermula dari terumbu karang pantai. Bersama dengan ambusnya gunung atau daratan asal maka terumbu karang pantai makin tumbuh keluar, hingga terbentuklah goba antara pantai dengan terumbu karang itu sendiri. Proses ambusnya gunung tersebut berjalan terus menerus dan sementara terumbu karang di bagian tepi mengimbangi terus dengan pertumbuhan ke atas hingga terbentuklah

atol. Teori ini dikenal sebagai teori amblasan (subsidence theory) yang merupakan salah satu dari beberapa teori terbentuknya atol.

Arti Pentingnya Terumbu karang bagi kehidupan manusia:

- Dari segi estetika terumbu karang yang masih utuh menampilkan pemandangan yang sangat indah. Taman-taman laut yang terkenal dan dapat dijadikan sebagai objek wisata terdapat di pantai-pantai yang mempunyai terumbu karang.
- Terumbu karang merupakan pelindung fisik terhadap pantai, bagaikan tembok yang kokoh dari terjangan ombak/gelombang laut. Apabila terumbu karang dirusak atau diambil karang serta pasirnya secara berlebihan maka pantai akan terus terkikis oleh pukulan ombak yang mengakibatkan terjadinya pergeseran pantai kearah daratan seperti yang banyak terjadi di beberapa daerah di Indonesia.
- Sebagai sumber daya hayati terumbu karang dapat pula menghasilkan berbagai produk yang mempunyai nilai ekonomis yang penting seperti berbagai jenis ikan karang, udang karang, alga, teripang, kerang mutiara dan sebagainya. Ikan dari terumbu karang dalam produksi perikanan kita antara lain ikan ekor kuning dan ikan pisang-pisang. Selain itu di terumbu karang hidup banyak jenis ikan (mencapai 253 jenis) yang warnanya indah dan mempunyai nilai yang tinggi sebagai ikan hias.

Melihat pentingnya terumbu karang baik sebagai ekosistem maupun sebagai sumber daya ekonomi maka perlu untuk menjaga kelestariannya. Salah satu ancaman terbesar yang sangat memprihatinkan adalah semakin

banyaknya dan semakin meluasnya penggunaan bahan peledak oleh oknum-oknum yang tidak bertanggung jawab yang bermaksud mencari ikan dengan cara mudah tetapi sangat merusak lingkungan. Demikian pula dampak negative yang dapat diakibatkan oleh penambangan karang dan pasir dari terumbu karang. Sekali terumbu karang menjadi hancur akan sangat lama untuk memulihkannya kembali.

Pertumbuhan karang batu sangat lambat, diperlukan waktu ribuan tahun. Dalam setahun pertumbuhan terumbu karang hanya beberapa centimeter saja. Oleh karena itu terumbu karang yang merupakan kekayaan alam yang banyak memberikan manfaat bagi kehidupan manusia, lebih-lebih bagi bangsa kita yang berada di daerah tropis ini, agar dapat menjaga dan menyelamatkannya dari kerusakan akibat orang-orang yang tidak bertanggung jawab.

### **H. Laut Indonesia (Letak, luas, batas-batas, keadaan biota, sumber daya laut/potensi, sumber daya pesisir)**

Posisi Indonesia yang berada di daerah tropis dalam posisi silang antara dua benua yaitu Asia dan Australia, dan dua samudera yaitu Samudera Pasifik dan Samudera Hindia. Oleh karena itu rangkaian pulau-pulau yang membentuk tanah air Indonesia disebut Nusantara yang berasal dari kata Nusa (pulau) dan Antara (diapit oleh dua benua dan dua samudera). Posisi silang ini menyebabkan menyebabkan kondisi laut di Indonesia sangat dipengaruhi oleh kondisi-kondisi yang berkembang di kedua benua dan di kedua samudera tersebut.

Perubahan musim serta tekanan udara di benua Asia dan benua Australia, menyebabkan angin musim (muson) di Indonesia yang selanjutnya

berpengaruh terhadap iklim musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Pola angin musim mempengaruhi arus air laut di perairan Indonesia. Pertukaran massa air antara ke dua samudera melewati banyak selat diantara pulau-pulau Nusantara. Beberapa jenis ikan ruaya (migratory) menggunakan selat-selat ini sebagai koridor yang harus dilewatinya dalam gerakan migrasi dari samudera Pasifik ke samudera Hindia dan sebaliknya.

Dasar laut-laut Indonesia menampilkan wujud yang sangat kompleks. Tidak ada negara lain yang mempunyai topografi dasar laut yang beragam seperti yang terdapat pada dasar laut-laut Indonesia. Hampir segala bentuk topografi dasar laut dapat dijumpai, seperti paparan yang dangkal, lereng yang curam dan landai, trench (palung laut) yang dalam, basin (lubuk laut), terumbu karang, gunung api bawah laut dan lain sebagainya.

### **1. Kekayaan Biota Laut Indonesia**

Kekayaan akan biota laut, baik jenis maupun jumlahnya sangat banyak baik yang bersifat nabati (tumbuh-tumbuhan) maupun hewani (binatang). Kelompok tumbuh-tumbuhan terdiri dari alga hijau (196 jenis), alga coklat (134 jenis), alga merah (452 jenis), mangrove (38 jenis) dan jenis-jenis lainnya. Begitu juga binatang, seperti binatang koralia (karang batu) lebih dari 70 marga, moluska (1.500 jenis), kerang (1.000 jenis), ikan (> 2.000 jenis) dan lain sebagainya. Untuk jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.13.1 : Perkiraan kekayaan biota laut di Indonesia dan sekitarnya

Kelompok Utama	Kelompok	Jumlah yang tercatat
Tumbuhan	Alga hijau	196 jenis
	Alga coklat	134 jenis
	Alga merah	452 jenis
	Lamun (sea grass)	13 jenis
	Pohon mangrove	38 jenis
Koralia	Karang batu	> 70 marga
Moluska	Siput (gastropoda)	1.500 jenis
	Kerang	1.000 jenis
Krustasea	Stomatopoda	90 jenis
	Ketam Portunid	124 jenis
Echinodermata	Lili laut	91 jenis
	Bintang laut	87 jenis
	Bintang ular	142 jenis
	Bulu babi	84 jenis
	Teripang	141 jenis
I k a n	Ikan-ikan pantai	> 2.000 jenis
Reptil	Penyu laut	5 jenis
Burung	Burung laut	158 jenis
Mamalia	Paus dan lumba-lumba	> 24 jenis

Sumber: Soegiarto dan Polunin, 1981

### 3. Laut Indonesia

Batas wilayah laut Indonesia dalam UU No. 4 Tahun 1960 adalah jalur laut sampai 12 mil dari garis dasar. Garis dasar adalah garis yang menghubungkan titik-titik terluar dari pulau-pulau Indonesia pada saat surut terendah. Lebar jalur laut 12 mil yang membatasi bagian terluar Indonesia merupakan laut territorial, sedang laut yang lainnya yang berada dibagian dalamnya merupakan perairan pedalaman atau perairan kepulauan. Batas wilayah Indonesia dapat dilihat pada gambar/peta pada halaman berikut.

Luas seluruh wilayah Indonesia dengan jalur laut 12 mil adalah 5 juta km<sup>2</sup> terdiri dari luas daratan 1,9 juta km<sup>2</sup> , laut territorial 0,3 juta km<sup>2</sup> dan perairan pedalaman 2,8 juta km<sup>2</sup>. Ini berarti seluruh laut di Indonesia 3,1 juta km<sup>2</sup> atau sekitar 62 % dari seluruh wilayah Indonesia.



Pada 21 Maret 1980, pemerintah telah mengumumkan berlakunya Zone Ekonomi Eksklusif (ZEE) yang kemudian diperkokoh dengan UU No. 5 Tahun 1983 dan UU No. 17 Tahun 1985. Zone Ekonomi Eksklusif adalah suatu lingkungan ekonomi yang diperuntukkan secara eksklusif (terutama sekali) bagi negara pantai. ZEE terdapat pada jalur laut lepas selebar 200 mil laut diukur dari garis dasar dan diperkirakan luasnya mencapai 2,7 juta km<sup>2</sup>. Jalur ZEE itu sendiri tetap merupakan milik internasional dan tunduk pada hukum internasional.

### **3. Manfaat Laut Untuk Berbagai Peruntukkan**

#### a. Transportasi

Laut merupakan prasarana lalu-lintas angkutan baik untuk angkutan manusia maupun angkutan barang komoditi antar daerah/antar negara. Sampai saat inipun untuk angkutan barang-barang komoditi dalam jumlah besar umumnya memanfaatkan laut sebagai prasarana angkutannya. Perhubungan laut antar pulau dilaksanakan dengan perahu yang sederhana hingga kapal dengan teknologi modern.

#### b. Perikanan

Menetapkan Estimasi Potensi, Jumlah Tangkapan yang Diperbolehkan, dan Tingkat Pemanfaatan Sumber Daya Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPPNRI), sebagaimana KEPMEN KP Nomor 47/KEPMEN-KP/2016, sebagai berikut

Tabel 2.13.2 Estimasi Potensi, Jumlah Tangkapan yang diperbolehkan, dan Tingkat Pemanfaatan Suber Daya Ikan di WPPNRI

Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia			Ikan Pelagis Kecil	Ikan Pelagis Besar*	Ikan Demersal	Ikan Karang	Udang Penaeid	Lobster	Kepiting	Rajungan	Cumi-cumi	Jumlah
Selat Malaka	WPPNRI 571	Potensi (ton)	79,008	101,969	102,751	119,756	58,910	711	11,120	3,065	7,125	484,414
		JTB (ton)	63,206	81,575	82,201	95,805	47,128	569	8,896	2,452	5,700	
		Tingkat pemanfaatan	1.06	0.89	1.05	0.13	1.66	1.26	1.24	0.74	0.50	
Samudera Hindia	WPPNRI 572	Potensi (ton)	412,945	364,830	366,066	48,098	8,249	1,297	11,582	955	14,579	1,228,601
		JTB (ton)	330,356	291,864	292,853	38,478	6,599	1,037	9,265	764	11,663	
		Tingkat pemanfaatan	0.62	1.29	0.53	0.30	1.60	1.10	0.71	1.06	0.40	
	WPPNRI 573	Potensi (ton)	294,092	505,942	103,501	8,778	6,854	844	465	659	8,195	929,330
		JTB (ton)	235,274	404,754	82,801	7,022	5,483	675	372	527	6,556	
		Tingkat pemanfaatan	0.91	0.73	0.96	1.36	1.36	0.54	1.05	0.64	1.40	
Laut Cina Selatan	WPPNRI 711	Potensi (ton)	395,451	198,994	400,517	24,300	78,005	979	502	9,437	35,155	1,143,341
		JTB (ton)	316,361	159,195	320,414	19,440	62,404	784	402	7,550	28,124	
		Tingkat pemanfaatan	1.64	0.42	0.98	0.88	1.48	1.13	1.36	0.63	2.00	
Laut Jawa	WPPNRI 712	Potensi (ton)	303,886	104,017	320,432	59,146	58,390	952	10,077	22,637	102,142	981,680
		JTB (ton)	243,109	83,214	256,346	47,317	46,712	762	8,062	18,110	81,714	
		Tingkat pemanfaatan	0.59	1.16	0.83	0.67	1.21	1.36	1.28	1.05	1.60	
Selat Makassar-Laut Flores	WPPNRI 713	Potensi (ton)	104,546	419,342	77,238	365,420	37,268	1,020	5,016	6,740	10,010	1,026,599
		JTB (ton)	83,637	335,474	61,790	292,336	29,814	816	4,013	5,392	8,008	
		Tingkat pemanfaatan	0.61	0.86	1.04	0.34	1.70	1.40	1.59	1.52	1.70	
Laut Banda	WPPNRI 714	Potensi (ton)	116,516	43,062	99,800	164,165	2,252	155	1,151	2,180	1,788	431,069
		JTB (ton)	93,213	34,450	79,840	131,332	1,802	124	921	1,744	1,430	
		Tingkat pemanfaatan	0.69	0.86	0.54	0.34	0.66	0.96	1.44	1.04	0.70	
Teluk Tomini-Laut Seram	WPPNRI 715	Potensi (ton)	378,734	51,394	114,005	69,975	6,089	710	490	643	9,664	631,703
		JTB (ton)	302,987	41,115	91,204	55,980	4,871	568	392	515	7,731	
		Tingkat pemanfaatan	1.05	1.58	0.51	0.49	1.21	1.23	1.81	1.20	1.80	
Laut Sulawesi	WPPNRI 716	Potensi (ton)	222,946	154,329	34,650	54,194	8,465	685	1,969	424	1,103	478,765
		JTB (ton)	178,357	123,463	27,720	43,355	6,772	548	1,575	339	882	
		Tingkat pemanfaatan	0.49	0.74	0.49	1.11	0.75	1.02	0.94	1.09	1.40	
Samudera Pasifik	WPPNRI 717	Potensi (ton)	391,126	56,067	111,619	32,376	8,669	1,065	620	22	2,124	603,688
		JTB (ton)	312,901	44,854	89,295	25,901	6,935	852	496	18	1,699	
		Tingkat pemanfaatan	0.73	0.95	0.45	0.81	0.25	1.21	0.90	1.45	0.70	

Berdasarkan table di atas, menunjukkan potensi terbesar WPPNRI 572 sebesar 1.228 601 ton, sedangkan potensi relative rendah di WPPNRI 714 sebesar 431 609 ton.

### c. Pertambangan

Usaha penambangan sumberdaya alam dari dasar laut yang penting diantaranya adalah penambangan minyak dan gas bumi. Diperkirakan sekitar 35 % produksi minyak di Indonesia berasal dari sumur-sumur minyak lepas pantai. Di Indonesia terdapat sekitar 50 cekungan yang potensial dapat menghasilkan minyak dan gas bumi, beberapa diantaranya telah berproduksi. Pertambangan lainnya adalah timah dan pasir besi sudah berproduksi.

### d.. Rekreasi dan Pariwisata

Keindahan taman-taman laut, terutama diterumbu-terumbu karang yang tersebar diberbagai tempat di Indonesia merupakan daya tarik yang kuat untuk kegiatan rekreasi dan pariwisata baik untuk pengamatan dan pemotretan bawah air. Kegiatan olah raga air seperti menyelam, berlayar, selancar makin berkembang di Indonesia.

### e. Laut dengan keadaan Iklim

Laut sebagai regulator (pengatur) temperatur, sehingga di Indonesia tidak terjadi temperatur yang ekstrim antara satu musim dengan musim lain. Perbedaan temperatur antara musim kemarau dengan musim penghujan relative kecil. Di Indonesia perbedaan suhu antar musim tersedut lebih kecil dari perbedaan suhu harian (suhu siang dengan suhu malam hari). Karena laut maka kelembaban udaranya selalu tinggi. Begitu juga dengan adanya angin laut yang membawa

uap air, merupakan sumber untuk terjadinya hujan di daratan ataupun di laut itu sendiri.

- f. Manfaat laut lainnya adalah sebagai penghasil berbagai jenis rumput laut yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan makanan, obat-obatan, kosmetik dan sebagainya. Begitu juga sebagai sumber energi, konservasi alam, pendidikan dan penelitian, pertahanan dan keamanan dan lain sebagainya.
- g. Pada daerah pesisir laut juga merupakan daerah ekosistem hutan pantai (mangrove), daerah pengaraman, perikanan air payau (tambak-tambak ikan), maupun sebagai daerah pertanian pasang-surut. Ekosistem mangrove merupakan tempat hidup (habitat) dari berbagai jenis burung, berbagai jenis kera, ular serta merupakan daerah inang (asuh) ikan, udang, kepiting dan lain sebagainya. Salah satu jenis pohon pada hutan mangrove adalah bakau. Hutan bakau masih banyak dijumpai di sepanjang pantai Sumatera bagian Timur, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur dan sepanjang pantai Selatan Papua. Sangat disayangkan pada saat ini banyak hutan bakau yang sudah mengalami kerusakan seperti yang terjadi di beberapa daerah di pantai utara Jawa, Sumatera, Bali dan daerah pantai lainnya di Indonesia.

### **2.13.4 Rangkuman**

1. Sistem Benthik: ruang kehidupan yang ada pada dasar laut, baik yang melekat, merayap maupun yang terdapat di dalamnya, terdiri dari :
2. Sistem Pelagis, ruang kehidupan pada badan air (air laut), terdiri dari:

### Manfaat Laut Untuk Berbagai Peruntukkan

- a. Transportasi
- b. Perikanan
- c. Pertambangan
- d. Rekreasi dan Pariwisata
- e. Laut dengan keadaan Iklim
- f. Manfaat laut lainnya adalah sebagai penghasil berbagai jenis rumput laut yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan makanan, obat-obatan, kosmetik dan sebagainya. Begitu juga sebagai sumber energi, konservasi alam, pendidikan dan penelitian, pertahanan dan keamanan dan lain sebagainya.
- g. Pada daerah pesisir laut juga merupakan daerah ekosistem hutan pantai (mangrove), daerah pengaraman, perikanan air payau (tambak-tambak ikan), maupun sebagai daerah pertanian pasang-surut. Ekosistem mangrove merupakan tempat hidup (habitat) dari berbagai jenis burung, berbagai jenis kera, ular serta merupakan daerah inang (asuh) ikan, udang, kepiting dan lain sebagainya. Salah satu jenis pohon pada hutan mangrove adalah bakau. Hutan bakau masih banyak dijumpai di sepanjang pantai Sumatera bagian Timur, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur dan sepanjang pantai Selatan Papua. Sangat disayangkan pada saat ini banyak hutan bakau yang sudah mengalami kerusakan seperti yang terjadi di beberapa daerah di pantai utara Jawa, Sumatera, Bali dan daerah pantai lainnya di Indonesia.

### **2.13.5 Penugasan**

1. Buatlah laporan praktek mengenai organisme di laut !

### **2.13.6 Tes Formatif**

1. Sebutkan ruang kehidupan di laut !
2. Sebutkan zona-zona sistem pelagik !
3. Jelaskan pengertian plankton dan fungsinya bagi kehidupan di laut !

### **PENUTUP**

Demikianlah modul mata kuliah Meteorologi dan Oseanografi ini kami susun. Kami berharap agar modul ini berguna bagi semua pihak yang membutuhkannya. Kami selaku penyusun menyadari tentunya masih ada kekurangan dalam penyusunan modul ini oleh karena itu masukan dan saran demi perbaikan akan sangat kami harapkan, pada akhirnya penyusun menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan modul ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Addison-Wesley Publishing Company, Inc. Massachusetts.
- Arx, William S. Von. 1962. *An Introduction To Physical Ocenography*.
- Anonimous, 1978. *Meteorologi for marines*. Her Majesty's Stationary office. London.
- Anonim.1999. *Meteorology ,The On Line Guides*. University Of Illinois.USA. [http://ww2010.atmos.uiuc.edu/\(Gh\)/guides/home.xml](http://ww2010.atmos.uiuc.edu/(Gh)/guides/home.xml)
- Australian Government. *The Weather Map. Bureau of Meteorology* (ABN 92 637 533 532). *The Weather Map.htm*.
- Bhatt, JJ. 1978. *Ocenography*. D. Van Nostrand Company. New York
- Bayong Tjasyono.HK.2004. *Klimatologi*. Penerbit ITB. Bandung.348 ha.
- Daryono. 2017. *Atmosfer*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Djamari & Djakaria.M.Nur. 1989. *Dasar-Dasar Oseanografi Dalam Studi Geografi*. Bandung : Jurusan Pendidikan Geografi FPIPS – IKIP Bandung. 1989. *Topografi Dan Sedimentasi Dasar Samudera*.
- Eric W. Danielson and E.J. Denecke, JR. 1986. *Earth Science*. Macmillan Publishing Company. New York.
- Fuad.Z.A.M,dkk.2012.*Metorologi Laut.BahanAjar*. Program Studi Ilmu Kelautan.FPIK.Universitas Brawijaya
- Gross, M. G. 1987. *Oceanography a View of The Earth*. Fourth edition. Prentice-Hall International, Inc. New Jersey.
- Groves, D. 1989. *The Oceans*. John Willey and Sons, Inc. New York.
- Hutabarat, S. dan S.M, Evans. 1985. *Pengantar Oseabografi*. Universitas Indonesia Press., Jakarta
- Otohiko Suzuki, 1979. *Marine Meteorology*. SEAFDEC Training Departement. Thailand.
- Pinet, 1992. *Oceanography: An Introduction to the Planet Oceanus*. West Publishing Company. New York.



- Pusat Meteorologi Maritim.2011. Sekolah Lapng Iklim Nelayan .Modul. BMKG. Bitung
- KEPMEN KP.47. estimasi potensi, jumlah tangkapan yang diperbolehkan, dan tingkat pemanfaatan sumber daya ikan di wilayah pengelolaan perikanan negara republik Indonesia.2016
- Koninklijk Nederlands. 2000. Meteorology Observation.Hanbook.Meteorologisch Institute.KNMI
- Laboratorium pengelolaan DAS dan Konservasi Hutan, Tanah dan Air.2009. klimatologi (Suatu Pengantar). Buku Ajar. UNHAS
- Laevastu, Taivo.1993. *Marine Climate, Weather and Fisheries : The Effect of Weather and Climatic Changes On Fisheries and Ocean Recources*.Blackwell Publisher. Berlin.204p. Addison-Wesley Publishing Company, Inc. Massachusetts.
- Lanuru.M dan Suwarni.2011.Pengantar Oseonografi. Bahan Ajar. Program Studi Ilmu Kelautan, Jurusan Ilmu Kelautan FIKP.UNHAS
- Neshyba, S. 1987. *Oceanography Perspective on a Fluid*. John Willey & Sons, Inc. New York.
- Nontji, A. 1987. *Laut Nusantara*. Penerbit Djambatan, Jakarta
- Stowe, Keith. *Ocean Science*. John Willey & Sons New York: 1983.
- Supangat, A dan Susanna. 2008. *Oseanografi*. Pusat Riset Wilayah Laut dan Sumberdaya Non-hayati. Badan Riset kelautan dan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan.
- The Open University, 1995. *Seawater: Its Composition, Properties,and Behaviour*. Butterworth-Hainemann. Wlton Hall, England.
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta.

### TES SUMATIF : Meteorologi dan Oseanografi

#### I. Soal Pilihan Ganda :

1. Angin darat adalah angin yang bertiup :
  - a. Dari darat ke laut
  - b. Dari laut ke darat
  - c. Kutub ke sub tropis
  - d. Semua salah
2. Angin laut terjadi pada :
  - a. Malam hari
  - b. Siang hari
  - c. Setiap saat
  - d. Semua benar
3. Angin yang terjadi bertepatan dengan musim hujan disebut juga angin :
  - a. Angin Barat
  - b. Angin Timur
  - c. Angin Selatan
  - d. Angin Utara
4. Udara bergerak dari daerah yang :
  - a. Tempat tinggi lebih tinggi ke yang lebih rendah
  - b. Curah hujan yang tinggi ke yang rendah
  - c. Tekanan rendah ke tekanan tinggi
  - d. Tekanan tinggi ke tekanan rendah
5. Lapisan paling bawah udara yang terbawah adalah :
  - a. Stratosfir
  - b. Ionosfir
  - c. Troposfir
  - d. Semua salah
6. Banyaknya sinar matahari yang diterima oleh bumi tergantung antara lain oleh :
  - a. Angin, arus dan suhu
  - b. Salinitas, kepekatan udara dan tinggi tempat
  - c. Kecepatan sinar, kepekatan udara, tinggi tempat dan kelembaban
  - d. Sudut datangnya sinar, lamanya siang, dan benda yang ada diantaranya
7. Nilai perbandingan antara banyaknya uap air yang betul-betul terkandung didalam udara dengan nilai kemampuan maximum udara yang bersangkutan untuk mengandung uap air pada temperature yang sama disebut :
  - a. Lembab udara absolut
  - b. Mixing ratio
  - c. Amplitudo temperatur
  - d. Lembab udara relatif
8. Banyaknya uap air yang terkandung di udara dalam setiap 1 m<sup>3</sup> disebut dengan :
  - a. Lembab udara relatif
  - b. Lembab udara positif
  - c. Lembab udara absolut
  - d. Semua salah
9. Pada lapisan stratosfir, semakin tinggi maka suhunya, akan :
  - a. Semakin tinggi
  - b. Semakin rendah
  - c. Sama
  - d. Semua benar

10. Awan yang mirip sisik ikan disebut dengan :
- a. Cumulus
  - b. Stratus
  - c. Cirrus
  - d. Cirromulus
11. Awan yang berlapis-lapis disebut dengan :
- a. Cumulus
  - b. Stratus
  - c. Cirrus
  - d. Cirromulus
12. Keadaan udara yang kita lihat pada suatu saat di suatu tempat disebut dengan :
- a. Cuaca
  - b. Iklim
  - c. Meteorologi
  - d. Semua benar
13. Kedudukan matahari atau sudut datang matahari semakin kecil atau tegak maka panas yang diterima bumi akan :
- a. Semakin besar
  - b. Semakin kecil
  - c. Sama saja
  - d. Semua benar
14. Akibat terjadinya pergeseran matahari maka di Indonesia dikenal dengan :
- a. 2 musim
  - b. 5 musim
  - c. 6 musim
  - d. Semua salah
15. Awan dengan ketinggian diantara 2000 M – 6000 M adalah awan :
- a. Cirrus, Cirromulus, Cirrostatus
  - b. Altocumulus, Stratus
  - c. Stratocumulus, Stratus
  - d. Cumulus, Cumulusnimbus
16. Alat untuk mengukur tekanan udara disebut dengan :
- a. Barometer
  - b. Radiometer
  - c. Higrograf
  - d. Semua salah
17. Ozon merupakan lapisan yang sangat penting, sebab :
- a. Diperlukan untuk pernapasan
  - b. Udara panas dari troposfer
  - c. Mengabsorpsi sinar ultraviolet
  - d. Memantulkan gelombang radio
18. Awan yang berbentuk benang-benang halus disebut awan :
- a. Awan Cirrus
  - b. Awan Cirrocumulus
  - c. Stratus
  - d. Altostratus
19. Alat untuk mengukur kelembaban udara disebut :
- a. Barometer
  - b. Hygrometer
  - c. Radiometer
  - d. Barograt
20. Gas-gas yang tersusun menurut jumlahnya di atmosfer, yaitu :

- a. Nitrogen, oksigen, karbondioksida, argon
  - b. Nitrogen, argon, karbondioksida, oksigen
  - c. Oksigen, nitrogen, argon, karbondioksida
  - d. Nitrogen, oksigen, argon, karbondioksida
21. Lapisan peralihan/lapisan antara yang ada di atmosfer disebut lapisan, .....
- a. Troposfer
  - b. Stratosfer
  - c. Tropopause
  - d. Ionosfer
22. Alat untuk mengukur penguapan adalah :
- a. Barometer
  - b. Hygrometer
  - c. Hygrograf
  - d. Piche evapotranspirasi meter
23. Lapisan dimana banyak terjadi fenomena alam Meteorologi seperti awan, kabut, hujan dan angin, yaitu :
- a. Troposfer
  - b. Stratosfer
  - c. Ozon
  - d. Ionosfer
24. Radiasi adalah perpindahan panas secara :
- a. Tetap
  - b. Berputar
  - c. Tegak
  - d. Mendatar
25. Temperatur yang diperoleh dengan jalan menjumlahkan temperatur pada setiap jam, mulai dari jam 1 sampai dengan jam 24 kemudian di bagi dengan 24, disebut....
- a. Temperatur rata-rata harian
  - b. Temperatur rata-rata bulan
  - c. Temperatur rata-rata tahun
  - d. Temperatur rata-rata pada sebuah lintang
26. Pergerakan udara secara horizontal.....
- a. Konveksi
  - b. Arus
  - c. Angin
  - d. Turbulensi
27. Untuk mendapatkan data yang akurat dalam peramalan cuaca, maka di butuhkan data cuaca minimal....
- a. 12 jam
  - b. 24 jam
  - c. 36 jam
  - d. 48 jam

28. Garis-garis pada peta cuaca yang menunjukkan daerah-daerah dengan tekanan udara yang sama :
- a. isohaline
  - b. isotherm
  - c. isobar
  - d. isohyets
29. Pada skala Beaufort angin dengan kecepatan antara 11-16 knots mengakibatkan tinggi gelombang dengan kisaran....
- a. 1,5 meter
  - b. 2,0 meter
  - c. 2,5 meter
  - d. 3,0 meter
30. lembaga pemerintah yang memberikan siaran mengenai cuaca...
- a. Badan Meteorologi dan Geofisika Indonesia
  - b. Badan Cuaca, Meteorologi dan Geofisika
  - c. Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Indonesia
  - d. Badan Meteorologi, Geofisika
31. Skala pengukuran dalam barometer kecuali...
- a. mm Hg
  - b. mb
  - c. mm air raksa
  - d. mm bar
32. Pada peta isobar memuat hal-hal di bawah ini kecuali....
- a. medan udara ((front)
  - b. nilai tekanan udara
  - c. arah angin
  - d. curah hujan
33. Suatu ilmu yang mempelajari gejala-gejala, peristiwa-peristiwa dan proses yang terjadi dalam lapisan udara yang menyelubungi bumi disebut...
- a. atmosfer
  - b. meteorology
  - c. klimatologi
  - d. antropologi
34. Jumlah temperature rata-rata harian selama satu bulan di bagi jumlah hari dalam bulan yang bersangkutan merupakan temperature rata-rata....
- a. harian
  - c. tahunan

- b. bulanan
- d. normal
35. Salah satu alat untuk mengukur temperature udara adalah ...
- a. barometer
- c. anemometer
- b. hygrometer
- d. termograf
36. Susunan lapisan atmosfer yang benar yaitu :
- a. troposfer, mesosfer, stratosfer, thermosfer.
- b. Troposfer, stratosfer, mesosfer, thermosfer.
- c. Stratosfer, troposfer, mesosfer, thermosfer
- d. Stratosfer, tropofer, thermosfer, mesosfer.
37. Alat untuk mengukur keceoatan angin :
- a. Thermometr
- b. Anemometer
- c. Barometer
- d. Hygrometer
38. Di bumi dikenal dengan tiga macam angin periodik yaitu :
- a. angin muson , angin darat laut/darat, angin /Barat daya
- b. angin muson, angin timur laut, angin Barat daya
- c. angin darat/laut, angin Timur laut, angin equator
- d. angin lembeh/gunung, angin equator, angin Barat daya
39. Temperatur yang diperoleh dengan menjumlahkan dengan temperatur bulanan selama satu tahun, kemudian dibagi dengan duabelas disebut :
- a. Temperatur normal
- b. Temperatu rata-rata tahunan
- c. Temperatur rata-rata sebuah lintang
- d. Temperatur rata-rata bulanan
40. Kenaikan lintang diikuti dengan penurunan suhu dilapisan troposfer yaitu :
- a.  $6^{\circ}$  C per satu kilometer
- c.  $7^{\circ}$  C per satu kilometer
- b.  $6^{\circ}$  C per satu mil
- d.  $7^{\circ}$  C per satu mil
41. Bila keadaan di daratan asap bergerak secara vertikal dan keadaan di laut an seperti kaca, maka menurut skala Beufort kategori.....
- a. Udara tenang
- c. Angin sedang
- b. Angin lemah
- d. Angin segar
42. Bila keadaan di daratan ranting – ranting patah; semakin sulit bergerak maju sedangkan keadaan di lautan gelombang agak tinggi dan lebih panjang;puncak gelombang yang pecah mulai bergulung; buih yang terbesar anginnya semakin jelas alur-alurnya, maka menurut skala Beufort kategori.....
- a. Angin ribut
- c. Angin kuat

- b. Angin topan
  - d. Angin ribut sedang
43. Angin muson adalah.....
- a. Angin yang berhembus secara periodik (minimal 1 bulan) dan antara periode yang satu dengan yang lain polanya akan berlawanan yang berganti arah secara berlawanan setiap tahun.
  - b. Angin yang berhembus secara periodik (minimal 3 bulan) dan antara periode yang satu dengan yang lain polanya akan berlawanan yang berganti arah secara berlawanan setiap tahun
  - c. Angin yang berhembus secara periodik (minimal 6 bulan) dan antara periode yang satu dengan yang lain polanya akan berlawanan yang berganti arah secara berlawanan setiap tahun
  - d. Angin yang berhembus secara periodik (minimal 12 bulan) dan antara periode yang satu dengan yang lain polanya akan berlawanan yang berganti arah secara berlawanan setiap tahun
44. Angin musim Barat adalah.....
- a. Angin yang berhembus dari benua Asia (musim dingin) ke benua Australia (musim panas)
  - b. Angin yang berhembus dari benua Australia (musim panas) benua ke Asia (musim dingin)
  - c. Angin yang berhembus dari benua Amerika (musim panas) benua ke Asia (musim dingin)
  - d. Angin yang berhembus dari benua Asia (musim dingin) ke benua Amerika (musim panas)
45. Angin musim Timur di Indonesia terjadi pada bulan – bulan.....
- a. April, Mei dan Juni
  - b. Mei, Juni, dan Juli
  - c. Juni, Juli, dan Agustus
  - d. Juli, Agustus, dan September
46. wilayah peralihan ketika massa udara yang dingin menggantikan massa udara yang lebih hangat disebut .....
- a. Stasionary fronts
  - c. Warm fronts
  - b. Cold fronts
  - d. Occluded fronts
47. zona peralihan dimana massa udara yang hangat menggantikan massa udara yang lebih dingin disebut.....

- a. Stasionary fronts
  - b. Cold fronts
  - c. Warm fronts
  - d. Occluded fronts
48. Informasi cuaca laut meliputi pelayanan informasi cuaca kelautan diantaranya meliputi :
- a. Peringatan dini gelombang tinggi
  - b. Informasi cuaca pelayaran
  - c. Informas cuaca pelabuhan
  - d. Semua benar
49. Peringatan dini gelombang tinggi berisi tentang.....
- a. Tinggi gelombang yang berbahaya untuk pelayaran di perairan Indonesia
  - b. Ringkasan informasi cuaca kelautan untuk seminggu kedepan
  - c. Tinggi gelombang yang tidak berbahaya untuk pelayaran di perairan Indonesia
  - d. Semua benar
50. Manfaat iklim bagi kehidupan manusia sebagai berikut :
- a. Usaha bidang perikanan
  - b. Usaha perhubungan
  - c. Usaha pertanian
  - d. Semua benar
51. Orang yang mempelajari samudera secara mendalam disebut ....
- a. Oseanografer
  - b. Hidrologi
  - c. Meteorologi
  - d. Farmakologi
52. Yang tidak termasuk dalam empat ilmu pengetahuan Oseanografi adalah .....
- a. The physical study of water and wave move
  - b. The geological study of the form of the ocean basin and the characteristic of the sediments laid down in them
  - c. The chemical study of the water and dissolved substances
  - d. The physical geography of the sea
53. 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 lautan, disebut .....
- a. Geologi Oseanografi
  - b. Fisika Oseanografi
  - c. Kimia Oseanografi
  - d. Biologi



54. Menurut Sahala Hutabarat dan Stewart M.Evans (1985 : 1), oseanografi dibagi menjadi .....
- a. 5 cabang ilmu
  - b. 6 cabang ilmu
  - c. 4 cabang ilmu
  - d. 3 cabang ilmu
55. J.J. Bhatt, dari Rhode Island Junior College (1978), membagi sejarah Oseanografi menjadi 5 era, kecuali .....
- a. Era Klasik
  - b. Era sebelum Challenger
  - c. Era Glamor Challenger
  - d. Era modern Challenger
56. Peta Samudera apakah yang dibuat Claudius Ptolemy pada tahun 150 M .....
- a. Samudera Atlantik dan Hindia
  - b. Samudera Hindia dan Pasifik
  - c. Samudera Pasifik dan Atlantik
  - d. Samudera Antartika dan Atlantik
57. Tahun berapakah bangsa Viking berlayar hingga Atlantik Utara menemukan Iceland dan Greenland .....
- a. 1500 – 1600 M
  - b. 1768 – 1779 M
  - c. 800 – 1000 M
  - d. 2000 – 3000 M
58. Siapakah yang telah mendeskripsikan aspek meteorology laut dalam oseanografi secara detail dalam publikasinya A discourse of the Wind pada tahun 1700 .....
- a. William Dampier
  - b. J.J. Bhatt
  - c. Sahala Hutabarat
  - d. Stewart M.Evans
59. Peta apakah yang Benjamin Franklin buat untuk pertama kalinya pada tahun 1770....
- a. Peta Induk (Basic Map)
  - b. Peta Arus Teluk ( Gulf Stream)
  - c. Peta Turunan (Derived Map)
  - d. Peta Topografi
60. Oseanografi Scripps di La Jolla California tahun 1968 adalah kapal riset modern yang dilengkapi dengan .....
- a. Berbagai proses aksi dan reaksi antara unsur, molekul, atau campuran dalam system samudera yang menyebabkan perubahan zat secara reversible atau ireversibel
  - b. Beberapa aspek penting dipilin ilmu oseanografi yang dikategorikan kedalam salah satu dari empat keilmuan seperti aspek –aspek geofisika, biofisika, nutrisi, petrologi, antropologi, meteorology, dan farmakologi
  - c. Para pedagang dari India Timur yang telah memiliki pengetahuan yang cukup baik tentang arus – arus monsoon, karena perjalanan laut sudah umum dikawasan Samudera Hindia sekitar 3000 MS
  - d. Berbagai sensor untuk mengukur seluruh parameter oseanografi

61. Pada tahun berapakah laboratorium perikanan di Jakarta di ubah menjadi laboratorium Biologi laut .....
- a. 1904
  - b. 1985
  - c. 1919
  - d. 1970
62. Setelah mengalami beberapa kali perubahan nama mulai dari Lembaga Penelitian Laut, menjadi Lembaga Sumber Lautan, dan lalu berubah menjadi Lembaga Penelitian laut akhirnya pada tahun 1970 berubah nama menjadi .....
- a. Lemabaga Biolog Oseanografis
  - b. Lembaga Oseanologis Nasional
  - c. Lembaga Geologi Nasional
  - d. Lembaga fisika Nasional
63. 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. Dari pernyataan diatas apakah nama ekspedisi tersebut .....
- a. Ekspedisi ke kutub
  - b. Ekspedisi challenger
  - c. Ekspedisi mattew fountaine maury
  - d. Ekspedisi James Cook
64. Lembaga penelitian laut di Indonesia mula - mula didirikan oleh .....
- a. Pieter Bleeker
  - b. Georgius Everhandus
  - c. Prof Kosnoto
  - d. Dr. J. C Koningsberger
65. Bagian Ichthyologi (bangsa ikan), Molacologi (bangsa keong dan kerang – kerangan ), Carciniologi (bangsa udang dan kepiting), Aquarologi (mengenai aquarium), Corallia (bangsa karang), termasuk dalam laboratorium .....
- a. Laboratorium Botani
  - b. Laboratorium Produktivitas dan Planktonologi
  - c. Laboratorium Zoologi
  - d. Laboratorium Oseanografi
66. Mengapa pada tahun 1904 merupakan tahun bersejarah bagi penelitian kelautan di Indonesia .....
- a. Karena pada saat itu atas prakarsa Dr. Koningsberger (Direktur Kebun Raya Bogor) didirikanlah Visscherji Statsion (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
  - b. Karena Stasiun Perikanan di bongkar dan di bangun gedung baru

- untuk laboratorium voor het Onderzoek der Zee (Lab. Penelitian Laut) yang mulai berfungsi sejak tahun 1922
- c. Karena ekspedisi ini beroperasi di perairan Indonesia bagian Timur yang menemukan banyak jenis – jenis baru
  - d. Karena kegiatan laboratorium ini sudah meliputi masalah ilmiah yang mendasar terutama dalam bidang biologi kelautan
67. 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 berapakah pernyataan tersebut ditetapkan .....
- a. Periode I (1600 – 1850)
  - b. Periode II (1850 – 1905)
  - c. Periode III (1905 – 1960)
  - d. Periode IV (setelah 1960)
68. Berapa ketebalan kulit bumi yang terjadi di kutub yang terdiri dari feldspar, menurut Hill (geology Inggris) .....
- a. 1,8 km
  - b. 1,5 km
  - c. 2,5 km
  - d. 2,2 km
69. Apakah pendapat J.H.F. Umgrove tentang asal mula kulit bumi .....
- a. J.H.F berpendapat bahwa kulit bumi berasal dari pecahan matahari yang panas dan pijar terlempar kemudian membeku di Jasad raya ini serta mengorbit (beredar) mengelilingi matahari sebagai induknya.
  - b. J.H.F berpendapat bahwa kulit bumi berasal dari viscous seperti magma yang dikelilingi atmosfer yang merupakan gas
  - c. J.H.F berpendapat bahwa asal mula kulit bumi itu tidak hanya di daerah kutub saja tetapi seluruh permukaan bumi, kemudian menekan permukaan bumi yang menyebabkan kulit bumi ini retak –retak . sehingga retakan – retakannya kemudian menjadi samudera
  - d. J.H.F berpendapat bahwa asal kulit bumi terjadi karena perubahan air yang membeku berupa gletser dan es yang meliputi daratan seperti terjadinya zaman es
70. Teori apakah yang mengatakan bahwa Beberapa waktu setelah bumi terbentuk bumi masih dalam keadaan panas. Kemudian mulai mendingin dan terbentuklah kulit bumi. Dalam waktu jutaan tahun terjadi perubahan perubahan di dalam bumi dibawah kulit bumi .....
- a. Gravity theory (teori gravitasi)
  - b. Meteorit theory (teori meteorit)
  - c. Contraction theory (teori kontraksi)
  - d. Continental Drift theory (teori pergerakan benua)
71. Continental Drift theory (teori pergerakan benua) menjelaskan tentang .....
- a. Beberapa sarjana yang mengira bahwa cekungan samudera terbentuk

- ketika suatu bintang besar melintas dekat bumi. karena gravitasi maka terjadi tarik menarik antara bintang tersebut dengan bumi.
- Ketika kulit bumi mendingin terjadi satu kontinen besar. Karena kontinen itu ringan maka terapung di atas batuan yang lebih berat yang ada di bawahnya
  - Cekungan samudera akibat jatuhnya dari meteor. Di duga bahwa lekukan – lekukan danau kawah di bulan dan samudera di bumi terjadi oleh hal yang sama
  - Beberapa waktu setelah bumi terbentuk bumi masih dalam keadaan panas kemudian mulai mendingin dan terbentuklah kulit bumi.
72. Para ahli geologi percaya bahwa terjadi daerah – daerah aktif dimana sering terjadi retakan – retakan besar pada kulit bumi. Retakan – retakan ini mencakup seluruh permukaan bumi dan karena itu mereka membagi kerak bumi menjadi enam bagian lempeng besar yang dinamakan .....
- Pasific plate
  - American plate
  - Tectonic plates
  - Antartic plate
73. Mengapa bentuk laut/samudera dari dulu berubah – rubah .....
- Karena gaya endogen (pelipatan, orogenesis, dll). Perubahan laut/lautan itu juga terjadi karena perubahan air yang membeku berupa gletser dan es yang meliputi daratan seperti terjadinya zaman es
  - Karena tekanan air yang besar pada thermometer yang menyebabkan thermometer itu menunjukkan suhu yang terlalu tinggi
  - Karena berasal dari pecahan matahari yang panas dan pijar terlempar kemudian membeku di Jasad raya yang mengelilingi matahari sebagai induknya
  - Karena terjadi feldspar yang tebalnya kira – kira 1,5 km sehingga terbentuknya kontinen – kontinen
74. Apakah yang dimaksud dengan laut tepi .....
- Laut yang luas dan merupakan massa air asin yang sambung – menyambung meliputi permukaan bumi yang dibatasi oleh benua ataupun kepulauan yang besar.
  - Laut yang terletak di tengah – tengah benua atau dikelilingi oleh daratan
  - Laut yang terletak diantara garis air pasang dan garis air surut
  - Laut yang terdapat dekat kontinen, sehingga mempunyai hubungan yang luas dengan baik dengan kontinen maupun dengan lautan
75. Zone apakah yang ada antara pasang naik tertinggi dengan pasang surut terendah dan zone ini dikatakan juga zone pantai yang merupakan peralihan antara darat dengan laut .....
- Zone Neritis
  - Zone Lithoral

- c. Zone Abisal
  - d. Zone Bathial
76. Apakah yang dimaksud dengan Ridge dalam bentukan –bentukan dasar laut .....
- a. Dasar laut yang dalam, memanjang, sempit dengan lerengnya yang curam
  - b. Punggungan/pegunungan dasar laut dengan puncaknya luas dan lorongnya tidak secoram ridge
  - c. Punggungan/pegunungan dasar laut dengan puncaknya sempit dan lorongnya curam
  - d. Dasar laut yang dalam, memanjang, lebih lebar dari trench dan lerengnya tidak terlalu curam
77. Semacam timbunan yang terdiri dari karang, biasanya ada yang memanjang yang disebut barrier reef (karang penghalang), membentuk pulau – pulau karang yang melingkar (atool), merupakan pengertian dari .....
- a. Coral reef
  - b. Deep
  - c. Guyote
  - d. Sea mounts
78. Jeni sedimen yang berasal dari hasil pengikisan batuan di darat disebut sedimen .....
- a. Lithogenous (sedimen terigin)
  - b. Biogenous (sisa – sisa organisma)
  - c. Hydrogenous (hasil reaksi kimia dalam air laut )
  - d. Ekstraterrestrial (sedimen berasal dari angkasa luar)
79. Zat pelarut yang bersifat sangat berdaya guna,yang mampu melarutkan zat – zat lain dalam jumlah yang lebih besar daripada zat cair lain disebut .....
- a. Penguapan
  - b. Arus laut
  - c. Air
  - d. Curah hujan
80. Apa yang dimaksud dengan Salinitas .....
- a. Zat pelarut yang bersifat sangat berdaya guna,yang mampu melarutkan zat – zat lain dalam jumlah yang lebih besar daripada zat cair lain
  - b. Kelembaban udara di atasnya, ini berhubungan dengan penguapan dan penguapan berhubungan dengan besar kecilnya salinitas air laut
  - c. Perpindahan energy yang ditandai dengan adanya fenomena nait turunnya air laut dengan periode dan panjang gelombang tertentu
  - d. Bilangan yang menunjukkan berapa gram garam – garamnya yang larut dalam air laut tiap – tiap kilogram (gr/kg) biasanya dinyatakan dalam permil (%0)
81. Yang tidak termasuk dalam faktor – faktor yang mempengaruhi besar kecilnya salinitas air laut yaitu .....
- a. Gelombang
  - b. Penguapan
  - c. Curah hujan
  - d. Arus laut

82. Garam – garaman yang sekarang laut larut dalam air laut, telah terjadi sejak permulaan terbentuknya lautan. Salinitas dahulu hampir sama dengan salinitas sekarang. Itu terbukti dari fosil organisma marine yang menunjukkan salinitas air laut tidak banya berubah setelah mengalami waktu geologi yang lama, merupakan hipotesis tentang .....
- a. Hipotesis mengenai asinnya air laut
  - b. Hipotesis mengenai susunan gelombang
  - c. Hipotesis mengenai proses terjadinya bumi
  - d. Hipotesis mengenai pembagian laut
83. Daerah Ekuator ; temperature tinggi, penguapan tinggi, curah hujan banyak maka salinitasnya rendah (34 – 35 ‰), merupakan penyebaran salinitas secara .....
- a. Secara vertical
  - b. Secara horizontal
  - c. Secara diagonal
  - d. Secara kurva
84. Apakah yang dimaksud dengan gelombang laut .....
- a. Gelombang yang dekat dengan kontinen, sehingga mempunyai hubungan yang luas dengan baik dengan kontinen maupun dengan laut
  - b. Gelombang yang bersifat sangat berdaya guna, yang mampu melarutkan zat – zat lain dalam jumlah yang lebih besar daripada zat cair lain
  - c. Gelombang yang terjadi penguapan baik karena angin atau karena perbedaan temperature antara air dan udara
  - d. Perpindahan energy yang ditandai dengan adanya fenomena naik turunnya air laut dengan periode dan panjang gelombang tertentu.
85. Gelombang yang diakibatkan oleh angina dibedakan menjadi 2 yaitu .....
- a. Angin dan Udara
  - b. Arus dan Angin
  - c. Alun dan ombak
  - d. Ombak dan Arus
86. Apa yang dimaksud dengan Ripples (gelombang – gelombang kecil) .....
- a. Gelombang – gelombang dengan ukuran yang lebih besar, gerakannya tidak teratur yang terbentuk akibat angin yang bertiup terus menerus
  - b. Gelombang kapiler yang muncul ketika angin baru bertiup, segera mati jika angin berhenti bertiup
  - c. Gelombang – gelombang yang merambat keluar dari daerah pertumbuhannya
  - d. Gelombang laut yang dapat ditinjau sebagai deretan pulsa – pulsa yang berurutan yang terlihat sebagai perubahan ketinggian permukaan air laut
87. Turbulensi dalam angina menyebabkan fluktuasi acak di permukaan laut yang menghasilkan gelombang – gelombang kecil (ripples) dengan panjang gelombang beberapa sentimeter. Pernyataan tersebut dikemukakan oleh .....

- a. Phillips, 1975  
b. Milles, 1959
- c. Hasselman, 1973  
d. Stowe, 1983
88. Pernyataan apakah yang dikemukakan oleh Miles 1959 tentang proses fisis pembentukan gelombang .....
- a. Tiupan angin yang terus menerus menyebabkan gelombang kecil menjadi lebih besar. Pertumbuhan yang sebenarnya terjadi ketika gelombang semakin besar, meluasnya permukaan gelombang menyebabkan perbedaan tekanan yang besar menyebabkan ketidakstabilan dan suplay energy dari angina menjadi berlipat sehingga gelombang tumbuh secara eksponensial
- b. Turbulensi dalam angina menyebabkan fluktuasi acak di permukaan laut yang menghasilkan gelombang – gelombang kecil (ripples) dengan panjang gelombang beberapa sentimeter
- c. Gelombang – gelombang yang tumbuh saling berinteraksi untuk menghasilkan gelombang yang lebih panjang
- d. Pemisahan bulan dari kulit bumi yang masih plastis karena rotasi bumi
89. Apakah yang menyebabkan bentuk gelombang akan berubah dan akhirnya pecah (breaker) sampai di pantai .....
- a. Karena gelombang kapiler yang muncul ketika angin baru bertiup, segera mati jika angin berhenti bertiup
- b. Karena gelombang - gelombang dengan ukuran yang lebih besar, gerakannya tidak teratur yang terbentuk akibat angin yang bertiup terus menerus
- c. Karena gelombang yang merambat dari daerah pertumbuhannya
- d. Karena gerakan melingkar dari partikel – partikel yang terletak paling bawah gelombang dipengaruhi oleh gesekan dari dasar laut yang dangkal
90. Tsunami berasal dari bahasa .....
- a. Yunani  
b. Belanda
- c. Jepang  
d. Jerman
91. Pada tanggal berapakah terjadinya tsunami yang ditimbulkan akibat letusan gunung Karakatau di selat Sunda .....
- a. 25 Agustus 1883  
b. 27 Agustus 1883
- c. 25 September 1883  
d. 27 September 1883
92. Faktor – faktor yang menyebabkan terjadinya arus adalah .....
- a. Angin, perbedaan permukaan air laut (niveau), perbedaan temperature, perbedaan salinitas dan kepadatan air, pasang naik-pasang surut (tide), bentuk pantai
- b. Tsunami, pasang naik – pasang surut, bentuk pantai, perbedaan temperature, perbedaan permukaan laut (niveau)

- c. Gelombang, hujan, arus, angin, perbedaan temperature, perbedaan salinitas dan kepadatan air, bentuk pantai
- d. Cuaca, hujan, angin, perbedaan permukaan air laut (niveau), perbedaan temperature, perbedaan salinitas dan kepadatan air
93. Arus Ekuator Utara, Arus Balik Ekuator, Arus Caribia, Arus Antilen, Arus Gulfstream, Arus Atlantik Utara, Arus Labrador, Arus Greenland Timur, Arus Canari, merupakan arus di samudera Atlantik dibelahan .....
- a. Dibelahan Selatan                      c. Dibelahan Timur  
b. Dibelahan Utara                         d. Dibelahan Barat
94. Peningkatan massa air laut dari suatu lapisan dalam ke lapisan permukaan disebut .....
- a. Tsunami                                    c. Current  
b. Gelombang                                d. Upwelling
95. Pada waktu arus dalam (deep current) bertemu dengan rintangan seperti mid – ocean ridge (suatu system ridge bagian tengah lautan) dimana arus tersebut dibelokkan ke atas dan selanjutnya air mengalir deras ke permukaan, proses upwelling ini terjadi pada proses tahapan nomor .....
- a. Pertama                                    c. Ketiga  
b. Kedua                                        d. Keempat
96. Terjadi hanya pada satu musim saja. Selama air naik, massa air permukaan meninggalkan lokasi air naik, dan massa air yang lebih berat dari lapisan bawah bergerak ke atas mencapai permukaan. Dari pernyataan tersebut Upwelling jenis/tipe apakah itu .....
- a. Alternating type (jenis silih berganti)  
b. Periodic type (jenis berkala)  
c. Subwelling current  
d. Stationary type (jenis tetap)
97. Orang pertama kali mendapatkan hubungan antara pasang naik – pasang surut dengan gaya tarik bulan adalah .....
- a. Ekman                                        c. Phytheas  
b. Stowe                                         d. Sahala Hutabarat
98. Apa yang dimaksud dengan gaya sentrifugal .....
- a. Suatu tenaga yang didesak ke arah luar dari pusat bumi yang besarnya kurang lebih sama dengan tenaga yang ditarik (sentrifetal) ke permukaan bumi  
b. Suatu tenaga yang intensitasnya bisa berubah rubah



- c. Suatu tenaga yang terjadi selama air naik, massa air permukaan meninggalkan lokasi air naik, dan massa air yang lebih berat dari lapisan bawah bergerak ke atas mencapai permukaan
  - d. Suatu tenaga yang terjadi silih bergantian dengan penenggelaman massa air (sinking)
99. Lapisan yang kedalamannya 100 – 800 meter, terjadi karena penurunan temperature yang cepat (sangat drastic). Lapisan ini disebut .....
- a. Lapisan Endokrin
  - b. Lapisan Thermoklin
  - c. Lapisan Afotik
  - d. Lapisan Eufotik
100. Kelompok yang terdiri dari berjenis – jenis binatang renik yang sangat banyak macamnya, seperti protozoa, coelenterate, moluska, annelida, crustacean disebut ...
- a. Plankton
  - b. Fitoplankton
  - c. Nekton
  - d. Zooplankton

**KUNCI JAWABAN Tes Formatif****2.16 Kegiatan Belajar I**

1. Yang dimaksud dengan :
  - a. Meteoros berasal dari kata “meteor” meteoros artinya jauh tinggi di udara.
  - b. Meteorologi berasal dari kata Yunani yang terdiri dari dua kata yaitu “meteoros” dan “logos”. Meteoros artinya tinggi di udara sedangkan logos berarti pembahasan, jadi meteorologi berarti pembahasan tentang benda-benda yang tinggi di udara.
  - c. Klimatologi adalah keadaan rata-rata serta penyebaran berbagai unsur cuaca/iklim tersebut menurut waktu dan tempat.
2. Klasifikasi meteorologi dengan bantuan Tabel sbb :

<b>NO</b>	<b>METEROLOGI PRAKTIS</b>	<b>METEOROLOGI TEORITIS</b>
1	Meteorologi sinopsis	Meteorologi dinamis
2	Meteorologi aeronantis	Meteorologi fisik
3	Meteorologi maritim	Meteorologi statis (klimatologi)
4	Meteorologi perairan (hidro-meteorologi)	
5	Meteorologi udara	
6	Meteorologi medis	
7	Meteorologi pertanian	
8	Meteorologi sempit (mikro-meteorologi)	

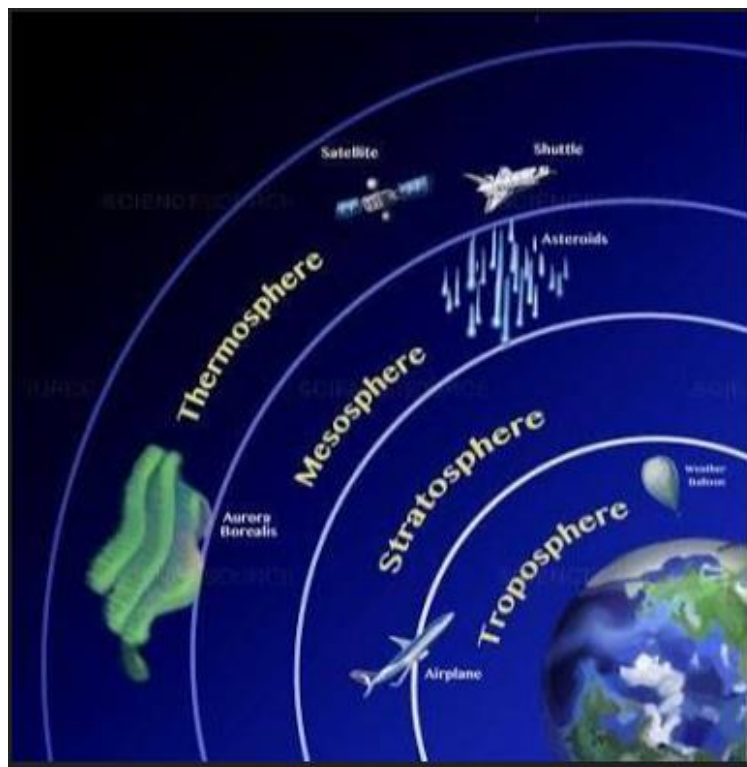
3. Perbedaan meteorologi dan klimatologi yaitu meteorologi membahas tentang berbagai proses fisik yang berlangsung di atmosfer yang merupakan unsur-unsur cuaca/iklim seperti suhu, kelembaban udara, curah hujan, kecepatan dan arah angin, lama penyinaran matahari, awan dan sebagainya. Sedangkan klimatologi mempelajari keadaan rata-rata serta penyebaran berbagai unsur cuaca/iklim tersebut menurut waktu dan tempat.

### KUNCI JAWABAN :

#### Tes Formatif

#### 2.2.6 Kegiatan Belajar II

1. Atmosfer adalah lapisan udara yang menyelubungi bumi yang terdiri dari campuran gas, yang terdiri dari nitrogen (78,08%), Oksigen (20,95%), Argon (0,93%), Neon (0,0018%), Hidrogen (0,00005%), Helium (0,0005%), Krypton (0,0001%), Karbon dioksida (0,038%), dan Xenon (0,000009%).
2. Bumi tersusun dari beberapa lapisan yang penamaannya disesuaikan dengan fenomena yang terjadi pada masing-masing lapisan. Lapisan-lapisan atmosfer terdiri dari troposfer, stratosfer, mesosfer dan termosfer.
- 3.



### KUNCI JAWABAN :

#### Tes Formatif

#### 2.3.6 Kegiatan Belajar III

1. Faktor yang mempengaruhi temperatur harian sebagai berikut :
  - a. *Pengaruh lintang*

Nilai amplitudo temperature harian di daerah - daerah equatorial adalah lebih besar dari pada di daerah sedang, hal ini disebabkan karena daerah - daerah equatorial, titik kulminasi atas dari matahari sepanjang tahun adalah besar. Sedangkan di daerah - daerah sedang titik kulminasi atas dari matahari kecil khususnya di musim dingin.
  - b. *Pengaruh sifat permukaan bumi*

Nilai amplitudo temperature harian di atas lautan pada umumnya adalah lebih kecil jika dibandingkan dengan di atas daratan, di atas gurun pasir maka nilai amplitudo harian adalah lebih besar dari pada di daerah – daerah hutan.
  - c. *Pengaruh awan yang meliputi langit*

Pada hari – hari yang cerah, maka nilai amplitudo harian adalah lebih besar dari pada di hari – hari dimana langit diliputi banyak awan; hal ini diketahui bahwa lapisan awan dapat membatasi intensitas matahari terhadap bumi.
  
2. Penyebaran udara di atmosfer sebagai berikut :

Temperatur udara ini secara konstan berubah dengan berubahnya cuaca. Radiasi matahari merupakan yang pertama memanasi permukaan bumi dan kemudian panas yang dari permukaan bumi memanasi udara. Sehingga temperatur udara sangat tinggi pada permukaan bumi dan selalu berkurang dengan bertambahnya ketinggian. Rata-rata perubahan temperatur adalah  $0,6^{\circ}\text{C}$  setiap kenaikan 100 meter. Penurunan temperatur udara dengan bertambahnya kenaikan biasanya disebut dengan gradien temperatur vertikal. Namun kadangkala terjadi dimana temperatur naik dengan bertambahnya ketinggian,
  
3. siklus hidrologi sebagai berikut :

Hujan atau Presipitasi merupakan jatuhnya hydrometeor yang sampai ke bumi baik dalam bentuk cair (hujan) ataupun padat (es atau salju). Di wilayah tropis seperti Indonesia presipitasi lebih didefinisikan sebagai hujan karena sangat jarang terjadi presipitasi dalam bentuk jatuhnya keping es. Uap air yang mengalami proses kondensasi dan yang telah menjadi awan berisi butir-butir air. Butir-butir air menggabungkan diri dan akan membentuk butir air yang lebih besar dan lebih berat. Ketika butir air tersebut tidak mampu lagi untuk naik ke atas maka gaya gravitasi akan menarik butir-butir air dan akan jatuh ke permukaan bumi dan terjadilah hujan.

### KUNCI JAWABAN : Tes Formatif

#### 2.4.6 Kegiatan Belajar IV

1. Pengertian angin adalah aliran udara dalam jumlah yang besar diakibatkan oleh rotasi bumi dan juga karena adanya perbedaan tekanan udara di sekitarnya. Angin bergerak dari tempat bertekanan udara tinggi ke tempat bertekanan udara yang lebih rendah.

2. Macam-macam angin sebagai berikut :

Angin Munson dibagi menjadi 2, yaitu Munson Barat atau dikenal dengan Angin Musim Barat dan Munson Timur atau dikenal dengan Angin Musim Timur.

1). Angin Musim Barat

Angin Musim Barat/Angin Muson Barat adalah angin yang berhembus dari Benua Asia (musim dingin) ke Benua Australia (musim panas) dan mengandung curah hujan yang banyak di Indonesia bagian Barat, hal ini disebabkan karena angin melewati tempat yang luas, seperti perairan dan samudra. Contoh perairan dan samudra yang dilewati adalah Laut China Selatan dan Samudra Hindia. Angin Musim Barat menyebabkan Indonesia mengalami musim hujan. Angin ini terjadi antara bulan Oktober sampai bulan April di Indonesia terjadi musim hujan.

2). Angin Musim Timur

Angin Musim Timur/Angin Muson Timur adalah angin yang mengalir dari Benua Australia (musim dingin) ke Benua Asia (musim panas) sedikit curah hujan (kemarau) di Indonesia bagian Timur karena angin melewati celah- celah sempit dan berbagai gurun (Gibson, Australia Besar, dan Victoria). Ini yang menyebabkan Indonesia mengalami musim kemarau. Terjadi pada bulan Juni, Juli dan Agustus, dan maksimal pada bulan Juli.

3. Skala Beaufort dan kecepatan angin

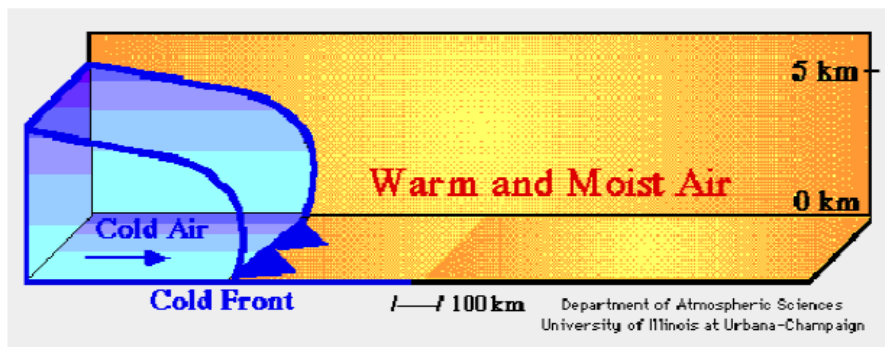
## METEOROLOGI DAN OSEANOGRAFI

Skala Beaufort	Kategori	Satuan dalam km/jam	Satuan dalam knots	Keadaan di daratan	Keadaan di lautan
0	Udara Tenang	0	0	Asap bergerak secara vertikal	Permukaan laut seperti kaca
1~3	Angin lemah	≤ 19	≤ 10	Angin terasa di wajah; daun-daun berdesir; kincir angin bergerak oleh angin	riuk kecil terbentuk namun tidak pecah; permukaan tetap seperti kaca
4	Angin sedang	20~29	11~16	mengangkat debu dan menerbangkan kertas; cabang pohon kecil bergerak	Ombak kecil mulai memanjang; garis-garis buih sering terbentuk
5	Angin segar	30~39	17~21	pohon kecil berayun; gelombang kecil terbentuk di perairan di darat	Ombak ukuran sedang; buih berarak-arak
6	Angin kuat	40~ 50	22~ 27	cabang besar bergerak; siulan terdengar pada kabel telepon; payung sulit digunakan	Ombak besar mulai terbentuk, buih tipis melebar dari puncaknya, kadang-kadang timbul percikan
7	Angin ribut	51~ 62	28 ~33	pohon-pohon bergerak; terasa sulit berjalan melawan arah angin	Laut mulai bergolak, buih putih mulai terbawa angin dan membentuk alur-alur sesuai arah angin
8	Angin ribut sedang	63~ 75	34~ 40	ranting-ranting patah; semakin sulit bergerak maju	Gelombang agak tinggi dan lebih panjang; puncak gelombang yang pecah mulai bergulung; buih yang terbesar anginnya semakin jelas alur-alurnya
9	Angin ribut kuat	76~ 87	41~ 47	kerusakan bangunan mulai muncul; atap rumah lepas; cabang yang lebih besar patah	Gelombang tinggi terbentuk buih tebal berlajur-lajur; puncak gelombang roboh bergulung-gulung; percik-percik air mulai mengganggu penglihatan
10	Badai	88~ 102	48~ 55	jarang terjadi di daratan; pohon-pohon tercabut; kerusakan bangunan yang cukup parah	Gelombang sangat tinggi dengan puncak memayungi; buih yang ditimbulkan membentuk tampal-tampal buih raksasa yang didorong angin, seluruh permukaan laut memutih; gulungan ombak menjadi dahsyat; penglihatan terganggu
11	Badai kuat	103 ~117	56~ 63	sangat jarang terjadi- kerusakan yang menyebar luas	Gelombang amat sangat tinggi (kapal-kapal kecil dan sedang terganggu pandangan karenanya), permukaan laut tertutup penuh tampal-tampal putih buih karena seluruh puncak gelombang menghamburkan buih yang terdorong angin; penglihatan terganggu
12+	Topan	≥118	≥64		Udara tertutup penuh oleh buih dan percik air; permukaan laut memutih penuh oleh percik-percik air yang terhanyut angin; penglihatan amat sangat terganggu

## KUNCI JAWABAN : Tes Formatif

### 2.5.6 Kegiatan Belajar V

1. Fronts didefinisikan sebagai wilayah peralihan antara dua massa udara yang memiliki densitas yang berbeda. Front berkembang tidak hanya dalam arah data rmenyamping (Horizontal) tetapi juga kearah atas (vertical).
2. Jenis - jenis Front sebagai berikut :
  - 1) Cold Fronts
  - 2) Warm Fronts
  - 3) Stasionary Fronts
3. Pengaruh cold front terhadap cuaca/presipitasi merupakan rangkaian kejadian dari hujan yang terjadi yang mengikuti Cold front apabila dilihat secara melintang. Massa air yang berwarna biru di sebelah kiri mewakili massa udara yang dingin dibelakang cold front (garis biru tebal) sedangkan disebelahnya yang berwarna kuning adalah massa air yang lebih hangat.



Gambar. Hujan pada Cold fronts

Saat front ini berkembang, massa udara yang lebih dingin mengangkat massa udara yang lebih hangat ( panah keatas). Udara yang mendingin dan naik ke atas serta mengalami kondensasi untuk menghasilkan awan dan hujan di sepanjang daerah di depan Cold front.

### KUNCI JAWABAN :

#### Tes Formatif

#### 2.6.6 Kegiatan Belajar VI

1. Pengertian Kabut Kabut adalah uap air yang berada dekat permukaan tanah kemudian berkondensasi (perubahan wujud benda ke wujud yang lebih padat seperti gas (atau uap) menjadi cairan) menjadi mirip awan.
2. Embun adalah uap-uap air yang kembali berubah menjadi titik-titik air.
3. faktor –faktor yang menjadi penyebab terjadinya kabut ! Kabut sebetulnya adalah awan. Ya, bisa dibayangkan saat kita berjalan melewati kabut, secara harfiah bisa dikatakan bahwa kita sedang ‘menembus awan’. Tapi bedanya, kabut ada di permukaan bumi, sedangkan awan berada lebih tinggi. Sementara proses terbentuknya kurang lebih sama saja. Udara di sekitar kita ini mengandung air dalam bentuk uap atau gas. Tapi, ternyata udara hangat mampu menampung uap air dalam jumlah yang lebih banyak. Nah, ketika didinginkan maka uap air yang tadinya ada di udara akan mengembun sebagian. Alias, kembali ke wujudnya semula, yakni cair.

Pada waktu atau tempat tertentu, seperti perpindahan dari malam ke pagi hari, atau di lereng dan puncak gunung, udara akan mengalami perubahan suhu. Sehingga uap air atau gas tadi akan mencapai titik jenuh dan berubah kembali menjadi air. Tentu saja pada awalnya air ini hanya berupa titik-titik air yang sangat ringan. Makanya mereka bisa melayang-layang di udara.

Karena jumlahnya yang banyak, maka titik-titik air yang melayang ini sanggup mengganggu penglihatan kita lho. Mereka kemudian terbagi, ada yang terus naik ke atas dan menjadi awan, sementara titik-titik air yang lebih berat akan jatuh ke bumi dan menempel di daun, kaca rumah, dan benda-benda lain. Kabut yang menempel di benda-benda sekitar kita inilah yang kemudian kita kenal sebagai embun. Atau jika yang masih bertahan melayang-layang di udara, saat matahari mulai bersinar dan udara menjadi hangat kembali, mereka akan kembali ke wujud uap atau gas. Dan kabut pun sirna terkena sinar matahari.



### **KUNCI JAWABAN :**

#### **Tes Formatif**

#### **2.7.6 Kegiatan Belajar VII**

1. Manfaat informasi pelayanan cuaca bagi Nelayan sebagai berikut :
  - a) Peringatan dini gelombang tinggi adalah informasi tinggi gelombang yang berbahaya di perairan Indonesia.
  - b) Informasi cuaca pelayaran adalah informasi cuaca harian berisi peringatan adanya badai, cuaca buruk dan ringkasan keadaan cuaca umum yang signifikan serta prakiraan cuaca dan gelombang laut untuk wilayah perairan.
  - c) Informasi cuaca pelabuhan adalah informasi cuaca harian berisi peringatan adanya badai, cuaca buruk dan ringkasan keadaan cuaca umum yang signifikan serta prakiraan cuaca dan gelombang laut untuk pelabuhan dan sekitarnya.
  - d) Informasi cuaca khusus adalah informasi cuaca harian/mingguan yang berupa data cuaca olahan dan atau prakiraan cuaca untuk pengguna jasa yang memerlukan layanan khusus sesuai permintaan.
  - e) Informasi rata-rata (gelombang, angin)/iklim maritim serta potensi kejadian gelombang tinggi dan angin kencang.
  
2. Pelayanan informasi cuaca kelautan diantaranya meliputi:
  - Peringatan dini gelombang tinggi.
  - Informasi cuaca pelayaran.
  - Informasi cuaca.
  - Informasi cuaca khusus.
  - Informasi rata-rata (gelombang, angin)/ iklim maritim serta potensi kejadian gelombang tinggi dan angin kencang

### KUNCI JAWABAN : Tes Formatif

#### 2.8.6 Kegiatan Belajar VIII

1. Kata oseanografi adalah kombinasi dari dua kata Yunani: *oceanus* (samudera) dan *graphos* (uraian/deskripsi) sehingga oseanografi mempunyai arti deskripsi tentang samudera. Tetapi lingkup oseanografi pada kenyataan lebih dari sekedar deskripsi tentang samudera, karena samudera sendiri akan melibatkan berbagai disiplin ilmu jika ingin diungkapkan. oseanografi sendiri seringkali diungkapkan berdasarkan empat kategori keilmuan yaitu fisika, biologi, kimia, dan geologi (Stowe, 1983). Oseanografi fisis khusus mempelajari segala sifat dan karakter fisik yang membangun sistem fluidanya. Oseanografi biologi mempelajari sisi hayati samudera guna mengungkap berbagai siklus kehidupan organisme yang hidup di atau dari samudera. Oseanografi kimia melihat berbagai proses aksi dan reaksi antar unsur, molekul, atau campuran dalam sistem samudera yang menyebabkan perubahan zat secara reversibel atau ireversibel. Dan oseanografi geologi memfokuskan pada bangunan dasar samudera yang berkaitan dengan struktur dan evolusi cekungan samudera.
2. Ceritakan secara singkat sejarah perkembangan oseanografi di Indonesia Sahala Hutabarat dan Stewart M. Evans (1985: 1), oseanografi dibagi menjadi empat cabang ilmu, yaitu :
  - a. **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 sistem arus yang terdapat di lautan.
  - b. **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.
  - c. **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.
  - d. **Biologi Oseanografi** : cabang ilmu oseanografi yang sering dinamakan Biologi Laut yang mempelajari semua organisme 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 laborarotium buata juga perlu pergi ke laut dengan kapal-kapal ekspedisi melihat dan menyelidiki secara nyata.

### **KUNCI JAWABAN :**

#### **Tes Formatif**

##### **2.9.6 Kegiatan Belajar IX**

1. Jelaskan teori terjadinya bumi! Ada beberapa teori terjadinya bumi antara lain :

Menurut Hill (geolog Inggris) kulit bumi itu mula-mula terjadi di kutub yang terdiri dari feldspar yang tebalnya kira-kira 1,5 km. Sesudah meluas di permukaan bumi ini maka terbentuklah kontinen-kontinen. Akibat proses radio aktif yang sangat kuat dibarengi dengan panas yang terdapat di bawah muka bumi mengakibatkan permukaan bumi tersebut mengmbung dan terjadilah kontinen. Magma basaltis yang lebih berat terdapat di bawah benua dan menjadi dasar samudera.

J.H.F.Umgrove berpendapat bahwa asal mula kulit bumi itu tidak hanya di daerah kutub saja tetapi seluruh permukaan bumi, kemudian menekan permukaan bumi yang menyebabkan kulit bumi ini retak-retak. Menurutnya retakan-retakan inilah yang kemudian menjadi samudera.

V.J. Vernansky (sarjana geochemist Uni Sovyet) menduga bahwa pemisahan bulan dari kulit bumi yang masih plastis. Karena rotasi bumi sejumlah massa magma dan kulit bumi tersebut terlempar keruang angkasa, akibatnya pada kulit bumi tersebut terdapat basin yang luas yang kemudian menjadi samudera Pasifik.

V.V. Belousov (sarjana Geophysika Uni Sovyet) menduga bahwa dasar samudera terjadi akibat pemerosotan tanah daratan. Karena itu samudera meluas kearah daratan. Menurutnya samudera Atlantik dan Hindia meluas pada periode Tertier, sedangkan samudera Pasifik pada periode Quarter.

2. Teori terjadinya samudra sebagai berikut :

ada bebera teori tentang terjadinya samudera, antara lain adalah sebagai berikut :

- 1). Contraction theory (teori kontraksi)

Beberapa waktu setelah bumi terbentuk, bumi masih dalam keadaan panas. Kemudian mulai mendingin dan terbentuklah kulit bumi. Dalam waktu jutaan tahun terjadi perubahan-perubahan di dalam bumi di bawah kulit bumi. Karena terjadi pengerutan kulit bumi menyebabkan batuan yang ringan dari kulit bumi melengkung dan retak maka magma keluar ke permukaan bumi. Semua perubahan-perubahan tersebut menyebabkan terjadinya continent dan cekungan samudera. Kita mengetahui bahwa kulit bumi di bawah samudera yang dalam sangat tipis. Di bawah batuan kulit bumi itu terdapat batuan yang lebih berat yang disebut Astenosfer (mantel).

2). Gravity theory (teori Gravitasi)

Beberapa sarjana mengira bahwa cekungan samudera terbentuk ketika suatu bintang besar melintas dekat bumi. Karena gravitasi maka terjadi tarik menarik antara bintang tersebut dengan bumi. Diduga karena bumi masih panas dan lunak maka sebagian kulit bumi tertarik ke angkasa luar. Bekasnya menjadi cekungan samudera yang menurut teori ini adalah cekungan samudera Pasifik. Sedangkan bagian bumi yang terlepas adalah bulan.

**KUNCI JAWABAN :**

**Tes Formatif**

**2.10.6 Kegiatan Belajar X**

1. faktor-faktor yang mempengaruhi besar-kecilnya salinitas air laut, yaitu :
  - a. Penguapan, penguapan makin besar maka salinitas makin tinggi, kebalikannya makin kecil penguapan maka salinitasnya makin rendah.
  - b. Curah hujan, makin banyak curah hujan maka salinitas makin rendah, kebalikannya makin kecil curah hujan maka salinitasnya makin tinggi.
  - c. Air sungai yang bermuara ke laut, makin banyak air sungai yang bermuara ke laut, maka salinitas air laut tersebut rendah.
  - d. Letak dan ukuran laut, laut-laut yang tidak berhubungan dengan laut lepas dan terdapat di daerah arid maka salinitasnya tinggi.
  - e. Arus laut, laut-laut yang dipengaruhi arus panas maka salinitasnya akan naik dan kebalikannya laut-laut yang dipengaruhi arus dingin maka salinitasnya akan turun (rendah).
  - f. Angin, kelembaban udara di atasnya, ini berhubungan dengan penguapan dan penguapan berhubungan dengan besar kecilnya salinitas air laut.

**KUNCI JAWABAN :**

**Tes Formatif**

**2.11.6 Kegiatan Belajar XI**

1. Yang dimaksud dengan :
  - a. Tinggi gelombang (wave height) adalah Jarak vertikal antara crest dan trough
  - b. Panjang gelombang (wavelength) adalah Panjang gelombang (wavelength): jarak berturut-turut antara dua buah crest atau dua buah trough
  - c. Periode gelombang (wave period) Periode gelombang (wave period): waktu yang dibutuhkan crest untuk kembali pada titik semula secara berturut-turut
  - d. Kemiringan gelombang (wave steepness) adalah Perbandingan antara panjang gelombang dengan tinggi gelombang
2. Penyebab terjadinya gelombang sebagai berikut :

Proses pembentukan gelombang dipengaruhi oleh beberapa faktor yang saling berkerjasama menentukan ukuran dan bentuk gelombang :

  - a) Kecepatan Angin : semakin kuat angin berhembus maka akan semakin besar energi yang ditimbulkan sehingga akan semakin tinggi gelombangnya.
  - b) Panjang/jarak hembusan angin (fetch) : semakin besar fetch (jarak hembusan angin)nya maka semakin tinggi gelombang yang ditimbulkan.
  - c) Waktu (lamanya) hembusan angin : semakin lama angin tersebut berhembus pada area tersebut maka semakin tinggi gelombang yang ditimbulkan.
3. Pengertian arus adalah Arus merupakan gerakan massa air yang sangat luas yang terjadi pada seluruh lautan di dunia, penyebab arus
  - a. Arus laut yang disebabkan karena angin
  - b. Arus yang disebabkan karena neveau air laut
  - c. Arus yang disebabkan karena perbedaan temperatur, salinitas dan kepadatan air.
4. Pengertian pasang surut adalah 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. Penyebab pasang surut disebabkan oleh gaya tarik bulan dan gaya tarik matahari serta gaya sentrifugal bumi.

**KUNCI JAWABAN :**

**Tes Formatif**

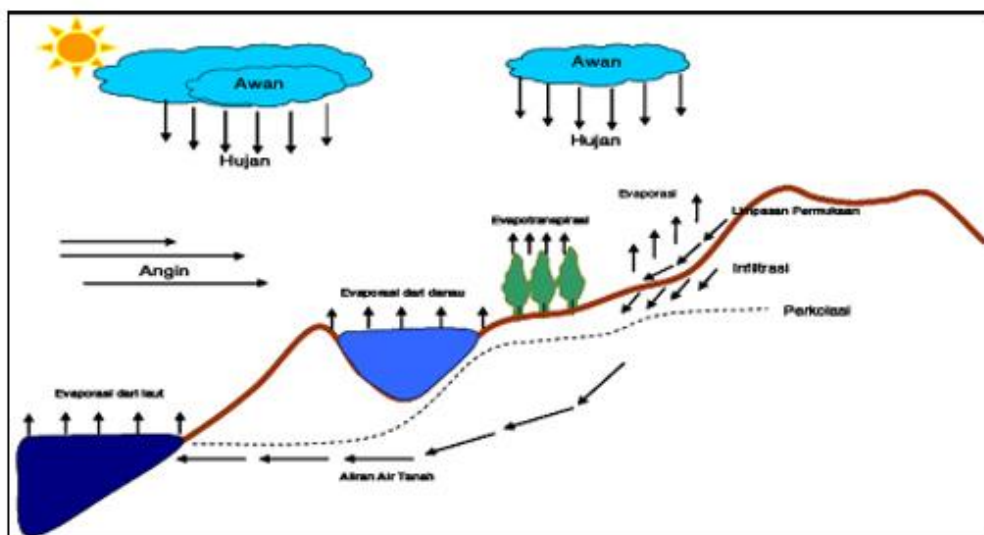
**2.12.6 Kegiatan Belajar XII**

Jelaskan proses terjadinya angin laut Setiap pagi hari sinar matahari akan memanasi daratan jauh lebih cepat daripada lautan, sehingga udara di atas daratan menjadi lebih cepat panas.

1. Angin laut terjadi akibatnya tekanan udara di daratan menjadi lebih rendah dari lautan. Perbedaan ini akan mengakibatkan angin dari arah laut bergerak/bertiup ke daratan
2. Angin Darat Kejadian sebaliknya terjadi pada waktu malam hari, dimana daratan jauh lebih cepat menjadi dingin daripada lautan. Akibatnya udara di atas daratan menjadi lebih dingin dan tekanan udara menjadi lebih tinggi dari lautan.
3. Pertukaran air diantara daratan, lautan, dan udara (siklus hidrologi).

Sebagai berikut :

Gambar. Siklus hidrologi (Sumber: Soemarto, 1987)



Pemanasan air samudera oleh sinar matahari merupakan kunci proses siklus hidrologi tersebut dapat berjalan secara kontinu. Air berevaporasi, kemudian jatuh sebagai presipitasi dalam bentuk hujan, salju, hujan es dan salju, atau hujan gerimis. Pada perjalanan menuju bumi beberapa presipitasi dapat berevaporasi kembali ke atas atau langsung jatuh yang kemudian diintersepsi oleh tanaman sebelum mencapai tanah.

Setelah mencapai tanah, siklus hidrologi terus bergerak secara kontinu dalam tiga cara yang berbeda: Evaporasi / transpirasi , Infiltrasi / Perkolasi ke dalam tanah, dan Air Permukaan.

**KUNCI JAWABAN :**  
**Tes Formatif**

**2.13.6 Kegiatan Belajar XIII**

1. Ruang kehidupan di laut sebagai berikut :

A. Sistem Benthic: ruang kehidupan yang ada pada dasar laut, baik yang melekat, merayap maupun yang terdapat di dalamnya, terdiri dari :

a. Sistem Lithoral :

- Eulithoral (daerah pasang naik – pasang surut).
- Sublithoral (neritik) disebut juga continental shelf dengan kedalaman sampai dengan 200 meter

b. Sistem Laut Dalam :

- Archibenthic (continental Slope) kedalaman antara 200 – 1.000 meter
- Abysal benthic Zone laut dalam dengan kedalaman > 1.000 meter.

B. Sistem Pelagis, ruang kehidupan pada badan air (air laut), terdiri dari :

- a. Neritic zone, ruang kehidupan pada lapisan atas/permukaan laut yang masih terpengaruh oleh sinar matahari.
- b. Ocean zone, ruang kehidupan yang berada dibawah lapisan neritik dimana sinar matahari tidak lagi berpengaruh.

2. Zona-zona sistem pelagic sebagai berikut :

Sistem pelagis merupakan ruang kehidupan baik bagi tumbuh-tumbuhan maupun binatang pada badan air laut itu sendiri, baik pada neritic zone maupun pada ocean zone.

a. Neritic zone

Ruang kehidupan pada air laut lapisan atas, sehingga sinar matahari yang sangat dibutuhkan untuk proses fotosintesis bagi tumbuh-tumbuhan masih berpengaruh. Begitu juga pada lapisan air bagian atas terutama disekitar pantai bisa terjadi upwelling yang membawa nutrient seperti nitrat dan fosfor maka dapat menyuburkan tumbuhan diatomea yang merupakan makanan utama organisme laut lainnya. Oleh karena itu pada zone neritic lebih subur dari pada zone ocean.

Susunan kimia di daerah neritic lebih bervariasi dari pada di ocean zone. Salinitasnya berubah-ubah, sehingga dapat berpengaruh terhadap populasi euryhaline animal (binatang yang mempunyai toleransi terhadap perubahan kadar garam) lebih-lebih disekitar daerah estuaria (muara sungai).



### b. Ocean zone

Ruang kehidupan pada air laut yang berada dilapisan bawah dari zona neritic, pengaruh sinar matahari sudah semakin kecil, bahkan makin ke lapisan dalam tidak lagi berpengaruh. Pada zona ini kehidupan organisme laut semakin sedikit, bahkan tumbuh-tumbuhan sudah tidak lagi dijumpai. Organisma yang ada adalah binatang walaupun jenis maupun jumlahnya juga terbatas. Hal ini disebabkan karena bahan makanan yang berupa partikel-partikel dan sisa-sisa hancuran daratan lebih sedikit, bahan makanan terbatas pada sisa-sisa organisme yang mati atau kotoran binatang yang hidup pada lapisan atasnya. Organisma terbatas pada organisme carnivora.

Organisma pada system pelagis dikelompokkan kedalam dua kelompok utama, yaitu plankton dan nekton.

3. Pengertian plankton merupakan organisme laut yang berukuran kecil (mikroskopik) yang jumlahnya sangat banyak dan gerakannya dipengaruhi oleh gerakan air laut. Plankton terdiri dari golongan tumbuhan (fitoplankton) dan golongan binatang (zooplankton). fungsinya plankton bagi kehidupan di laut merupakan produsen bagi kehidupan laut lainnya.

**4. KUNCI JAWABAN Tes Sumatif**

1. a	11. a	21. c	31. a	41. a	51. a	61. c	71. b	81. a	91. b
2. a	12. a	22. d	32. d	42. c	52. d	62. b	72. c	82. a	92. a
3. a	13. a	23. a	33. b	43. c	53. b	63. d	73. a	83. b	93. b
4. c	14. a	24. c	34. b	44. a	54. c	64. d	74. d	84. d	94. d
5. c	15. c	25. a	35. d	45. b	55. d	65. c	75. b	85. c	95. a
6. d	16. a	26. d	36. b	46. c	56. a	66. a	76. c	86. b	96. d
7. a	17. c	27. b	37. b	47. b	57. c	67. d	77. a	87. a	97. c
8. a	18. d	28. c	38. a	48. a	58. a	68. b	78. a	88. a	98. a
9. b	19. b	29. a	39. b	49. d	59. b	69. c	79. c	89. d	99. b
10. c	20. d	30. c	40. a	50. d	60. d	70. c	80. d	90. c	100. d