

# METEOROLOGI MARITIM

**Achmad Ali Mashartanto, S.Kom., M.Si**  
**Arya Widiyatmaja, S. Si.T., M.Si**  
**Muhammad Idris, S.Si.T., M.T..**  
**Budi Riyanto, S.E., M.M., M.Mar.E**  
**Syamsul Arifin, M.Pd**  
**Rispa Saeful Mu'tamar, M.Pd**

**Editorial :**

**Dr. Muhammad Rizal, SE., M.Si., Ak., CMA**

## METEOROLOGI MARITIM

### HAK CIPTA DILINDUNGI UNDANG-UNDANG

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanis, termasuk memfotocopy, merekam dan dengan sistem penyimpanan lainnya tanpa izin tertulis dari penulis.



# **METEOROLOGI MARITIM**

Pengarang:

**Achmad Ali Mashartanto, S.Kom., M.Si  
Arya Widiyatmaja, S.Si.T., M.Si  
Muhammad Idris, S.Si.T., M.T.  
Budi Riyanto, S.E., M.M., M.Mar.E  
Syamsul Arifin, M.Pd  
Rispa Saeful Mu'tamar, M.Pd**

Editorial:

**Dr. Muhammad Rizal, SE., M.Si., Ak., CMA**



Judul  
**Meteorologi Maritim**

Penulis

**Achmad Ali Mashartanto, S.Kom., M.Si**  
**Arya Widiatmaja, S.Si.T., M.Si**  
**Muhammad Idris, S.Si.T., M.T. (Poltekpel Sorong)**  
**Budi Riyanto, S.E., M.M., M.Mar.E (Poltekpel Sumatera Barat)**  
**Syamsul Arifin, M.Pd (Poltekpel Malahayati)**  
**Rispa Saeful Mu'tamar, M.Pd**

Editor

**Dr. Muhammad Rizal, SE., M.Si., Ak., CMA**

Layouting

**Yusrina Devi**

Desain Sampul  
**Dhani Pangestu**

Cetakan : November 2025  
ISBN : 9786347479020  
E-ISBN : (masih dalam proses)

Diterbitkan pertama kali oleh:



**LARISPA**  
Jl.Sei Mencirim Komplek Lalang Green Land I Blok C No. 18 Medan, Sumatera Utara Kode Pos 20352  
Telp. (061) 80026116, Fax : (061) 8002 1139  
Surel: [info@larispa.co.id](mailto:info@larispa.co.id) dan [dpppkmp@gmail.com](mailto:dpppkmp@gmail.com) Hp: +62 812 608 1110 Website : [www.larispa.co.id](http://www.larispa.co.id) dan [www.pkmpi.org](http://www.pkmpi.org)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis diberikan kemudahan dalam penyusunan buku ajar ini.

Salah satu kekuatan utama buku ini adalah **kolaborasi para penulis yang berasal dari berbagai perguruan tinggi dan lembaga pendidikan pelayaran di Indonesia**. Kehadiran kontribusi dari para ahli dengan latar belakang keilmuan yang beragam menjadikan buku ini kaya perspektif dan mendalam dalam pembahasan. Di antaranya adalah **Achmad Ali Mashartanto, S.Kom., M.Si; Arya Widiyatmaja, S.Si.T., M.Si; Muhammad Idris, S.Si.T., M.T. (Poltekpel Sorong); Budi Riyanto, S.E., M.M., M.Mar.E (Poltekpel Sumatera Barat);** dan **Syamsul Arifin, M.Pd (Poltekpel Malahayati)**. Keragaman keahlian dan perspektif para penulis menjadikan materi dalam buku ini lebih solid, aplikatif, dan selaras dengan kebutuhan pembelajaran di bidang kemaritiman. Kontribusi **Budi Riyanto, S.E., M.M., M.Mar.E dari Poltekpel Sumatera Barat** menambah kekayaan materi melalui perspektif keselamatan pelayaran dan manajemen transportasi laut. Sementara itu, **Syamsul Arifin, M.Pd dari Poltekpel Malahayati** turut memperkaya isi buku melalui pendekatan edukatif dan aplikatif yang mudah dipahami oleh pembaca dari berbagai latar belakang.

Kolaborasi lintas institusi ini tidak hanya menunjukkan semangat kebersamaan dalam pengembangan ilmu pengetahuan kemaritiman, tetapi juga mencerminkan komitmen para penulis untuk menghadirkan karya yang bermanfaat bagi dunia pendidikan, praktisi pelayaran, hingga para peneliti yang bergerak di bidang meteorologi dan keselamatan maritim.

Kami menyadari bahwa buku ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang konstruktif sangat kami harapkan demi perbaikan penyusunan karya ilmiah selanjutnya. Semoga buku ini memberikan kontribusi nyata bagi peningkatan pemahaman dan praktik meteorologi maritim di Indonesia, serta menjadi rujukan bagi siapa pun yang mempelajari atau berkecimpung di bidang ini.

Padang, 10 November 2025

Achmad Ali Mashartanto, S.Kom., M.Si

## KATA PENGANTAR EDITORIAL

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, buku “**Meteorologi Maritim**” ini dapat hadir sebagai kontribusi ilmiah yang diharapkan mampu memperkuat pemahaman mengenai dinamika cuaca laut dan implikasinya terhadap keselamatan pelayaran di Indonesia. Sebagai negara kepulauan, pengetahuan tentang meteorologi maritim merupakan kebutuhan strategis bagi dunia pendidikan, industri pelayaran, serta masyarakat maritim secara luas.

Buku ini tersusun berkat kolaborasi para penulis dari berbagai kampus dan lembaga pendidikan pelayaran, yaitu Achmad Ali Mashartanto, S.Kom., M.Si; Arya Widiatmaja, S.Si.T., M.Si; Muhammad Idris, S.Si.T., M.T. (Poltekpel Sorong); Budi Riyanto, S.E., M.M., M.Mar.E (Poltekpel Sumatera Barat); dan Syamsul Arifin, M.Pd (Poltekpel Malahayati). Keragaman keahlian dan perspektif para penulis menjadikan materi dalam buku ini lebih solid, aplikatif, dan selaras dengan kebutuhan pembelajaran di bidang kemaritiman.

Sebagai editor, saya menyampaikan apresiasi yang setinggi-tingginya kepada seluruh penulis atas dedikasi dan kontribusinya. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat, memperkaya referensi akademik, serta menjadi rujukan bagi taruna, pendidik, dan praktisi yang berkecimpung dalam dunia pelayaran dan meteorologi maritim.

Medan, 14 November 2025

Muhammad Rizal



## DAFTAR ISI

BAB I	METEOROLOGI ILMU TENTANG CUACA .....	1
BAB II	INSTRUMEN-INSTRUMEN METEOROLOGI.....	23
BAB III	ATMOSFER BUMI.....	44
BAB IV	PROSES PERPINDAHAN ENERGI DI ATMOSFER /PERMUKAAN BUMI .....	53
BAB V	ANGIN.....	70
BAB VI	AWAN DAN KABUT .....	84
BAB VII	PENGUKURAN DAN ANALISA ARAH DAN KECEPATAN ANGIN DI KAPAL.....	95
BAB VIII	IKLUS MONSUN, ANGIN DARAT DAN ANGIN LAUT SERTA DAMPAKNYA.....	106
BAB IX	MASA UDARA DAN FRONT .....	117
BAB X	MASSA UDARA DAN IKLIM .....	125
BAB XI	SIKLON DAN ANTI SIKLON .....	145
BAB XII	LAYANAN DAN INFORMASI METEOROLOGI MARITIM .....	164
BAB XIII	PELAPORAN PENGAMATAN CUACA.....	175
BAB XIV	PENERAPAN INFORMASI METEOROLOGI.....	197



# BAB I

## METEOROLOGI ILMU TENTANG CUACA

### 1.1. Defenisi kata Meteorologi

Meteorologi berasal dari bahasa Yunani yaitu Meteoros dan Logos. Meteoros berarti sesuatu yang ada di udara. Logos artinya ilmu. Istilah meteorologi pertama kali dikemukakan oleh filsuf Yunani Aristoteles yang menulis sebuah buku tentang filsafat alam yang diberi judul "Meteorologica" pada 340 SM. Dia percaya bahwa fenomena ini disebabkan oleh interaksi elemen dasar seperti air, api, tanah, dan udara. Karya tersebut menjadikan Aristoteles dinyatakan sebagai peletak dasar ilmu tentang cuaca.

Pengertian Meteorologi Menurut Para Ahli Adapun definisi meteorologi menurut para ahli, antara lain:

- a. Collins Dictionary, Meteorologi adalah ilmu yang mempelajari proses-proses di atmosfer planet bumi yang menyebabkan kondisi cuaca tertentu, terutama untuk meramalkan cuaca.
- b. James S. Walker, dalam karyanya, mendefinisikan meteorologi sebagai studi ilmiah tentang atmosfer dan fenomena cuaca serta iklim. Ia fokus pada dinamika atmosfer dan proses yang mempengaruhi pola cuaca global.
- c. Science Daily, Meteorologi adalah studi ilmiah tentang atmosfer yang berfokus pada proses dan prakiraan cuaca. Fenomena meteorologi merupakan peristiwa cuaca yang bisa diamati yang menerangi dan dijelaskan oleh ilmu meteorologi. Peristiwa tersebut adalah suhu, tekanan, uap air, dan gradien serta interaksi masing-masing variabel, dan bagaimana perubahannya dalam waktu, yang kesemuanya hal tersebut terikat oleh variabel yang ada di atmosfer bumi.
- d. Edward N. Lorenz dikenal karena kontribusinya pada teori chaos dalam meteorologi. Ia menunjukkan bahwa sistem cuaca sangat sensitif terhadap kondisi awal, yang dikenal sebagai efek kupu-kupu. Ini mengubah pemahaman tentang prediksi cuaca jangka Panjang

Dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 31 Tahun 2009 yang dimaksud dengan meteorologi adalah gejala alam yang berkaitan dengan cuaca. Dalam kamus besar bahasa Indonesia, meteorologi didefinisikan sebagai cabang ilmu geografi yang mempelajari tentang ciri-ciri fisik dan kimia atmosfer untuk meramalkan keadaan cuaca disuatu tempat secara khusus dan diseluruh dunia secara umum. Meteorologi secara umum adalah studi tentang atmosfer, termasuk fenomena cuaca dan iklim, serta proses yang mempengaruhinya. Ini mencakup analisis pola cuaca, dinamika atmosfer, dan prediksi cuaca Meteorologi Maritim

adalah cabang meteorologi yang memfokuskan pada kondisi atmosfer di laut dan dampaknya terhadap aktivitas maritim. Ini mencakup studi tentang angin, gelombang, dan cuaca yang mempengaruhi pelayaran dan operasi di laut. Perkembangan Meteorologi sebagai Ilmu Cuaca

9

## 1.2 Meteorologi era 1600-1800

Antara 1600 hingga 1800, meteorologi mengalami perkembangan signifikan dengan penemuan alat-alat seperti barometer oleh Evangelista Torricelli dan termometer oleh Daniel Gabriel Fahrenheit. Para ilmuwan seperti John Dalton juga mengembangkan teori tentang udara dan komposisinya. Perubahan ini memungkinkan pemahaman yang lebih baik tentang cuaca dan iklim.

### a. Meteorologi era 1800an

Pada abad ke-19, meteorologi mengalami perkembangan pesat berkat kemajuan teknologi dan teori ilmiah. Berikut adalah beberapa perkembangan utama dalam meteorologi selama tahun 1800 -an:

#### a. Pengenalan Teori Gas dan Kelembaban

John Dalton (1766-1844) mengembangkan teori atom dan hukum partial pressures yang mendasari pemahaman tentang bagaimana gas-gas di atmosfer, termasuk uap air, berinteraksi. Ini membantu dalam memahami kelembaban relatif dan pengaruhnya terhadap cuaca.

#### b. Pengembangan Alat Pengukur:

- Barometer: Barometer mercuri, yang dikembangkan oleh Torricelli, diperbarui untuk akurasi yang lebih baik.
- Hygrometer: Alat ini, yang mengukur kelembaban, diperkenalkan pada awal abad ke-19. Psychrometer, yang menggunakan dua termometer untuk mengukur kelembaban relatif, dikembangkan oleh Daniel Gabriel Fahrenheit.

#### c. Pengenalan Peta Cuaca dan Observasi Sistematis:

Sir William Reid (1791-1858) mulai mengembangkan peta cuaca sistematis yang memungkinkan pemantauan dan prediksi kondisi cuaca secara lebih efektif. Meteorologi Observasional: Upaya lebih besar dilakukan dalam mengumpulkan data cuaca secara sistematis melalui stasiun meteorologi yang didirikan di berbagai belahan dunia.

#### d. Teori dan Model Atmosfer:

Vilhelm Bjerknes (1862-1951), meskipun aktif pada awal abad ke-20, mulai mengembangkan dasar-dasar dinamika atmosfer dan sistem cuaca. Teori-teori Bjerknes

menjadi sangat berpengaruh pada meteorologi modern.

e. Pengenalan Sistem Cuaca dan Front:

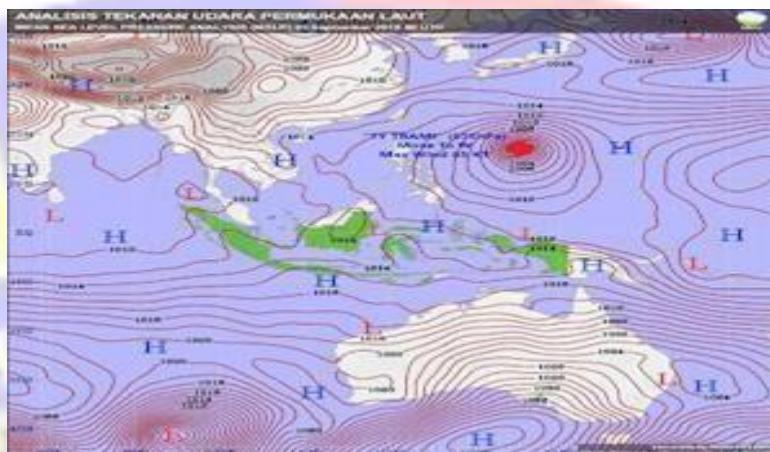
Luke Howard (1772-1864) memperkenalkan sistem klasifikasi awan yang masih digunakan sampai sekarang. Klasifikasi ini membantu dalam identifikasi dan pemahaman fenomena cuaca.

f. Kemajuan dalam Meteorologi Maritim:

Dengan perkembangan pelayaran dan eksplorasi laut, perhatian terhadap cuaca maritim meningkat. Ini mendorong pembuatan panduan cuaca dan sistem peringatan untuk navigasi kapal.

g. Dinamika Atmosfer:

Émile Philippe Franck dan William Ferrel menyumbangkan pemahaman awal tentang dinamika atmosfer dan pola angin. Ferrel, khususnya, mengembangkan teori tentang sirkulasi atmosfer yang menjadi dasar teori-teori atmosferik modern.



Gambar :

Sumber :

h. Pemantauan Cuaca Global:

Upaya global mulai dilakukan untuk mengumpulkan data cuaca dari berbagai lokasi, memungkinkan pembuatan peta cuaca yang lebih akurat dan pemahaman yang lebih baik tentang sistem cuaca global.

Perkembangan ini meletakkan dasar bagi meteorologi sebagai ilmu pengetahuan yang lebih terstruktur dan sistematis, mempersiapkan jalan untuk kemajuan teknologi dan teori-teori yang akan datang pada abad ke-20 dan seterusnya. Apakah ada aspek tertentu dari perkembangan meteorologi abad ke-19 yang ingin kamu eksplorasi lebih lanjut?

Perkembangan meteorologi pada awal abad ke-20 (1900-an) menandai periode penting dalam sejarah ilmu cuaca. Berikut adalah beberapa perkembangan kunci dalam bidang meteorologi selama era tersebut:

1. Pembentukan Layanan Cuaca Nasional:

Banyak negara mulai mendirikan layanan cuaca nasional pada akhir abad ke-19 dan awal abad ke-20. Contohnya, United States Weather Bureau (sekarang National Weather Service) didirikan pada tahun 1890. Layanan ini bertugas untuk memantau cuaca dan memberikan prediksi yang lebih terorganisir dan sistematis.

Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) di Indonesia didirikan pada tanggal 21

Juli 1866. Saat itu, lembaga ini didirikan oleh pemerintah kolonial Belanda dengan nama "Magnetic and

Meteorological Observatory" dan berlokasi di Batavia (sekarang Jakarta). Tujuan awalnya adalah untuk mengamati kondisi cuaca dan fenomena geofisika seperti gempa bumi.

2. Penggunaan Instrumen Modern:

Teknologi meteorologi berkembang dengan pesat di awal 1900 -an, termasuk penggunaan barometer, termometer, dan anemometer yang lebih akurat. Pengenalan radiosonde pada tahun 1920 -an memungkinkan pengukuran kondisi atmosfer di berbagai ketinggian, yang sangat penting bagi prakiraan cuaca.

3. Teori Dinamika Atmosfer:

Pada tahun 1904, Vilhelm Bjerknes, seorang ahli meteorologi Norwegia, mempublikasikan teori tentang dinamika atmosfer yang menjadi dasar untuk meteorologi modern. Teori ini memperkenalkan konsep front cuaca dan memperbaiki pemahaman tentang bagaimana siklon (badai) dan antiklon berkembang.

4. Penggunaan Komputasi:

Di paruh pertama abad ke-20, metode perhitungan manual untuk memprediksi cuaca mulai digunakan. Namun, perkembangan yang lebih signifikan terjadi setelah Perang Dunia II dengan pengenalan komputer elektronik pertama yang memungkinkan perhitungan yang lebih cepat dan akurat, mendukung model cuaca yang lebih kompleks.

5. Penerbangan dan Meteorologi

Perkembangan penerbangan selama dan setelah Perang Dunia I menambah kebutuhan akan prakiraan cuaca yang lebih akurat. Data meteorologi menjadi krusial untuk keselamatan penerbangan, sehingga mendorong investasi lebih besar dalam penelitian dan pengembangan meteorologi.

## 6. Pengamatan Cuaca Global:

Pada awal 1900-an, jaringan pengamatan cuaca global mulai dibentuk, termasuk stasiun cuaca di berbagai belahan dunia. Data dari stasiun-stasiun ini sangat penting untuk analisis cuaca global dan membantu dalam pengembangan peta cuaca harian.

Periode ini merupakan masa transisi penting dari observasi manual menuju pemahaman dan prediksi cuaca yang lebih ilmiah dan terkomputerisasi. Perkembangan-perkembangan ini menjadi fondasi bagi meteorologi modern yang kita kenal saat ini.

Perkembangan meteorologi maritim pada awal abad ke-20 (1900-an) sangat penting karena perubahan ini membantu mendukung keselamatan pelayaran dan operasi maritim secara umum. Berikut adalah beberapa aspek penting dari perkembangan meteorologi maritim pada era tersebut:

### 1. Peningkatan Jaringan Observasi Maritim

Pada awal 1900-an, jaringan stasiun cuaca maritim mulai diperluas. Kapal-kapal mulai dilengkapi dengan instrumen meteorologi untuk mengukur suhu udara dan air, tekanan udara, kecepatan angin, serta kondisi cuaca lainnya. Laporan cuaca dari kapal ini dikirim ke pusat-pusat cuaca di darat untuk digunakan dalam pembuatan peta cuaca maritim.

### 2. Pembentukan Layanan Cuaca Maritim

Banyak negara mulai mendirikan layanan cuaca khusus untuk maritim pada awal abad ke-20. Misalnya, United States Weather Bureau mulai mengeluarkan buletin cuaca harian untuk pelaut pada tahun 1902. Ini termasuk peringatan badai dan prediksi cuaca yang dikirimkan melalui telegraf dan radio.

### 3. Penggunaan Radio untuk Komunikasi Cuaca

Pengenalan radio di kapal-kapal komersial pada awal 1900-an membawa perubahan besar dalam meteorologi maritim. Radio memungkinkan kapal untuk menerima peringatan cuaca dan laporan cuaca real-time saat berada di laut, yang sangat meningkatkan keselamatan pelayaran.

### 4. Pengembangan Peta Cuaca Maritim

Dengan meningkatnya data yang diperoleh dari kapal-kapal di laut, ahli meteorologi dapat mengembangkan peta cuaca maritim yang lebih akurat. Peta ini menunjukkan distribusi tekanan atmosfer, kecepatan dan arah angin, serta area dengan kondisi cuaca buruk, yang membantu pelaut dalam merencanakan rute yang lebih aman.

## 5. Standarisasi Internasional

Pada awal abad ke-20, upaya untuk menstandarisasi praktik meteorologi maritim di seluruh dunia mulai dilakukan. Organisasi Meteorologi Dunia (WMO) didirikan pada tahun 1950, tetapi bahkan sebelum itu, konferensi dan perjanjian internasional mulai mengatur bagaimana data cuaca maritim dikumpulkan dan disebarluaskan.

## 6. Pengembangan Prakiraan Cuaca Maritim

Di paruh pertama abad ke-20, prakiraan cuaca untuk laut masih sangat terbatas. Namun, seiring dengan berkembangnya pemahaman tentang dinamika atmosfer dan peningkatan pengumpulan data, prakiraan cuaca maritim mulai menjadi lebih akurat dan andal. Ini terutama penting untuk membantu menghindari badai dan gelombang besar.

## 7. Pengenalan Stasiun Cuaca Lautan

Pada pertengahan abad ke-20, beberapa negara mulai memasang stasiun cuaca otomatis di lautan, baik pada platform pengeboran minyak maupun di pulau-pulau terpencil. Stasiun ini memberikan data cuaca yang lebih konsisten dan membantu dalam pengembangan model cuaca yang lebih baik.

Perkembangan ini mendukung keselamatan dan efisiensi navigasi maritim serta memainkan peran penting dalam perlindungan terhadap bencana alam di laut, seperti badai tropis dan gelombang tinggi. Meteorologi maritim terus berkembang seiring dengan kemajuan teknologi, membuat prakiraan cuaca semakin akurat dan andal untuk kegiatan di lautan.

## c. Meteorologi Masa Kini

Perkembangan meteorologi Maritim masa kini telah mengalami kemajuan yang signifikan berkat teknologi canggih dan metode pengamatan yang lebih akurat. Beberapa aspek penting dari perkembangan ini meliputi:

### a. Pengamatan Satelit:

Penggunaan satelit cuaca telah meningkatkan kemampuan untuk memantau kondisi atmosfer dan lautan secara real-time. Ini memungkinkan prediksi cuaca yang lebih akurat, terutama dalam mendekripsi badai tropis, angin topan, dan kondisi laut yang berbahaya.

### b. Modeling Cuaca:

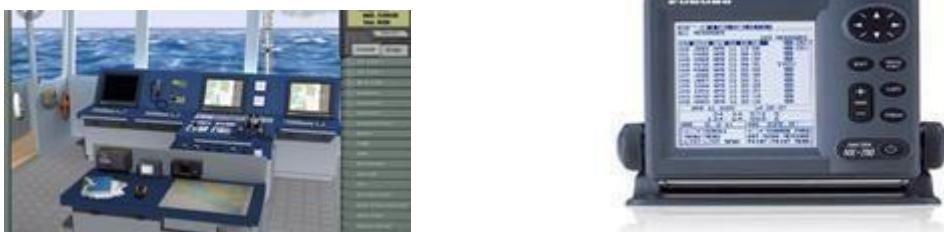
Model numerik untuk prediksi cuaca telah menjadi lebih canggih, memungkinkan simulasi yang lebih baik dari pola cuaca di lautan. Ini membantu dalam memberikan peringatan dini terhadap kondisi cuaca ekstrem yang dapat mempengaruhi navigasi maritim.

### c. Internet of Things (IoT): Sensor yang terhubung dengan teknologi IoT dipasang di kapal,

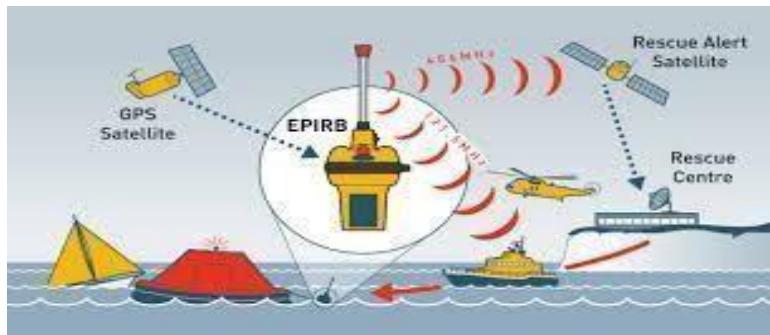
pelabuhan, dan buoy laut, memberikan data real-time tentang suhu, kelembapan, tekanan udara, dan kecepatan angin. Data ini dikumpulkan dan dianalisis untuk memberikan gambaran yang lebih lengkap tentang kondisi cuaca dan laut.

- d. Sistem Peringatan Dini: Sistem peringatan dini untuk badai dan gelombang tinggi telah diperbaiki, memungkinkan kapal-kapal di laut untuk menghindari wilayah berbahaya. Ini berkontribusi pada keselamatan navigasi dan melindungi nyawa serta properti.
- e. Prediksi Iklim Jangka Panjang: Penelitian tentang perubahan iklim juga berdampak pada meteorologi maritim. Pemahaman yang lebih baik tentang perubahan pola iklim global membantu dalam mengantisipasi perubahan jangka panjang dalam kondisi laut yang dapat mempengaruhi perdagangan maritim, perikanan, dan aktivitas lepas pantai.
- f. Kolaborasi Internasional: Meteorologi maritim juga diuntungkan dari kolaborasi internasional, dengan berbagi data dan pengetahuan antar negara. Organisasi seperti Organisasi Meteorologi Dunia (WMO) dan Layanan Cuaca Laut Internasional (International Maritime Weather Service) memainkan peran kunci dalam koordinasi ini.
- g. Aplikasi Navigasi Digital: Teknologi digital, termasuk aplikasi navigasi maritim, telah mempermudah kapten kapal untuk menerima data cuaca terkini, merencanakan rute yang aman, dan menghindari kondisi cuaca buruk.

Perkembangan ini tidak hanya meningkatkan keselamatan di laut tetapi juga mendukung efisiensi operasional dalam industri maritim global.



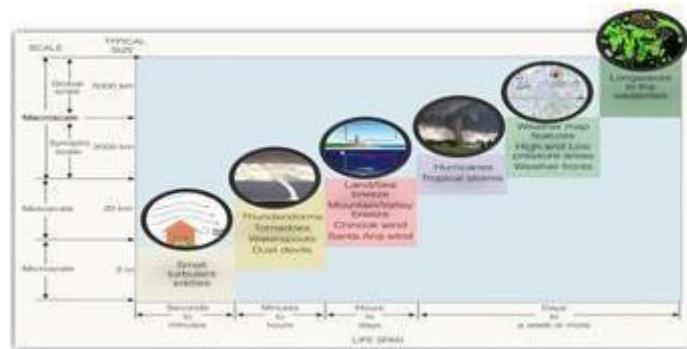
Gambar : Sumber :



Gambar : Sumber :

### 1.3 Skala Meteorologi

Skala meteorologi merupakan gambar kondisi cuaca yang terbentuk karena skala gerak atmosfer berdasarkan ruang dan waktu/ spatial scale. Skala meteorologi membantu para meteorologis fokus pada area kerjanya. Skala meteorologi terbagi empat yaitu skala mikro, skala meso, skala sinoptik / skala makro dan skala global. Skala meteorologi dan kondisi cuaca yang ada di dalamnya dapat diamati pada gambar di bawah ini.



Gambar : Sumber :

- a. Skala mikro meteorologi merupakan fenomena cuaca yang terjadi pada area kecil kurang dari 1 km dengan waktu terjadi hanya beberapa menit.

Contoh: Pusaran angin kecil (*whirlwind*), angin yang dipengaruhi oleh gedung, turbulensi udara di sekitar pepohonan, atau angin laut dan darat di area pesisir.

- b. Skala messo meteorologi terjadi pada area kurang dari 100 km dengan waktu terjadinya beberapa menit hingga beberapa jam. Wilayah: Fenomena cuaca yang mencakup wilayah yang lebih luas seperti kota, daerah perbukitan, atau wilayah regional.

Pembagian lebih lanjut:

Meso- $\gamma$  (gamma): 1 km hingga 10 km (misalnya, angin puting beliung, angin lokal). Meso- $\beta$  (beta): 10 km hingga 100 km (misalnya, badai petir, sistem awan yang berkembang di atas suatu wilayah).

- c. Skala Sinoptik/Makro:

Jarak: 100 km hingga 1.000 km. Wilayah: Fenomena cuaca yang mencakup negara bagian, negara, atau benua. Contoh: Sistem tekanan tinggi dan rendah (anticyclone dan cyclone), front cuaca (front dingin dan front hangat), gelombang atmosferik, sistem cuaca yang dapat diprediksi selama beberapa hari ke depan.

- d. Skala Global atau Skala Planet:

Jarak: Lebih dari 1.000 km. Wilayah: Fenomena cuaca yang terjadi di seluruh belahan dunia atau seluruh planet. Contoh: Sirkulasi umum atmosfer, aliran jet (jet stream), osilasi seperti El Niño dan La Niña, pola cuaca global yang dipengaruhi oleh rotasi bumi dan distribusi daratan serta lautan.

Pembagian skala ini sangat penting dalam meteorologi karena fenomena cuaca yang terjadi pada skala yang berbeda dapat mempengaruhi dan dipengaruhi oleh faktor-faktor yang berbeda pula. Misalnya, sirkulasi udara pada skala global dapat mempengaruhi pembentukan badai pada skala sinoptik, yang pada gilirannya dapat memengaruhi angin dan cuaca pada skala meso dan mikro.

#### **1.4 Ruang Lingkup Meteorologi**

Meteorologi adalah ilmu yang mempelajari atmosfer dan fenomena cuaca yang terjadi di dalamnya. Ruang lingkup meteorologi mencakup berbagai aspek yang terkait dengan pengamatan, pemahaman, dan prediksi kondisi atmosfer serta dampaknya terhadap lingkungan dan kehidupan manusia. Berikut adalah ruang lingkup utama dalam meteorologi:

Fokus: Mempelajari gerakan udara dan proses dinamika atmosfer, termasuk tekanan udara, angin, dan sirkulasi atmosfer.

Contoh: Penelitian tentang aliran jet (jet stream), badai siklonik, dan gelombang Rossby.

**b. Meteorologi Fisis**

Fokus: Mempelajari sifat fisik atmosfer dan proses-proses fisik yang terjadi di dalamnya, seperti radiasi matahari, pembentukan awan, dan presipitasi.

Contoh: Penelitian tentang formasi awan, hujan, salju, kabut, dan fenomena optik atmosfer seperti Pelangi

**c. Meteorologi Sinoptik**

Fokus: Mengkaji dan menganalisis pola cuaca dalam skala besar, menggunakan peta cuaca untuk memprediksi kondisi cuaca.

Contoh: Analisis front cuaca, siklon dan antisiklon, serta pembuatan prakiraan cuaca harian.

**d. Meteorologi Klimatologi**

Fokus: Mempelajari iklim dan variabilitasnya dalam jangka waktu yang panjang, serta perubahan iklim global. Contoh: Studi tentang perubahan iklim, osilasi El Niño-Southern (ENSO), pemanasan global, dan analisis data historis iklim.

**e. Meteorologi Maritim**

Fokus: Mempelajari cuaca yang mempengaruhi laut dan pesisir, termasuk angin laut, gelombang, dan badai tropis.

Contoh: Penelitian tentang angin laut-darat, gelombang laut, siklon tropis, dan arus laut.

**f. Meteorologi Maritim**

Contoh: Penyediaan prakiraan cuaca untuk keamanan penerbangan, analisis risiko turbulensi, dan penelitian tentang fenomena atmosfer yang mempengaruhi pesawat.

## 1.5 Sifat Meteorologi

Meteorologi memiliki beberapa sifat yang mencerminkan karakteristik dan pendekatannya dalam mempelajari atmosfer dan fenomena cuaca. Berikut adalah beberapa sifat utama meteorologi:

Deskripsi: Meteorologi menggabungkan berbagai disiplin ilmu seperti fisika, kimia, matematika, geografi, dan ilmu komputer untuk memahami dan memprediksi fenomena atmosfer.

Contoh: Penggunaan persamaan fisika untuk model cuaca, pengolahan data satelit dengan ilmu komputer, dan analisis dampak cuaca terhadap lingkungan.

#### b. Dinamika dan Kompleksitas

Deskripsi: Atmosfer adalah sistem dinamis yang sangat kompleks, di mana perubahan kecil dapat berdampak besar pada skala yang lebih besar. Meteorologi berusaha memahami dan memprediksi interaksi yang kompleks ini.

Contoh: Prediksi cuaca jangka pendek (sinoptik) dan jangka panjang (klimatologi), serta pemahaman tentang ketidakstabilan atmosfer seperti yang terlihat pada perkembangan badai.

#### c. Prediktif dan Analitis

Deskripsi: Meteorologi memiliki sifat prediktif, di mana data observasi dan model matematika digunakan untuk memprediksi kondisi cuaca di masa depan.

Contoh: Prakiraan cuaca harian, model prediksi iklim, dan peringatan dini cuaca ekstrem.

#### d. Evolutif

Deskripsi: Fenomena atmosfer terus berkembang dan berubah seiring waktu, membuat meteorologi menjadi bidang studi yang dinamis dan terus berubah.

Contoh: Perubahan pola cuaca yang terjadi dari menit ke menit, musim ke musim, dan pengaruh perubahan iklim terhadap pola cuaca global.

#### e. Empiris dan Observasional

Deskripsi: Meteorologi sangat bergantung pada data empiris yang dikumpulkan melalui observasi langsung (misalnya, dari stasiun cuaca, balon udara, radar, dan satelit) untuk memahami dan memprediksi cuaca.

Contoh: Pengumpulan data suhu, kelembapan, kecepatan angin, tekanan udara, dan pola awan untuk menganalisis kondisi cuaca.

Sifat-sifat ini menunjukkan bahwa meteorologi adalah ilmu yang kompleks, dinamis, dan sangat penting bagi kehidupan sehari-hari, serta mencakup berbagai pendekatan ilmiah untuk memahami fenomena cuaca dan atmosfer.

## 1.6 Manfaat Meteorologi

Sebagian besar kegiatan industri, sosial, pertanian dan komersial ekonomi secara langsung atau tidak langsung dipengaruhi oleh cuaca dan iklim. Juga atmosfer mempengaruhi dan menjunjung tinggi semua organisme hidup termasuk kehidupan manusia, mikroorganisme, hewan, hama, serangga, tumbuhan dan budaya laut setiap saat.

Meteorologi karenanya memiliki ruang lingkup terbesar pada setiap aktivitas kehidupan. Beberapa bidang aplikasi dari bidang sains yang ditingkatkan adalah navigasi yang aman, penerbangan yang aman, perikanan, perencanaan penggunaan lahan, perdagangan, dan sebagainya.

Berikut adalah beberapa manfaat utama meteorologi:

a. Prakiraan Cuaca Harian

Manfaat: Membantu masyarakat merencanakan aktivitas sehari-hari dengan lebih baik, seperti memilih pakaian yang sesuai, membawa payung, atau merencanakan perjalanan.

b. Peringatan Dini Bencana Alam

Manfaat: Memberikan peringatan dini untuk bencana alam seperti badai, banjir, angin topan, dan gelombang panas, sehingga dapat menyelamatkan nyawa dan meminimalkan kerusakan.

Contoh: Peringatan dini badai memungkinkan evakuasi penduduk di daerah berisiko, sedangkan prakiraan banjir membantu pemerintah dan masyarakat mempersiapkan tindakan pencegahan.

c. Pengelolaan Pertanian

Manfaat: Data cuaca digunakan untuk mengoptimalkan waktu tanam, panen, dan irigasi, serta melindungi tanaman dari cuaca ekstrem.

Contoh: Petani dapat menyesuaikan waktu tanam berdasarkan prakiraan curah hujan, atau melindungi tanaman dari embun beku dan kekeringan dengan informasi cuaca yang tepat.

d. Keselamatan Penerbangan

Manfaat: Meteorologi menyediakan informasi penting tentang kondisi atmosfer yang mempengaruhi keselamatan penerbangan, seperti turbulensi, angin kencang, dan visibilitas.

Contoh: Prakiraan turbulensi memungkinkan pilot menghindari zona berbahaya, sementara informasi cuaca buruk memungkinkan penundaan atau pengalihan penerbangan untuk keselamatan.

e. Keselamatan Maritim

Manfaat: Prakiraan cuaca laut membantu pelaut, nelayan, dan operator kapal menghindari cuaca buruk di laut, sehingga meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasi maritim.

220

Contoh: Prakiraan gelombang tinggi memungkinkan kapal kargo menyesuaikan rute untuk menghindari badai laut, sementara nelayan dapat memilih waktu yang aman untuk melaut.

## 1.7 Parameter Meteorologi

adalah variabel atau indikator yang digunakan untuk mengukur kondisi atmosfer dan cuaca.

Berikut adalah beberapa parameter meteorologi utama: adalah variabel atau indikator yang digunakan untuk mengukur kondisi atmosfer dan cuaca. Berikut adalah beberapa parameter meteorologi utama:

- a. Suhu Udara (Temperature): Diukur dalam derajat Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) atau Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ), suhu udara menunjukkan seberapa panas atau dinginnya atmosfer pada suatu waktu tertentu. Suhu adalah sifat fisik materi yang secara kuantitatif mengekspresikan panas dan dingin. Ini adalah manifestasi energi panas, yang ada di semua materi, yang merupakan sumber terjadinya panas, aliran energi, ketika benda bersentuhan dengan benda lain yang lebih dingin.
- b. Kelembaban Relatif (*Relative Humidity*): Diukur dalam persentase (%), ini menunjukkan jumlah uap air yang ada di udara dibandingkan dengan jumlah maksimum yang bisa ditahan oleh udara pada suhu tertentu. Kelembaban udara yang nyaman dan sehat di dalam ruangan umumnya berkisar antara 30% hingga 60% relative humidity (RH). Namun, preferensi individu bisa bervariasi. Berikut adalah panduan umum untuk tingkat kelembaban dalam ruangan:

Kisaran Ideal: Kelembaban udara sekitar 40% hingga 60% RH dianggap sebagai kisaran yang nyaman bagi banyak orang. Di dalam kisaran ini, udara tidak terlalu kering atau terlalu lembab.

Terlalu Kering: Kelembaban di bawah 30% RH dapat membuat udara terasa kering dan tidak nyaman. Ini dapat menyebabkan masalah kulit kering, iritasi mata, dan masalah pernapasan pada beberapa individu. Penggunaan humidifier (pemadat udara) dapat membantu meningkatkan kelembaban.

Terlalu Lembab: Kelembaban di atas 60% RH dapat menghasilkan udara lembap yang

membuat ruangan terasa tidak nyaman. Selain itu, kondisi lembap seperti ini dapat memicu pertumbuhan jamur, bakteri, dan tungau debu, yang bisa berdampak negatif pada kesehatan dan kualitas udara dalam ruangan.

221

- c. Tekanan Udara (Air Pressure): Diukur dalam milibar (mb) atau hektopascal (hPa)
- Tekanan udara adalah gaya yang diberikan oleh berat udara di atas suatu area. Sistem tekanan tinggi dan rendah mengatur pola angin dan cuaca, dengan tekanan rendah biasanya terkait dengan cuaca buruk dan tekanan tinggi dengan cuaca baik. Gradien Tekanan: Perbedaan tekanan antara dua lokasi menyebabkan angin bergerak dari area bertekanan tinggi ke area bertekanan rendah.

- d. Kecepatan dan Arah Angin (*Wind Speed and Direction*).

Kecepatan angin diukur dalam meter per detik (m/s) atau kilometer per jam (km/h), sementara arah angin diukur dalam derajat ( $^{\circ}$ ), menunjukkan dari mana angin bertiup.

Angin adalah udara yang bergerak akibat rotasi bumi (gaya koriolis), gaya apung, gaya gesek, dan perbedaan tekanan udara dengan sekitarnya.

Faktor penyebab/terjadinya:

- I. Gradien barometris (makin besar makin cepat).
- II. Letak tempat (di daerah khatulistiwa lebih cepat).
- III. Tinggi tempat (makin tinggi semakin kencang).
- IV. Waktu (siang lebih cepat daripada malam hari).

Gradien barometris: bilangan yang menunjukkan perbedaan tekanan udara 2 isobar sejauh 111 km. Udara mengalir dari daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah. Di belahan utara angin dibelokan ke arah kanan dan dibelahan selatan ke kiri. Pembelokan terjadi karena efek rotasi bumi dari

barat ke timur dan karena bumi bulat. Menurut konvensi Meteorologi arah angin menyatakan DARI MANA angin itu datang:

Dinyatakan dalam derajat dari Utara – Arah kompas ketika menghadap ke arah angin datang. Oleh karena variabilitas angin sangat tinggi (gustiness) hanya arah angin secara umum yang dinyatakan: utaraan (northerly), timuran (easterly), baratan (westerly), dan seterusnya.

Ada 2 jenis pusat tekanan, yaitu:

- Siklon, atau pusat tekanan rendah.
- Antisiklon, atau pusat tekanan tinggi.

Pada belahan bumi utara, angin di sekitar siklon, bergerak berlawanan arah jarum jam dan mengarah ke pusat. Di sekitar antisiklon, angin bergerak searah jarum jam dan mengarah menjauhi pusat. Di belahan bumi selatan, efek Coriolis menyebabkan angin bergerak searah jarum jam di sekitar siklon, dan berlawanan arah jarum jam di sekitar antisiklon.

- Curah Hujan (Precipitation):** Diukur dalam milimeter (mm), ini menunjukkan jumlah air yang jatuh sebagai hujan, salju, atau bentuk presipitasi lainnya dalam periode waktu tertentu. Curah hujan adalah banyaknya curah hujan dalam bentuk hujan (air dari awan) yang turun ke permukaan bumi, baik itu di darat maupun di air. Ini berkembang ketika massa udara bergerak di atas badan air hangat atau di atas permukaan tanah basah. Turbulensi dan konveksi atmosfer membawa uap air, atau uap air, ke atas menjadi massa udara di mana mereka membentuk awan. Awan akhirnya melepaskan uap air ini, yang dijatuhkan sebagai hujan.

KRITERIA CH	CH/hari	CH/Jam
Sangat Lebat	>100 mm	> 20 mm
Lebat	50 - 100 mm	10 - 20 mm
Sedang	20 - 50 mm	5 - 10 mm
Ringan	5 - 20 mm	1 - 5 mm

- Radiasi Matahari (Solar Radiation):** Diukur dalam watt per meter persegi ( $\text{W}/\text{m}^2$ ), ini mengukur jumlah energi matahari yang mencapai permukaan bumi.
- Titik Embun (Dew Point):** Diukur dalam derajat Celsius ( $^\circ\text{C}$ ), titik embun adalah suhu di mana udara harus didinginkan agar uap air di dalamnya mengembun menjadi air.
- Awan (Cloud Cover):** Diukur dalam okta (okta), ini menunjukkan persentase atau fraksi dari langit yang tertutup awan.
- Visibilitas (Visibility):** Diukur dalam kilometer atau meter, ini menunjukkan seberapa jauh seseorang dapat melihat dalam kondisi cuaca tertentu.

Parameter-parameter ini sangat penting dalam prakiraan cuaca, penelitian iklim, dan analisis pola cuaca.

Komponen meteorologi mengacu pada elemen-elemen dasar yang membentuk studi dan pemahaman tentang atmosfer dan cuaca. Berikut adalah beberapa komponen utama meteorologi:

a. Atmosfer

Lapisan Atmosfer: Atmosfer bumi terbagi menjadi beberapa lapisan berdasarkan suhu dan komposisinya, termasuk troposfer, stratosfer, mesosfer, termosfer, dan eksosfer. Setiap lapisan memiliki karakteristik unik yang mempengaruhi fenomena cuaca. Komposisi Udara: Udara terdiri dari campuran gas seperti nitrogen, oksigen, argon, dan karbon dioksida, serta partikel aerosol dan uap air yang mempengaruhi kondisi cuaca.

b. Energi Matahari

Radiasi Matahari: Radiasi dari matahari adalah sumber energi utama yang menggerakkan semua proses meteorologi. Ini mempengaruhi suhu, angin, dan pola cuaca secara keseluruhan. Pemanasan Permukaan: Energi matahari menyebabkan pemanasan permukaan bumi, yang kemudian memanaskan udara di atasnya, menciptakan arus konveksi yang penting dalam pembentukan cuaca.

c. Tekanan Udara

Tekanan udara adalah gaya yang diberikan oleh berat udara di atas suatu area. Sistem tekanan tinggi dan rendah mengatur pola angin dan cuaca, dengan tekanan rendah biasanya terkait dengan cuaca buruk dan tekanan tinggi dengan cuaca baik. Gradien Tekanan: Perbedaan tekanan antara dua lokasi menyebabkan angin bergerak dari area bertekanan tinggi ke area bertekanan rendah.

d. Kelembaban dan Uap Air

Kelembaban Relatif: Menunjukkan jumlah uap air di udara dibandingkan dengan jumlah maksimum yang bisa ditahan oleh udara pada suhu tertentu.

Kondensasi dan Presipitasi: Uap air di atmosfer bisa mengembun menjadi awan dan akhirnya jatuh sebagai hujan, salju, atau bentuk presipitasi lainnya.

e. Sirkulasi Atmosfer

Angin: Pergerakan udara dari area bertekanan tinggi ke area bertekanan rendah. Pola sirkulasi atmosfer seperti angin pasat, jet stream, dan angin lokal memengaruhi cuaca dan iklim global.

Siklus Hidrologi: Proses evaporasi, kondensasi, dan presipitasi yang mengatur distribusi air di atmosfer dan di permukaan bumi.

Suhu Udara: Dipengaruhi oleh radiasi matahari, albedo permukaan, dan distribusi panas di atmosfer. Isoterm: Garis-garis pada peta cuaca yang menghubungkan lokasi dengan suhu yang sama, membantu dalam analisis pola suhu.

g. Awan dan Kondensasi

Jenis Awan: Awan terbentuk ketika uap air di atmosfer mengembun. Jenis awan, seperti cumulus, stratus, dan cirrus, memberikan petunjuk tentang kondisi cuaca yang akan datang. Proses Kondensasi: Ketika udara yang mengandung uap air mendingin hingga mencapai titik embun, kondensasi terjadi, dan awan terbentuk.

h. Presipitasi

Curah Hujan: Hujan, salju, hujan es, dan bentuk presipitasi lainnya adalah hasil akhir dari kondensasi uap air di atmosfer. Siklus Presipitasi: Presipitasi adalah bagian dari siklus hidrologi yang penting untuk mengatur ketersediaan air di permukaan bumi.

i. Fenomena Cuaca

Front Cuaca: Zona pertemuan antara dua massa udara dengan suhu dan kelembaban yang berbeda, sering kali menyebabkan perubahan cuaca signifikan. Sistem Badai: Termasuk siklon tropis, tornado, dan badai petir yang dapat menyebabkan kerusakan besar.

j. Instrumen dan Pengamatan

Alat Pengukur: Termasuk termometer, barometer, anemometer, hygrometer, dan radar cuaca untuk mengukur berbagai parameter cuaca.

Satelit Cuaca: Digunakan untuk mengamati atmosfer dan permukaan bumi dari ruang angkasa, menyediakan data penting untuk prakiraan cuaca dan pemantauan iklim.

Komponen-komponen ini saling berinteraksi secara kompleks untuk menciptakan berbagai kondisi cuaca yang kita alami sehari-hari. Memahami komponen meteorologi adalah dasar untuk memprediksi dan menganalisis cuaca serta fenomena atmosfer lainnya.

## 1.9 Cuaca Dan Iklim

Cuaca dan iklim adalah dua konsep penting dalam meteorologi yang sering digunakan, tetapi memiliki perbedaan mendasar. Berikut adalah penjelasan mengenai cuaca dan iklim:

a. Cuaca

Definisi: Cuaca adalah kondisi atmosfer yang terjadi pada waktu dan tempat tertentu. Ini mencakup berbagai parameter seperti suhu, kelembaban, angin, tekanan udara, dan presipitasi.

Durasi: Cuaca bersifat sementara dan dapat berubah dalam hitungan menit, jam, atau hari. Misalnya,

Contoh: Hujan lebat pada sore hari, angin kencang, hari yang panas atau dingin, serta badai atau salju.

Pengamatan: Cuaca diukur dan dipantau menggunakan alat seperti termometer (untuk suhu), barometer (untuk tekanan udara), anemometer (untuk kecepatan angin), dan lain-lain. Perubahan cuaca dilaporkan dalam prakiraan cuaca harian.

### b. Iklim

Definisi: Iklim adalah pola cuaca rata-rata di suatu daerah selama periode waktu yang panjang, biasanya 30 tahun atau lebih. Iklim mencerminkan kondisi umum yang biasa terjadi di suatu wilayah dalam jangka panjang.

Durasi: Iklim bersifat jangka panjang dan stabil dalam periode waktu yang panjang, tetapi bisa mengalami perubahan secara perlahan akibat faktor-faktor seperti perubahan alami atau aktivitas manusia.

Contoh: Iklim tropis yang panas dan lembap sepanjang tahun, iklim kutub yang sangat dingin dengan musim panas yang pendek, atau iklim sedang yang memiliki empat musim.

Pengamatan: Iklim dipelajari dengan menganalisis data cuaca selama beberapa dekade. Ini membantu para ilmuwan memahami pola jangka panjang dan membuat model prediksi iklim di masa depan.

#### Perbedaan Utama

Skala Waktu: Cuaca terjadi dalam jangka waktu pendek (harian atau mingguan), sedangkan iklim mencakup periode waktu yang lebih panjang (dekade hingga ribuan tahun).

Variabilitas: Cuaca sangat bervariasi dari hari ke hari, sementara iklim mencerminkan rata-rata cuaca

selama periode waktu yang panjang, sehingga lebih stabil.

Pengaruh: Cuaca dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor lokal dan cepat berubah, seperti badai atau front dingin, sedangkan iklim dipengaruhi oleh faktor-faktor global seperti distribusi daratan dan lautan, albedo permukaan bumi, dan pola sirkulasi atmosfer jangka panjang.

### Hubungan antara Cuaca dan Iklim

#### 1. Cuaca Membentuk Iklim

Data cuaca harian yang diakumulasi selama bertahun-tahun digunakan untuk menentukan iklim suatu daerah. Misalnya, jika suatu daerah sering mengalami hujan sepanjang tahun, maka daerah tersebut dapat memiliki iklim basah atau tropis.

Perubahan dalam pola cuaca dalam jangka panjang dapat menyebabkan perubahan iklim. Misalnya, peningkatan suhu global yang konsisten karena pemanasan global adalah perubahan iklim yang memengaruhi cuaca harian di seluruh dunia.

Cuaca dan iklim saling terkait, namun penting untuk membedakan keduanya dalam memahami fenomena atmosfer dan bagaimana mereka memengaruhi kehidupan kita sehari-hari

### 1.10 Peralatan Pengamatan Unsur Cuaca

#### a. Termometer



Gambar Sumber :

Fungsi: Mengukur suhu udara. Cara Kerja: Termometer biasanya berisi cairan seperti merkuri atau alkohol yang mengembang dan menyusut sesuai dengan perubahan suhu.

Termometer digital menggunakan sensor untuk mengukur suhu.

#### b. Barometer



Gambar Sumber :

Fungsi: Mengukur tekanan udara.Cara Kerja: Barometer aneroid menggunakan tabung logam yang berubah bentuk berdasarkan tekanan udara. Barometer merkuri mengukur tekanan udara berdasarkan tinggi kolom merkuri dalam tabung.

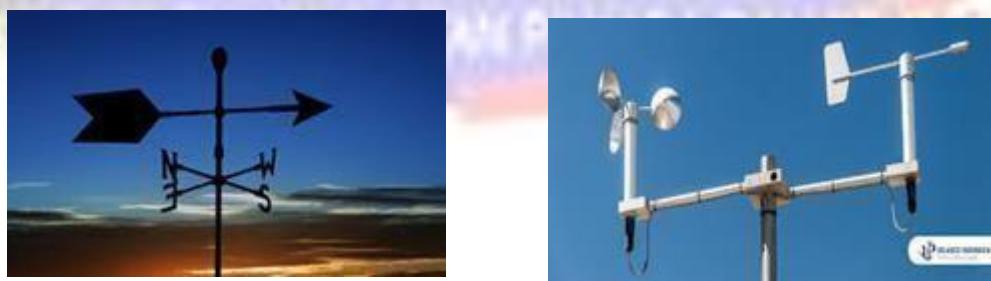
c. Anemometer



Gambar :Sumber :

Fungsi: Mengukur kecepatan angin.Cara Kerja: Anemometer cangkir (cup anemometer) mengukur kecepatan angin berdasarkan putaran cangkir yang dipasang pada poros. Ada juga anemometer baling-baling dan anemometer panas yang mengukur kecepatan angin berdasarkan prinsip berbeda.

d. Wind Vane (Penunjuk Angin)



Gambar :Sumber :

Fungsi: Menunjukkan arah angin.Cara Kerja: Penunjuk angin biasanya berbentuk panah yang berputar pada porosnya untuk menunjukkan dari mana angin bertiup (arah mata angin).

228

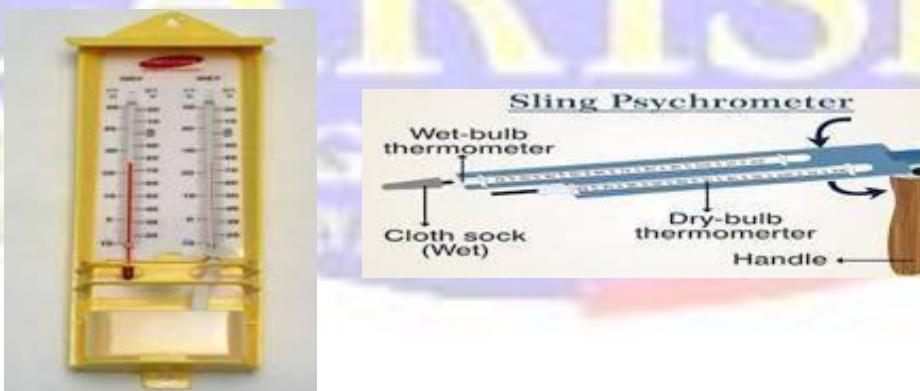
e. Hygrometer



Gambar :Sumber :

Fungsi: Mengukur kelembaban udara.Cara Kerja: Ada berbagai jenis hygrometer, termasuk hygrometer rambut yang mengukur kelembaban berdasarkan perubahan panjang serat rambut manusia, dan hygrometer elektronik yang menggunakan sensor untuk mendeteksi kelembaban relatif.

f. Psychrometer



Gambar :Sumber :

Fungsi: Mengukur kelembaban udara.Cara Kerja: Terdiri dari dua termometer, satu dengan bola kering (dry bulb) dan satu lagi dengan bola basah (wet bulb). Perbedaan suhu antara keduanya digunakan untuk menghitung kelembaban relatif.

g. Rain Gauge (Penakar Hujan)



Gambar : Sumber :

Fungsi: Mengukur jumlah curah hujan.Cara Kerja: Alat ini mengumpulkan air hujan dalam wadah terukur, dan jumlah air yang terkumpul diukur dalam milimeter.

h. Ceilometer



Gambar :Sumber :

Fungsi: Mengukur ketinggian dasar awan dan ketebalan lapisan awan.Cara Kerja: Menggunakan sinar laser atau lampu yang dipantulkan kembali oleh awan untuk mengukur jarak dari permukaan bumi ke dasar awan.

i. Papan Pengukur Pasang Surut



Gambar : Sumber :

Pada papan pengukur pasang surut (Tide Staff) terdapat skala yang menunjukkan tingginya permukaan air laut. Biasanya tinggi papan kurang lebih 150 cm. Cara pembacaannya tinggi air yang tertera dalam papan pengukur dikurangi nilai ambang batas normalnya. Misalnya hasil pembacaan 100 cm sedang normal untuk wilayah Semarang 60 cm maka dikatakan pasang setinggi 40 cm sedangkan jika pembacaan pada papan lebih rendah dari normalnya maka dikatakan surut.

j. Oceanographic Buoys



Fungsi: Mengukur parameter oseanografi seperti suhu laut pada berbagai kedalaman, salinitas, arus laut, serta tinggi gelombang dan angin.Cara Kerja: Oceanographic buoys mengapung dan berlabuh di lokasi tertentu di laut. Mereka mengumpulkan data di berbagai kedalaman dan mengirimkan informasi tersebut ke stasiun pantau melalui sistem telemetri

k. Sonde Laut (Oceanographic Sonde)



Gambar : Sumber :

Fungsi: Mengukur suhu air laut, salinitas, tekanan, dan arus laut pada berbagai kedalaman.Cara Kerja: Sonde laut diturunkan dari kapal atau platform laut untuk mengukur parameter di berbagai kedalaman dan kemudian mengirimkan data ke permukaan.

## BAB II

### INSTRUMEN INSTRUMEN METEOROLOGI

#### **Barometer, thermometer, & Hygrometer**

Meteorologi adalah ilmu yang mempelajari atmosfer dan fenomena terkait, seperti cuaca dan iklim. Untuk melakukan pengamatan dan penelitian, meteorologi menggunakan berbagai macam instrumen. Berikut adalah beberapa instrumen yang umum digunakan dalam meteorologi.

#### **2.1 Barometer**

Dikutip dari buku Merkuri dan Keberadaannya (2020) oleh Abrar Muslim, barometer adalah alat pengukur tekanan udara terbuka. Menurut bahannya, barometer dibedakan menjadi dua, yakni kering dan basah. Barometer kering (aneroid) tidak berisi cairan, sedangkan barometer basah umumnya mengandung cairan merkuri. Dengan mengetahui besaran tekanan atmosfer di suatu wilayah, cuaca bisa diprediksi secara lebih akurat atau tepat. Jika disimpulkan, barometer adalah alat pengukur tekanan udara atau atmosfer.



Gambar :Sumber :

##### a. Barometer Aneroid

Barometer aneroid adalah alat untuk mengukur tekanan udara. Ini adalah jenis barometer yang tidak menggunakan cairan, seperti air raksa, untuk mengukur tekanan atmosfer. Barometer ditemukan pada tahun 1844 oleh seorang ilmuwan Prancis bernama Lucien Vidi.

**Prinsip Kerja:** Barometer ini menggunakan sel logam (aneroid cell) yang berisi ruang hampa udara. Sel ini akan mengembang atau menyusut seiring dengan perubahan tekanan udara. Perubahan bentuk sel ini kemudian diterjemahkan ke dalam nilai tekanan udara oleh sistem mekanik.

**Keunggulan:** Lebih kecil, lebih ringan, dan tidak berbahaya dibandingkan barometer raksa.  
**Kekurangan:** Meskipun cukup akurat, barometer aneroid bisa mengalami perubahan kalibrasi seiring waktu

b. Barometer Raksa (Mercury Barometer)

Sementara barometer raksa tersedia dalam berbagai rancangan, barometer raksa standar terdiri dari tabung kaca vertikal dengan kolom merkuri di dalamnya. Ujung atas tabung kaca disegel (ter tutup), sedangkan ujung tabung yang lain dibiarkan terbuka dan dibenamkan dalam wadah yang berisi raksa. Ketika tekanan atmosfer turun, kolom merkuri dalam tabung kaca juga turun, fenomena yang menandakan potensi badai. Saat badai berlalu, level merkuri akan mulai naik seiring dengan tekanan atmosfer yang juga naik.

Prinsip Kerja: Barometer ini menggunakan kolom raksa dalam tabung kaca untuk mengukur tekanan udara. Ketika tekanan udara naik, raksa dalam tabung akan ter dorong naik, dan sebaliknya, jika tekanan udara turun, raksa akan turun.

Keunggulan: Sangat akurat dan stabil dalam pengukuran.

Kekurangan: Ukurannya besar, berat, dan penggunaan raksa yang beracun membuatnya kurang aman dan ramah lingkungan.



Gambar :Sumber :

c. Barometer air (Water Barometer)

Barometer air – juga dikenal sebagai termometer Goethe – terdiri dari wadah kaca tertutup yang setengah terisi air dan semacam cabang kecil (cerat).

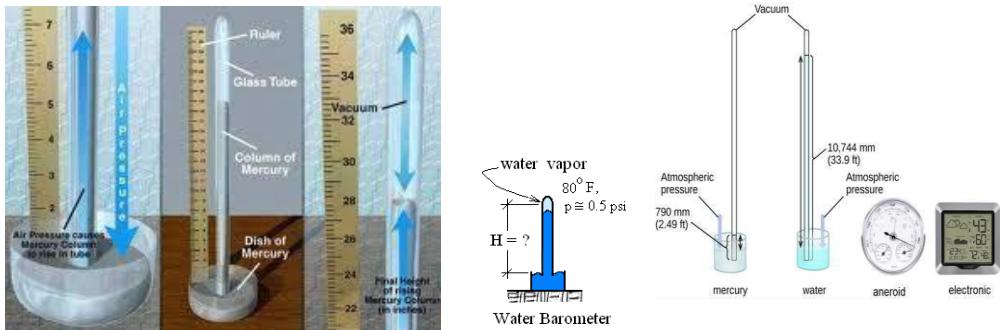
Cerat kaca terhubung ke wadah kaca. Karena saling terhubung, cerat dan wadah kaca akan terisi air.

Ketika tekanan atmosfer rendah, level air pada cerat perlahan akan naik melebihi permukaan air dalam wadah kaca. Bila level air di cerat turun, hal ini berarti tekanan atmosfer berubah menjadi lebih tinggi.

Prinsip Kerja : Menggunakan air sebagai cairan untuk mengukur tekanan udara, serupa dengan barometer raksa. Namun, karena densitas air lebih rendah dibandingkan raksa, barometer ini memerlukan tabung yang jauh lebih tinggi untuk mengukur tekanan yang sama

Keunggulan: Lebih aman karena tidak menggunakan raksa.

Kekurangan: Kurang praktis dan tidak umum digunakan karena ukuran tabung yang sangat besar.



#### d. Barograf (barograph)

Barograf merupakan jenis barometer aneroid, namun tidak hanya melakukan pembacaan melainkan juga merekam hasil pencatatan selama periode waktu tertentu. Dibuat dari silinder logam dengan lengan pena, barograf membaca perubahan tekanan atmosfer seperti barometer aneroid sedangkan lengan pena mencatat hasil pengukuran pada kertas atau media lain.

Hasil pencatatan ini – dikenal sebagai barogram – memungkinkan para ilmuwan dan ahli meteorologi untuk mempelajari iklim suatu daerah dalam jangka panjang, bukan hanya cuaca dalam satu hari.

**Prinsip Kerja:** Ini adalah versi barometer aneroid yang dilengkapi dengan perangkat perekam (graf). Barograf mencatat perubahan tekanan udara secara kontinu pada kertas yang bergerak, menghasilkan grafik tekanan udara sepanjang waktu.

**Keunggulan:** Mampu memberikan data historis tekanan udara dalam periode waktu tertentu, berguna untuk analisis cuaca.

**Kekurangan:** Lebih kompleks dan memerlukan perawatan lebih dibandingkan barometer aneroid biasa.



Gambar : Sumber :

#### e. Digital Barometer

Di zaman modern ini, stasiun cuaca tidak lagi menggunakan barometer konvensional. Hal tersebut dikarenakan untuk lebih mudah dalam memperoleh hasil yang akurat, efektif serta efisien. Oleh sebab itulah, kini terdapat alat barometer digital.

**Prinsip Kerja:** Barometer ini menggunakan sensor elektronik untuk mengukur tekanan udara.

Sensor ini sering kali adalah sensor piezoelektrik atau kapasitif yang mengubah perubahan tekanan menjadi sinyal listrik, yang kemudian ditampilkan secara digital.

32

Keunggulan: Mudah digunakan, hasil cepat dan mudah dibaca, serta dapat diintegrasikan dengan perangkat lain untuk analisis data yang lebih lanjut.

Kekurangan: Membutuhkan sumber daya listrik (baterai atau listrik), dan mungkin kurang tahan lama dibandingkan barometer mekanis.



Gambar :

Sumber :

## 2.2 Cara Membaca Barometer

Cara membaca Barometer jenis digital sangat mudah. Karena terdapat suatu informasi besarnya tekanan suhu dengan tepat. Kelebihan dari alat barometer memang memiliki fitur yang berupa dengan sensor, guna untuk mengalibrasi secara otomatis. Jenis alat inilah yang sangat efektif digunakan pada daerah pegunungan ataupun bagi penghuni apartemen. Alat ini mempunyai fungsi yang sangat berguna bagi setiap orang. Sayangnya, fungsi dari alat barometer hanya efektif pada beberapa instansi saja atau hanya efektif dari jenis pekerjaan tertentu yang membutuhkan perkiraan cuaca saja.

Sedangkan untuk bidang lain, sama sekali tidak begitu membutuhkan alat ini. Hal ini disebabkan sama sekali tidak membutuhkan informasi perkiraan cuaca setiap saat. Berikut ini adalah jenis instansi yang membutuhkan perkiraan cuaca:

Petunjuk penggunaan

Penggunaan Barometer Air

Penggunaan Barometer

Pengukuran Tekanan Udara dengan Barometer 3 in one

## 2.3 ALTIMETER

Fungsi altimeter adalah sebagai alat mengukur ketinggian pada suatu titik tertentu dari permukaan laut. Alat ini umumnya di pakai dalam berbagai keperluan seperti pendakian, penerbangan serta berbagai kegiatan yang berhubungan dengan ketinggian

### Prinsip Kerja Altimeter

1. Tekanan udara (yang paling umum dipakai).
2. Magnet bumi (dengan sudut inclinasi).
3. Gelombang (ultra sonic ataupun infra merah dan lain sebagainya).

Altimeter bekerja dengan mengukur tekanan udara dan mengkonversinya menjadi ketinggian, karena tekanan udara berkurang seiring dengan peningkatan ketinggian. Berikut adalah cara menggunakan altimeter:

Pemakaian Altimeter biasanya selalu diikuti dengan pemakaian kompas. Altimeter bekerja berdasar tekanan udara sesuai naiknya angka ketinggian. Jika alat ini ingin dipakai alangkah baiknya jangan dimasukkan kedalam tas atau ransel karena hal tersebut dapat mempengaruhi prinsip kerja pada alat altimeter.

**Tampilan Analog:** Pada altimeter analog, ada dua jarum. Jarum pendek menunjukkan ribuan kaki atau meter, dan jarum panjang menunjukkan ratusan kaki atau meter. Baca kedua jarum untuk mendapatkan ketinggian total.

**Tampilan Digital:** Pada altimeter digital, ketinggian ditampilkan secara langsung dalam angka, sehingga lebih mudah dibaca.

**Cara membaca dan**

**Cara membaca dan menggunakan**



## 2.4 Thermometer

Merupakan alat yang digunakan untuk mengukur atau menyatakan suhu/temperature secara kuantitatif. Prinsip kerja thermometer ini memanfaatkan sifat termometrik zat , yaitu sifat suatu zat yang berubah apabila suhunya berubah, antara lain warna, volume, tekanan dan daya hantar listriknya. Dengan sifat termometrik ini kemudian dapat dibuat beberapa jenis thermometer yaitu.

- a. Thermometer Raksa (Mercury Thermometer)
- b. Thermometer Digital:
- c. Thermometer Infrared
- d. Thermometer Bimetal
- e. Thermometer Kristal Cair:

a. Thermometer Raksa (Mercury Thermometer)

Thermometer ini menggunakan kolom raksa dalam tabung yang berubah tinggi sesuai dengan suhu. Raksa adalah cairan yang sangat sensitif terhadap perubahan suhu, dan perubahan volumenya mengindikasikan perubahan suhu. Thermometer raksa telah lama digunakan untuk mengukur suhu dalam berbagai aplikasi, tetapi karena toksitas raksa, penggunaannya semakin berkurang dan digantikan oleh alternatif yang lebih aman.

Prinsip Kerja: Menggunakan raksa yang mengembang dan menyusut seiring perubahan suhu. Raksa dalam tabung kapiler kaca naik ketika suhu meningkat dan turun ketika suhu menurun. Penggunaan: Umum digunakan dalam pengukuran suhu tubuh, suhu ruangan, dan suhu laboratorium.

### Cara penggunaan Thermometer air raksa

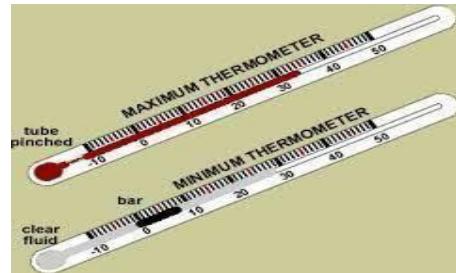
b. Thermometer Digital:

Thermometer digital menggunakan sensor elektronik untuk mengukur suhu dan menampilkan hasilnya dalam bentuk digital pada layar. Sensor ini bisa berupa termistor (resistor yang resistansinya berubah dengan suhu), termokopel (dua logam yang menghasilkan tegangan sesuai dengan perbedaan suhu), atau sensor semikonduktor lainnya. Thermometer digital umumnya lebih cepat dan akurat dalam memberikan hasil dibandingkan dengan thermometer raksa.

Prinsip Kerja: Menggunakan sensor elektronik (seperti thermistor atau sensor termokopel) untuk mendeteksi perubahan suhu dan menampilkan hasilnya dalam bentuk digital.

Penggunaan: Sangat umum digunakan untuk mengukur suhu tubuh, suhu makanan, suhu ruangan, dan dalam berbagai aplikasi medis.

Keunggulan: Cepat, mudah dibaca, dan aman.



Gambar :Sumber :

c. Thermometer Inframerah:

Thermometer ini menggunakan radiasi inframerah yang dipancarkan oleh suatu objek untuk mengukur suhunya. Mereka berguna untuk mengukur suhu permukaan benda yang sulit dijangkau atau berbahaya untuk diukur dengan thermometer kontak. Thermometer inframerah sering digunakan dalam industri, termasuk bidang pangan, konstruksi, dan perawatan kesehatan.



**Prinsip Kerja:** Mengukur suhu berdasarkan radiasi inframerah yang dipancarkan oleh objek.

Termometer ini tidak memerlukan kontak langsung dengan objek yang diukur.

**Penggunaan:** Digunakan untuk mengukur suhu tubuh tanpa kontak, suhu permukaan, dan dalam aplikasi industri.

**Keunggulan:** Cepat, non-kontak, dan ideal untuk mengukur suhu dari jarak jauh.

**Kekurangan:** Dapat kurang akurat jika digunakan dengan tidak tepat atau pada permukaan yang memantulkan.

d. Thermometer Bimetal

Thermometer ini terdiri dari dua lembar logam yang berbeda jenis yang dilapisi satu sama lain.

Karena logam memiliki koefisien ekspansi termal yang berbeda, perubahan suhu menyebabkan lenturan pada lembar logam, yang akhirnya menggerakkan jarum penunjuk pada skala thermometer.



**Prinsip Kerja:** Menggunakan dua jenis logam yang berbeda yang disatukan. Ketika suhu berubah, dua logam ini memuai dengan laju yang berbeda, menyebabkan pembengkokan yang dapat dikonversi menjadi pembacaan suhu.

**Penggunaan:** Umum dalam alat pengukur suhu di peralatan rumah tangga, seperti oven atau pemanas air.

**Keunggulan:** Tahan lama dan tidak memerlukan daya listrik.

**Kekurangan:** Kurang akurat dibandingkan dengan termometer digital atau raksa.

#### e. Thermometer Kristal Cair (Liquid Crystal Thermometer)

Thermometer cairan menggunakan zat cair (bukan raksa karena alasan keselamatan) yang mengembang atau menyusut sesuai dengan perubahan suhu. Mereka bekerja dengan prinsip perluasan termal cairan dalam tabung yang terhubung dengan skala.



**Prinsip Kerja:** Menggunakan kristal cair yang berubah warna pada suhu tertentu. Warna-warna ini sesuai dengan suhu tertentu dan memberikan indikasi visual yang mudah dibaca.

**Penggunaan:** Digunakan untuk mengukur suhu tubuh (misalnya, termometer dahi), suhu akuarium, atau suhu permukaan tertentu.

**Keunggulan:** Mudah digunakan, non-toksik, dan memberikan hasil yang cepat.

**Kekurangan:** Kurang akurat dibandingkan dengan jenis termometer lainnya.

## 2.5 Skala Thermometer

Penetapan skala thermometer diawali dengan pemilihan dua titik tetap yaitu titik lebur es sebagai titik tetap bawah dan titik didih air sebagai titik tetap atas. Kedua titik tetap tersebut kemudian dibagi-bagi dalam beberapa skala yang disebut derajat. Berdasarkan prinsip inilah dibuat skala beberapa thermometer yaitu thermometer skala Celcius, skala Reamur, skala Fahrenheit dan skala Kelvin

### a. Skala Celcius

Titik beku air diberi angka 0, sedangkan titik didih air diberi angka 100. Daerah antara kedua titik tetap ini dibagi dalam 100 skala.

### b. Skala Reamur

Titik beku air diberi angka 0, sedangkan titik didih air diberi angka 80. Daerah antara kedua titik tetap ini dibagi dalam 80 skala.

Poin Penting:

Titik beku air:  $0^\circ\text{Re}$

Titik didih air:  $80^\circ\text{Re}$  (pada tekanan 1 atmosfer)

Penggunaan:

Skala Réaumur digunakan terutama di Eropa pada abad ke-18 dan ke-19, tetapi sekarang sudah jarang digunakan.

### c. Skala Fahrenheit

Titik beku air diberi angka  $32^\circ\text{ F}$ , sedangkan titik didih air diberi angka  $212^\circ\text{ F}$ . Daerah antara kedua titik tetap ini dibagi dalam 180 skala.

Penggunaan : Skala Fahrenheit terutama digunakan di Amerika Serikat dan beberapa negara lainnya, terutama untuk keperluan sehari-hari seperti pengukuran suhu udara, suhu tubuh, dan dalam beberapa aplikasi industri. Sejarah: Dikembangkan oleh ilmuwan Jerman-Polandia, Daniel Gabriel Fahrenheit, pada awal abad ke-18.

### d. Skala Kelvin

Poin Penting:

Nol absolut (suatu titik di mana tidak ada energi panas yang tersisa):  $0\text{ K}$  ( $-273,15^\circ\text{C}$ )

Tidak memiliki titik beku atau titik didih air yang spesifik karena skala ini didasarkan pada konsep termodinamika.

Penggunaan:

Skala Kelvin digunakan secara luas dalam sains, terutama dalam fisika dan kimia, untuk pengukuran suhu absolut. Ini adalah skala suhu standar dalam Sistem Internasional (SI).

Sejarah: Dikembangkan oleh fisikawan Inggris, William Thomson (Lord Kelvin), pada abad ke-19.

Jadi dapat disimpulkan bahwa : 1 skala Reamur > 1 skala Celcius > 1 Skala Fahrenheit, dan 1 skala Celcius

= 1 Skala Kelvin.

## 2.6 Hygrometer

Hygrometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur kelembaban relatif atau kadar air dalam udara. Kelembaban relatif mengacu pada persentase jumlah uap air yang ada dalam udara dibandingkan dengan jumlah maksimal yang bisa ada pada suhu tertentu.

Ada beberapa jenis hygrometer yang berbeda, masing-masing dengan cara kerja dan aplikasi yang berbeda:

a. Hygrometer Mekanis/ Sisir Rambut (Hair Hygrometer):

Jenis hygrometer ini menggunakan serat rambut manusia atau hewan sebagai elemen sensitif. Serat rambut akan mengembang atau menyusut sesuai dengan tingkat kelembaban dalam udara. Perubahan ini akan mengubah panjang serat, yang akan memicu gerakan jarum penunjuk pada skala hygrometer.

b. Hygrometer Suhu Titik Embun (Dew Point Hygrometer):

Hygrometer ini mengukur suhu titik embun, yaitu suhu di mana udara jenuh dengan uap air sehingga uap air mulai mengembun. Dengan mengukur suhu titik embun dan suhu aktual, hygrometer ini dapat menghitung kelembaban relatif. Titik embun memberikan indikasi kelembapan absolut di udara. Alat ini biasanya digunakan di industri untuk memantau kelembapan dan titik embun dalam proses produksi yang membutuhkan kontrol kelembapan yang ketat.

c. Hygrometer Elektrik (Electronic Hygrometer):

Jenis ini menggunakan sensor elektronik seperti kapasitor yang peubah kapasitansinya tergantung pada kelembaban relatif. Sensor ini mengukur perubahan dalam kemampuan kapasitor untuk menyimpan muatan saat kelembaban berubah.

d. Psychrometer (Hygrometer Bola Basah-Bola Kering):

Psychrometer adalah alat yang terdiri dari dua termometer, satu yang dibungkus dengan kain basah (bola basah) dan satu lagi yang tidak (bola kering). Dengan mengukur perbedaan antara suhu bola basah dan kering, dan suhu udara, kelembaban relatif dapat dihitung menggunakan tabel atau rumus.

e. Hygrometer Suhu Pemantauan Cairan (Wet and Dry Bulb Hygrometer):

Jenis ini adalah variasi dari psychrometer. Satu termometer terlindung oleh kain basah

(suhu basah) dan satu termometer lainnya tidak (suhu kering). Hygrometer ini memungkinkan pengukuran suhu titik embun dengan melihat perbedaan antara suhu basah dan kering.

f. Hygrometer Resistor (Resistive Hygrometer):

Jenis ini menggunakan resistor yang materinya merespon perubahan kelembaban. Perubahan dalam resistansi resistor dapat diukur dan dikaitkan dengan kelembaban relatif.. Setiap jenis hygrometer memiliki tingkat akurasi dan aplikasi yang berbeda. Penting untuk memilih jenis hygrometer yang sesuai dengan kebutuhan Anda, tergantung pada penggunaan dan lingkungan di mana Anda akan mengukur kelembaban.

## Pengukuran suhu dan kelembaban dengan Thermohygrometer

### Penggunaan Hygrometer di Kapal.

Hygrometer memiliki peran penting dalam lingkungan kapal, terutama karena faktor-faktor seperti kelembaban dan kondisi udara dapat memiliki dampak signifikan pada kenyamanan awak kapal, keamanan, dan integritas kargo. Berikut beberapa penggunaan hygrometer di kapal:

- a. Kenyamanan Awak Kapal
- b. Kondisi Kargo
- c. Navigasi dan Keselamatan:
- d. Perawatan Kapal
- e. Kontrol Lingkungan:
- f. Kesehatan dan Kebersihan

Dalam lingkungan maritim yang beragam dan sering kali penuh tantangan, penggunaan hygrometer membantu memantau dan mengelola kelembaban relatif serta kondisi lingkungan secara lebih baik. Hal ini berkontribusi pada keselamatan awak kapal, kenyamanan, dan keberhasilan operasional kapal dan kargo.

## Menghitung kelembaban udara di Kapal

Tingkat kelembapan yang optimal antara 45% hingga 65% RH.

**Kelembaban Mutlak/absolut** adalah jumlah sebenarnya uap air yang ada di udara, terlepas dari suhunya. **Kelembaban mutlak** adalah jumlah sebenarnya uap air per satuan volume gas pada suhu dan tekanan tertentu, dan dinyatakan dalam g/m<sup>3</sup>.

**Kelembaban relative/nisbi** di sisi lain, adalah rasio jumlah uap air yang ada di udara dengan jumlah yang ada pada suhu tertentu, dan dinyatakan sebagai persentase.

Ini adalah rasio tekanan uap terhadap tekanan uap jenuh dan dinyatakan dalam persentase. Secara sederhana, kelembaban relatif adalah jumlah uap air yang ada di udara, relatif terhadap jumlah yang dapat ditahannya pada suhu tertentu.

$$\text{Kelembaban Absolut} = \frac{\text{Massa uap Air}}{\text{Volume Udara}}$$

Contoh = massa uap air adalah 20 g, volume

udara 1 m<sup>3</sup> maka kelembaban absolut = 20 gr/m<sup>3</sup>

$$\text{Kelembaban nisbi} = \frac{\text{kelembaban mutlak}}{\text{jumlah uap air maksimum}} \times 100\%$$

Contoh Soal:

Dalam 1m<sup>3</sup> udara pada suhu 20° C terdapat 25 gram uap air. Jumlah uap air maksimum dalam 1 m<sup>3</sup> udara pada suhu 20° C adalah 50 gram. Berapa nilai kelembaban relatifnya?

Jawab:

$$\text{Kelembaban relatif} = 25 \times 100 \%$$

$$= 50$$

$$= 50\%$$

Itulah cara bagaimana menghitung kelembaban relatif.



Gambar :Sumber :

## 2.7 Psikrometer

Psikrometer adalah jenis hygrometer yang digunakan untuk mengukur kelembapan relatif udara dengan memanfaatkan perbedaan suhu antara dua termometer: termometer bola basah (wet-bulb) dan termometer bola kering (dry-bulb). Psikrometer adalah alat yang sederhana, namun efektif, untuk menentukan kelembapan udara.

### Jenis Psikrometer

#### a. Psikrometer Sling (Psikrometer Putar):

Terdiri dari dua termometer (bola basah dan bola kering) yang dipasang pada alat yang dapat diputar dengan tangan. Termometer bola basah dilapisi kain atau sumbu yang dibasahi air. Ketika diputar, udara mengalir di sekitar kedua termometer. Air pada bola basah menguap, menyebabkan suhu bola basah turun. Suhu bola kering tetap menunjukkan suhu udara. Perbedaan suhu antara kedua termometer digunakan untuk menentukan kelembapan relatif menggunakan tabel psikrometrik atau rumus.

Cara penggunaan Psikrometer Slink

#### b. Psikrometer Stasioner (Psikrometer Aspirasional)

Dilengkapi dengan kipas atau pompa untuk mengalirkan udara di sekitar termometer bola basah dan bola kering. Ini memberikan hasil yang lebih akurat dan cepat karena memastikan aliran udara yang stabil dan konsisten. Biasanya digunakan di stasiun cuaca atau laboratorium untuk pengukuran yang lebih presisi.

### Cara Kerja Psikrometer

- Termometer Bola Kering (Dry-bulb): Mengukur suhu udara sekitar.

Termometer Bola Basah (Wet-bulb): Dibungkus kain atau sumbu yang dibasahi air. Ketika air menguap dari bola basah, suhu bola basah akan menurun.

Evaporasi dan Pendinginan: Kecepatan penguapan air dari bola basah tergantung pada kelembapan udara. Jika udara kering, lebih banyak air akan menguap, menyebabkan suhu bola basah turun lebih banyak. Jika udara lembap, penguapan lebih sedikit dan suhu bola basah tidak akan banyak berubah.

- Penghitungan Kelembapan Relatif: Selisih suhu antara bola kering dan bola basah digunakan dengan tabel atau rumus psikrometrik untuk menentukan kelembapan relatif udara.

## Kelebihan dan Kekurangan Psikrometer

### Kelebihan:

- I. Relatif sederhana dan murah.
- II. Tidak memerlukan sumber daya listrik (kecuali psikrometer aspirasional).
- III. Memberikan pengukuran yang cukup akurat jika digunakan dengan benar.

### Kekurangan:

- Membutuhkan waktu untuk pengukuran karena harus menunggu penguapan pada bola basah.
- Membutuhkan penggunaan tabel psikrometrik atau perhitungan untuk menentukan kelembaban relatif.
- Rentan terhadap kesalahan jika tidak digunakan dengan benar, terutama jika kain pada bola basah tidak cukup basah atau jika alat tidak digunakan pada kecepatan putaran yang cukup untuk psikrometer sling.

Menghitung kelembaban udara dengan Hygrometer Manual bola basah dan bola kering



## 2.8 Windvane (Penunjuk Arah Angin)

Windvane adalah alat yang digunakan untuk menunjukkan arah angin yang sedang bertiup. Alat ini biasanya memiliki bentuk yang sensitif terhadap arah angin, sehingga mampu mengindikasikan arah angin yang mendominasi pada suatu waktu. Alat ini sering disebut juga sebagai "weather vane" atau "weathervane." Windvane biasanya dipasang di tempat yang tinggi, seperti atap bangunan, tiang, atau menara, untuk memastikan bahwa alat tersebut berada di aliran udara yang tidak terhalang.

Wind vane terdiri dari sebuah panah atau baling-baling yang ditempatkan pada poros yang

dapat berputar. Ketika angin bertiup, arah angin akan memutar panah atau baling-baling pada poros tersebut, dan sensor akan merekam arah yang ditunjuk oleh ujung panah atau baling-baling tersebut. Dalam beberapa aplikasi, sensor ini dilengkapi dengan perekam data dan alat pengiriman data, sehingga data arah angin dapat dikirim ke stasiun pengamatan atau pengontrol jarak jauh.

Jenis Windvane :

- Windvane Tradisional:

Terbuat dari bahan logam seperti besi, tembaga, atau aluminium, dan sering berbentuk panah atau figur tertentu (misalnya ayam jago, kapal, atau simbol lainnya).

- Windvane Digital atau Elektronik:

Menggunakan sensor elektronik untuk mendeteksi arah angin dan mengirimkan data ke perangkat pemantauan atau layar digital.

Selain itu, Wind Vane juga sangat penting dalam pengukuran cuaca, khususnya dalam memprediksi cuaca buruk, seperti badai dan topan. Dalam hal ini, Wind Vane dapat membantu para ahli cuaca dalam menentukan arah dan kecepatan badai atau topan, sehingga dapat memberikan peringatan dini dan mengurangi dampak buruk dari badai atau topan tersebut.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sensor arah angin, atau Wind Vane, memiliki fungsi yang sangat penting dalam pengukuran angin. Sensor ini membantu dalam mengukur arah dan kecepatan angin, dan memberikan informasi penting dalam berbagai aplikasi, seperti di bidang cuaca, penerbangan, dan navigasi.

Windvane adalah alat yang sederhana namun sangat berguna untuk menentukan arah angin. Meskipun teknologi modern seperti sensor digital telah menggantikan windvane tradisional di beberapa aplikasi, alat ini tetap memiliki peran penting di berbagai bidang, terutama di lokasi yang membutuhkan pengukuran arah angin secara konstan dan real-time.



Gambar :Sumber :

## 2.9 Anemometer

Anemometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin. Ada beberapa jenis anemometer yang berbeda, tetapi yang paling umum adalah anemometer cup atau cup anemometer. Anemometer cup memiliki tiga atau empat cangkir kecil yang dipasang pada baling-baling yang diputar oleh angin. Kecepatan angin akan menyebabkan baling-baling berputar, dan perputaran ini dihitung untuk mengukur kecepatan angin dalam unit tertentu, seperti meter per detik atau kilometer per jam. Selain itu, ada juga jenis anemometer lain seperti anemometer sonic yang menggunakan prinsip gelombang suara untuk mengukur kecepatan angin.

Kedua alat ini sering digunakan bersamaan untuk mengumpulkan informasi yang lebih lengkap tentang cuaca dan kondisi angin. Windvane memberikan informasi tentang arah datangnya angin, sementara anemometer memberikan informasi tentang seberapa cepat angin tersebut bertiup. Kombinasi data dari keduanya membantu dalam memahami pola angin dan kondisi cuaca yang lebih rinci.

Ada beberapa jenis anemometer yang umum digunakan, masing-masing dengan prinsip kerja yang berbeda:

### a. Anemometer Cangkir (Cup Anemometer)

- I. Terdiri dari tiga atau empat cangkir yang terpasang pada ujung-ujung lengan horizontal, yang berputar pada sumbu vertikal.
- II. Ketika angin bertiup, cangkir-cangkir ini menangkap aliran angin dan berputar. Kecepatan rotasi ini digunakan untuk menghitung kecepatan angin. Semakin cepat angin bertiup, semakin cepat cangkir berputar.
- III. Umumnya digunakan di stasiun cuaca karena kesederhanaan dan ketahanannya

terhadap kondisi cuaca ekstrem.

**b. Anemometer Baling-baling (Propeller Anemometer)**

- a. Menggunakan baling-baling seperti kipas angin yang dipasang pada sumbu horisontal.

Baling-baling ini berputar ketika angin bertiup.

- b. Jumlah putaran baling-baling dihitung untuk menentukan kecepatan angin.

- c. Anemometer jenis ini sering digunakan di tempat-tempat yang membutuhkan

pengukuran kecepatan angin secara horizontal, seperti pada menara angin atau di stasiun pemantauan.

**c. Anemometer Panas (Hot-Wire Anemometer)**

- a) Menggunakan kawat tipis yang dipanaskan dengan arus listrik. Ketika angin bertiup melewati kawat, kawat tersebut mendingin, dan perubahan suhu kawat ini mempengaruhi resistansi listriknya.

- b) Kecepatan angin diukur berdasarkan seberapa cepat kawat mendingin. Jenis ini sangat sensitif dan sering digunakan dalam penelitian ilmiah atau pengukuran laboratorium.

- c) Cocok untuk mengukur kecepatan angin rendah dengan tingkat akurasi yang tinggi.



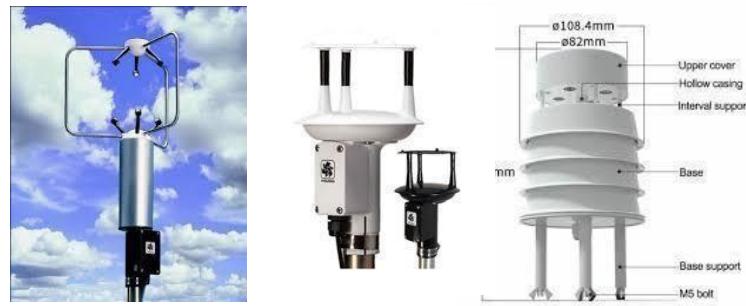
Gambar :Sumber :

**d. Anemometer Ultrasonik**

- a. Menggunakan gelombang ultrasonik untuk mengukur kecepatan angin. Alat ini memiliki beberapa transduser yang memancarkan dan menerima gelombang ultrasonik.

- b. Kecepatan angin dihitung berdasarkan waktu yang dibutuhkan gelombang suara untuk melakukan perjalanan antara transduser di sepanjang sumbu horizontal atau vertikal.

- c. Anemometer ultrasonik tidak memiliki bagian yang bergerak, sehingga lebih tahan lama dan mampu memberikan pengukuran yang sangat akurat. Banyak digunakan di stasiun cuaca modern, pesawat, dan kapal.



Gambar : Sumber :

**e. Anemometer Laser Doppler**

- Menggunakan sinar laser untuk mengukur kecepatan partikel udara yang bergerak bersama angin.
- Perubahan frekuensi atau panjang gelombang dari sinar laser (efek Doppler) digunakan untuk menghitung kecepatan angin.
- Digunakan untuk pengukuran presisi tinggi di laboratorium atau dalam penelitian ilmiah, serta aplikasi industri.

Gambar : Sumber :



**d. Anemometer Tabung Pitot (Pitot Tube Anemometer)**

- Digunakan terutama di aerodinamika dan pada pesawat terbang. Terdiri dari tabung dengan ujung terbuka menghadap aliran udara.
- Perbedaan tekanan udara antara ujung tabung terbuka dan titik referensi di dalam tabung digunakan untuk menghitung kecepatan angin.
- Anemometer jenis ini ideal untuk mengukur kecepatan udara dalam saluran tertutup atau untuk aplikasi penerbangan.

Gambar : Sumber :



## Fungsi Anemometer

- a. Untuk mengukur tingkat kecepatan angin.
- b. Dapat digunakan sebagai alat dalam melamar / memperkirakan cuaca pada hari berikutnya.
- c. Untuk memperkirakan tinggi / besarnya gelombang laut. Fungsi dari anemometer yang satu ini dipergunakan oleh para nelayan dan orang yang bekerja di kapal, baik kapal pesiar / kapal biasa.
- d. Untuk memperkirakan kecepatan arus laut yang dapat dimanfaatkan saat berlayar.
- e. Untuk memperkirakan arah dari arus laut. Fungsi yang satu ini juga sangat bermanfaat saat berlayar.
- f. Untuk mengetahui besarnya tekanan angin.

Anemometer adalah alat yang penting dan sangat berguna untuk berbagai aplikasi yang membutuhkan pemantauan dan pengukuran kecepatan angin. Terdapat berbagai jenis anemometer dengan kelebihan dan kekurangan masing-masing, yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan pengukuran angin dalam berbagai situasi dan kondisi.



Penggunaan Anemometer

Membaca arah dan kecepatan angin

## 2.10 Pluviometer (Rain Gauge)



Fungsi: Mengukur jumlah

curah hujan. Jenis:

- Pluviometer Manual: Menggunakan corong dan tabung pengukur untuk mengumpulkan dan mengukur air hujan.
- Pluviometer Tipping Bucket: Menggunakan mekanisme ember kecil yang terbalik untuk mencatat setiap kali jumlah tertentu air hujan dikumpulkan.
- Pluviometer Elektronik: Menggunakan sensor untuk mengukur dan mencatat jumlah curah hujan secara otomatis.

Penggunaan: Digunakan untuk memantau dan mengukur curah hujan di stasiun cuaca, pertanian, dan aplikasi hidrologi.

## 2.11 Pyranometer

Fungsi: Mengukur radiasi matahari global (total energi radiasi dari matahari yang mencapai permukaan). Jenis:

Menggunakan sensor termal atau silikon untuk mendeteksi jumlah radiasi matahari yang diterima.

Penggunaan: Digunakan untuk studi iklim, penelitian energi surya, dan pengukuran radiasi matahari di stasiun cuaca.



- Pyranometer construction and working explained

Gambar : Sumber :

## 2.12 Ceilometer

Fungsi: Mengukur ketinggian dasar awan dan mengamati distribusi awan di langit. Jenis:

Menggunakan laser atau sinar lampu untuk mengukur jarak dari instrumen ke dasar awan.

Penggunaan: Digunakan di bandara, stasiun cuaca, dan dalam penelitian atmosfer untuk memantau ketinggian dan jenis awan.



Gambar : Sumber

## 2.13 Radiometer

Fungsi: Mengukur intensitas radiasi elektromagnetik (seperti radiasi inframerah atau ultraviolet) dari atmosfer atau permukaan bumi.

Jenis:

Dapat mengukur berbagai panjang gelombang radiasi (misalnya, inframerah untuk suhu permukaan). Penggunaan: Digunakan dalam studi iklim, pengamatan bumi, dan pemantauan polusi udara.



Gambar : Sumber :

## **BAB III**

### **ATMOSFER BUMI**

#### **3.1 Atmosfer**

Atmosfer adalah lapisan gas yang menyelubungi sebuah planet, termasuk Bumi, dan ditahan oleh gravitasi. Atmosfer Bumi terdiri dari nitrogen, oksigen , dan gas-gas lain seperti argon, karbon dioksida, dan uap air. Atmosfer berfungsi melindungi makhluk hidup dari radiasi ultraviolet matahari, mengatur suhu permukaan dengan menjaga panas (efek rumah kaca), dan menyediakan oksigen untuk bernapas. Atmosfer juga memainkan peran penting dalam cuaca dan iklim dengan mengatur pola angin, hujan, dan fenomena cuaca lainnya.

Komposisi kimia dari udara kering adalah tetap di semua tempat di permukaan bumi dan sampai dengan ketinggian kurang dari 19 Km.

Analisa kimia menunjukkan bahwa jumlah dari setiap gas dinyatakan dalam persentase dari volume total sebagai berikut :

Gas	Volume %
NITROGEN	78,09
OXYGEN	20,95
ARGON	0,93
CARBON DIOXIDE	0,03

Selain itu juga terdapat sejumlah kecil Neon, Helium, Krypton, Ozone dan gas -gas lainnya.

#### **3.2 Fungsi Atmosfer**

Atmosfer memiliki beberapa fungsi penting yang mendukung kehidupan dan keseimbangan di Bumi. Berikut adalah beberapa fungsi utama atmosfer:

##### **1. Melindungi dari Radiasi Matahari**

Atmosfer melindungi Bumi dari radiasi berbahaya Matahari, terutama sinar ultraviolet (UV). Lapisan ozon di stratosfer menyerap sebagian besar sinar UV ini, mencegahnya mencapai permukaan Bumi, sehingga melindungi makhluk hidup dari kerusakan genetik dan kulit yang dapat disebabkan oleh radiasi UV.

##### **2. Mengatur Suhu Bumi (Efek Rumah Kaca)**

Atmosfer membantu mengatur suhu Bumi melalui efek rumah kaca. Gas-gas rumah kaca, seperti karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), metana ( $\text{CH}_4$ ), dan uap air ( $\text{H}_2\text{O}$ ), menyerap dan memancarkan kembali panas yang dipancarkan oleh permukaan Bumi, menjaga suhu planet tetap hangat dan layak huni.

Tanpa atmosfer, suhu rata-rata di permukaan Bumi akan jauh lebih rendah, membuatnya tidak layak bagi sebagian besar kehidupan.

### 3. Menjaga Keseimbangan Air melalui Siklus Hidrologi

521

Atmosfer berperan penting dalam siklus air dengan mengatur proses penguapan dan kondensasi. Uap air di atmosfer menguap dari lautan, danau, dan sungai, kemudian mengembun menjadi awan, dan akhirnya jatuh kembali sebagai hujan, salju, atau bentuk presipitasi lainnya. Siklus ini penting untuk menyediakan air tawar yang dibutuhkan oleh ekosistem darat dan manusia.

### 4. Menyediakan Oksigen dan Gas-gas Penting untuk Kehidupan

Atmosfer adalah sumber utama oksigen ( $O_2$ ) yang diperlukan oleh makhluk hidup untuk bernafas. Selain itu, atmosfer juga mengandung nitrogen ( $N_2$ ) yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman, karena digunakan dalam proses fiksasi nitrogen yang mengubah nitrogen atmosfer menjadi bentuk yang dapat digunakan oleh tanaman.

### 5. Mengatur Cuaca dan Iklim

Atmosfer mengatur pola cuaca dan iklim di seluruh dunia. Proses seperti sirkulasi udara, pembentukan awan, curah hujan, angin, dan fenomena cuaca lainnya semuanya terjadi di atmosfer. Perubahan dalam atmosfer dapat mempengaruhi iklim global, menyebabkan fenomena seperti El Niño dan La Niña, serta peristiwa cuaca ekstrem seperti badai, banjir, dan kekeringan.

### 6. Melindungi dari Meteoroid

Atmosfer melindungi Bumi dari meteoroid kecil yang masuk dari luar angkasa. Ketika meteoroid memasuki atmosfer dengan kecepatan tinggi, gesekan dengan partikel udara menyebabkan meteoroid tersebut terbakar sebelum mencapai permukaan Bumi, mencegah potensi kerusakan.

### 7. Menopang Teknologi Komunikasi

Atmosfer, khususnya ionosfer, memantulkan gelombang radio kembali ke permukaan Bumi, memungkinkan komunikasi radio jarak jauh. Tanpa atmosfer, gelombang radio akan langsung hilang ke luar angkasa, membuat komunikasi radio global tidak mungkin dilakukan.

Secara keseluruhan, atmosfer sangat penting bagi kehidupan di Bumi dan keseimbangan ekosistem global, memainkan peran utama dalam melindungi, menopang, dan memfasilitasi berbagai proses vital.

## 3.2. Lapisan Atmosfer

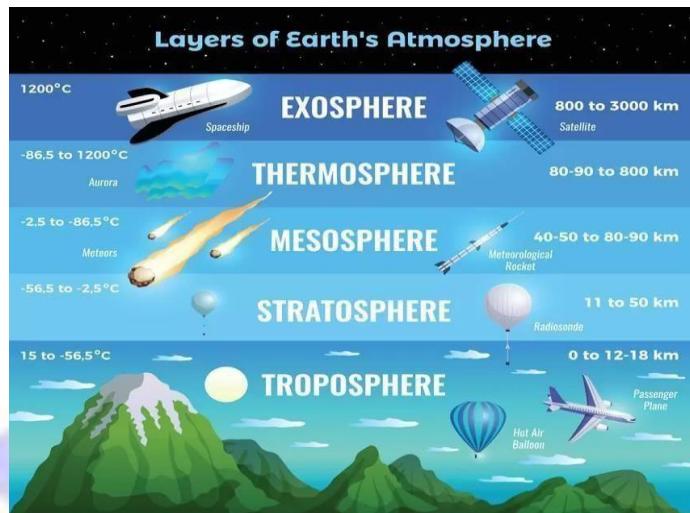
Pengertian Meteorologi : Ilmu yang mempelajari gejala-gejala, peristiwa-peristiwa dan proses yang terjadi dalam lapisan udara yang menyelimuti bumi. Lapisan udara ini dikenal dengan nama Atmosphere. Atmosphere terdiri atas beberapa lapisan berbeda yang dapat

dibedakan dengan variasi dari temperatur udara dengan penambahan tingginya.

522

Pada atmosphere secara umum terdiri atas beberapa lapisan sebagai berikut :

1. Roposfer
2. Stratosphere
3. Mesosfer
4. Thermosfer
5. Eksosfer



### Urutan Lapisan Atmosfer Bumi berdasarkan Temperaturnya

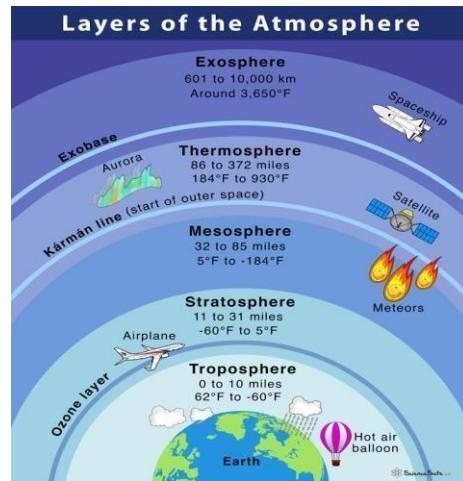
#### 1. Troposphere

Merupakan lapisan atmosphere yang terletak paling bawah. Batas-batas troposphere di atas kutub bumi pada ketinggian 8 km dan di atas daerah equatorial pada ketinggian 16 km. Troposphere merupakan lapisan udara dengan jumlah massa udara yang terbesar. Temperatur udara makin ke atas makin berkurang dengan rata - rata 0,5 - 0,6° C tiap 100 meter. Terdapat aliran-aliran udara secara horizontal dan vertical.

Karakteristik: Di sinilah hampir semua fenomena cuaca terjadi (seperti hujan, salju, dan angin). Suhu menurun dengan bertambahnya ketinggian di lapisan ini.

Lapisan troposfer terdiri atas: Lapisan planetair 0 -1 km Lapisan konveksi 1-8 km, Lapisan tropopause 8-12km (adalah pembatas antara troposfer dengan stratosfer, pada lapisan ini aktivitas udara secara vertikal (konveksi) berhenti)

Fungsi: Menyediakan udara untuk bernapas, mengatur iklim dan cuaca, serta mempertahankan kehidupan dengan uap air dan gas-gas penting.



Gambar :Sumber :

## 2. Stratosphere

Lokasi: Terletak di atas troposfer, dari sekitar 15 km hingga 60 km di atas permukaan Bumi. Temperatur udara makin ke atas tidak makin berkurang, tetapi semakin bertambah tinggi.

Tidak terdapat aliran udara vertikal, melainkan hanya horizontal. Pada ketinggian antara 20 – 40 km di atas permukaan laut terdapat lapisan ozon, yang merupakan lapisan pelindung yang sangat penting, karena berfungsi untuk menyerap gelombang pendek yang dipancarkan sinar matahari yang sangat berbahaya bagi kehidupan di bumi.

Karakteristik: Suhu meningkat dengan ketinggian, terutama karena keberadaan lapisan ozon yang menyerap radiasi ultraviolet (UV) dari Matahari.

Pada lapisan stratosfer terbagi menjadi dua lapisan, diantaranya lapisan isothermal serta lapisan inversi.

Lapisan isothermal merupakan berasal dari kata iso yang artinya sama serta term yang artinya panas.

Sehingga dalam lapisan ini merupakan temperatur udaranya tetap, yakni sekitar -60°C

. Lapisan ini terletak pada ketinggian 11-20 km. Lapisan inversi terletak di ketinggian 20 - 50 km. Makin ke atas temperaturnya akan semakin meningkat serta di ketinggian 50 km temperaturnya akan masih di bawah beku (-50°C).

Ciri-ciri dari lapisan stratosfer adalah sebagai berikut:

- Suhu dalam lapisan ini akan meningkat dengan bertambahnya ketinggian, yaitu dari -60°C (pada tropopause) sampai 10°C pada puncaknya.
- Dalam lapisan ini tidak mengandung uang air, awan, ataupun debu. Sehingga udara di dalam lapisan ini kering.
- Terdapat lapisan stratopause yang merupakan lapisan antara stratosfer dengan

### 3. Mesosfer

Ketinggian dari lapisan mesosfer antara 50 -85 km dengan karakteristik di mana semakin ke atas, maka temperatur udara akan makin rendah. Tiap kenaikan 1000 m, temperatur udara turun menjadi  $2,50 -30^{\circ}\text{C}$ . Dalam lapisan mesosfer di bagian atas, temperaturnya mencapai hingga  $-90^{\circ}\text{C}$ . Puncak mesosfer telah dibatasi oleh lapisan mesopause. Di dalam lapisan yang satu ini adalah lapisan di

mana terdapat bagian yang bisa mengikis benda-benda langit yang masuk ke dalam permukaan bumi. Benda langit tersebut dapat berupa komet, meteor, debu angkasa, atau benda-benda asing angkasa yang lainnya.

Ciri-ciri dari lapisan mesosfer adalah sebagai berikut:

- a. Ketinggiannya berada di sekitar 50-85 km.
- b. Suhu pada lapisan mesosfer sekitar  $-50^{\circ}\text{C}$  hingga  $-70^{\circ}\text{C}$ .
- c. Lapisan mesosfer adalah lapisan yang melindungi bumi dari berbagai ancaman benda luar angkasa seperti meteor dan benda-benda langit lainnya yang akan jatuh ke bumi.
- d. Meteor yang akan jatuh ke bumi nantinya akan terbakar serta akan hancur apabila lapisan mencapai lapisan ini serta akan berubah menjadi pecahan-pecahan kecil yang disebut sebagai meteorit.
- e. Terdapat lapisan mesopause yang merupakan lapisan antara mesosfer dengan termosfer.
- f. Semakin tinggi lapisan maka semakin berkurang suhu yang kemudian akan mengakibatkan terjadinya pergeseran objek dari angkasa luar. Hal ini sendiri menyebabkan meteor yang datang dari angkasa hingga menjadi terbakar.

### 4. Termosfer

Lapisan termosfer ini berada di ketinggian 85 -600 km. Lapisan atmosfer yang satu ini juga sering disebut sebagai lapisan panas (hot layer). Sebab di lapisan inilah sering terjadi transisi kenaikan temperatur yang sangat tinggi. Temperatur dalam lapisan ini mencapai  $90-1000^{\circ}\text{C}$  atau lebih.

Tinggi dari temperatur tersebut dikarenakan molekul oksigen mengabsorpsi (menyerap) radiasi dari energi surya. Radiasi inilah yang mengakibatkan suatu reaksi kimia yang kemudian membentuk lapisan bermuatan listrik.

- a. Lapisan termosfer ini berada di ketinggian 85 -600 km.
- b. Lapisan ini juga sering disebut sebagai lapisan panas (hot layer).
- c. Suhu udara yang ada di bagian paling atas dari lapisan ini bisa mencapai  $>1000^{\circ}\text{C}$ .
- d. Di dalam lapisan ini juga terdapat lapisan ionosfer. Lapisan ionosfer memiliki fungsi sebagai penyebaran gelombang radio.
- e. Termosfer sebagai tempat terjadinya aurora yang juga disebabkan oleh adanya interaksi antara medan magnetik yang dimiliki oleh planet bumi dengan partikel bermuatan yang dipancarkan oleh Matahari.
- f. Lapisan ionosfer pada Termosfer memiliki kemampuan untuk memantulkan gelombang radio yang bermanfaar bagi satelit dan komunikasi
- g. Pada Termosfer terdapat kandungan massa udara yang rendah dan bertemperatur tinggi, sehingga tak mampu menghantarkan panas ke benda-benda seperti satelit dan astornot.

## 5. Eksosfer

Lapisan eksosfer ini adalah suatu lapisan dari atmosfer yang berada di bagian paling luar.

Lapisan eksosfer terletak di ketinggian 600 km ke atas.

Karakteristik: Sangat tipis dan terdiri dari molekul gas yang bergerak cepat, terutama hidrogen dan helium.

Tekanan atmosfer sangat rendah, dan molekul gas di lapisan ini dapat melarikan diri ke luar angkasa.

Pada lapisan ini sendiri terdapat berbagai refleksi cahaya matahari yang kemudian dipantulkan oleh partikel debu meteoritik. Cahaya yang dipantulkan ini dikenal juga dengan cahaya Zodiakal.

Fungsi : Menjadi perantara antara atmosfer Bumi dan ruang angkasa; melindungi Bumi dari radiasi matahari

dan partikel bermuatan yang berasal dari

angin matahari. Ciri-ciri dari lapisan

eksosfer adalah sebagai berikut:

- i. Lapisan eksosfer terletak di ketinggian 600 km ke atas.
- ii. Lapisan atmosfer berada di bagian paling luar, sehingga pengaruh gaya gravitasi sangatlah kecil.
- iii. Kandungan gas atmosfer juga sangat rendah pada lapisan eksosfer ini.
- iv. Eksosfer memiliki suhu yang sangat tinggi mencapai  $2.200$  derajat celcius.
- v. Eksosfer merupakan lapisan yang berbatasan langsung dengan angkasa luar
- vi. Eksosfer merupakan lapisan yang sangat berbahaya.
- vii. Pada lapisan Eksosfer terjadi berbagai kehancuran benda-benda luar angkasa dan meteor Lapisan Atmosfer berdasarkan Jenis dan Kondisi **Gas**.

Berikut ini merupakan lapisan atmosfer dilihat dari jenis serta kondisi gasnya , yaitu:

a. Lapisan Ozon (ozonosfer)

Lapisan ozon berada di ketinggian 20 - 40 km. Ozon terdapat di semua bagian atmosfer bagian bawah, namun kebanyakan dari gas ini terkonsentrasi di lapisan stratosfer.

Khususnya pada ketinggian 20 - 40 km. Ozon sendiri kondisinya tidak stabil sebab telah terurai di bawah pengaruh radiasi atau bertumbukan dengan atom oksigen (O).

Secara alamiah, di ketinggian 20 - 40 km berlangsung pembentukan serta penguraian ozon dari oksigen diatomik serta monatomik dengan bantuan (penyerapan) dari radiasi ultraviolet.

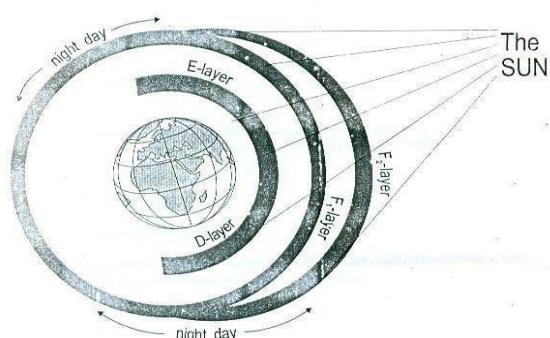
b. Ionosphere

Lapisan ionosfer terletak di ketinggian 85 -600 km. Ionosfer terdiri dai berbagai atom dan juga molekul yang kehilangan satu atau lebih elektron sehingga akan terbentuk ion. Oleh sebab itu, lapisan ini disebut sebagai lapisan ionosfer. Merupakan lapisan yang terletak di atas Stratosphere

Batas-batas berdasarkan pengamatan terhadap gejala aurora ( cahaya kutub) dapat diperkirakan bahwa pada ketinggian 1200 km masih terdapat partikel-partikel udara.

Di dalam Ionosphere terdapat molekul-molekul udara yang terioniser, yaitu molekul udara yang bermuatan listrik. Penyebaran molekul udara yang bermuatan listrik tersebut tidak merata dalam seluru

Ionosphere. Di dalam Ionosphere terdapat lapisan-lapisan yang relatif tipis dengan konsentrasi/kepadatan molekul udara yang sangat padat. Lapisan tersebut terdiri atas tiga lapisan dari level terendah ke tertinggi yaitu Lapisan D , E dan F.



Gambar 14  
Lapisan-lapisan Pada Ionosphere:

Lapisan F kemudian dibagi lagi menjadi F 1 (level bawah) dan F 2 (level atas).

Ada dan tidaknya lapisan-lapisan tersebut dalam Ionosphere dan tingginya di atas permukaan bumi sangat tergantung dari posisi matahari. Jika diukur secara langsung dari suatu titik yang ditetapkan, pemancaran sinar matahari pada Ionosphere yang terbesar adalah pada saat tengah hari, sedangkan pada malam hari adalah saat terkecil. Jika pemancaran dihilangkan maka sejumlah ion-ion bebas dan electron yang terionisasi akan bersatu kembali menjadi atom-atom netral. Selama jangka waktu antar kondisi-kondisi tersebut, posisi dan jumlah lapisan-lapisan yang terionisasi dalam Ionosphere akan berubah.

a. Lapisan D

Lapisan D Terletak di ketinggian 60-120 km. Lapisan ini merupakan tempat untuk memantulkan kembali gelombang AM ke bumi.. Ionisasi pada lapisan D rendah, karena merupakan lapisan terbawah dari Ionosphere. Lapisan ini memiliki kemampuan untuk membelokkan gelombang pada frekuensi rendah. Sedangkan gelombang frekuensi tinggi akan terus menembus lapisan ini tetapi akan menyusut. Setelah matahari terbenam lapisan D akan menghilang disebabkan ion-ion akan bergabung kembali dengan cepat.

b. Lapisan E

Lapisan E Terletak di ketinggian 120-180 km. Lapisan ini juga sebagai tempat untuk memantulkan kembali gelombang AM.. Kecepatan dari bergabungnya kembali ion-ion pada lapisan ini sangat cepat pada saat setelah matahari terbenam dan akan menjadi lengkap ketika tengah malam. Lapisan ini memiliki kemampuan untuk membelokkan gelombang frekuensi yang lebih tinggi daripada lapisan D. Secara real Lapisan E dapat membelokkan gelombang dengan frekuensi sampai dengan 20 MHz.

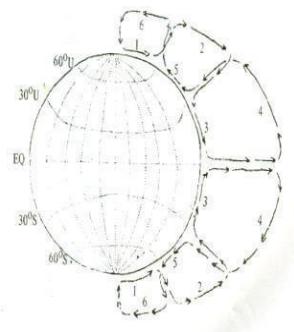
c. Lapisan F

Lapisan F Terletak di ketinggian 180-600 km. Lapisan ini juga sebagai tempat untuk memantulkan kembali gelombang pendek.. Pada siang hari, Lapisan F ini terbagi menjadi 2 lapisan yaitu F1 dan F2. Tingkatan ionisasi pada lapisan-lapisan ini cukup tinggi dan bervariasi ketebalannya tergantung arah datangnya sinar matahari. Pada tengah hari, bagian atmosphere yang terdekat dengan matahari tingkatan ionisasinya akan maksimum. Karena atmosphere dijernihkan pada ketinggian ini, bergabungnya kembali dari ion -ion tersebut akan berlangsung secara perlahan setelah matahari terbenam.

Oleh karena itu suatu lapisan ionisasi akan tetap hadir secara terus-menerus. Lapisan F akan meneruskan frekuensi tinggi untuk pemancaran jarak jauh sehubungan dengan kemampuannya untuk membelokkan gelombang frekuensi sampai dengan 30 MHz.

### Sirkulasi Udara Di Dalam Atmosfer

Pada lapisan Troposfera terdapat gerakan udara yang bersirkulasi sesuai dengan urutan 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 baik pada belahan bumi utara maupun di atas belahan bumi selatan seperti yang tergambar pada lukisan berikut :



Gambar 15 Penampang Vertikal Aliran Udara

Pada lukisan di atas tampak pula, batas-batas Troposfera di atas daerah Equatorial lebih tinggi dari pada di atas daerah-daerah Arktis. Aliran-aliran udara no. 1, 5, dan 3 adalah aliran-aliran udara yang terdapat dipermukaan bumi, sedangkan aliran-aliran udara no. 6, 2, dan 4 adalah aliran-aliran udara yang terdapat pada tingkat-tingkat atas.

Pada lukisan tersebut tampak, bahwa pada lintang-lintang lebih kurang  $60^{\circ}$  Utara dan  $60^{\circ}$  Selatan, udara mengalir ke atas, sehingga di daerah Sedang terdapat sistem tekanan rendah yang merupakan Depresi Daerah Sedang.

Pada lintang sekitar  $30^{\circ}$  Utara dan  $30^{\circ}$  Selatan udara mengalir ke bawah, sehingga pada lintang tersebut terdapat sistem tekanan Tinggi Subtropika.

Pada permukaan bumi, aliran udara nomor 3 adalah Angin Pasat yang merupakan angin tetap yang bersumber pada daerah Tekanan Tinggi Subtropika dan menuju ke Equator.

Dibelah bumi Utara di atas samudera dijumpai angin Pasat Timur Laut, dan dibelah bumi Selatan di atas samudera dijumpai angin Pasat Tenggara. Di atas benua tidak dijumpai angin Pasat, oleh sebab di atas benua - benua di waktu musim Summer sistem tekanan tinggi

Aliran udara nomor 5 merupakan Angin Barat tetap di permukaan bumi; angin Barat Tetap itu bersumber pada daerah tekanan tinggi Subtropika pula. Angin Barat tetap hanya dijumpai dibelah bumi Selatan antara lintang  $40^{\circ}$  Selatan dan lintang  $60^{\circ}$  Selatan.

Dibelah bumi Utara tidak dijumpai Angin Barat Tetap, oleh sebab pada lintang-lintang antara  $40^{\circ}$  Utara dan  $60^{\circ}$  Utara terdapat banyak benua yang merupakan rintangan bagi mengalirnya Angin Barat Tetap.

Aliran udara No. 1 merupakan angin Timur yang bersumber pada system tekanan Tinggi Arktis. Untuk jelasnya, maka dapat dikatakan bahwa terjadinya gerakan subsidensi yaitu gerakan turun dari udara, pada lintang-lintang sekitar  $30^{\circ}$  Utara dan  $30^{\circ}$  Selatan yang dikenal sebagai Horse latitudes, menyebabkan terjadinya system tekanan tinggi Subtropika dipermukaan bumi. Daerah system tekanan tinggi Subtropika ini mempunyai cuaca cerah.

Pada system tekanan tinggi Subtropika itu, udara mengalir keluar. Udara yang mengalir keluar itu dan menuju ke Equator disebut angin Pasat. Angin Pasat ini oleh perputaran bumi, dibelah bumi Utara dibelokkan ke kanan, dan dibelah bumi Selatan dibelokkan ke kiri. Dengan demikian, maka terjadilah Pasat Timur Laut, dan Pasat Tenggara. Udara yang mengalir keluar dari system tekanan tinggi Subtropika dan menuju ke kutub, oleh perputaran bumi dibelah bumi Utara dibelokkan ke kanan, dan dibelah bumi Selatan dibelokkan ke kiri.

Dengan demikian maka terjadilah Angin Barat Tetap pada lintang-lintang antara  $40^{\circ}$  dan  $60^{\circ}$  dibelah bumi Selatan. Sedangkan dibelah bumi Utara tidak dijumpai Angin Barat Tetap karena pada lintang-lintang tersebut terdapat banyak benua.

## **BAB IV**

# **PROSES PERPINDAHAN ENERGI DI ATMOSFER/PERMUKAAN BUMI**

### **4.1. Faktor-faktor pengontrol temperatur di Atmosphere**

Temperatur di atmosfer dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling berinteraksi. Beberapa faktor utama yang mempengaruhi temperatur atmosfer adalah :

#### **1. Radiasi Matahari**

Sumber utama panas di atmosfer berasal dari radiasi matahari. Intensitas radiasi ini bervariasi berdasarkan sudut sinar matahari dan jarak dari matahari, yang dipengaruhi oleh posisi bumi (misalnya, musim, waktu dalam sehari, dan letak geografis).

#### **2. Ketinggian**

Semakin tinggi posisi di atmosfer (misalnya, di pegunungan atau pesawat terbang), semakin rendah suhu udara. Ini karena tekanan udara berkurang dengan ketinggian, yang menyebabkan udara lebih jarang dan kehilangan kemampuannya untuk menyimpan panas.

#### **3. Lintang (Latitude)**

Daerah di sekitar khatulistiwa menerima lebih banyak radiasi matahari sepanjang tahun dibandingkan daerah di dekat kutub. Oleh karena itu, daerah tropis cenderung lebih hangat, sedangkan daerah kutub lebih dingin.

#### **4. Kelembapan Udara**

Udara yang lebih lembab cenderung menahan panas lebih baik daripada udara kering, karena uap air adalah gas rumah kaca yang signifikan. Oleh karena itu, daerah dengan kelembapan tinggi, seperti daerah tropis, cenderung memiliki suhu lebih tinggi.

#### **5. Tekanan Udara**

Tekanan udara yang lebih rendah, seperti yang ditemukan pada ketinggian tinggi, menyebabkan suhu lebih rendah. Sebaliknya, tekanan yang lebih tinggi dapat memerangkap lebih banyak panas dan meningkatkan suhu.

#### **6. Awan dan Albedo**

Awan dapat memantulkan atau menyerap radiasi matahari, tergantung pada jenis dan ketinggiannya. Selain itu, albedo (reflektifitas permukaan bumi) mempengaruhi berapa banyak radiasi matahari yang dipantulkan kembali ke luar angkasa. Permukaan seperti salju atau es memiliki albedo tinggi, yang berarti mereka memantulkan lebih banyak radiasi dan menyebabkan suhu lebih rendah.

#### **7. Sirkulasi Atmosfer**

Gerakan udara global, seperti angin, jet stream, dan arus laut, memengaruhi distribusi panas di atmosfer. Arus udara ini dapat membawa udara panas atau dingin dari satu tempat ke tempat lain, mengubah suhu suatu wilayah.

531

#### 8. Efek Rumah Kaca

Gas-gas di atmosfer seperti karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), metana ( $\text{CH}_4$ ), dan uap air menahan panas yang dipancarkan oleh permukaan bumi. Efek rumah kaca ini membantu menjaga bumi tetap hangat, tetapi peningkatan konsentrasi gas-gas ini dapat menyebabkan pemanasan global.

#### 9. Variasi Musiman

Musim juga mempengaruhi suhu. Ketika suatu belahan bumi miring ke arah matahari, wilayah itu akan menerima lebih banyak radiasi matahari dan mengalami suhu yang lebih hangat (musim panas), sementara belahan yang berlawanan akan mengalami musim dingin.

#### 10. Pengaruh Lautan

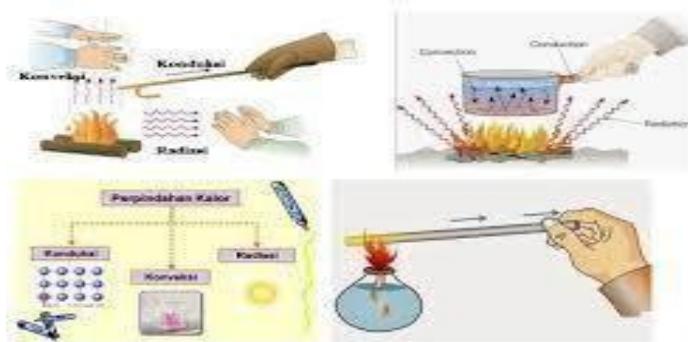
Lautan memiliki kapasitas panas yang besar dan dapat menyimpan serta melepaskan panas secara perlahan. Daerah yang dekat dengan laut cenderung memiliki suhu yang lebih moderat, karena laut bertindak sebagai penstabil suhu.

Faktor-faktor ini bekerja bersama-sama membentuk pola suhu yang kita alami di berbagai tempat di seluruh dunia.

### 4.2. Pemindahan energi

Proses pemindahan energi antara permukaan Bumi dan atmosfer merupakan bagian penting dari keseimbangan energi global, yang mengatur suhu bumi dan iklim. :

Pemindahan energi antara permukaan bumi dan atmosphere dapat terjadi melalui proses Radiasi, konduksi, konveksi, dan evaporasi.



**PERPINDAHAN KALOR**

Proses radiasi matahari adalah mekanisme utama dimana energi dari matahari sampai ke Bumi, mempengaruhi iklim dan cuaca global, serta memungkinkan kehidupan berlangsung. Berikut adalah penjelasan lengkap tentang proses radiasi matahari:

1. Produksi Energi di Matahari

Matahari menghasilkan energi melalui reaksi fusi nuklir di intinya, di mana atom hidrogen digabungkan menjadi helium, melepaskan energi dalam jumlah besar. Energi ini bergerak dari inti matahari ke permukaan dalam bentuk radiasi elektromagnetik.

2. Radiasi Elektromagnetik

Energi yang dihasilkan oleh matahari dipancarkan dalam bentuk radiasi elektromagnetik. Jenis radiasi ini mencakup berbagai panjang gelombang, dari yang paling pendek (seperti sinar gamma dan sinar-X) hingga yang paling panjang (seperti gelombang radio). Namun, sebagian besar radiasi matahari yang sampai ke Bumi berada dalam rentang:

- 3 Sinar Ultraviolet (UV): Panjang gelombang pendek, berbahaya bagi organisme hidup, tetapi sebagian besar diserap oleh lapisan ozon di atmosfer.

- 4 Cahaya Tampak: Panjang gelombang yang bisa kita lihat dengan mata telanjang. Ini adalah bagian terbesar dari radiasi matahari yang mencapai permukaan Bumi.

- 5 Inframerah: Panjang gelombang lebih panjang yang kita rasakan sebagai panas. Radiasi ini sangat penting untuk pemanasan atmosfer dan permukaan bumi.

**b. Penyerapan dan Pemantulan Radiasi Matahari oleh Atmosfer**

Ketika radiasi matahari memasuki atmosfer Bumi, beberapa hal terjadi: Pemantulan:

Sekitar 30% dari radiasi matahari yang masuk dipantulkan kembali ke luar angkasa oleh awan, partikel debu, serta permukaan bumi yang cerah seperti salju dan es. Proses ini disebut albedo.

Penyerapan:

Sekitar 70% dari radiasi yang tersisa diserap oleh atmosfer, awan, dan permukaan bumi. Ozon di atmosfer menyerap sebagian besar sinar ultraviolet berbahaya, sementara gas rumah kaca, seperti uap air, karbon dioksida, dan metana, menyerap radiasi inframerah yang dipancarkan oleh permukaan bumi.

1. Pemanasan Permukaan Bumi

Radiasi matahari yang sampai ke permukaan bumi diserap oleh lautan, tanah, dan vegetasi. Energi yang diserap ini menghangatkan permukaan bumi, dan sebagian besar diubah menjadi panas (energi termal).

533

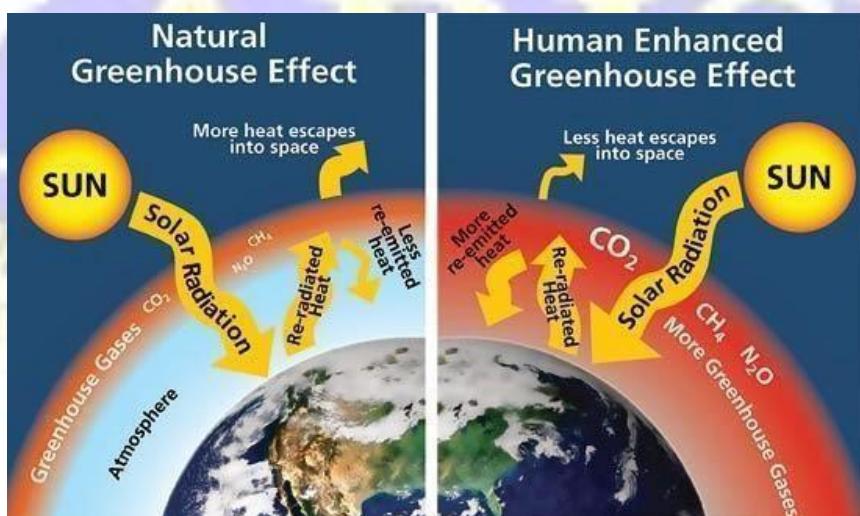
## 2. Radiasi Balik dari Bumi ke Atmosfer

Setelah permukaan bumi memanaskan diri dengan menyerap radiasi matahari, permukaan bumi kemudian memancarkan kembali energi tersebut dalam bentuk radiasi inframerah (radiasi gelombang panjang). Energi ini dipancarkan ke atmosfer dan ke luar angkasa.

### c. Efek Rumah Kaca

Sebagian besar radiasi inframerah yang dipancarkan oleh permukaan bumi diserap oleh gas-gas di atmosfer seperti karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), metana ( $\text{CH}_4$ ), dan uap air ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Gas-gas ini kemudian memancarkan sebagian energi kembali ke permukaan bumi, memerangkap panas di atmosfer bawah. Proses ini disebut efek rumah kaca.

Efek rumah kaca sangat penting karena membantu menjaga suhu bumi tetap hangat dan stabil. Namun, peningkatan konsentrasi gas rumah kaca akibat aktivitas manusia dapat memperkuat efek ini, menyebabkan pemanasan global.



Rangkuman Proses Radiasi Matahari:

1. Matahari menghasilkan energi melalui fusi nuklir.
2. Energi matahari dipancarkan sebagai radiasi elektromagnetik, terutama dalam bentuk cahaya tampak, inframerah, dan ultraviolet.

3. Radiasi ini sampai ke bumi, di mana sebagian dipantulkan kembali oleh atmosfer dan permukaan bumi (albedo), sementara sisanya diserap oleh bumi dan atmosfer.

534

4. Energi yang diserap memanaskan permukaan bumi, yang kemudian memancarkan kembali energi sebagai radiasi inframerah.

5. Sebagian besar radiasi inframerah ini diserap oleh gas rumah kaca di atmosfer, yang menyebabkan efek rumah kaca dan menjaga suhu bumi tetap hangat.

6. Proses radiasi matahari ini merupakan bagian mendasar dari sistem energi bumi dan sangat penting untuk iklim dan cuaca.

Radiasi matahari dalam perjalanannya melewati atmosfer menuju permukaan bumi mengalami penyerapan, pemantulan, hamburan, dan pemancaran kembali.

### 1. Absorpsi

Radiasi matahari yang jatuh diserap langsung oleh ozon dan uap air sebanyak 18%.

### 2. Pemantulan

Radiasi matahari yang sampai ke atmosfer dipantulkan oleh tutupan awan dan permukaan bumi. Albedo radiasi yang dipantulkan berbeda-beda sesuai dengan jenis tanah dan awan yang memantulkan radiasi tersebut.

### 3. Hamburan

Radiasi matahari terutama dihamburkan oleh molekul udara, uap air, dan partikel di atmosfer.

Hamburan dapat terjadi ke atas atau ke bawah menuju permukaan

bumi. Radiasi Bumi

Seperti radiasi matahari, radiasi infra merah yang dipancarkan bumi akan mengalami proses penyerapan, reradiasi, dan penerusan.

### 1. Penyerapan

Sebagai penyerap utama di dalam atmosfer ialah ozon, karbon dioksida, dan awan.

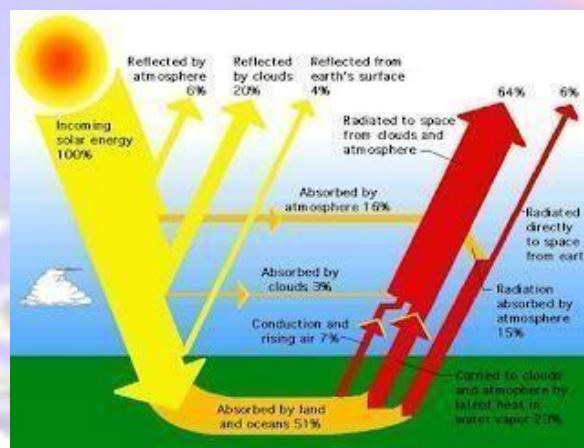
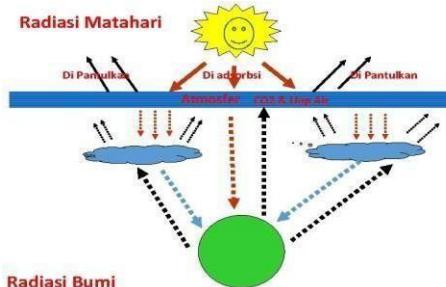
### 2. Reradiasi

Pemancaran kembali ini berlangsung ke semua arah, sebagian ke atas menuju angkasa luar dan sebagian lagi ke bawah (radiasi balik).

535

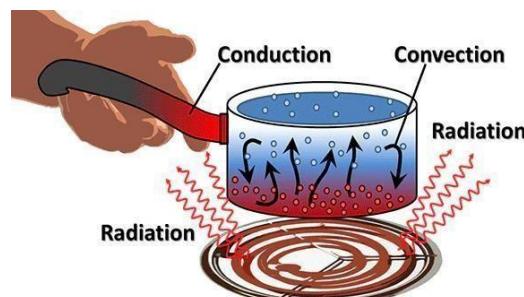
### 3. Penerusan

Banyaknya radiasi bumi yang diserap atmosfer adalah 95%, sedangkan sisanya diteruskan tanpa dipengaruhi atmosfer meninggalkan bumi menuju angkasa luar.



### d. Konduksi

Konduksi adalah proses perpindahan panas melalui suatu material tanpa disertai perpindahan massa. Proses ini terjadi ketika energi panas berpindah dari satu bagian benda yang lebih panas ke bagian yang lebih dingin melalui kontak langsung antara partikel - partikel penyusun benda tersebut.



Proses konduksi pada logam terjadi melalui dua mekanisme utama :

**Gerakan Elektron Bebas:** Logam memiliki banyak elektron bebas yang tidak terikat kuat dengan atom-atomnya. Elektron bebas ini bergerak dengan cepat dan bertindak sebagai pembawa energi panas

**Vibrasi Atom (Getaran Kisi Kristal):** Selain elektron bebas, konduksi juga melibatkan vibrasi atom-atom di dalam kisi kristal logam. Ketika logam dipanaskan, atom-atom mulai bergetar dengan lebih cepat.

Secara umum, logam adalah konduktor panas yang sangat baik karena elektron bebas yang banyak dan gerakannya yang cepat. Ini menjelaskan mengapa benda-benda logam cepat terasa panas ketika didekatkan atau disentuhkan dengan sumber panas.

e. Konveksi

Konveksi adalah salah satu mekanisme perpindahan panas yang melibatkan perpindahan massa zat, seperti fluida (cairan atau gas), yang membawa energi panas dari satu tempat ke tempat lain. Proses ini terjadi dalam media yang bisa bergerak, berbeda dengan konduksi yang terjadi tanpa perpindahan materi.

**Prinsip Dasar Konveksi**

Konveksi terjadi ketika ada perbedaan suhu dalam fluida. Bagian fluida yang lebih panas cenderung menjadi lebih ringan atau kurang padat, sehingga naik ke atas. Sebaliknya, fluida yang lebih dingin, yang lebih padat, akan turun ke bawah. Pergerakan ini membentuk aliran yang membawa panas dari daerah yang lebih panas ke daerah yang lebih dingin.

Ketika air dalam panci dipanaskan dari bawah, bagian air yang bersentuhan dengan dasar panci akan menjadi panas lebih dulu. Air yang panas tersebut menjadi kurang padat dan bergerak naik, sementara air yang lebih dingin dari bagian atas panci turun untuk menggantikan air yang naik. Proses ini membentuk pola sirkulasi atau aliran yang disebut arus konveksi.

**Jenis Konveksi :**

1. **Konveksi Alami (Konveksi Bebas):** Konveksi alami terjadi karena adanya perbedaan densitas dalam fluida yang disebabkan oleh perbedaan suhu. Tidak ada faktor eksternal yang secara langsung menyebabkan perpindahan fluida.

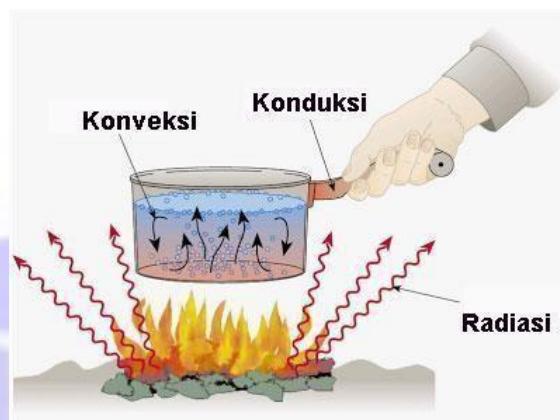
Contoh: Angin Laut dan angin darat

2. Konveksi Paksa: Dalam konveksi paksa, fluida dipaksa untuk bergerak oleh faktor eksternal seperti pompa, kipas, atau alat pengaduk. Fluida dipaksa bergerak melalui saluran atau di sekitar benda padat, yang memungkinkan transfer panas terjadi lebih cepat atau lebih efisien.

637

Contoh:

Sistem pendingin atau pemanas: Dalam sistem pendingin udara atau AC, udara dipaksa bergerak melewati kumparan pendingin atau pemanas untuk mengubah suhu udara di dalam ruangan.



#### Faktor yang Mempengaruhi Konveksi

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kecepatan dan efisiensi perpindahan panas melalui konveksi:

a. Perbedaan Suhu

Semakin besar perbedaan suhu antara bagian fluida yang panas dan yang dingin, semakin cepat arus konveksi terbentuk.

b. Kapasitas Panas Fluida

Kapasitas panas fluida, atau kemampuan suatu zat untuk menyerap panas, juga mempengaruhi proses konveksi.

c. Densitas dan Viskositas Fluida

Densitas fluida yang berubah akibat perbedaan suhu adalah pendorong utama dalam konveksi. Semakin ringan fluida, semakin cepat ia akan naik. Selain itu, viskositas atau kekentalan fluida mempengaruhi seberapa mudah fluida tersebut bergerak. Fluida yang lebih encer atau memiliki viskositas rendah lebih mudah bergerak, sehingga meningkatkan kecepatan perpindahan panas.

Perbedaan Konveksi, Konduksi, dan Radiasi :

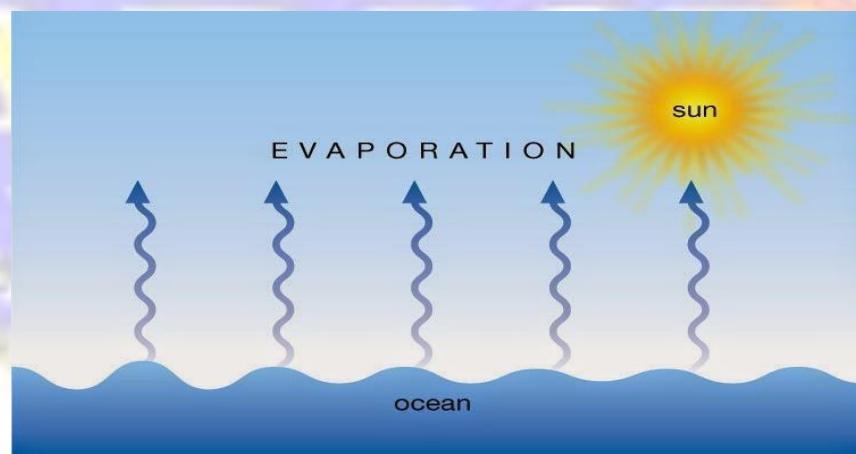
Konveksi sering dibandingkan dengan dua metode perpindahan panas lainnya: konduksi dan radiasi.

Konduksi adalah perpindahan panas melalui zat padat tanpa perpindahan materi. Pada konduksi, panas ditransfer melalui kontak langsung antara molekul-molekul.

Radiasi adalah perpindahan panas dalam bentuk gelombang elektromagnetik, yang tidak memerlukan medium. Radiasi dapat terjadi di ruang hampa, seperti panas yang dipancarkan dari Matahari ke Bumi.

Proses konveksi adalah mekanisme penting dalam perpindahan panas yang melibatkan pergerakan fluida, baik secara alami maupun paksa. Konveksi memainkan peran penting dalam berbagai fenomena alam dan aplikasi teknologi, mulai dari cuaca global hingga pendinginan mesin. Dengan pemahaman yang baik tentang konveksi, kita dapat memanfaatkan proses ini untuk meningkatkan efisiensi energi dan memahami banyak fenomena di sekitar kita.

#### d. Evaporasi



Evaporasi adalah proses fisika di mana suatu zat dalam fase cair berubah menjadi fase gas atau uap melalui penghilangan energi panas. Proses ini merupakan bagian penting dari siklus air di Bumi dan terjadi secara alami di berbagai lingkungan. Air yang menguap dari lautan, sungai, dan permukaan tanah berkontribusi pada kelembapan di atmosfer dan pada akhirnya jatuh kembali ke bumi dalam bentuk hujan atau salju.

Evaporasi tidak hanya terjadi pada air, tetapi juga pada cairan lain, dan mekanismenya didasarkan pada prinsip-prinsip energi, suhu, dan tekanan.

#### Prinsip Dasar Evaporasi

Evaporasi terjadi ketika molekul-molekul pada permukaan cairan memperoleh cukup energi kinetik untuk melepaskan diri dari ikatan antar molekul dan berpindah ke fase gas. Molekul-molekul di permukaan cairan saling tarik-menarik melalui gaya antarmolekul (misalnya, gaya van der Waals atau ikatan hidrogen dalam air). Agar molekul bisa lolos dari fase cair menjadi gas, ia harus memiliki energi kinetik yang cukup untuk mengatasi gaya tarik-menarik ini.

#### Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Evaporasi

##### 1. Suhu

Semakin tinggi suhu cairan, semakin cepat evaporasi terjadi. Ketika suhu meningkat, lebih banyak molekul cairan mendapatkan energi kinetik yang cukup untuk melepaskan diri ke fase gas.

##### 2. Tekanan

Tekanan udara di atas permukaan cairan juga memengaruhi laju evaporasi. Jika tekanan atmosfer rendah, seperti di ketinggian yang lebih tinggi, molekul-molekul dalam cairan lebih mudah melepaskan diri, sehingga evaporasi lebih cepat

##### 3. Kelembaban Udara

Kelembapan adalah kandungan uap air dalam udara. Jika udara di sekitarnya sangat lembap, kemampuan molekul air untuk menguap menurun, karena udara sudah jenuh dengan uap air.

##### 1. Kecepatan Angin

Angin yang bergerak di atas permukaan cairan akan membawa uap air yang terbentuk ke tempat lain, sehingga mempercepat proses evaporasi. Tanpa angin, uap air akan cenderung tetap berada di sekitar cairan, meningkatkan kelembapan lokal dan memperlambat laju evaporasi.

##### 2. Luas Permukaan

Semakin besar luas permukaan cairan yang terpapar udara, semakin banyak molekul yang dapat keluar dari permukaan dan berubah menjadi gas.

##### 3. Sifat Zat Cair

Zat cair yang berbeda memiliki kecenderungan yang berbeda dalam hal evaporasi, bergantung pada kekuatan ikatan antar molekulnya. Cairan dengan ikatan antarmolekul yang lebih lemah (seperti etanol atau bensin) akan lebih mudah menguap dibandingkan cairan dengan ikatan antarmolekul yang kuat (seperti air).

Evaporasi memainkan peran penting dalam siklus air di Bumi, suatu siklus yang mendukung kehidupan dan mempengaruhi cuaca serta iklim. Berikut adalah beberapa tahapan utama siklus air yang melibatkan evaporasi:

1. Evaporasi Air dari Lautan dan Perairan

Ketika sinar matahari memanaskan permukaan air, molekul air di permukaan memperoleh cukup energi untuk melepaskan diri dari ikatan antar molekul dan menguap. Uap air ini naik ke atmosfer dan menjadi bagian dari kelembapan udara.

2. Transpirasi dari Tumbuhan

Selain evaporasi dari air terbuka, tumbuhan juga berperan dalam proses penguapan melalui transpirasi. Selama transpirasi, air yang diserap oleh akar tumbuhan dari tanah dilepaskan ke atmosfer melalui pori-pori kecil pada daun yang disebut stomata.

3. Pembentukan Awan dan Presipitasi.

Setelah uap air terbentuk melalui evaporasi dan transpirasi, ia naik ke atmosfer, di mana suhu lebih rendah. Uap air ini mendingin dan mengalami kondensasi, membentuk awan.

4. Peran dalam Iklim Global:

Evaporasi juga mempengaruhi pola iklim global. Wilayah yang dekat dengan lautan atau perairan besar cenderung memiliki iklim yang lebih lembap dan curah hujan yang lebih tinggi karena banyaknya evaporasi yang terjadi di sana. Sebaliknya, wilayah gurun yang kering, di mana sedikit air tersedia untuk menguap, memiliki kelembapan udara yang rendah dan jarang mengalami hujan.

#### Kesimpulan

Evaporasi adalah proses alamiah yang vital dalam perpindahan panas dan massa antara bumi dan atmosfer. Proses ini melibatkan penguapan molekul cairan dari permukaan ke udara dan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti suhu, tekanan, kelembapan, dan kecepatan angin.

#### b. Kondensasi

##### Pengertian Kondensasi

Kondensasi adalah proses perubahan wujud zat dari gas menjadi cair akibat penurunan suhu atau peningkatan tekanan. Dalam konteks siklus air, kondensasi terjadi ketika uap air di udara mendingin dan kembali menjadi cairan, yang biasanya kita kenal sebagai embun, awan, atau tetesan hujan. Secara ilmiah, kondensasi melibatkan perpindahan energi dalam bentuk

uap air kehilangan energi panasnya, molekul-molekul gas tersebut mulai bergerak lebih lambat, mendekat, dan akhirnya bergabung untuk membentuk cairan.

Proses ini merupakan kebalikan dari evaporasi, di mana air berubah dari fase cair menjadi gas. Kondensasi berperan penting dalam berbagai fenomena atmosfer dan iklim, termasuk pembentukan awan, hujan, serta siklus hidrologi secara keseluruhan.

#### Proses Terjadinya Kondensasi

Kondensasi biasanya terjadi ketika udara jenuh uap air mengalami pendinginan. Saat suhu turun, kemampuan udara untuk menahan uap air menurun, sehingga uap air tersebut berubah menjadi bentuk cair. Ada beberapa tahapan penting dalam proses kondensasi:

##### a) Pendinginan Uap Air

Kondensasi dimulai ketika uap air di atmosfer mengalami pendinginan. Hal ini bisa terjadi karena berbagai alasan, seperti ketika udara naik ke atmosfer yang lebih dingin, atau saat permukaan bumi mendingin di malam hari sehingga menyebabkan udara di sekitarnya menjadi dingin.

##### b) Kelembapan Relatif Mencapai 100%

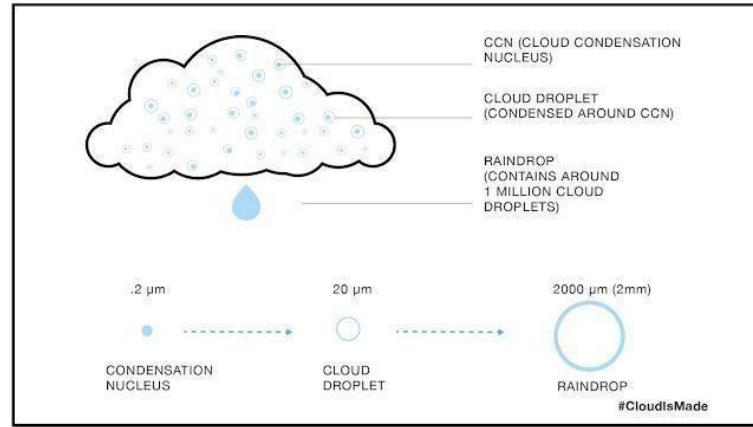
Ketika udara mendingin hingga mencapai titik embun (dew point), kelembapannya mencapai 100%. Pada titik ini, udara tidak dapat menahan uap air dalam bentuk gas lebih banyak lagi, dan uap air mulai mengembun menjadi tetesan air.

##### c) Nukleasi

Uap air membutuhkan permukaan untuk mengembun. Dalam atmosfer, partikel-partikel kecil seperti debu, garam, atau polutan bertindak sebagai inti kondensasi, tempat molekul-molekul uap air dapat mengumpul dan membentuk tetesan air. Proses ini dikenal sebagai nukleasi, yang merupakan langkah kunci dalam pembentukan awan.

##### d) Pembentukan Tetesan

Setelah uap air mulai mengembun, tetesan air kecil terbentuk. Dalam atmosfer, tetesan ini sangat kecil, berdiameter sekitar 0,01 mm. Jika tetesan-tetesan ini bergabung dan cukup berat, mereka akan jatuh ke bumi sebagai hujan.



### Faktor-Faktor yang Memengaruhi Kondensasi

Ada beberapa faktor yang memengaruhi terjadinya kondensasi, antara lain:

1. Suhu:

Ketika suhu turun, kemampuan udara untuk menampung uap air menurun, dan uap air berubah menjadi cair.

2. Tekanan:

Tekanan udara juga memengaruhi kemampuan udara untuk menahan uap air. Penurunan tekanan menyebabkan udara mengembang dan mendingin, yang dapat memicu kondensasi.

3. Kelembapan:

Semakin lembap udara, semakin besar kemungkinan terjadinya kondensasi.

4. Partikel Nukleasi:

Dalam atmosfer, partikel-partikel kecil yang bertindak sebagai inti kondensasi sangat

penting untuk memulai proses kondensasi. Tanpa partikel ini, uap air mungkin tidak akan mengembun meskipun kondisi suhu dan kelembapan sudah ideal.

643

5. Angin dan Pergerakan Udara:

Udara yang bergerak naik akan mendingin saat mencapai ketinggian yang lebih tinggi, yang sering menyebabkan kondensasi dan pembentukan awan.

Jenis Jenis Kondensasi

Terdapat beberapa jenis kondensasi yang biasa terjadi di atmosfer, antara lain:

- a) Embun: Terbentuk saat uap air di udara mengembun di permukaan yang dingin, terutama pada malam hari saat suhu menurun drastis.
  - b) Awan: Awan terbentuk ketika uap air di atmosfer mengembun di sekitar partikel debu, garam, atau polutan yang bertindak sebagai inti kondensasi. Awan merupakan sumber utama presipitasi di bumi.
  - c) Kabut: Kabut adalah kondensasi yang terjadi di dekat permukaan bumi ketika uap air mengembun di udara yang dingin. Kabut dapat mengurangi visibilitas dan sering terlihat di daerah lembah atau dekat badan air.
  - d) Frost (Es): Kondensasi dalam bentuk embun beku atau es terjadi ketika uap air langsung berubah menjadi padat tanpa melewati fase cair, terutama di daerah yang sangat dingin.
- c. Sublimasi

Sublimasi adalah proses di mana suatu zat berubah langsung dari fase padat ke fase gas tanpa melewati fase cair. Proses ini biasanya terjadi pada kondisi suhu dan tekanan tertentu, ketika energi yang cukup diberikan untuk memutuskan ikatan antar molekul dalam padatan sehingga molekul-molekul tersebut dapat bergerak bebas seperti gas. Salah satu contoh paling umum dari sublimasi adalah perubahan es kering (karbon dioksida padat) menjadi gas di suhu ruangan.

Proses Terjadinya Sublimasi

Sublimasi terjadi ketika suatu zat menerima cukup energi panas untuk memutuskan ikatan intermolekuler yang mempertahankan bentuk padatnya, namun kondisi tekanan rendah atau sifat kimia zat tersebut mencegah pembentukan fase cair. Proses sublimasi dapat dijelaskan dalam beberapa tahap:

- a. Penyerapan Energi Panas: Untuk memulai sublimasi, zat padat harus menyerap energi dalam bentuk panas. Energi ini digunakan untuk memutuskan ikatan molekul di dalam padatan, sehingga partikel dapat bergerak lebih bebas.

- b. Transisi Langsung dari Padat ke Gas: Ketika energi panas cukup besar untuk melepaskan molekul-molekul padat dari ikatannya, molekul tersebut langsung berpindah ke fase gas tanpa melewati fase cair
- c. Kondisi Khusus: Sublimasi lebih umum terjadi pada zat dengan titik leleh yang sangat rendah atau pada tekanan yang sangat rendah. Misalnya, es kering ( $\text{CO}_2$  padat) mengalami sublimasi pada tekanan atmosfer normal karena titik lelehnya di bawah tekanan tersebut terlalu rendah untuk mempertahankan fase cair.

#### Faktor-Faktor yang Memengaruhi Sublimasi

- a. Suhu: Semakin tinggi suhu, semakin besar energi yang dimiliki molekul padat untuk berubah langsung menjadi gas. Namun, suhu yang terlalu tinggi dapat memaksa zat tersebut melewati fase cair terlebih dahulu sebelum menguap.
- b. Tekanan: Tekanan rendah mendukung terjadinya sublimasi. Pada tekanan rendah, molekul padat lebih mudah melepaskan diri dari struktur padat dan menjadi gas tanpa harus melewati fase cair.
- c. Tekanan Uap: Zat dengan tekanan uap tinggi cenderung lebih mudah mengalami sublimasi. Tekanan uap yang tinggi memungkinkan zat berubah menjadi gas meskipun berada pada suhu rendah.

#### Contoh Sublimasi

- a. Naphthalene (Kapulaga/Ball Kapur)

Dalam kondisi normal, naphthalene akan menyublim pada suhu kamar, melepaskan gas yang efektif untuk mengusir serangga. Oleh karena itu, produk seperti kapur barus sering kali menyusut seiring waktu tanpa mencair, menunjukkan proses sublimasi.

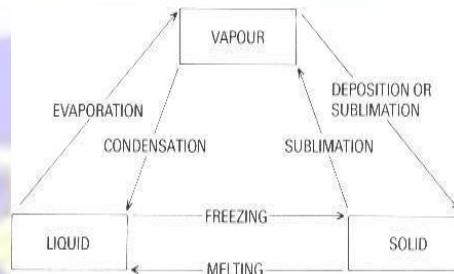
- b. Salju dan Es di Pegunungan

Pada suhu rendah dan tekanan atmosfer tinggi di daerah pegunungan, salju dan es kadang mengalami sublimasi langsung menjadi uap air tanpa mencair terlebih dahulu.

Fenomena ini sering terjadi dalam kondisi cuaca kering atau berangin, di mana es atau salju menghilang tanpa pernah mencair.



1. Keadaan air di atmosphere Keadaan air di atmosphere, dapat berupa :
- c. Uap : Uap air ( tidak terlihat )
- d. Cairan : Butiran air ( dapat terlihat )
- e. Padat : Kristal Es (dapat terlihat )



Gambar 19  
Skema Keadaan Air di Atmosphere

Energi yang diperlukan untuk perubahan bentuk :

2. dari cairan ke uap air : panas latent penguapan
3. dari padat ke cairan : panas latent peleburan

Setiap terjadi perubahan bentuk akan terjadi pelepasan panas latent. Ketika Uap air langsung berubah menjadi bentuk padat atau sebaliknya tidak diselangi dengan bentuk cairan.



Panas latent sublimasi akan dilepas ketika uap air berubah ke bentuk padat, dan juga dibutuhkan ketika akan merubah dari bentuk padat ke bentuk uap.KKK



## BAB V

# ANGIN

### 5.1 Defenisi Angin

Angin adalah udara yang bergerak dari satu tempat ke tempat lain akibat perbedaan tekanan udara. Pergerakan udara ini biasanya terjadi dari daerah dengan tekanan udara tinggi menuju daerah dengan tekanan udara rendah.

angin didefinisikan sebagai udara yang bergerak secara horisontal (mendatar) di permukaan bumi. arah darimana angin bertiup dan kecepatannya merupakan karakteristik yang cukup penting untuk diketahui. arah angin dinyatakan dengan darimana arah angin datang. misal angin barat = angin yang datang dari jurusan barat. kecepatan angin biasanya dinyatakan dalam knots atau dalam satuan meter per detik.

Angin dapat dihasilkan oleh berbagai faktor, termasuk perbedaan suhu yang disebabkan oleh sinar matahari, rotasi bumi, dan bentuk permukaan bumi seperti pegunungan dan laut. Angin memiliki peran penting dalam mengatur cuaca, iklim, dan pola distribusi panas serta kelembaban di atmosfer.

### 5.2 SKALA BEAUFORT

Skala Beaufort adalah sebuah sistem pengukuran yang digunakan untuk menggambarkan kekuatan angin berdasarkan pengamatan efek angin di darat atau di laut. Diperkenalkan pada tahun 1805 oleh Admiral Beaufort, yang memberikan angka-angka skala (dari angka 0 – 12) yang mana setiap angkanya berhubungan dengan jarak jangkauan dari kecepatan angin. Kriteria laut dan gelombang laut yang ditimbulkan oleh angin yang telah ada untuk suatu periode waktu tertentu dan memiliki cukup jarak (jarak dari perairan terbuka dimana angin telah mulai bertiup). Faktor-faktor yang mempengaruhi keadaan laut tidak hanya angin, tetapi juga pasang- surut, arus kedalaman air dan timbulnya hujan.

Skala Beaufort menunjukkan penguraian sejumlah angka yang menunjukkan kekuatan angin yang ditentukan dengan kondisi laut. Pasang surut berlawanan dengan arah ombak yang akan membuat ombak lebih bergulung, dan perkiraan kecepatan angin yang lebih tinggi mungkin saja terjadi. Hujan yang turun dengan lebat akan meratakan laut dan akan menyebabkan penaksiran yang terlalu rendah. Arah angin ditetapkan dengan mengamati arah dari mana datangnya angin.

### 5.3 Kategori Skala Beaufort

72

Skala Beaufort terdiri dari 13 tingkatan (0 -12), di mana masing-masing tingkatan menggambarkan kondisi angin yang berbeda, mulai dari angin yang sangat tenang hingga angin badai yang sangat kuat. Berikut adalah ringkasan setiap tingkat dalam skala Beaufort:

Scala Beaufort	Diskripsi dan Batasan kecepatan Angin	Kriteria Air laut
Skala 0	<b>Calm</b> Angin sangat tenang, kecepatan angin 0-1 km/jam (0-1 knot)	Laut tampak seperti cermin
Skala 1	<b>Light air</b> Angin sangat lembut, kecepatan angin 1-5 km/jam (1-3 knot)	Permukaan laut berombak kecil, sedikit riak tanpa busa.
Skala 2	<b>(Light breeze)</b> Angin lembut, kecepatan angin 6-11 km/jam (4-6 knot)	Ombak kecil, permukaan laut terlihat bergelombang.
Skala 3	<b>(Gentle breeze)</b> Angin ringan, kecepatan angin 12-19 km/jam. (7-10 knot)	Gelombang kecil (sekitar 0,5 meter), puncak gelombang mulai berbusa.
Skala 4	<b>Moderate Breeze/Angin Sedang</b> Kecepatan angin 20-28 km/jam (11-16 knot).	Gelombang lebih besar (1-1,5 meter), lebih banyak busa putih, dan beberapa percikan.

Skala Beaufort	Diskripsi dan Batasan Kecepatan Angin	Kriteria Air Laut
Skala 5	<b>(Fresh Breeze/Angin Kencang)</b> Kecepatan angin 29–38 km/jam (17–21 knot).	Gelombang lebih besar (2–2,5 meter), busa putih mulai menyebar.
Skala 6	<b>(Strong Breeze/Angin Kencang Sekali)</b> Kecepatan angin 39–49	Gelombang tinggi (3–4 meter), busa putih lebih meluas.

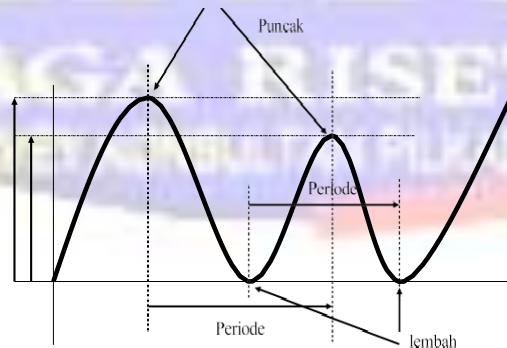


	km/jam (22–27 knot)	
Skala 7	<b>(Near Gale/Angin Gencar)</b> Kecepatan angin 50–61 km/jam (28–33 knot).	Gelombang besar (4–5,5 meter), puncak gelombang pecah dan busa tersebar.
Skala 8	<b>(Gale/Angin Ribut)</b> Kecepatan angin 62–74 km/jam (34–40 knot)	Gelombang besar dan panjang (5,5–7,5 meter), busa terbawa angin dan beberapa semprotan.
Skala 9	<b>(Strong Gale/Angin Ribut )</b> Kecepatan angin 75–88 km/jam (41–47 knot).	Gelombang tinggi (7–10 meter), busa tebal dan semprotan lebih meluas.
Skala 10	<b>Storm (Badai)</b> Kecepatan Angin: 48-55 knot (89-102 km/jam)	Ombak sangat besar dengan panjang gelombang sekitar 9-12,5 meter; permukaan laut penuh dengan buih putih.
Skala 11	<b>Violent Storm (Badai Hebat)</b> Kecepatan Angin: 56-63 knot (103-117 km/jam)	Kondisi Laut: Ombak besar dengan panjang gelombang lebih dari 11 meter; laut tertutup buih putih.
Skala 12	<b>Hurricane (Topan)</b>	Kondisi Laut: Ombak sangat besar, destruktif;

	Kecepatan Angin: > 64 knot ( $\geq 118 \text{ km/jam}$ )	kondisi yang sangat berbahaya di laut.
--	--	--

Pada tabel Beaufort setiap angka Beaufort telah dibagikan jangkauan kecepatan angin yang sama seperti halnya suatu jangkauan kecepatan angin rata-rata pada tinggi standart. Arah angin di laut secara umum diperkirakan dari penampakan di laut, yang merupakan baringan sejati dari arah mana angin bertiup menjadi sudut tegak lurus garis gelombang laut. Ombak ditimbulkan oleh angin pada jarak yang sama dari, atau pada waktu yang sama . Ombak yang ditimbulkan oleh angin pada beberapa jarak dari atau beberapa waktu terdahulu pada titik pengamatan juga berpengaruh pada laut. Gerakan ombak seperti ini disebut sebagai swell (gelombang) , dan hal ini tidak termasuk jika dicatat dengan gaya Beaufort. Swell, sebagai perbedaan dengan ombak, memiliki panjang dan pada umumnya memiliki bentuk ombak yang rendah. Untuk kepentingan meteorologi, periode dan tinggi dari ombak dan alun (gelombang) dan arah darimana alun tersebut berasal perlu untuk dicatat. Periode ombak adalah waktu untuk diperlukan untuk mencapai dua puncak ombak berturut-turut pada titik yang ditentukan oleh pengamat.

Kecepatan ombak (C) adalah kecepatan menjalar dari ombak / gelombang dalam knots Tinggi



Gambar 28 Kurva Gelombang

Gambar :  
Sumber :

Tinggi ombak adalah jarak tegak antara dasar lembah gelombang dan puncak ombak. Sebagaimana ombak yang terjadi secara normal dalam kelompok, tinggi dan periode dinilai oleh pengamat pada dua atau lebih ombak yang relatif lebih besar pada setiap kelompok sampai sekurangnya ada sepuluh ombak yang diamati. Periode dan tinggi ombak adalah nilai rata-rata dari hasil pengamatan yang dilakukan

Untuk mengklasifikasikan alun dan ombak dengan bantuan tabel berikut :

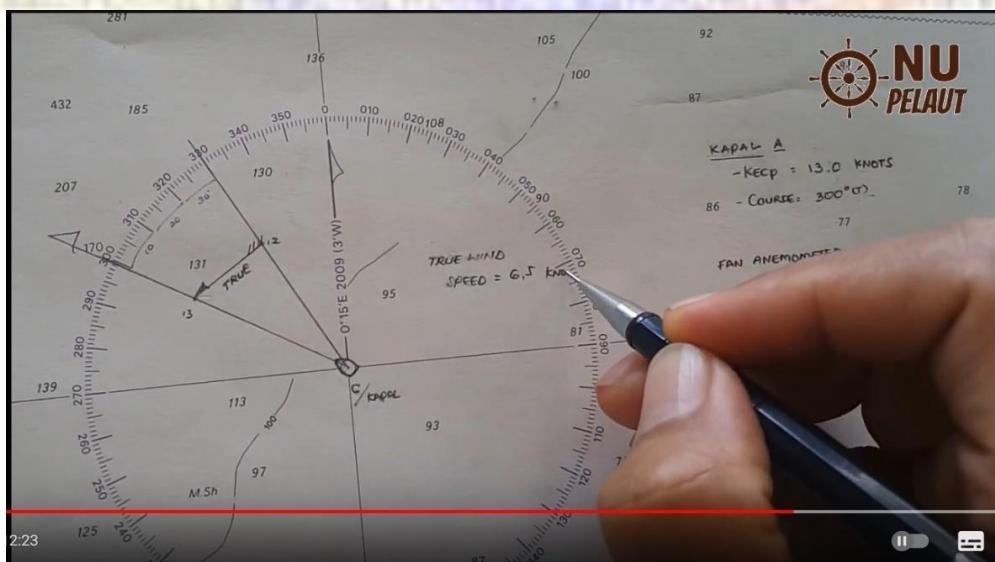
Panjang Deskripsi	Jarak (Meter)	Ketinggian Deskripsi	Jarak (Meter)
Pendek (Short)	0 - 100	Rendah ( Low )	0-2
Menegah (Average)	100 - 200	Menengah (Moderate)	2-4
Panjang	>200	Sangat Tinggi (Heavy)	>4

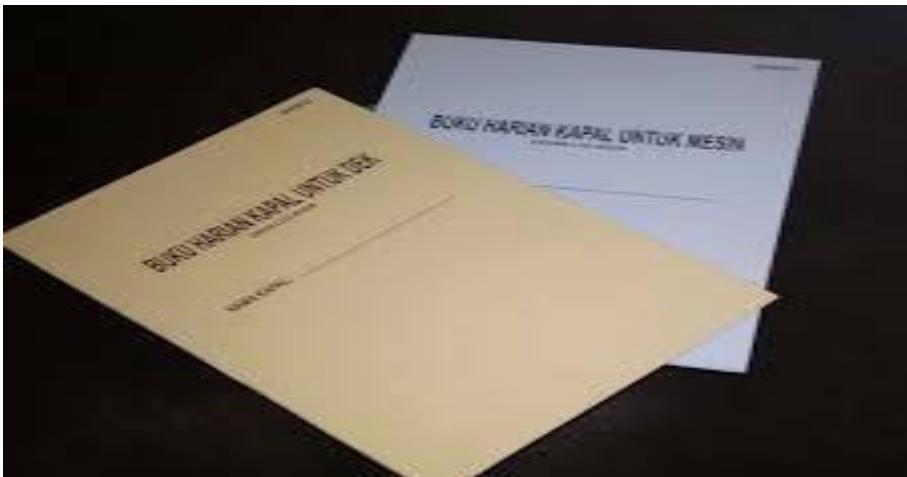
Tabel 4  
Klasifikasi Alun dan Gelombang

### 5.3 Menentukan arah angin sejati

Arah angin sejati harus ditulis di dalam logbook dan dalam berita cuaca. Hal tersebut dapat dilakukan dengan memperkirakan dengan mencatat arah gelombang. Perkiraan kecepatan angin dapat dilihat dari penampakan permukaan laut dengan menggunakan skala Beaufort. Kondisi laut seringkali menghalangi pengamatan akurat keadaan laut dan penggunaan skala Beaufort. Pada kondisi tersebut windvane dan anemometer, cerobong asap, dan bendera-bendera dapat diamati untuk menentukan arah dan kecepatan angin relatif.

Untuk menghitung arah angin dan Kecepatan Angin Sejati , dapat kita lakukan dengan melihat nilai yang ditunjukkan oleh Wind Direction dan Wind Speed yang ada di Kapal, selanjutnya dapat dihitung dengan menggunakan bantuan Mawar Pedoman yang ada di Peta.





#### 5.4 Pergerakan angin dan udara pada rotasi bumi

Angin adalah pergerakan udara yang terjadi di atmosphere karena perbedaan tekanan atmosphere antara dua tempat. Perbedaan tekanan tersebut diakibatkan karena berbagai macam temperatur udara dalam kolom udara di atas tempat-tempat yang berbeda. Angin bertiup dari tempat yang bertekanan udara tinggi menuju ke tempat yang bertekanan udara rendah

Hukum Buys-Ballot adalah prinsip meteorologi yang menjelaskan hubungan antara arah angin dan distribusi tekanan atmosfer. Ditemukan oleh C.H.D. Buys-Ballot, seorang meteorolog asal Belanda pada abad ke-19, hukum ini menyatakan hal berikut:

1. Di belahan bumi utara: Jika seseorang berdiri membelaangi arah angin, maka tekanan rendah akan berada di sebelah kiri dan tekanan tinggi di sebelah kanan.
2. Di belahan bumi selatan: Jika seseorang berdiri membelaangi arah angin, tekanan rendah akan berada di sebelah kanan, dan tekanan tinggi di sebelah kiri.

Hukum ini membantu kita memahami bagaimana angin bergerak dalam kaitannya dengan perbedaan tekanan atmosfer dan efek Coriolis akibat rotasi bumi. Hukum ini juga digunakan untuk memperkirakan posisi sistem tekanan rendah (seperti badai) dan tekanan tinggi dengan melihat arah angin.

Pergerakan angin dan udara pada rotasi bumi sangat dipengaruhi oleh efek Coriolis, yang terjadi karena rotasi bumi pada porosnya. Berikut penjelasan singkat tentang bagaimana rotasi bumi mempengaruhi pergerakan angin:

##### 1. Efek Coriolis

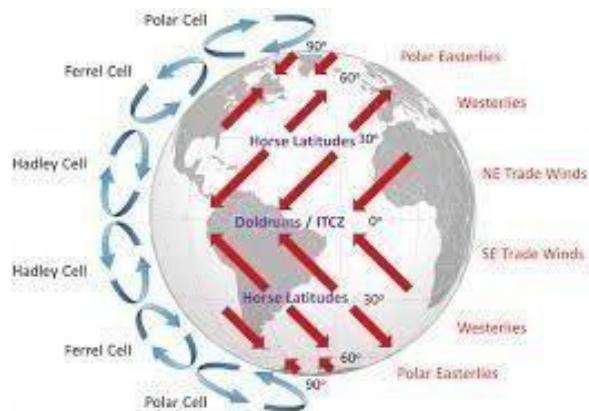
Rotasi bumi menyebabkan angin yang bergerak lurus dari daerah bertekanan tinggi kedaerah bertekanan rendah menjadi dibelokkan. Di belahan bumi utara, angin dibelokkan ke arah kanan, sementara di belahan bumi selatan angin dibelokkan ke

arah kiri. Efek Coriolis ini lebih kuat pada angin yang bergerak jarak

88

jauh dan lebih lemah di dekat ekuator.

Pembelokan oleh efek Coriolis terjadi lebih besar pada arus laut yang bergerak lebih lambat, sedangkan pembelokan yang lebih kecil terjadi pada arus laut yang bergerak lebih cepat.



Gambar :

Sumber :

## 2. Pembentukan Pola Angin Global

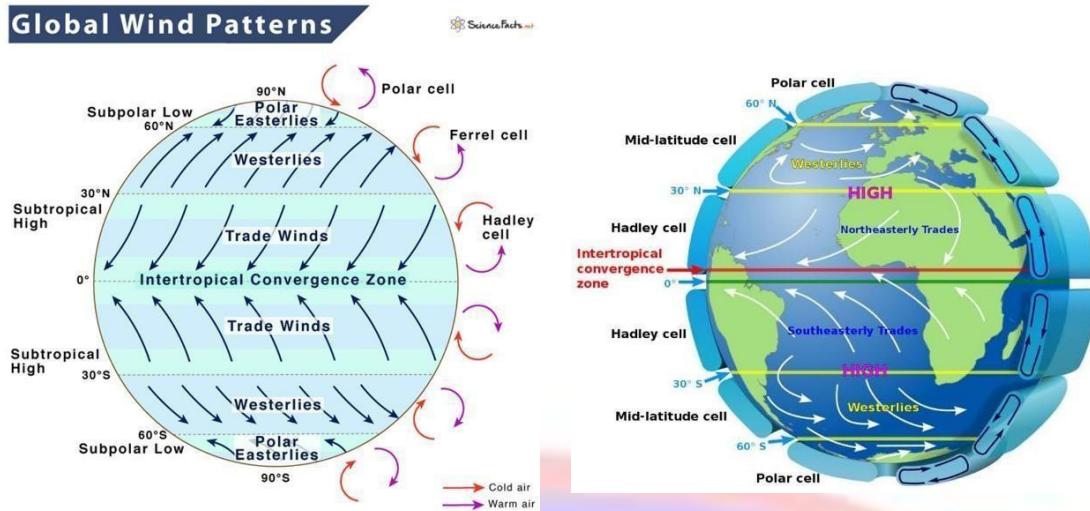
Rotasi bumi membentuk pola angin global seperti angin pasat (trade winds), angin barat (westerlies), dan angin timur (polar easterlies). Di sekitar ekuator, angin pasat bertiup dari timur menuju barat karena efek Coriolis dan gradien tekanan, sedangkan angin barat bertiup dari barat ke timur di zona yang lebih tinggi.

Pergerakan udara global di Bumi dalam tiga sel konveksi atmosfer dirangkum di bawah ini:

Sel Konveksi	Lokasi	Pergerakan Udara	Arah Udara	Nama Angin
Sel Hadley	0° hingga 30° lintang utara dan selatan	Terbit di garis khatulistiwa, tenggelam	Menuju Garis Khatulistiwa	Angin Timur Tropis (Angin Pasat)

		pada 0° hingga 30° lintang utara dan selatan		Perdagangan /angin pasat)
Sel Ferrel	30° sampai 60° lintang utara dan selatan	Naik pada 60° utara dan selatan, turun pada 30° utara dan selatan	Menuju kutub	Angin Barat

Sel Polar	60° hingga 90° lintang utara dan selatan	Naik pada 60° utara dan selatan, turun pada 90° utara dan selatan	Menuju Garis Khatulistiwa	Kutub Timur
-----------	--	---	---------------------------	-------------



Sirkulasi angin global memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap pola cuaca dan curah hujan di berbagai wilayah di seluruh dunia. Sirkulasi angin global terjadi karena perbedaan suhu antara ekuator dan kutub, serta rotasi bumi, yang menghasilkan berbagai zona tekanan dan pola angin. Berikut adalah beberapa pengaruh utama dari sirkulasi angin global terhadap cuaca dan curah hujan:

a. Pembentukan Zona Iklim

Sirkulasi angin global berperan dalam pembentukan zona iklim utama di bumi, seperti tropis, subtropis, dan kutub. Angin global seperti angin pasat, angin barat, dan angin timur kutub mempengaruhi distribusi panas dan kelembaban, yang menentukan iklim suatu wilayah.

- Wilayah tropis (dekat ekuator) biasanya mengalami curah hujan yang tinggi dan cuaca yang lembap karena angin pasat membawa uap air ke daerah ini, menyebabkan pembentukan awan dan badai.
- Wilayah subtropis (sekitar 30 derajat lintang) biasanya lebih kering, seperti padang pasir, karena sirkulasi Hadley menyebabkan udara kering turun di daerah ini, yang menekan pembentukan awan dan hujan.
- Wilayah kutub cenderung dingin dan kering, dengan sedikit curah hujan, karena angin kutub yang dingin tidak membawa banyak uap air.

**b . Zona Konvergensi Antar tropis (ZCIT)**

Di sekitar ekuator, terdapat Zona Konvergensi Antar tropis (ZCIT), di mana angin pasat dari belahan bumi utara dan selatan bertemu. Pertemuan ini menyebabkan udara naik secara vertikal, yang mendingin dan menyebabkan kondensasi, membentuk awan tebal dan menghasilkan curah hujan yang tinggi. Inilah sebabnya mengapa daerah ekuator sering mengalami cuaca basah dan curah hujan yang signifikan.

**c. Monsoon (Angin Muson)**

Sirkulasi angin global juga mempengaruhi fenomena musiman seperti angin muson. Di Asia Selatan dan Afrika Barat, muson terjadi karena perbedaan pemanasan daratan dan lautan yang menyebabkan perubahan pola angin besar-besaran.

I. Muson musim panas membawa angin lembap dari laut menuju daratan, yang menyebabkan hujan deras dan cuaca basah.

II. Muson musim dingin membawa angin kering dari darat ke laut, yang menyebabkan musim kering di wilayah-wilayah tersebut.

**d. Sirkulasi Hadley dan Wilayah Subtropis Kering**

Sirkulasi Hadley adalah pola sirkulasi angin di mana udara hangat naik di ekuator dan bergerak ke arah kutub pada ketinggian tinggi, lalu turun di sekitar 30 derajat lintang utara dan selatan. Udara yang turun ini cenderung kering, yang menyebabkan kondisi cuaca panas dan kering di wilayah subtropis seperti gurun Sahara, Gurun Arab, dan bagian gurun di Australia.

**e. Pengaruh La Niña dan El Niño**

Sirkulasi angin global juga berinteraksi dengan fenomena El Niño dan La Niña, yang mempengaruhi pola cuaca dan curah hujan global, terutama di kawasan tropis dan subtropis.

El Niño menyebabkan perubahan angin pasat dan pola curah hujan, yang sering kali membawa cuaca lebih kering di Australia dan Indonesia, serta curah hujan yang tinggi dan banjir di Amerika Selatan. La Niña biasanya membawa efek sebaliknya, dengan cuaca yang lebih basah di Australia dan Indonesia, serta kondisi kering di Amerika Selatan.

### **5.5 Macam-macam angin**

**1. Angin Tetap (Angin Global)**

Angin ini bertiup secara konstan dalam arah tertentu sepanjang tahun. Angin tetap termasuk pola angin besar yang terbentuk karena rotasi bumi dan perbedaan suhu di berbagai wilayah. Beberapa jenis angin tetap meliputi:

- a. Angin Pasat (Trade Winds): Angin ini bertiup dari daerah subtropis (sekitar 30 derajat lintang) menuju ekuator. Di belahan bumi utara, angin pasat bergerak dari timur laut ke barat daya, sedangkan di belahan bumi selatan, angin pasat bergerak dari tenggara ke barat laut. Angin pasat membawa kelembaban dan sering menyebabkan curah hujan tinggi di daerah tropis.
- b. Angin Barat (Westerlies): Angin ini bertiup dari arah barat ke timur di daerah lintang menengah (antara 30 dan 60 derajat lintang utara dan selatan). Angin barat bertanggung jawab membawa sistem cuaca dan badai ke wilayah lintang menengah, seperti Eropa, Amerika Utara, dan sebagian Asia.

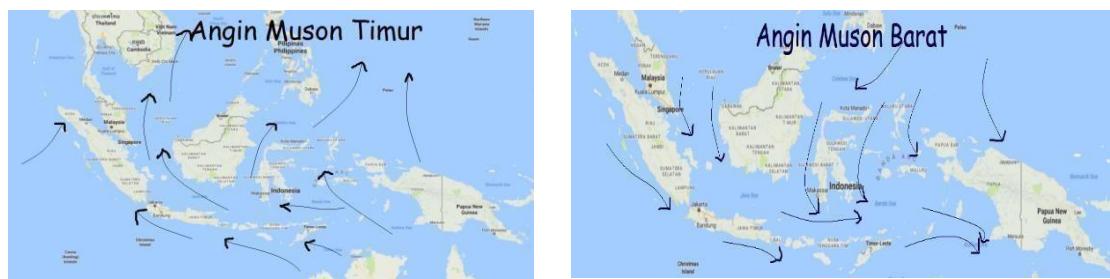


- c. Angin Timur Kutub (Polar Easterlies): Angin ini bertiup dari daerah kutub (tekanan tinggi) ke arah daerah lintang menengah (tekanan rendah). Di belahan bumi utara, angin ini bergerak dari timur laut ke barat daya, dan di belahan bumi selatan, dari tenggara ke barat laut. Karena berasal dari wilayah dingin, angin ini biasanya kering dan membawa udara dingin.

## 2. Angin Periodik (Angin Musiman)

Angin periodik adalah angin yang bertiup secara teratur tetapi dengan perubahan arah tertentu pada musim atau periode waktu tertentu. Contoh utama adalah:

- I. Angin Muson (Monsoon): Angin ini berubah arah berdasarkan musim. Muson terjadi terutama di Asia Selatan dan Asia Tenggara. Pada musim panas, angin muson membawa udara lembap dari laut menuju daratan, menyebabkan curah hujan yang tinggi (muson basah). Pada musim dingin, angin berhembus dari daratan menuju



Gambar :

Sumber :

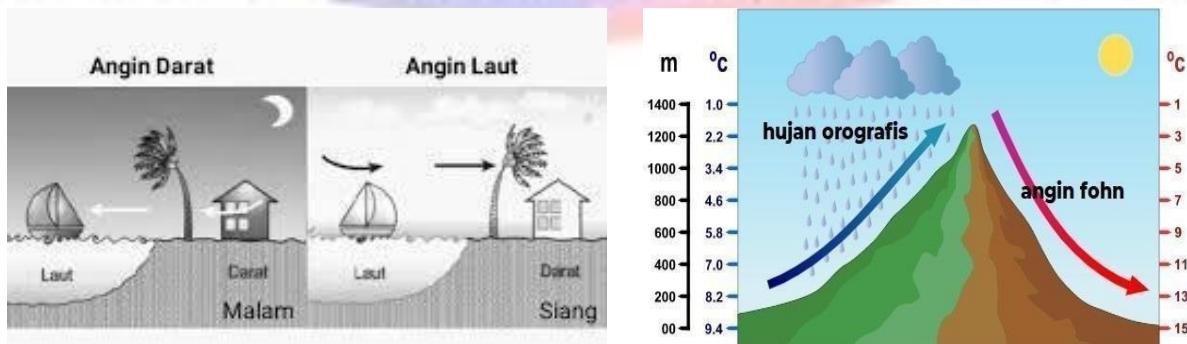
II. Angin Darat dan Angin Laut: Angin ini terjadi karena perbedaan suhu antara daratan dan lautan.

- 1.11 Angin Laut bertiup dari laut menuju darat pada siang hari ketika daratan lebih panas daripada lautan.
- 1.12 Angin Darat bertiup dari darat menuju laut pada malam hari ketika lautan lebih hangat daripada daratan.

### 3. Angin Lokal

Angin lokal adalah angin yang terjadi di wilayah geografis tertentu karena kondisi topografi atau perbedaan suhu yang terbatas pada wilayah tersebut. Contoh angin lokal meliputi:

- i. Angin Fohn: Angin kering dan panas yang bertiup dari puncak gunung ke lembah atau dataran rendah. Angin ini terjadi setelah udara naik ke pegunungan, kehilangan kelembabannya, dan turun sebagai udara yang hangat dan kering. Di Indonesia, angin fohn dikenal dengan nama angin gending di Jawa Timur dan angin bahorok di Sumatera Utara.

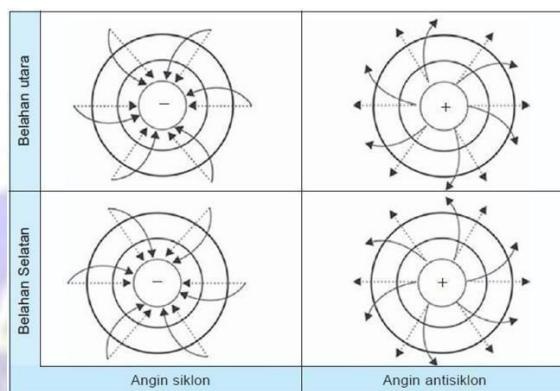


Angin Lembah dan Angin Gunung: Angin ini terjadi karena perbedaan suhu antara siang dan malam di pegunungan.

- a) Angin Lembah bertiup dari lembah ke puncak gunung pada siang hari, karena udara

- b) Angin Gunung bertiup dari puncak gunung ke lembah pada malam hari, ketika udara di puncak gunung mendingin lebih cepat.
- ii. Angin Siklon dan Antisiklon
- a) Siklon adalah angin yang berputar ke arah dalam menuju pusat tekanan rendah. Di belahan bumi utara, siklon berputar berlawanan arah jarum jam, sementara di belahan bumi selatan, siklon berputar searah jarum jam. Siklon biasanya membawa cuaca buruk seperti badai dan hujan lebat.

Antisiklon adalah angin yang berputar ke arah luar dari pusat tekanan tinggi. Di belahan bumi utara, angin ini berputar searah jarum jam, sedangkan di belahan bumi selatan berlawanan arah jarum jam. Antisiklon biasanya membawa cuaca cerah dan kering.

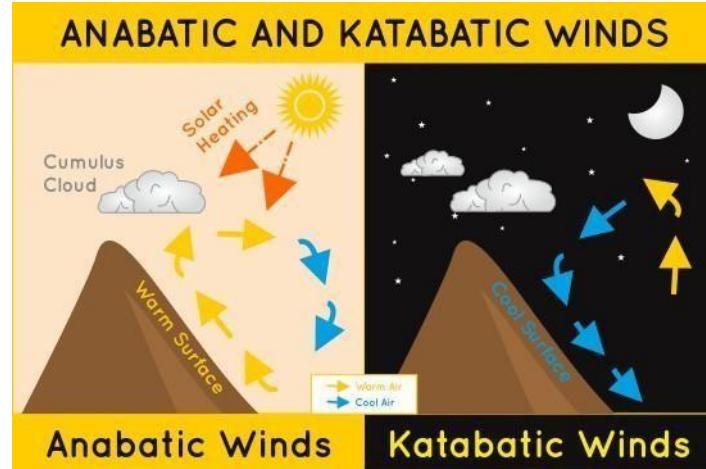


### iii. Angin Lokal Lainnya

- a) Angin Sirocco: Angin panas yang bertiup dari gurun Sahara ke wilayah Mediterania, sering membawa debu dan menyebabkan cuaca panas serta kering di wilayah tersebut.
- b) Angin Mistral: Angin dingin dan kencang yang bertiup dari pegunungan Alpen menuju pantai selatan Prancis. Angin ini dikenal dengan kecepatannya yang tinggi dan membawa udara kering dan sejuk.
- c) Angin Bora: Angin dingin dan kering yang bertiup dari daerah pegunungan ke wilayah pesisir Adriatik. Angin ini sering menyebabkan penurunan suhu yang tajam.

### iv. Angin Katabatik

Angin katabatik adalah angin yang terjadi karena udara dingin yang padat mengalir turun dari daerah yang lebih tinggi, seperti pegunungan atau gletser, ke daerah yang lebih rendah. Angin ini umumnya terjadi di daerah kutub atau pegunungan es. Contoh angin katabatik adalah angin Bora dan angin Mistral.



Gambar :

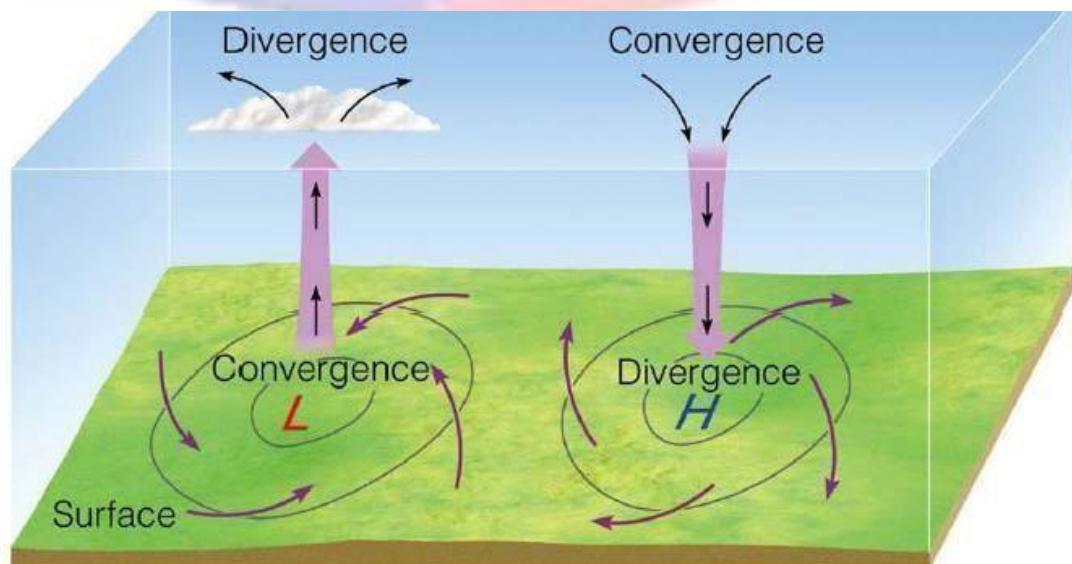
Sumber :

## 5. KONVERGENSI DAN DIVERGENSI

Apabila di suatu daerah dipermukaan Bumi terjadi penambahan (pemasukan) dan Pengurangan (pengeluaran) masa udara, maka daerah tersebut akan terjadi gejala perubahan tekanan udara. Penambahan masa udara di suatu daerah dipermukaan secara horizontal disebut Konvergensi. dan mengakibatkan daerah tersebut akan mengalami kenaikan tekanan

Udara. Pengurangan masa udara dari suatu daerah dipermukaan bumi secara horizontal disebut Divergensi yang dapat mengakibatkan daerah tersebut mengalami penurunan tekanan udara. Baik Konvergensi maupun

divergensi pada umumnya diikuti gerakan udara vertical. Udara yang sukar melakukan gerakan vertical di sebut udara stabil dan yang mudah Melakukan gerakan vertical disebut udara labil.



## **BAB VI**

### **AWAN DAN KABUT**

#### **A. PERISTIWA KONDENSASI DALAM ATMOSFER**

Didalam lapisan atmosfer (troposfer) hampir selalu mengandung air yang pada umumnya berbentuk gas, jika terjadi proses kondensasi atau sublimasi maka uap air tersebut akan berubah wujud menjadi awa, kabut, embun dan hujan. Peristiwa kondensasi di dalam atmosfer dapat terjadi apabila memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a. Udara harus menjadi jenuh Agar udara menjadi jenuh diperlukan proses sebagai berikut:
  - o penambahan uap air di udara
  - o Pendinginan atau penurunan temperature udara tersebut. Ampai mencapai titik embunya.
- b. Harus ada inti kondensasi atau inti pembekuan pada udara tersebut. inti kondensasi tersebut di atas mempunyai sifat Hygroskopis, yaitu sidat yang mudah menyerap uap air dalam atmosfer di sekitarnya.

#### **B. PEMBAGIAN DAN NAMA AWAN**

Awan adalah hasil kondensasi yang merupakan kumpulan titik titik air atau Kristal es yang menggerombol atau mengapung di dalam atmosfer.

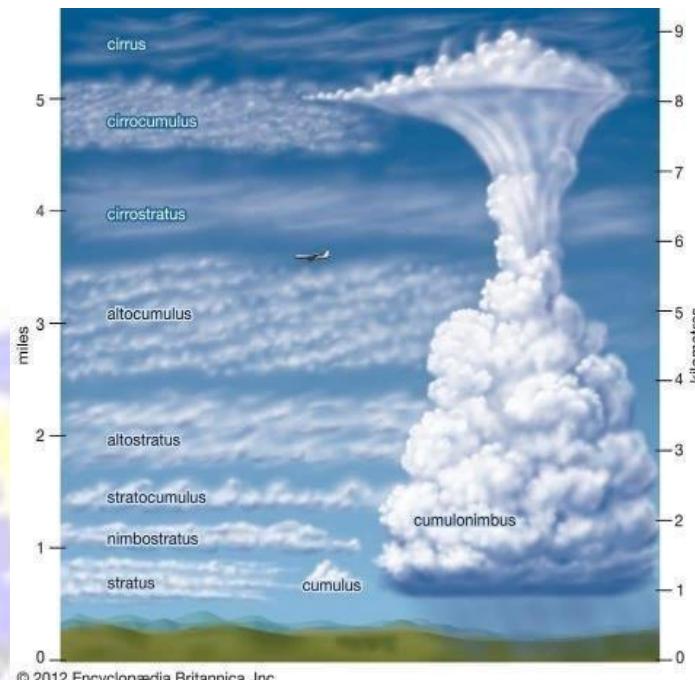
1. Berdasarkan partikel partikel atau anasir anasir yang di kandung oleh awan tersebut, awan dapat digolongkan menjadi
  - a. Awan Air : awan yang terdiri dari beberapa lapisan awan
  - b. Awan Es : awan yang terdiri dari kristalkristal es
  - c. Awan Campuran : Awan yang terdiri dari titik air dan Kristal es Berdasar bentuk pertumbuhannya awan dapat digolongkan menjadi :
    - a. Awan berlapis : Awan yang terdiri dari beberapa lapisan awan
    - b. Awan Bergumpal : Awan yang terdiri dari beberapa gumpalan awan
    - c. Awan Cirrus : awan yang berada jauh di atas permukaan bumi (awan tinggi) Berdasar kan Ketinggian di atas permukaan bumi awan dapat digolongkan menjadi :

### a. Awan Tinggi

Awan yang tingginya lebih dari 6 KM di atas permukaan laut , awan ini di juluki sebagai awan tropis karena tidak menimbulkan hujan dan merupakan awan tipis.

Awan tinggi terdiri dari :

1. Awan Cirrus (Ci)
2. Awan Cirrus Cumulus (Cc)
3. Awan Cirrus Stratus (Cs)



Gambar :

Sumber :

#### 1. Awan Cirrus

Ciri awan ini yaitu bentuknya tipis,halus,dan berserabut berbentuk seperti bulu ayam,tidak menimbulkan hujan,berukuran kecil tidak tebal dantidak padat.Tipe awan ini umumnya berbentuk simpel penyebaranya tidak tetap namun mudah dikenal yaitu saat terkena cahaya matahari maka tampak membentuk jalur-jalur yang rata , dan jika terdapat awan ini maka di pastikan cuaca akan cerah.



Bentuk awan cirrus yaitu memiliki bentuk terpisah-pisah, berserabut-serabut sempit dengan warna putih bersih mendominasi

Fisis awan ini terdiri dari kristal-kristal es yang dapat membiaskan cahaya matahari.

### 1. Awan Cirrus Comulus

Awan ini merupakan awan dengan ciri-ciri awanya seperti terputus-putus, di penuhi kristal es dan berbentuk seperti grombolan-grombolan domba atau seperti sisik ikan. Awan ini merupakan perpaduan antara awan cirrus dan cirrostratus, awan ini tampak terlihat lebih kecil. Bentuk awan ini yaitu tiipis dan berwarna putih tanpa bayangan, deretanya hampir teratur, mirip sisik ikan berupa bulatan-bulatan kecil dan susunanya teratur, pelaut atau bajak laut sering menyebutnya sebagai langgit mackarel.

Fisis awan ini yaitu sebagian besar terdiri dari kristal-kristal es dan terdapat sedikit tetesan air yang sangat dingin dan mudah membeku.

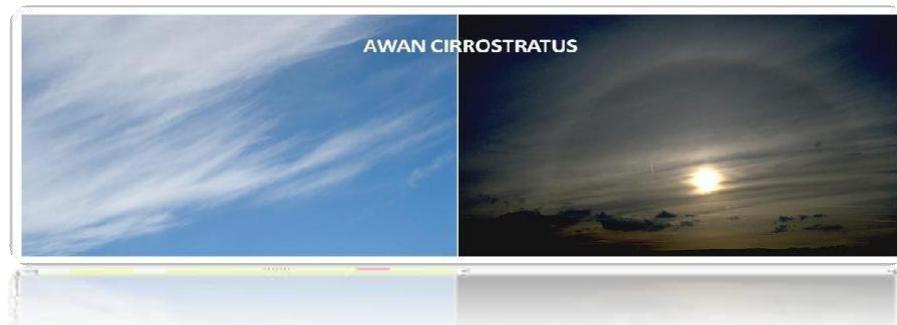


Gambar :

Sumber :

### 2. Awan Cairrus Stratus

Awan ini merupakan awan tinggi yang ciri warnanya putih-ke abu-abuan ban halus dan bentuk awan ini seperti anyaman yang tidak beraturan. Bentuk awan ini berupa serabut dengan jalur-jalur yang tipis atau cadar seperti mirip kerudung dan awan ini mampu menutupi sebagian langit. Fisis awan ini terdiri dari kristal-kristal es karena letaknya sangat tinggi.



## 2. Awan Menengah

Adalah awan yang tingginya antara 2 s.d 6 KM di atas permukaan bumi. Awan sedang terdiri dari:

### a. Awan Alto Stratus

Awan ini merupakan awan yang dapat menghasilkan presipitasi ringan dan virga (hujan yang tidak sampai ke tanah) awan ini mempunyai ciri berwarna kelabu dan berlapis-lapis dan sebaranya sangat luas. Bentuk awan ini serupa dengan lembaran/lapisan atau jalur bewarna abu-abu dan berserabut sedangkan ketebalanya mampu menutupi seluru langit dan sinar matahari terkecuali ada celah-celah di antaranya. Fisis awanini yaitu terdiri dari butiran-butiran air.



Awan ini memiliki ciri yaitu awan berbentuk kecil dan menyebar luas serta banyak, memiliki bentuk seperti bola-bola kapas yang menyebar warnanya putih hingga ke abu-abuan terkadang awan ini menandakan thunderstorm.

Bentuk awan ini hampir menyerupai cirrocumulus tetapi bulatanya dan masa awan ini lebih luas awan ini berciri khas seperti bola kapas yang menyebar teratur dan berwarna putih hingga abu-abu ,sehingga membuat bayangan jika terkena sinar matahari Fisis awan ini terdiri atas tetes air yang terkadang akan menyebabkan hujan gerimis sebentar

Awan rendah merupakan jenis awan yang mempunyai ketinggian di atmosfer antara 2 KM atau di bawah 2KM di atas permukaan bumi.

Jenis-jenisnya yaitu:

1. Awan stratus (St)
  2. Awan nimbostratus (Ns)
  3. Awan cumulus ( C )
  4. Awan stratocumulus (Sc)
1. Awan Stratus (St)
    - a. Awan ini memiliki ciri yaitu awanya sangat luas dan ketinggiannya ada yang kurang dari 1000 meter sehingga tampak jelas jika dilihat dari bawah awan ini mempunyai lapisan yang lebar awan ini menunjukan bahwa suhu udara di daerah tersebut setabil.
    - b. Bentuk awan ini seperti lapisan-lapisan awan yang berwarna abu-abu dengan dasar teratur
    - c. Khasnya pada awan ini yaitu jika terkena sinar matahari akan terliha pingiran dari awan ini yang terlihat indah
    - d. Fisis awan ini yaituterdiri dari tetesan air yang sangat kecil dan yang cukup besar dapat membuat kristal es

2. Awan Nimbo Stratus



Gambar : Sumber

warna putih menuju abu-abu gelap awan ini merupakan awan yang dapat menghasilkan hujan ataupun salju ketebalan awan ini dapat mencapai 2000 meter atau 2 kilometer. Bentuk awan ini seperti lembaran atau lapisan awan berbentuk abu-abu dan tampak gelap tidak beratur. Fisis awan ini yaitu terdiri dari kumpulan tetesan air di daerah tropis dan salju di daerah subtropis atau campuran keduanya.

### 3. Awan Cumulus

Awan ini adalah awan yang perkembangannya berbentuk vertikal awan ini memiliki ciri yaitu berbentuk meninggi dan sangat tebal lapisannya walaupun setebal cumulonimbus awan ini biasanya bergerombol dan juga biasa sendiri Bentuk awan ini seperti gunung-gunung yang puncaknya seperti bunga dan jika terkena sinar matahari maka akan tampak putih kemilau. Fisis awan ini yaitu terdiri dari tetes air dan salju jika suhu awanya  $0^{\circ}$ Celcius.



Gambar : Sumber

### 4. Awan stratocumulus (Sc)

Awan ini memiliki ciri yaitu letaknya yang rendah jika dilihat dari awan ini seperti gumpalan-gumpalan Bentuk awan ini yaitu seperti gumpalan-gelombang tebal dan sebaranya sangat luas. Fisis awan ini yaitu terdiri dari tetesan-tetesan air yang terlalu dingin.



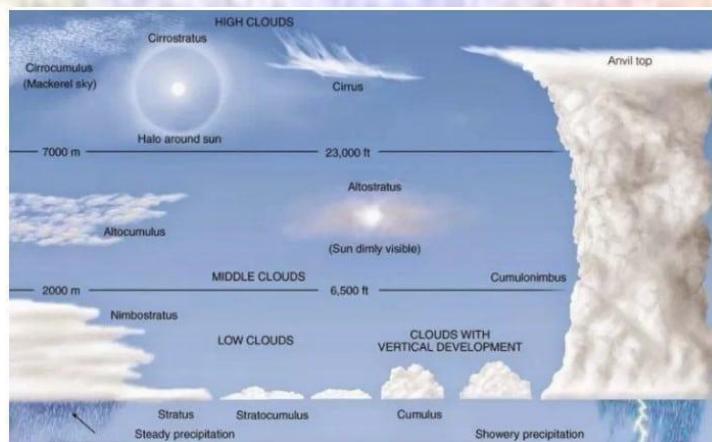
Gambar Sumber :



Gambar :

Sumber :

- a) Awan ini sangat khas, kenapa karena awan ini sering menyebabkan badai dan disertai hujan petir. Awan ini muncul karena perkembangan atau pertumbuhan awan yang lain.
- b) Awan ini terbentuk karena pergabungan antara awan rendah dan awan sedang
- c) Bentuk awan ini terbentuk juga dari pertumbuhan awan cumulus yang aktif bentuknya mencapai dari ketinggian terendah hingga tinggi.
- d) Fisis awan ini yaitu terdiri dari tetesan air, kristal es pada bagian atas. Terdapat updraft dan downdraft yang memungkinkan terjadinya hujan dan petir
- e) Awan ini juga sangat berbahaya bagi dunia penerbangan.



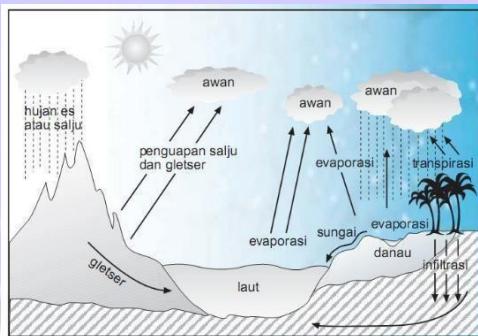
Gambar :

Sumber :

Udara selalu mengandung uap air. Uap air yang meluap akan menjadi titik-titik air dan terbentuklah awan. Berikut beberapa cara terbentuknya awan:

- Udara yang panas akan mengandung banyak uap di udara. Udara panas tersebut akan naik tinggi hingga berada di satu lapisan dengan suhu yang lebih rendah. Uap tersebut mencair dan terbentuklah awan.
- Jika awan sudah terbentuk, titik air dalam awan menjadi lebih besar dan awan akan semakin berat. Perlahan daya tarikan bumi menarik awan ke bawah, hingga sampai pada satu peringkat, titik-titik tersebut jatuh ke bawah dan jadilah hujan.
- Jika titik-titik air bertemu dengan udara panas, maka titik air akan menguap dan awan tersebut akan hilang. Hal inilah yang membuat bentuk awan selalu berubah-ubah. Air dalam awan akan bergantian menguap dan mencair.

ILUSTRASI PEMBENTUKAN AWAN



#### D. KABUT

Kabut adalah kumpulan tetes-tetes air yang sangat kecil yang melayang-layang di udara. Kabut mirip dengan awan, kecuali bahwa awan tidak menyentuh permukaan bumi, sedangkan kabut menyentuh permukaan bumi.

Kabut 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 per 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. Udara yang mengandung uap air sebanyak yang

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.

Ada 4 macam jenis kabut ialah;

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

#### 1. Kabut Adveksi

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.

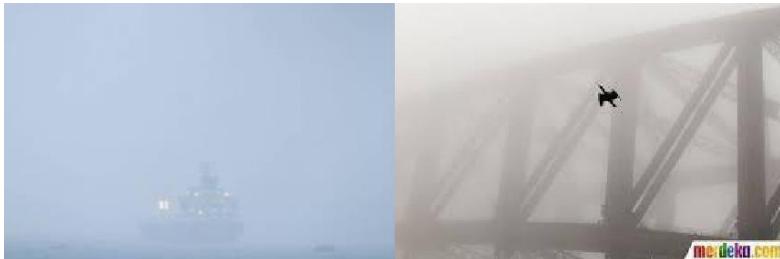
Salah satu jenis yang lain dari Kabut Advection disebut Kabut Uap. Kabut ini terbentuk dari aliran udara dingin yang melalui air hangat. Uap air dari hasil penguapan permukaan air secara terus menerus, bertemu dengan udara dingin. Ketika udara mencapai titik jenuh, maka kelebihan uap air secara cepat 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 diatas danau yang hangat.



Gambar :  
Sumber :

## 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 melampau titik jenuh.



## 3. Kabut Radiasi

Kabut Radisi terbentuk pada malam yang tenang dan bersih, ketika tanah memancarkan kembali panas ke dalam udara. Satu lapis kabut terbentuk di seluruh permukaan tanah, dan secara bertahap bertambah menjadi tebal. Kabut Radiasi sering muncul di lembah-lembah yang dalam.

## 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.



Gambar :

Sumber :

## **BAB VII**

# **PENGKURAN DAN ANALISI ARAH DAN KECEPATAN ANGIN DI KAPAL**

### **7.1 Pengamatan Arah dan Kecepatan Angin Di Kapal (True Wind)**

#### **Pengamatan Angin**

Pengamatan arah dan kecepatan angin dapat dilakukan dengan secara estimasi atau penaksiran secara visual, atau dengan menggunakan alat seperti anemometer dan anemograf. Kapal yang sudah memiliki peralatan meteorologi yang tetap, pengamatan harus dilakukan dengan pembacaan alat pengukur angin tersebut selama periode 10 menit. Pengamatan yang dilakukan pada saat kapal bergerak / berlayar, ada perbedaan antara angin relatif dan angin sebenarnya (true wind).

#### **Pengamatan Visual**

Pengamatan angin dilakukan dengan estimasi visual didasarkan pada kenampakan atau keadaan permukaan laut atau biasa disebut **State of Sea**. Pengamatan Arah Angin :

1. Jika kapal dalam keadaan berhenti arah angin dapat diperkirakan dengan memperhatikan arah berkibarnya bendera atau asap kapal,
2. Jika kapal sedang dalam keadaan berlayar maka arah angin diestimasikan arah dari mana datangnya gelombang atau buih -buuh dipermukaan laut yang disebabkan oleh angin.

Pada waktu malam apabila keadaan permukaan laut sukar dilihat karena kegelapan maka arah angin di estimasikan dengan mempertimbangkan atau membandingkan arah haluan kapal dengan arah angin yang dirasakan oleh tubuh atau muka observer, pada saat observer berada di dek kapal.

Pengamatan Kecepatan Angin diestimasikan dengan memperhatikan keadaan permukaan laut, dapat dilakukan dengan menggunakan **Skala Beaufort (Beaufort Scale)**.

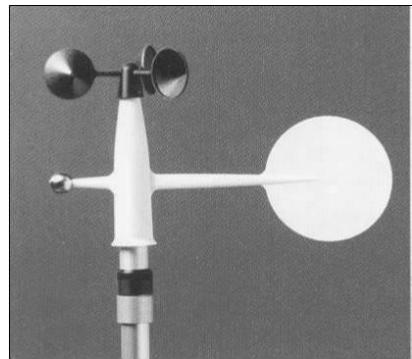
- i. Untuk pengamatan gelombang di laut terbuka (open sea),
- ii. Menjadi pertimbangan untuk pengamatan gelombang di perairan yang tertutup / dekat pantai (shallow) jika angin telah bertiup cukup lama, serta angin yang bertiup dari daratan maka gelombang yang ditimbulkan oleh angin akan lebih kecil

Tinggi gelombang sendiri tidak selalu dalam kriteria yang dapat dijadikan acuan, karena tidak hanya tergantung pada angin, tetapi masih tergantung faktor lain seperti fetch, durasi angin, kedalaman perairan, adanya alun yang melintas. Skala beaufort ini selalu berhubungan dengan keadaan laut (State of Sea) dan kecepatan angin.

BEAUFORT NUMBER	DESCRIPTIVE TERM	WIND SPEED EQUIVALENTS		SPECIFICATIONS FOR OBSERVATIONS On board ship (open sea)
		m s <sup>-1</sup>	knots	
0	Calm	0–0.2	<1	Sea like a mirror
1	Light air	0.3–1.5	1–3	Ripples with the appearance of scales are formed, but without foam crests
2	Light breeze	1.6–3.3	4–6	Small wavelets, still short but more pronounced; crests have a glassy appearance and do not break
3	Gentle breeze	3.4–5.4	7–10	Large wavelets; crests begin to break; foam of glassy appearance; perhaps scattered white horses
4	Moderate breeze	5.5–7.9	11–16	Small waves, becoming longer; fairly frequent white horses
5	Fresh breeze	8.0–10.7	17–21	Moderate waves, taking a more pronounced long form; many white horses are formed (chance of some spray)
6	Strong breeze	10.8–13.8	22–27	Large waves begin to form; the white foam crests are more extensive everywhere (probably some spray)
7	Near gale	13.9–17.1	28–33	Sea heaps up and white foam from breaking waves begins to be blown in streaks along the direction of the wind
8	Gale	17.2–20.7	34–40	Moderately high waves of greater length; edges of crests begin to break into the spindrift; the foam is blown in well-marked streaks along the direction of the wind
9	Strong gale	20.8–24.4	41–47	High waves; dense streaks of foam along the direction of the wind; crests of waves begin to topple, tumble and roll over; spray may affect visibility
10	Storm	24.5–28.4	48–55	Very high waves with long overhanging crests; the resulting foam, in great patches, is blown in dense white streaks along the direction of the wind; on the whole, the surface of the sea takes a white appearance; the tumbling of the sea becomes heavy and shock-like; visibility affected
11	Violent storm	28.5–32.6	56–63	Exceptionally high waves (small and medium-sized ships might be for a time lost to view behind the waves); the sea is completely covered with long white patches of foam lying along the direction of the wind; everywhere the edges of the wave crests are blown into front; visibility affected
12	Hurricane	32.7 and over	64 and over	The air is filled with foam and spray; sea completely white with driving spray; visibility very seriously affected

## Pengamatan dengan Instrument

Pada kapal yang sudah dilengkapi dengan peralatan meteorologi, penempatan peralatan pengukur angin harus diletakan pada tempat yang aman dan dapat meminimalisir efek – efek guncangan pada saat kapal berlayar, seperti dipasang pada tiang kapal depan. Pengukuran arah angin dilakukan dengan alat wind vane, sedangkan kecepatan angin diukur dengan anemometer.



Gambar : Sumber :

Pada kapal - kapal yang lebih kecil ataupun yang peralatan pengukur anginnya belum terpasang di kapal, pengukuran dapat dilakukan dengan alat hand anemometer, seperti gambar di bawah:

f. Hand Anemometer



Gambar :

Sumber :

Cara pemakaian / pembacaan arah dan kecepatan angin dengan menggunakan hand anemometer, sebagai berikut :

1. Ujung vane dimasukan ke dalam lubang yang terletak di belakang petunjuk arah.
2. Kompas di sebelah bawah diatur (distel) menghadap ke arah selatan.  
Pengamat harus berdiri menghadap utara.
3. Arah angin terbaca pada garis skala tepat di bawah tanda warna hitam.
4. Kecepatan angin terbaca untuk skala bagian atas dalam m/sec dan untuk skala

5. Angin harus langsung mengenai alat, tidak terhalang oleh badan atau benda lainnya.
6. Jika pengamatan dilakukan di atas kapal yang sedang begerak maka pengamat harus menghadap ke arah haluan kapal.

## 7.2 Perhitungan True Wind

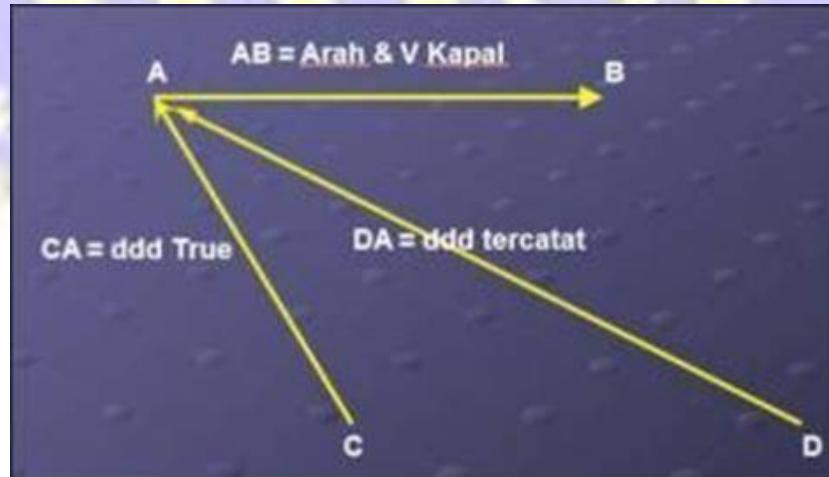
Akibat pengaruh arah dan kecepatan kapal maka angin yang terbaca pada anemometer bukanlah angin yang sesungguhnya (True Wind) tetapi angin sebagai akibat pergerakan kapal. Angin yang demikian ini disebut Apparent Wind. Jadi untuk mencari angin yang sesungguhnya (true wind) perlu diperhitungkan arah haluan dan kecepatan kapal.

Ada beberapa cara untuk mendapatkan True Wind, diantaranya :

- 1) Metode Parallelogram
- 2) Metode Tabel.
- 3) Metode True Wind Plotting Board.
- 4) Menggunakan perangkat lunak (software).

### a. Metode parallelogram

Arah dan kecepatan kapal, serta apparent wind diilustrasikan, sebagai gambar parallelogram berikut :



Gambar :

Sumber :

Garis AB adalah kecepatan kapal dan arah gerakannya, kemana kapal menuju. Garis DA merupakan arah datangnya angin yang tercatat. Garis CA adalah arah datangnya angin sebenarnya. Sementara sudut BAD merupakan sudut arah angin terhadap haluan kapal, sedangkan sudut CAD adalah sudut arah angin yang sebenarnya terhadap haluan kapal.

Dalam perhitungan digunakan rumus Cosinus, di bawah ini :

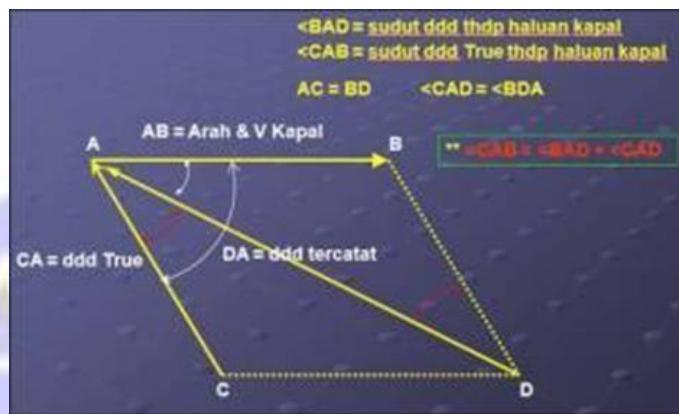
1019

$$BD^2 = AB^2 + AD^2 - [2 \cdot AB \cdot AD \cdot \cos \angle BAD]$$

dan Rumus Sinus berikut :

$$\frac{BD}{\sin \angle DAB} = \frac{AB}{\sin \angle BDA} = \frac{AD}{\sin \angle ABD}$$
$$\sin \angle BDA = \frac{AB \cdot \sin \angle DAB}{BD}$$

Jika diilustrasikan seperti berikut :



Gambar :

Sumber :

Dengan diketahuinya sudut CAB, maka arah datangnya angin yang sebenarnya terhadap True North dapat diketahui, karena arah kapalnya diketahui. Sudut CAB merupakan sudut simpangan arah angin terhadap haluan kapal, ke kiri maupun ke kanan.

Hal terpenting dalam perhitungan dengan metode ini adalah :

- Jika arah angin (ddd) terukur terhadap haluan kapal antara 0 - 1800, berarti angin datang dari sebelah kanan haluan kapal, maka digunakan rumus berikut :  
True (ddd) = arah haluan kapal + ddd True terhadap kapal.
- Jika arah angin (ddd) terukur terhadap haluan kapal antara 180 - 3600, berarti angin datang dari sebelah kiri haluan kapal, maka untuk mencari arah angin sebenarnya digunakan rumus berikut.  
True (ddd) = arah haluan kapal - ddd True terhadap kapal

## B. Metode Tabel

Metode tabel ini disusun untuk memudahkan para petugas pengamatan cuaca di kapal untuk mencari true wind, dan untuk mempermudah pencarian true wind, hasil perhitungannya telah disusun dalam tabel.

Data dalam tabel untuk mencari true wind disusun sebagai berikut :

- a. Kecepatan kapal (knot) disusun dengan range ; 5, 10, 15, 20, 25 dan 30.
  - b. Kecepatan angin terukur (knot) disusun dalam range : 2, 5, 8, 13, 18, 24, 30, 37, 44, 52, 60 dan 68.
  - c. Arah angin terukur (derajat) terhadap haluan kapal disusun dengan range :  $0^\circ$ ,  $10^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $40^\circ$ ,  $50^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $70^\circ$ ,  $80^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $100^\circ$ ,  $110^\circ$ ,  $120^\circ$ ,  $130^\circ$ ,  $140^\circ$ ,  $150^\circ$ ,  $160^\circ$ ,  $170^\circ$  dan  $180^\circ$ . Sedangkan untuk arah angin antara  $180^\circ$  –  $360^\circ$ , pembacaan di tabel dengan cara  $360^\circ$  – arah angin terukur terhadap haluan kapal.

Dalam membaca tabel true wind diperhatikan hal berikut :

A = Kecepatan kapal (knot)

B = Arah angin terukur terhadap haluan kapal (0)

C = Kecepatan angin (knot)

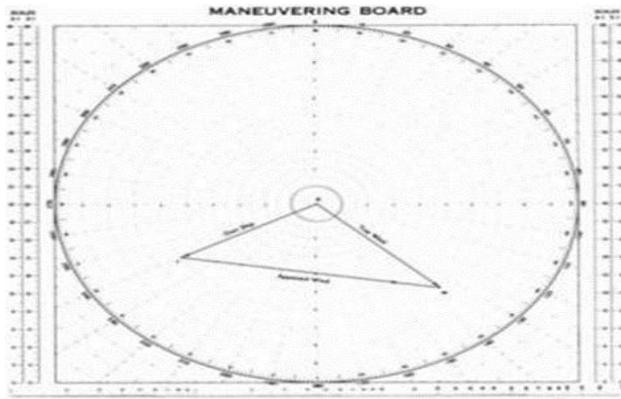
D = Arah angin sebenarnya terhadap haluan kapal (0)

E = Kecepatan angin sebenarnya (knot)

TABEL UNTUK MENGALAMKAN KEPERASANG ANGIN RESIDENSIYA																			
A = 20		S		P		T <sub>3</sub>		T <sub>5</sub>		T <sub>7</sub>		T <sub>9</sub>		T <sub>11</sub>		T <sub>13</sub>		T <sub>15</sub>	
	C	B	E	D	I	O	E	D	F	S	E	O	I	S	E	O	E	O	E
8		180	19	190	15	180	11	158	87	180	22	269	24	200	18	282	17	206	24
14		179	16	177	15	172	11	183	88	194	24	268	18	229	17	217	21	216	25
28		178	17	179	15	183	11	178	89	117	57	273	17	125	12	241	20	226	22
58		177	18	178	16	180	10	180	143	115	16	288	10	268	16	207	19	242	24
88		176	19	179	15	180	12	146	13	116	12	284	16	261	17	271	19	235	24
128		175	20	182	17	173	14	168	13	121	8	194	19	262	20	265	21	288	25
168		175	21	180	15	173	12	146	15	125	26	111	21	181	26	283	28	287	27
208		175	22	185	19	174	14	142	20	129	23	118	23	189	26	216	23	283	27
248		174	23	185	20	174	12	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
288		174	24	185	21	174	10	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
328		173	25	185	22	174	8	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
368		172	26	185	23	174	6	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
408		171	27	185	24	174	4	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
448		170	28	185	25	174	2	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
488		169	29	185	26	174	0	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
528		168	30	185	27	174	-2	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
568		167	31	185	28	174	-4	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
608		166	32	185	29	174	-6	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
648		165	33	185	30	174	-8	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
688		164	34	185	31	174	-10	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
728		163	35	185	32	174	-12	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
768		162	36	185	33	174	-14	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
808		161	37	185	34	174	-16	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
848		160	38	185	35	174	-18	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
888		159	39	185	36	174	-20	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
928		158	40	185	37	174	-22	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
968		157	41	185	38	174	-24	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
1008		156	42	185	39	174	-26	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
1048		155	43	185	40	174	-28	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
1088		154	44	185	41	174	-30	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
1128		153	45	185	42	174	-32	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
1168		152	46	185	43	174	-34	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
1208		151	47	185	44	174	-36	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
1248		150	48	185	45	174	-38	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
1288		149	49	185	46	174	-40	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
1328		148	50	185	47	174	-42	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
1368		147	51	185	48	174	-44	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
1408		146	52	185	49	174	-46	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
1448		145	53	185	50	174	-48	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
1488		144	54	185	51	174	-50	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
1528		143	55	185	52	174	-52	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
1568		142	56	185	53	174	-54	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
1608		141	57	185	54	174	-56	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
1648		140	58	185	55	174	-58	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
1688		139	59	185	56	174	-60	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
1728		138	60	185	57	174	-62	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
1768		137	61	185	58	174	-64	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27
1808		136	62	185	59	174	-66	114	22	124	24	124	29	17	22	138	23	223	27

### C. Metode True Wind Plotting Board

Metode pencarian true wind ini dengan cara memplot apparent wind dan arah dan kecepatan kapal menggunakan plotting board, seperti di bawah ini.

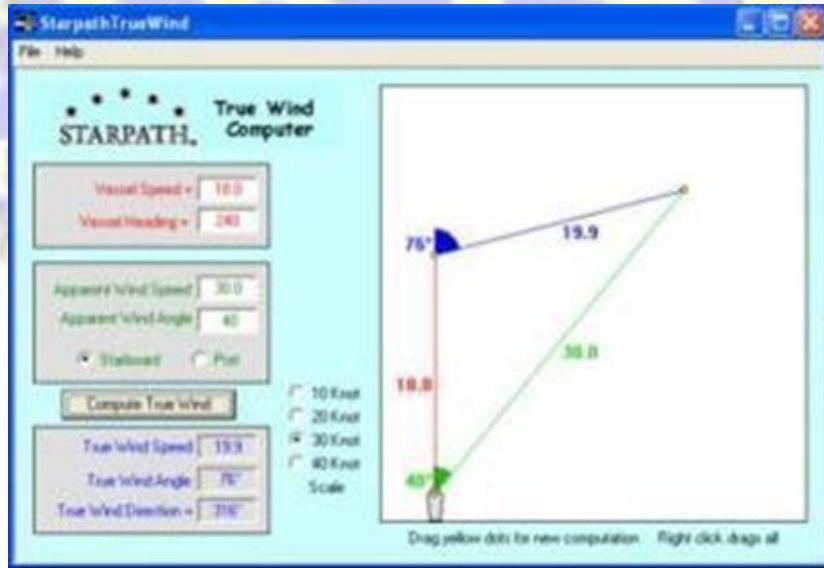


Gambar :

Sumber :

#### D. Menggunakan perangkat lunak (software)

Untuk menghasilkan true wind yang cepat dan tepat, maka metode perhitungannya berkembang dengan teknik komputasi menggunakan software aplikasi program perhitungan, salah satunya software Starpath True Wind, yg diinstall pada suatu perangkat komputer. Software ini berlisensi bebas dan dapat di download di alamat <http://www.starpath.com/>.



Gambar : Sumber :

Pengukuran dan analisis data hasil pengukuran kecepatan dan arah angin di atas kapal adalah bagian penting dari operasi maritim dan meteorologi. Data ini dapat digunakan untuk berbagai tujuan, termasuk navigasi kapal, peramalan cuaca, penelitian ilmiah, dan sebagainya. Berikut adalah langkah-langkah umum dalam pengukuran dan analisis data tersebut:

**Peralatan Pengukuran:** Untuk mengukur kecepatan dan arah angin di atas kapal, peralatan yang paling umum adalah anemometer dan wind vane (alat pengukur angin dan alat penunjuk arah angin). Anemometer mengukur kecepatan angin, sedangkan wind vane mengukur arah angin.

**Pengaturan Peralatan:** Pastikan peralatan pengukuran terpasang dengan benar di atas kapal dan ditempatkan pada posisi yang tepat untuk mendapatkan data yang akurat. Hindari hambatan seperti struktur kapal yang dapat memengaruhi aliran angin.

**Pengumpulan Data:** Alat-alat pengukuran akan terus-menerus mengumpulkan data tentang kecepatan dan arah angin saat kapal bergerak. Data ini biasanya disimpan dalam bentuk digital.

Arah dan kecepatan angin yang ditunjukkan pada alat pengukur arah dan kecepatan angin di atas kapal harus dihitung dan dikoreksi karena penunjukkan tersebut masih dipengaruhi oleh haluan dan kecepatan kapal. Oleh karena itu dalam pembahasan kali ini kita akan belajar bagaimana cara menentukan arah dan kecepatan sejati angin yang sebenarnya. Namun sebelum kita masuk ke pokok pembahasan ada beberapa hal yang harus diketahui terlebih dahulu seperti alat pengukur arah dan kecepatan angin.

Alat yang digunakan untuk menentukan dan mengukur arah kecepatan angin di atas kapal disebut Anemometer. Namun data yang ditunjukkan pada anemometer bukanlah data yang sebenarnya. Hal ini disebabkan karena penunjukkan arah angin serta kecepatan angin tersebut masih dipengaruhi oleh kecepatan kapal.

Lalu bagaimana kita bisa mengetahui arah angin yang sebenarnya atau bagaimana kita bisa mendapatkan kecepatan angin yang sebenarnya. Untuk menjawab pertanyaan tersebut maka dibawah simak pembahasannya di bawah ini.

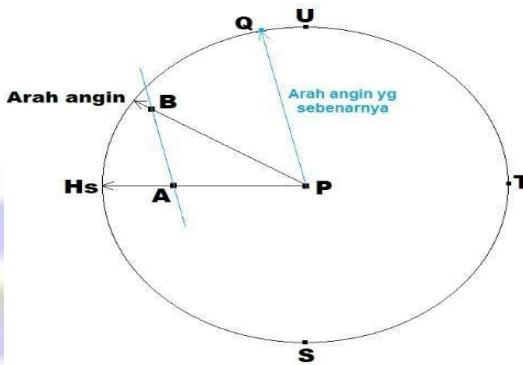
Langkah-langkah dalam menentukan arah dan kecepatan angin adalah sebagai berikut

- g. Lihat penunjukan data pada anemometer
- h. Catat petunjukan data pada anemometer yakni Kecepatan angin dan arah angin
- i. Tentukan pulah Haluan sejati dan kecepatan kapal saat itu
- j. Pada mawar pedoman tarik kedua garis yaitu garis berdasarkan besaran arah angin dan garis berdasarkan besaran haluan sejati kapal.

- k. Pada garis arah angin, ukur jarak dari titik pusat mawar pedoman berdasarkan nilai kecepatan angin lalu beri tanda titik (titik A)
- l. Pada garis haluan kapal, ukur jarak dari titik pusat mawar pedoman berdasarkan nilai kecepatan kapal lalu beri tanda titik (titik B)
- m. Hubungkan kedua titik tersebut (titik A dan titik B), besaran jarak kedua titik tersebut adalah kecepatan angin yang sebenarnya.
- n. Untuk menentukan arah angin yang sebenarnya, tarik garis pada pusat mawar pedoman yang sejajar dengan garis yang menghubungkan kedua titik (titik A dan titik B)

1023

Lihat pada mawar pedoman arah berapa yang ditunjukkan pada garis tersebut.



Gambar : Sumber :

Keterangan :

P = Titik Pusat lingkaran

Jarak AB = Kecepatan angin yang

sebenarnya PA = Kecepatan kapal

PB = Kecepatan angin

Hs = Haluan sejati kapal

PQ = Arah angin yang sebenarnya Contoh Menghitu Arah dan Kecepatan Angin

### Soal 1

Sebuah kapal berlayar dengan Haluan sejati  $075^\circ$  dengan kecepatan 15 Knot, dalam pelayaran tersebut kapal mendapat pengaruh angin dari sisi lambung kiri. Dari penunjukan data anemometer diperoleh kecepatan angin 22 Knot dari arah TL. Tentukan arah dan kecepatan sejati angin ?

Jawab Diketahui :

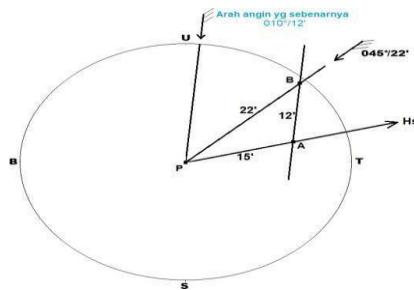
$$HS = 075^\circ$$

Speed Kapal

$$= 15 \text{ Knot}$$

= TL

Sped angin = 22 knot



Gambar :

Sumber :

Jadi, arah angin yang sebenarnya adalah  $010^\circ$  dan Kecepatan angin yang sebenarnya

adalah 12 Knot Soal 2

Kapal dengan Haluan Pedoman  $250^\circ$  sedang berlayar dengan kecepatan 10 Knot. Diketahui variasi di peta  $5^\circ$  B dan nilai deviasi  $2^\circ$  T. Pada saat dalam pelayaran penunjukkan data pada anemometer yakni kecepatan angin 17 Knot dengan arah dari  $15^\circ$  di sebelah kiri kapal. Tentukan arah angin yang sebenarnya dan berapa kecepatannya ?

Jawab Diketahui  $H_p = 250^\circ$

Speed kapal = 10 Knot Angin =  $15^\circ$  di sebelah kiri Speed angin = 20 Knot

$$V = 5^\circ \text{ B } D = 2^\circ \text{ T}$$

$$\text{Penyelesaian } H_s = H_p + S$$

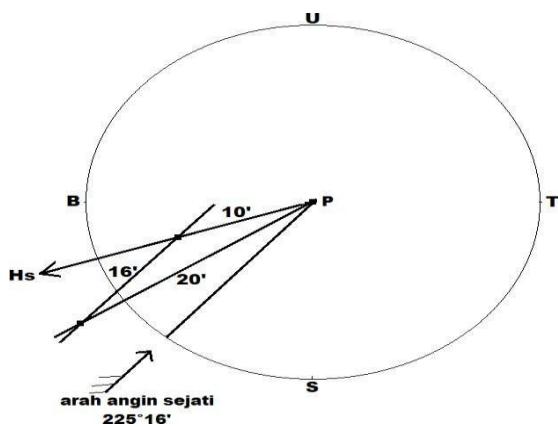
$$= H_p + (V + D)$$

$$= 250^\circ + (-5^\circ + 2^\circ)$$

$$= 250^\circ + (-3^\circ)$$

$$= 247^\circ$$

Gambar : Sumber :



Jadi, arah sejati angin  $225^\circ$  dengan kecepatan 16 Knot



## **BAB VIII**

# **SIKLUS MONSUN, ANGIN DARAT DAN ANGIN LAUT SERTA DAMPAKNYA**

### **8.1 SIKLUS MONSUN**

monsun adalah pola angin yang berkaitan dengan perubahan musim yang terjadi di beberapa wilayah di dunia, terutama di Asia Selatan, Asia Tenggara, dan Australia Utara. Siklus monsun mempengaruhi curah hujan, suhu, dan cuaca secara keseluruhan, dan memiliki dampak besar terhadap pertanian, ekonomi, dan kehidupan sehari-hari penduduk di wilayah-wilayah yang terpengaruh.

Berikut adalah penjelasan lebih lanjut tentang siklus monsun, musim yang berkaitan dengannya, dan dampaknya:

1. Siklus Monsun:

Siklus monsun adalah perubahan musiman dalam arah dan kecepatan angin, yang disebabkan oleh perbedaan suhu dan tekanan di daratan dan lautan. Siklus ini memiliki dua fase utama: musim hujan (musim dingin) dan musim kemarau (musim panas).

2. Musim Hujan:

Musim hujan biasanya terjadi ketika daratan lebih panas daripada lautan, sehingga udara di atas daratan naik dan menarik udara lembab dari lautan. Musim hujan ditandai oleh curah hujan yang tinggi, awan tebal, dan cuaca lembab. Musim hujan dapat membantu mengisi sumber daya air, seperti sungai dan waduk, yang penting untuk pertanian dan konsumsi air.

3. Musim Kemarau:

Musim kemarau terjadi ketika daratan lebih dingin daripada lautan, sehingga udara di atas daratan turun dan cenderung kering. Musim kemarau ditandai oleh cuaca kering, rendahnya curah hujan, dan penurunan sumber daya air.

4. Dampak Siklus Monsun:

Pertanian: Siklus monsun mempengaruhi masa tanam dan panen. Musim hujan yang baik dapat meningkatkan hasil panen, sementara musim kemarau yang panjang dapat mengakibatkan kekeringan dan gagal panen.

- Ekonomi: Banyak sektor ekonomi, seperti pertanian, perikanan, dan pariwisata, sangat tergantung pada siklus monsun. Dampak musim hujan dan kemarau dapat berdampak signifikan pada pertumbuhan ekonomi suatu negara.
- Kesehatan: Musim hujan dapat meningkatkan risiko penyakit yang ditularkan oleh air, seperti

- Banjir dan tanah longsor: Musim hujan yang berkepanjangan dapat menyebabkan banjir dan tanah longsor, yang dapat mengakibatkan kerusakan properti dan hilangnya nyawa.
- Kebakaran hutan: Musim kemarau dapat meningkatkan risiko kebakaran hutan dan lahan, yang merusak ekosistem dan mengancam kehidupan satwa liar.
- Siklus monsun adalah fenomena alam yang kompleks dan sangat penting dalam menentukan cuaca dan iklim di wilayah-wilayah yang terpengaruh. Oleh karena itu, pemahaman yang baik tentang siklus ini sangat penting dalam perencanaan pertanian, pengelolaan sumber daya alam, dan mitigasi risiko bencana.

## 8.2 Dampak Monsun Terhadap Pelayaran

Siklus monsun memiliki dampak signifikan terhadap pelayaran di sejumlah wilayah di dunia, terutama di wilayah-wilayah yang terletak di sekitar Samudra Hindia dan Samudra Pasifik. Dampak ini berkaitan dengan perubahan arah dan kekuatan angin serta cuaca yang dipengaruhi oleh siklus monsun. Berikut adalah beberapa dampak siklus monsun terhadap pelayaran:

### 1. Arah dan Kecepatan Angin:

Siklus monsun mengakibatkan perubahan musiman dalam arah dan kecepatan angin. Selama musim hujan, angin cenderung berhembus dari daratan ke laut, sedangkan selama musim kemarau, angin cenderung berhembus dari laut ke daratan. Perubahan ini dapat memengaruhi rute pelayaran yang digunakan oleh kapal, karena arah dan kecepatan angin dapat mempercepat atau memperlambat perjalanan kapal.

### 2. Cuaca yang Tidak Terduga:

Musim hujan dapat membawa cuaca buruk, termasuk badai tropis, hujan lebat, awan gelap, dan gelombang laut yang tinggi. Kapal-kapal harus berhadapan dengan kondisi cuaca yang tidak stabil dan berbahaya.

Musim kemarau, di sisi lain, dapat menghasilkan cuaca yang kering dan panas, yang berpotensi mengganggu perjalanan pelayaran dengan kemungkinan kekeringan dan panas berlebihan.

### 3. Perubahan Suhu dan Kelembaban:

Perubahan dalam suhu dan kelembaban yang terkait dengan siklus monsun dapat memengaruhi navigasi kapal. Kelembaban yang tinggi dapat menyebabkan masalah

4. Kondisi Laut:

Musim hujan dapat meningkatkan curah hujan di laut, yang dapat mempengaruhi visibilitas dan navigasi kapal. Air yang berawan dan hujan dapat membuat navigasi lebih sulit. Musim hujan juga dapat mempengaruhi suhu permukaan laut dan mengubah pola arus laut, yang dapat memengaruhi aliran kapal di laut.

5. Pemadaman Aktivitas Pelayaran:

- a) Terkadang, cuaca ekstrem yang terkait dengan siklus monsun, seperti badai tropis, dapat memaksa kapal untuk membatalkan perjalanan atau mencari tempat perlindungan.
- b) Kapal juga mungkin harus menunggu sampai cuaca membaik sebelum melanjutkan perjalanan, yang dapat mengakibatkan penundaan dalam pelayaran.

Untuk mengatasi dampak siklus monsun terhadap pelayaran, perusahaan pelayaran dan pelaut profesional harus memantau perubahan cuaca dan kondisi laut secara cermat, serta memiliki rencana darurat dan tindakan mitigasi yang sesuai. Pelayaran yang aman selama siklus monsun memerlukan pemahaman yang mendalam tentang perubahan cuaca dan arus laut yang mungkin terjadi selama musim hujan dan kemarau.

### 8.3 Angin Muson di Indonesia

Angin muson adalah pola angin yang terjadi secara musiman di sebagian besar wilayah Asia Tenggara, termasuk perairan Indonesia. Terdapat dua jenis utama angin muson di wilayah ini:

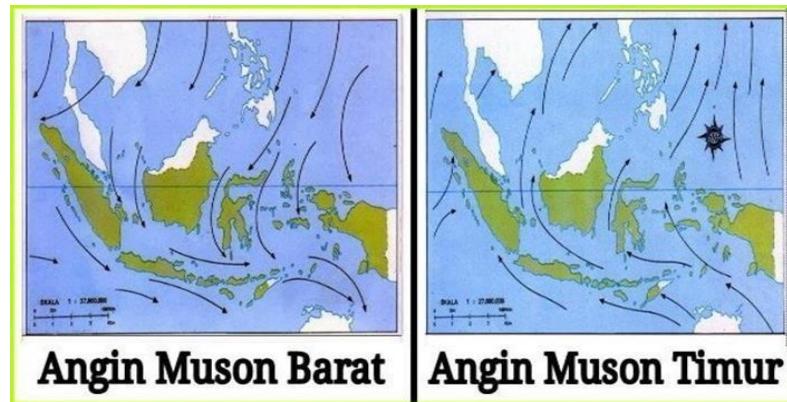
1. Muson Barat atau Musim Hujan (Musim Timur)

Muson Barat adalah angin musiman yang membawa curah hujan ke sebagian besar Indonesia. Musim hujan ini biasanya terjadi antara bulan November hingga Maret. Angin Muson Barat ini membawa uap air dari Samudera Hindia ke wilayah Indonesia, yang mengakibatkan hujan lebat dan curah hujan yang tinggi di sebagian besar wilayah Indonesia.

2. Muson Timur atau Musim Kemarau (Musim Barat)

Muson Timur adalah kebalikan dari Muson Barat. Ini terjadi antara bulan April hingga Oktober. Angin Muson Timur membawa udara kering dari benua Australia ke wilayah Indonesia, mengakibatkan cuaca lebih kering dan kurang hujan. Ini adalah musim kemarau di Indonesia.

Perubahan antara kedua musim ini sangat berpengaruh terhadap iklim dan cuaca di Indonesia, dengan Muson Barat membawa hujan lebat dan musim kemarau Muson Timur membawa cuaca lebih kering. Pergantian antara kedua musim ini juga dapat berdampak pada pertanian, sektor perikanan, dan ekonomi secara keseluruhan di Indonesia.



Gambar :

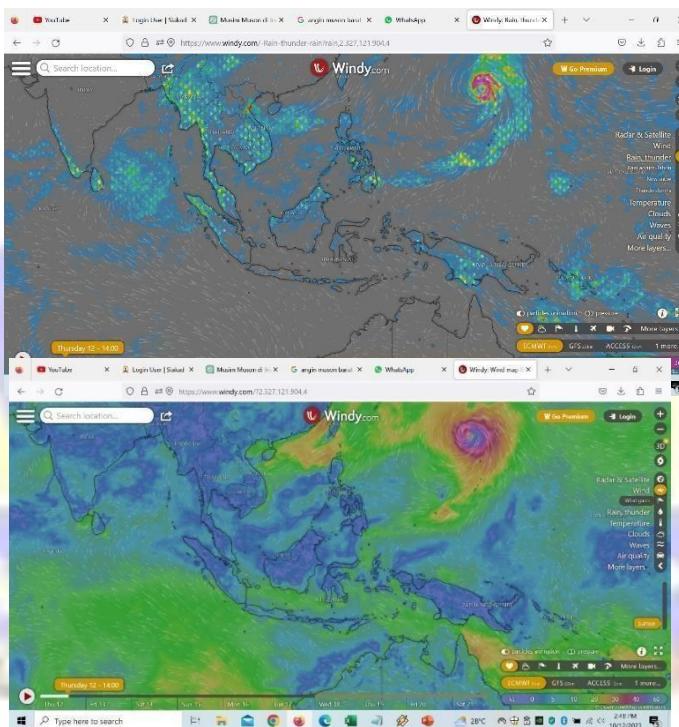
Sumber :

Pola angin muson di Indonesia, seperti di banyak wilayah di Asia Tenggara, dapat terlihat tidak menentu atau bervariasi setiap tahunnya karena beberapa faktor berikut:

1. El Niño dan La Niña: Peristiwa El Niño dan La Niña adalah perubahan suhu permukaan laut di Samudera Pasifik, yang dapat memengaruhi pola angin di seluruh wilayah Asia Tenggara, termasuk Indonesia. El Niño cenderung menyebabkan musim kemarau yang lebih panjang dan kering, sedangkan La Niña dapat menyebabkan curah hujan yang lebih tinggi dan musim hujan yang lebih basah.
2. Variabilitas Iklim: Iklim bumi sangat variabel, dan dalam beberapa tahun pola angin muson dapat mengalami fluktuasi yang signifikan. Faktor-faktor alam seperti perubahan suhu laut, pola tekanan udara, dan aktivitas siklon tropis dapat mempengaruhi bagaimana angin muson berkembang.
3. Interaksi Mikroskala: Variabilitas cuaca dan angin di tingkat mikroskala, seperti kondisi lokal, topografi, dan sirkulasi udara yang kompleks di wilayah tertentu, dapat menyebabkan fluktuasi musiman yang tidak terduga.
4. Perubahan Iklim: Perubahan iklim global juga dapat memengaruhi pola angin muson. Perubahan-perubahan ini mungkin membuat pola muson menjadi lebih tidak stabil atau ekstrem.

5. Geografis yang Kompleks: Indonesia terdiri dari beribu-ribu pulau dengan topografi dan geografi yang sangat beragam. Kondisi geografis ini dapat memengaruhi pola angin dan cuaca secara lokal, sehingga tidak selalu bisa diprediksi dengan akurat.

Karena faktor-faktor tersebut, pola angin muson di Indonesia dapat bervariasi dari tahun ke tahun, yang membuat prediksi cuaca musiman menjadi lebih sulit. Oleh karena itu, lembaga meteorologi dan klimatologi melakukan pemantauan dan pemodelan cuaca secara terus-menerus untuk memberikan perkiraan cuaca yang terbaik mungkin, meskipun masih ada ketidakpastian yang terkait dengan faktor-faktor alam ini.



#### 8.4 El Nino dan La Nina

El Nino merupakan fenomena pemanasan Suhu Muka Laut (SML) di atas kondisi normalnya yang terjadi di Samudera Pasifik bagian tengah. Sementara La Nina merupakan fenomena yang berkebalikan dengan El Nino. Ketika La Nina terjadi, Suhu Muka Laut (SML) di Samudera Pasifik bagian tengah mengalami pendinginan di bawah kondisi normalnya.

El Niño dan La Niña memiliki dampak yang signifikan pada cuaca di Indonesia, dan perubahan ini sering memengaruhi pola angin, suhu, dan curah hujan. Berikut adalah efeknya:

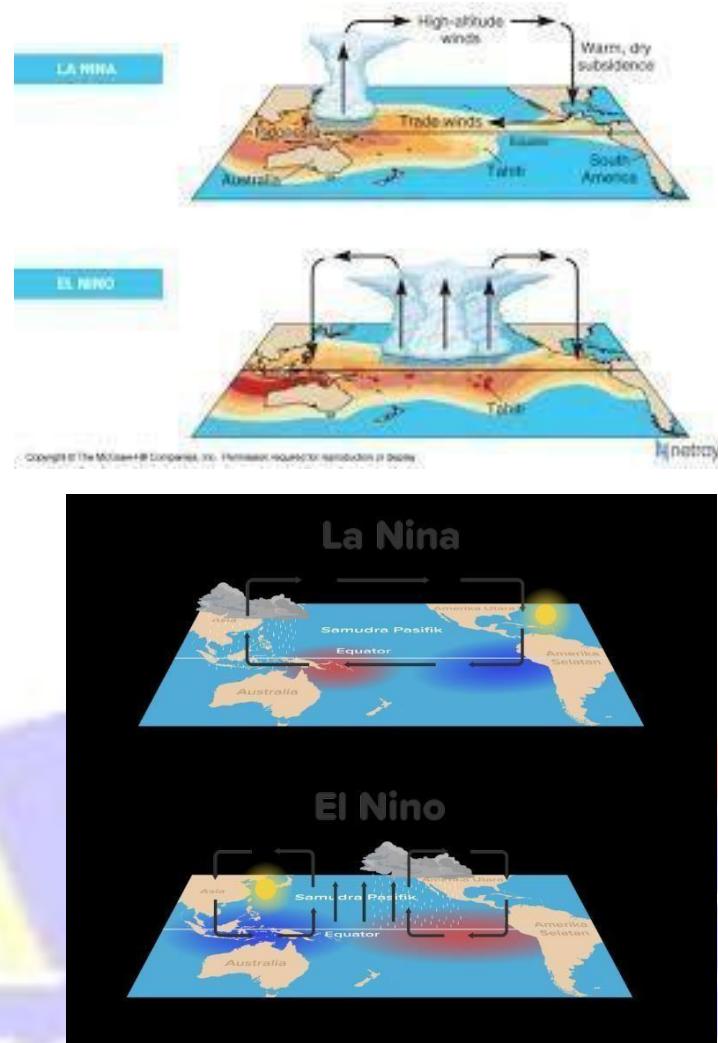
1. El Niño:

- a) El Niño adalah fenomena perubahan suhu permukaan laut di Samudera Pasifik yang dapat menyebabkan cuaca yang lebih kering dan panas di sebagian besar wilayah Indonesia.
- b) Dampak El Niño meliputi musim kemarau yang lebih panjang dan intens, kurangnya curah hujan, dan penurunan tingkat air di sungai-sungai dan waduk-waduk. Hal ini dapat menyebabkan kekeringan, kebakaran hutan, dan kekurangan pasokan air untuk pertanian dan masyarakat.

2. La Niña:

- a) La Niña adalah kebalikan dari El Niño, dengan perubahan suhu laut yang lebih dingin di Samudera Pasifik. Hal ini dapat menghasilkan musim hujan yang lebih basah dan curah hujan yang lebih tinggi di sebagian besar wilayah Indonesia.
- b) Dampak La Niña termasuk banjir, tanah longsor, dan peningkatan curah hujan yang berlebihan yang dapat mengganggu pertanian, infrastruktur, dan menyebabkan kerugian bagi masyarakat.

Kedua fenomena ini adalah bagian dari siklus alami iklim bumi, tetapi dalam beberapa tahun perubahan suhu laut ini dapat menjadi lebih ekstrem, yang mengakibatkan dampak yang lebih besar pada cuaca di Indonesia. Lembaga meteorologi dan klimatologi, seperti Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) di Indonesia, memantau dan memberikan peringatan dini terkait dengan El Niño dan La Niña untuk membantu masyarakat dan pemerintah bersiap menghadapi dampaknya.



Gambar :

Sumber :

### EL Nino

Dilansir dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG), El Nino adalah fenomena pemanasan Suhu Muka Laut (SML) di atas kondisi normalnya yang terjadi di Samudera Pasifik bagian tengah.

Pemanasan SML ini meningkatkan potensi pertumbuhan awan di Samudera Pasifik tengah dan mengurangi curah hujan di wilayah Indonesia. Singkatnya, El Nino memicu terjadinya kondisi kekeringan untuk wilayah Indonesia secara umum.

## **La Nina**

La Nina adalah fenomena yang berkebalikan dengan El Nino. Ketika La Nina terjadi, Suhu Muka Laut

(SML) di Samudera Pasifik bagian tengah mengalami pendinginan di bawah kondisi normalnya. Pendinginan SML ini mengurangi potensi pertumbuhan awan di Samudera Pasifik tengah dan meningkatkan curah hujan di wilayah Indonesia secara umum.

### **8.5 Pengaruh angin La Nina dan El Nino terhadap angin muson barat dan Angin Muson Timur**

#### **1. Angin Muson Barat:**

El Niño : Selama peristiwa El Niño, angin muson Barat cenderung melemah atau terganggu. El Niño dapat menyebabkan cuaca yang lebih kering dan panas di sebagian besar wilayah Indonesia. Ini karena perubahan suhu laut di Samudera Pasifik mengganggu pola angin muson dan mengurangi curah hujan yang biasanya dihasilkan oleh angin muson Barat. Musim hujan menjadi lebih pendek dan lemah.

La Niña: Sebaliknya, selama peristiwa La Niña, angin muson Barat cenderung lebih kuat. La Niña menyebabkan peningkatan curah hujan dan cuaca basah yang berlebihan. Ini dapat mengakibatkan banjir dan hujan yang intens.

#### **2. Angin Muson Timur:**

El Niño: Selama peristiwa El Niño, angin muson Timur cenderung melemah. Hal ini dapat mengakibatkan kondisi cuaca kering dan panas selama musim kemarau di wilayah Indonesia.

La Niña: Selama peristiwa La Niña, angin muson Timur cenderung lebih kuat. Ini dapat membawa lebih banyak curah hujan dan menghasilkan musim hujan yang lebih basah dari biasanya. Curah hujan yang berlimpah dapat menyebabkan banjir dan cuaca yang lebih lembab.

Dengan demikian, El Niño cenderung menghasilkan musim kemarau yang lebih panjang dan kering, sementara La Niña cenderung menghasilkan musim hujan yang lebih basah dan curah hujan yang lebih tinggi. Kedua fenomena ini mempengaruhi pola angin muson dan mengakibatkan variasi cuaca yang signifikan di seluruh wilayah Indonesia, yang pada gilirannya dapat memengaruhi pertanian, keamanan pangan, dan infrastruktur. Oleh karena itu, pemantauan El Niño dan La Niña oleh lembaga meteorologi dan klimatologi adalah penting untuk memberikan peringatan dini dan persiapan yang tepat terkait dengan perubahan cuaca yang dihasilkan oleh kedua fenomena ini.

### **8.6 Angin Darat dan Angin Laut**

Angin darat dan angin laut adalah dua jenis angin lokal. Tentunya keduanya memiliki tempat

### 8.6.1 Angin Darat

Angin darat adalah suatu angin yang akan terjadi pada waktu lama hari. Dimana proses terjadinya angin darat adalah ketika udara panas yang ada di atas laut mulai bergerak naik dan tempatnya akan digantikan oleh udara dengan kondisi lebih dingin dan berasal dari daratan.

Karena proses tersebut akan mengakibatkan terjadinya pergerakan konvensif yang bisa menyebabkan udara dingin dari daratan akan bergerak menggantikan udara yang naik di lautan. Aliran udara yang bergerak dari wilayah daratan ke lautan ini kerap disebut sebagai angin darat.

Adanya angin darat yang bergerak menuju lautan ini kerap dimanfaatkan oleh para nelayan untuk berangkat berlayar mencari ikan laut. Sedangkan proses terjadinya angin darat ini biasanya pada waktu tengah malam dan dini hari.



Gambar :

Sumber :

### Karakteristik Angin Darat

Baik itu angin darat maupun angin laut keduanya memang memiliki karakteristik yang berbeda -beda. Berikut ini adalah penjelasan mengenai karakteristik dari angin darat.

1. Angin darat akan berhembus dari arah darat ke arah laut dan terjadi pada waktu malam hari.
2. Angin darat merupakan jenis angin lepas pantai dan jenis angin kering.
3. Angin darat kerap dimanfaatkan oleh nelayan agar bisa berangkat mencari ikan di laut.

Angin laut adalah salah satu jenis angin lokal yang dalam proses terjadinya hampir sama dengan terjadinya angin darat. Proses terjadinya angin laut juga akan menyebabkan adanya perbedaan suhu pada wilayah lautan dan wilayah daratan.

Pada waktu siang hari, wilayah daratan akan memiliki kemampuan untuk menyerap suhu atau kalor dari matahari secara lebih cepat. Kondisi sebaliknya ternyata terjadi di lautan. Dimana proses penyerapan panas atau kalor akan berlangsung cukup lambat.

Kondisi tersebut akan mengakibatkan terjadinya suhu di daratan lebih cepat panas dibandingkan di wilayah lautan. Karena proses tersebut juga akan mengakibatkan udara di atas daratan akan mengalami pergerakan naik yang selanjutnya udara dingin dari lautan akan mulai menggantikannya.

Proses tersebut akan menjadikan adanya aliran udara dari wilayah lautan ke daratan yang kerap disebut sebagai angin laut. Nagin laut biasanya akan terjadi pada waktu pagi hingga menjelang waktu sore hari. Sedangkan untuk arah angin laut sendiri akan bergerak dari wilayah lautan ke daratan.

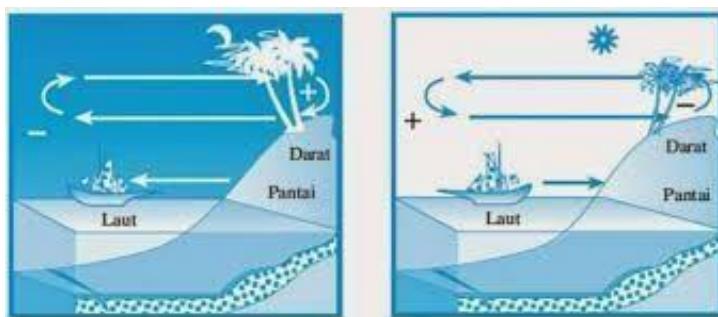
Dimana keberadaan angin laut ini kebanyakan akan dimanfaatkan oleh para nelayan yang ada di lautan untuk kembali ke daratan setelah waktu malam berangkat mencari ikan.

#### Karakteristik Angin Laut

Seperti yang dijelaskan sebelumnya jika angin laut juga memiliki karakteristiknya sendiri.

Tentunya, karakteristik angin laut akan berbeda dengan karakteristik yang dimiliki oleh angin darat. Adapun karakteristik dari angin laut adalah sebagai berikut ini.

1. Angin laut akan berhembus dari laut ke arah daratan dan terjadinya adalah pada waktu siang hari.
2. Angin laut adalah jenis angin pantai yang juga jenis angin basah atau lembab.
3. Angin laut kerap dimanfaatkan oleh nelayan agar dapat kembali ke daratan setelah selesai mencari ikan di lautan.



Gambar :

Sumber :

### 8.6.3 Perbedaan Angin Darat dan Angin Laut

Dilihat dari pengertian dan proses terjadinya, baik itu angin darat maupun angin laut keduanya memiliki perbedaan yang cukup menonjol. Namun, sebenarnya bukan hanya dari segi tempat dan waktu terjadinya kedua jenis angin lokal itu saja untuk dapat melihat perbedaannya.

Akan tetapi, ada beberapa perbedaan lain yang dimiliki oleh angin darat dan angin laut. Lalu apa saja perbedaan dari angin darat dan angin laut? Berikut adalah penjelasan mengenai perbedaan dari angin darat dan angin laut.

#### 1. Kecepatan dan Kedalaman Angin

Kecepatan yang dimiliki oleh angin darat adalah sekitar 5 hingga 8 knots atau setara dengan 9,26 kph (kilometer per jam) hingga 14,82 kph. Kecepatan tersebut ternyata jauh lebih lambat dibandingkan kecepatan angin laut yang berada di antara 10 hingga 12 knots atau sekitar 18,52 kph hingga 37,04 kph.

Kecepatan angin darat yang lebih lambat dari angin laut menjadikan angin darat kerap disebut sebagai angin lebih lemat. Sedangkan untuk kedalamannya, angin darat memang lebih dangkal dan untuk angin laut lebih dalam.

#### 2. Perbandingan Temperatur Udara

Ketika angin darat terjadi, suhu udara yang ada di daratan sekitar pesisir akan memiliki kondisi hampir sama dan tak berubah. Namun, ketika angin laut sedang terjadi, suhu udara yang ada di wilayah laut cenderung lebih menurun sehingga menjadikannya lebih dingin. Meski begitu baik angin darat maupun angin laut bisa memberikan pengaruh pada tingkat kelembapan, suhu atmosfer hingga tingkat curah hujan yang ada di daerah sekitarnya.

#### 3. Akibat Terjadinya Angin Darat dan Angin Laut

Efek dari adanya angin darat dan angin laut bukan hanya bisa dirasakan oleh para nelayan saja. Namun adanya angin darat juga bisa menyebabkan terjadinya awal yang ada di atas langit. Sedangkan untuk hembusan angin laut bisa membantu mengatasi badai yang sedang terjadi maupun akan terjadi

#### 4. Jenis Angin

Ketika sedang berhembus, angin darat memang terasa lebih kering di kulit dan untuk angin laut akan terasa lebih lembab. Hal ini bisa terjadi karena angin laut memiliki kandungan uap air. Uap air tersebut merupakan hasil dari penguapan air laut oleh paparan panas sinar matahari.

Angin darat dan angin laut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kegiatan pelayaran. Pengaruh ini dapat memengaruhi rute kapal, keamanan pelayaran, efisiensi, dan kecepatan perjalanan. Berikut adalah beberapa dampak angin darat dan angin laut pada kegiatan pelayaran:

1. Rute Pelayaran:

Angin darat dapat mendorong kapal ke daratan, terutama di sepanjang pantai.

Sebaliknya, angin laut dapat mendorong kapal ke laut. Kapten kapal harus

mem

pertimbangkan arah dan kekuatan angin ini saat merencanakan rute.

2. Kecepatan Perjalanan:

Angin laut dapat meningkatkan kecepatan perjalanan kapal jika diterpa dari Belakang (dari belakang kapal), sementara angin darat dapat memperlambat perjalanan jika kapal melawan angin. Oleh karena itu, kapten harus memanfaatkan atau menghindari angin sesuai dengan kebutuhan.

3. Keamanan:

Angin darat yang kuat dapat menciptakan gelombang dan cuaca buruk di perairan pantai. Kapten harus berhati-hati untuk menghindari bahaya seperti ombak tinggi dan cuaca buruk yang dapat memengaruhi keamanan pelayaran.

4. Efisiensi Bahan Bakar:

Kapal yang berlayar melawan angin darat mungkin memerlukan lebih banyak bahan bakar untuk menjaga kecepatan dan kemajuan yang baik. Sebaliknya, kapal yang dapat memanfaatkan angin laut mungkin dapat menghemat bahan bakar.

5. Navigasi:

Angin darat dan angin laut juga mempengaruhi navigasi kapal. Angin darat yang kuat dapat membuat navigasi lebih sulit, sementara angin laut dapat membantu kapten dalam mengarahkan kapal.

6. Cuaca dan Perubahan Cuaca:

Angin darat dan angin laut dapat membawa perubahan cuaca mendadak. Kapten harus memantau perubahan cuaca yang mungkin disebabkan oleh perubahan dalam angin darat dan angin laut untuk menghindari cuaca buruk.

Selain itu, kapten kapal juga harus mempertimbangkan arah dan kekuatan angin darat dan angin laut saat merencanakan waktu keberangkatan dan kedatangan serta saat

merencanakan manuver kapal di pelabuhan dan perairan sempit. Dalam semua situasi, pengetahuan dan pemahaman yang baik tentang angin darat dan angin laut sangat penting bagi keberhasilan dan keselamatan kegiatan pelayaran.

1138



## **BAB IX**

### **MASA UDARA DAN FRONT**

#### **9.1 Massa Udara**

Massa udara adalah kumpulan udara luas yang memiliki karakteristik suhu dan kelembapan yang umumnya serupa. Luasnya bisa mencapai ribuan kilometer persegi. Massa udara diidentifikasi berdasarkan karakteristik suhu dan kelembabannya serta wilayah geografis asalnya. Misalnya, jika massa udara kering dan hangat serta berasal dari wilayah tropis di suatu benua, maka massa tersebut disebut massa udara Tropis Kontinental (cT).

Jika massa udara lembab dan dingin dan berasal dari lautan di garis lintang tinggi, maka massa tersebut disebut massa udara Kutub Maritim (mP). Nama massa udara akan selalu diawali dengan huruf kecil yang melambangkan benua (c) atau maritim (m) dan huruf kapital kedua yang melambangkan Khatulistiwa (E), Tropis (T), Kutub (P), Arktik (A), atau Antartika (AA).

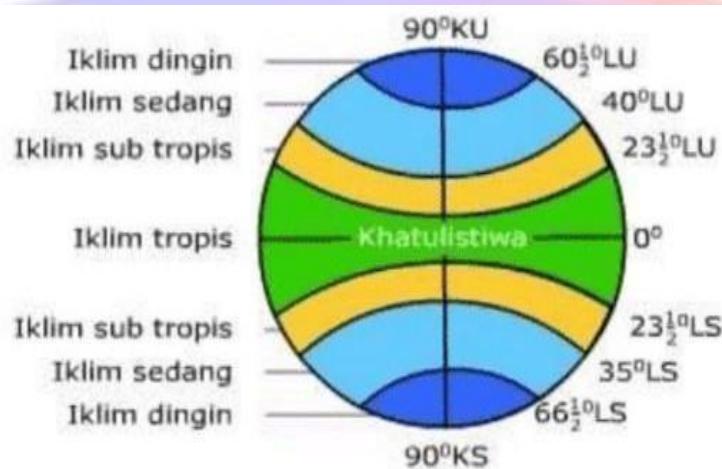
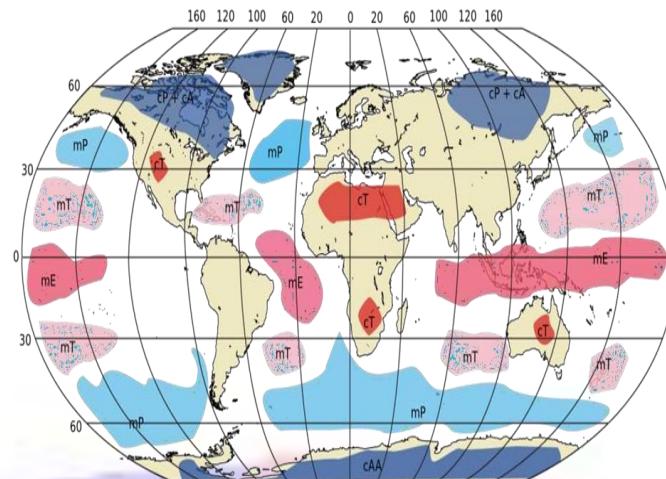
- I. Massa udara maritim adalah massa udara lembab yang berasal dari lautan atau perairan besar. Massa udara kontinental merupakan massa udara kering yang berasal dari daratan.
- II. Massa udara khatulistiwa adalah massa udara hangat lembab yang berasal dari daerah khatulistiwa.
- III. Massa udara tropis merupakan massa udara hangat yang berasal dari garis lintang bawah.
- IV. Massa udara kutub merupakan massa udara dingin yang berasal dari garis lintang atas. Massa udara Arktik terdiri dari udara sangat dingin yang berasal dari kutub.
- V. Massa udara Arktik bahkan lebih dingin dan kering dibandingkan massa udara Kutub, dan massa udara Antartika bahkan lebih ekstrem dibandingkan massa udara Arktik.

Jenis massa udara yang umum adalah Tropis maritim (mT), Kutub maritim (mP), Kutub kontinental (cP), Tropis kontinental (cT), dan Arktik kontinental (cA).

- a. **Massa udara Maritime Tropis (mT)** adalah massa udara hangat dan lembab yang berasal dari lautan di daerah tropis.
- b. **Massa udara Maritime Polar (mP)** adalah massa udara dingin dan lembab yang berasal dari lautan di garis lintang kutub.
- c. **Massa udara Kontinental Kutub (cP)** adalah massa udara dingin dan kering yang berasal dari wilayah daratan di garis lintang kutub.
- d. **Massa udara Continental Tropical (cT)** adalah massa udara panas dan kering yang berasal dari daratan di daerah tropis.
- e. **Massa udara Kontinental Arktik (cA)** adalah massa udara dingin dan kering yang berasal dari Kutub Utara.

kering yang berasal dari daratan di Kutub Selatan.

Lihat gambar di bawah untuk memvisualisasikan dari mana berbagai jenis massa udara ini biasanya berasal.



Gambar :

Sumber :

## 9.2 Massa Udara

Massa udara berkembang ketika udara berada di atas suatu permukaan untuk jangka waktu yang lama. Ini biasanya terjadi pada sistem bertekanan tinggi dengan angin sepoi-sepoi. Daerah tempat berkembangnya massa udara disebut daerah sumber. Massa udara di permukaan yang hangat biasanya berkembang lebih cepat dibandingkan massa udara di permukaan yang lebih dingin karena turbulensi yang lebih lemah pada udara stabil di atas permukaan dingin. Ketika massa udara berpindah dari daerah sumbernya, massa tersebut berubah seiring waktu karena permukaan dan medan tempat massa udara mengalir.

### 9.2.1 Pergerakan Massa Udara

Massa udara tidak menetap di wilayah sumbernya secara permanen. Perubahan kecil pada pola cuaca dapat menggeser massa udara ke lokasi baru. Ketika massa udara bergerak, ada dua hal yang dapat terjadi. Pertama, ketika udara berpindah pada karakteristik permukaan yang berbeda, massa udara mulai berubah. Proses ini disebut modifikasi massa udara . Misalnya, massa udara MP yang bergerak dari Samudera Pasifik melewati pegunungan di benua Amerika bagian barat biasanya akan mengering saat melintasi pegunungan, mengeluarkan uap airnya, dan menghangat di permukaan daratan hingga menjadi massa udara cT.

Hal kedua yang terjadi ketika massa udara bergerak adalah bisa saja bertabrakan dengan massa udara lainnya. Ketika terjadi tumbukan, kedua massa udara membentuk suatu batas yang disebut front

### 9.2.2 Front Permukaan

Front permukaan merupakan batas atau zona peralihan antara massa udara di permukaan bumi. Perubahan suhu, kelembapan, angin, tekanan, jarak pandang, serta pola awan dan curah hujan tertentu sering terlihat di bagian depan. Ada empat tipe utama front.

1. Front dingin
2. Front yang hangat
3. Bagian depan tersumbat
4. Front stasioner

Front diberi nama berdasarkan karakteristik massa udara yang menggantikan massa udara sebelumnya. Misalnya, jika massa udara dingin bergerak menuju massa udara hangat, batas di antara keduanya disebut front dingin karena udara dingin secara efektif menggantikan udara hangat dari sudut pandang titik diam di permukaan bumi.

Bagian depan biasanya dikaitkan dengan sistem tekanan rendah. Batas bagian depan pada peta diberi label berdasarkan lokasi pertemuan gradien suhu bagian depan dengan permukaan bumi.

#### a. **Front Dingin**

Front dingin adalah zona transisi di mana massa udara dingin yang bergerak maju menggantikan massa udara hangat yang mundur. Pada peta cuaca, front dingin digambar sebagai garis biru dengan segitiga biru yang mengarah ke massa udara yang lebih hangat, searah dengan pergerakan frontal

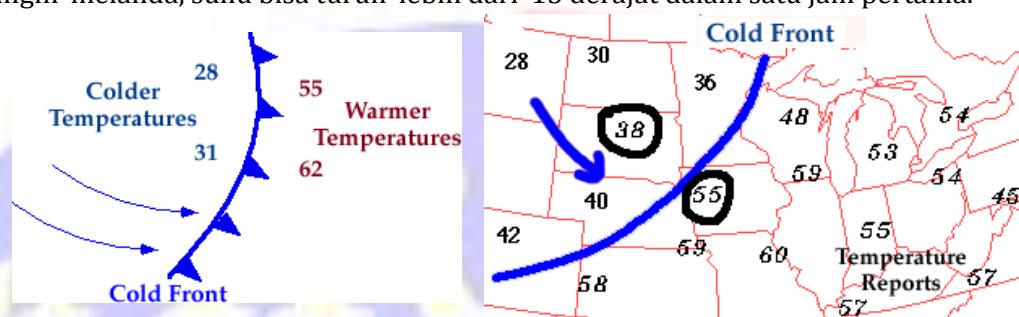
Karena kepadatan udara hangat lebih kecil dibandingkan udara dingin, udara dingin tetap berada di dasar dan udara hangat terpaksa naik ke atas udara dingin. Pengangkatan paksa

ini menghasilkan pola awan yang khas di depan front dingin, termasuk awan cirrus dan cirrostratus.

120

Jumlah awan kumulus di massa udara hangat meningkat seiring dengan mendekatnya batas frontal. Karena massa udara hangat dipaksa naik, ketidakstabilan atmosfer terjadi di sepanjang bagian depan yang dingin dan menghasilkan awan kumulus dan cumulonimbus yang menjulang tinggi, yang dapat mengakibatkan hujan lebat dan badai petir di sepanjang batas bagian depan. Selama perjalanan front dingin, arah angin umumnya bergeser dari selatan atau barat daya (di sektor hangat) ke barat atau barat laut (di sektor dingin) di belahan bumi utara. Setelah cuaca dingin berlalu, cuaca cerah kembali dengan munculnya awan kumulus dan stratocumulus.

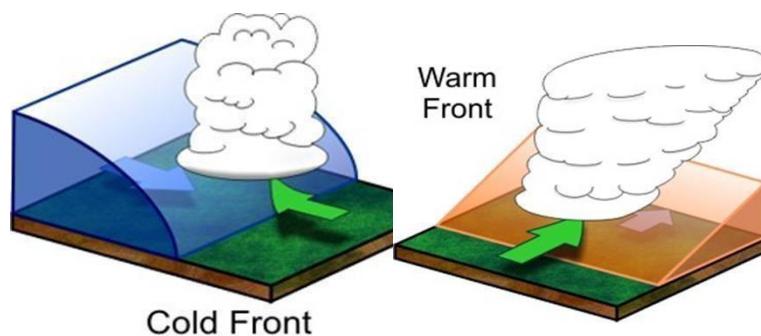
Front dingin didefinisikan sebagai zona transisi dimana massa udara dingin menggantikan massa udara hangat. Front dingin umumnya bergerak dari barat laut ke tenggara. Udara di belakang front dingin terasa lebih dingin dan kering dibandingkan udara di depannya. Ketika cuaca dingin melanda, suhu bisa turun lebih dari 15 derajat dalam satu jam pertama.



Gambar :

Sumber :

Jika udara yang lebih dingin menggantikan udara yang lebih hangat, maka bagian depannya harus dianalisis sebagai bagian depan yang dingin. Sebaliknya, jika udara hangat menggantikan udara dingin, maka bagian depan harus dianalisis sebagai bagian depan yang hangat .



### b. Front Hangat

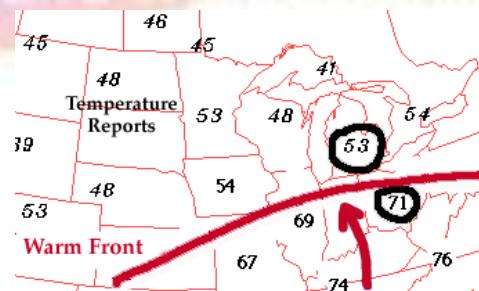
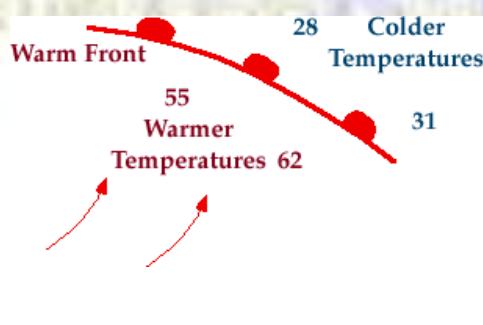
Front hangat adalah zona transisi di mana massa udara hangat yang bergerak maju menggantikan massa udara dingin yang mundur. Pada peta cuaca, front hangat digambar sebagai garis merah dengan setengah lingkaran merah yang menunjuk ke arah massa udara yang lebih dingin ke arah pergerakan frontal.

Udara hangat yang bergerak maju terpaksa naik ke atas udara padat dingin yang surut. Sekali lagi, karena pengangkatan paksa ini, pola awan yang umum terjadi menjelang cuaca panas. Ini termasuk

awan tingkat atas seperti awan cirrus dan cirrostratus sebelum awan menebal dan awan tingkat rendah seperti altostratus, nimbostratus, dan kabut di dekat batas depan.

Karena massa udara meningkat di sepanjang bagian depan yang hangat, awan terbentuk dan curah hujan yang stabil dapat terjadi. Selama perjalanan front hangat, arah angin bergeser dari timur atau tenggara (di sektor dingin) ke barat daya (di sektor hangat) di belahan bumi utara. Setelah bagian depan yang hangat berlalu, tutupan awan dan curah hujan berkurang dan hanya tersisa awan kumulus yang tersebar.

Front hangat didefinisikan sebagai zona transisi dimana massa udara hangat menggantikan massa udara dingin. Front hangat umumnya bergerak dari barat daya ke timur laut dan udara di belakang front hangat lebih hangat dan lembab dibandingkan udara di depannya. Ketika gelombang panas melewatkannya, udara menjadi terasa lebih hangat dan lembab dibandingkan sebelumnya



Gambar :

Sumber :

Jika udara hangat menggantikan udara dingin, maka bagian depan harus dianalisis sebagai bagian depan yang hangat. Jika udara yang lebih dingin menggantikan udara yang lebih hangat, maka bagian depan harus dianalisis sebagai bagian depan yang dingin

### c. Front Tersumbat

Bagian depan yang tersumbat adalah batas bagian depan yang terbentuk ketika bagian depan yang dingin bertemu dengan bagian depan yang hangat. Front dingin bergerak lebih cepat dibandingkan front hangat, sehingga front dingin kadang-kadang bisa mengejar front hangat, namun tidak sebaliknya.

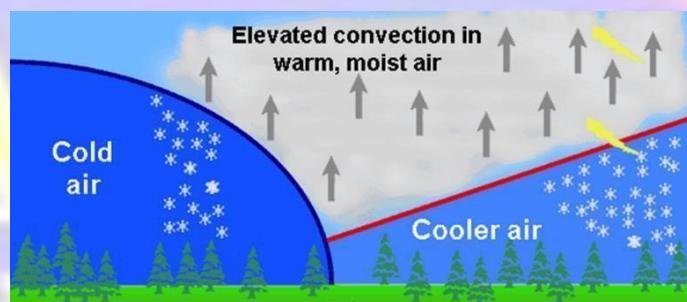
Ada dua jenis oklusi: oklusi dingin dan oklusi hangat.

Oklusi dingin (ditunjukkan di atas) terjadi ketika massa udara yang bergerak maju lebih dingin daripada massa udara yang mundur.

Oklusi hangat terjadi ketika massa udara yang bergerak maju lebih hangat dibandingkan dengan massa udara yang mundur.

Pada peta cuaca, bagian depan yang tertutup digambar sebagai garis ungu dengan segitiga ungu dan setengah lingkaran ungu. Anda akan melihat bahwa simbol ini merupakan kombinasi simbol

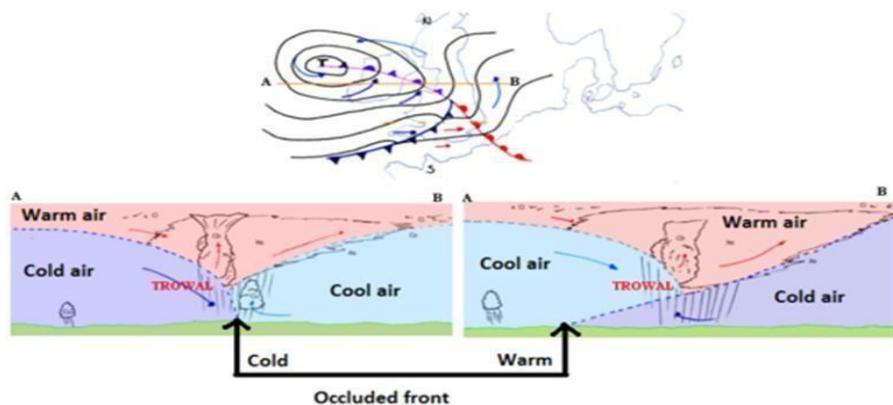
front dingin dan front hangat, yang tidak mengherankan karena front oklusif merupakan kombinasi keduanya.



Gambar :

Sumber :

Diagram menunjukkan penampang vertikal melalui bagian depan yang tersumbat



Gambar :

Sumber :

## Prinsip oklusi dengan posisi bagian depan oklusi hangat/dingin dan trowal

Simbol depan yang tertutup harus menunjukkan tempat perpotongan udara dingin dengan permukaan. Dengan demikian bervariasi antara oklusi hangat dan dingin. **TROWAL** (kependekan dari TRO ugh of W arm air AL oft), adalah perkiraan proyeksi irisan udara hangat di atas permukaan, dan berada pada posisi yang sama dalam kedua kasus. Akibatnya, lokasi bagian depan tersumbat yang muncul dalam analisis cuaca permukaan sering kali diimbangi dengan kisaran cuaca terkait yang terjadi di TROWAL.



Simbol frontal untuk batas frontal yang tersumbat.

### d. Front Stasioner

Front stasioner adalah jenis sistem frontal yang hampir stasioner dengan angin yang mengalir hampir sejajar dan dari jalur berlawanan di setiap sisinya dipisahkan oleh bagian depan. Pada peta cuaca, bagian depan stasioner digambar sebagai garis biru dan merah bergantian dengan segitiga biru mengarah ke massa udara yang lebih hangat dan setengah lingkaran merah yang mengarah ke massa udara yang lebih dingin. Ini adalah satu-satunya skenario di mana arah simbol tidak menunjukkan arah pergerakan.

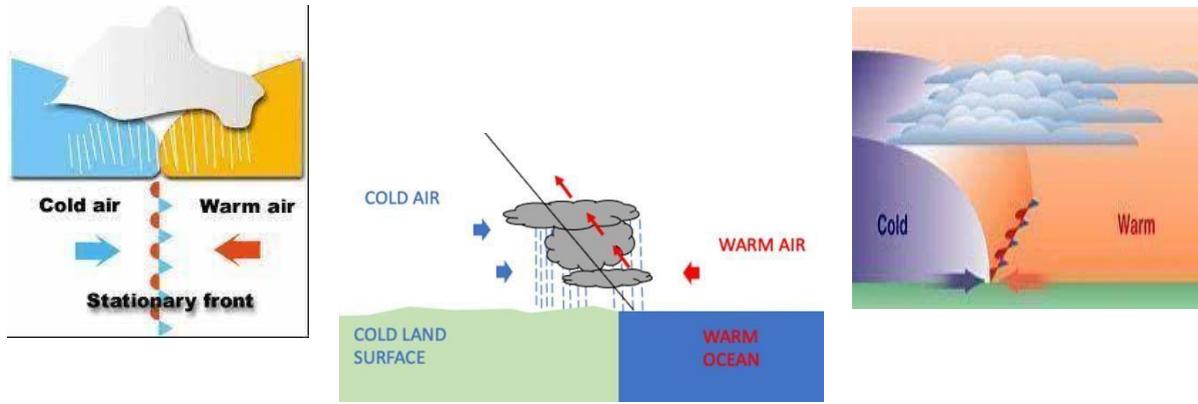


Simbol frontal untuk batas frontal stasioner

Front stasioner dapat terbentuk ketika front dingin atau hangat melambat, atau dapat berkembang seiring berjalannya waktu akibat perbedaan suhu permukaan ketika hanya terdapat sedikit pergerakan massa udara, seperti front pantai .

Angin di sisi udara dingin dan udara hangat sering kali mengalir hampir sejajar dengan bagian depan yang diam, dan seringkali dalam arah yang hampir berlawanan di sepanjang kedua sisi bagian depan. Di tingkat atas, bagian depan biasanya sejajar dengan arus yang ada.

Bagian depan yang diam biasanya tetap berada di area yang sama selama berjam-jam hingga berhari-hari, dan mungkin bergelombang ketika gelombang pendek atmosfer bergerak ke arah timur sepanjang bagian depan.



Gambar :

Sumber :

Meskipun posisi bagian depan stasioner mungkin tidak bergerak, terdapat pergerakan udara saat udara hangat naik dan melewati udara dingin, sebagai respons terhadap ageostrofi yang disebabkan oleh

frontogenesis . Berbagai macam cuaca dapat terjadi di sepanjang front stasioner. Jika salah satu atau kedua massa udara cukup lembab, langit berawan dan curah hujan berkepanjangan dapat terjadi, dengan sistem mesosiklon. Ketika massa udara hangat sangat lembab, curah hujan lebat atau ekstrem dapat terjadi.

Front stasioner juga dapat berubah menjadi front dingin atau hangat, terutama sebagai respons terhadap perkembangan siklon akibat gelombang pendek atmosfer yang tinggi. Kemudian, sirkulasi siklon yang ditumpangkan di bagian depan akan mengembangkan karakteristik front dingin dan hangat pada daerah bertekanan rendah.

## BAB X

### MASSA UDARA & IKLIM

#### 10.1 Massa Udara

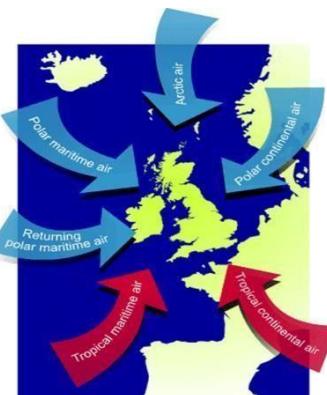
angin utara (yaitu angin dari utara) bersifat dingin, dan angin selatan (angin dari selatan) bersifat hangat (setidaknya di belahan bumi utara) cukup umum. Demikian pula, udara yang melewati lautan menyerap kelembapan, sedangkan udara yang melewati daratan relatif kering. Konsep sederhana ini membantu dalam memahami massa udara.

kumpulan udara yang besar dengan sedikit variasi suhu dan kadar air secara horizontal. Depresi (daerah bertekanan rendah) paling sering terjadi di daerah beriklim sedang antara kutub dan subtropis

Dengan demikian, mereka dapat menyebabkan aliran udara keluar dalam jumlah besar dari antisiklon. Udara subtropis yang hangat bergerak ke bagian selatan depresi, sedangkan udara dingin kutub bergerak ke bagian utara

Udara yang bergerak di atas laut (udara maritim) bersifat lembab, sedangkan kadar air yang bergerak di atas daratan (udara kontinental) mengalami sedikit perubahan, kecuali jika udara tersebut mengendapkan presipitasi (hujan atau salju).

Misalnya, udara yang terperangkap dalam antisiklon di Sahara pada bulan Juni perlahan memanas dan mengering. Setelah beberapa saat, udara keluar dari anticyclone dan mungkin menuju Kepulauan Inggris. Dalam perjalanannya, ia mungkin mengumpulkan uap air di Laut Mediterania, namun perjalanan melalui Spanyol dan Perancis hanya berdampak kecil pada sifat-sifatnya. Udara kemudian tiba di sini sebagai massa udara yang panas dan kering. Massa udara yang mempengaruhi Kepulauan Inggris dapat dikategorikan secara luas berdasarkan sumber dan jalurnya. Hal ini mengarah pada empat kemungkinan tipe.



Gambar :

Sumber :

- a. Maritim tropis – hangat dan lembab
- b. Kontinental tropis – hangat dan kering
- c. Maritim kutub – dingin dan (cukup) lembab
- d. Untuk ini harus ditambahkan dua massa udara lagi:

Kembalinya maritim kutub – yang terdiri dari udara kutub yang bergerak ke selatan melewati laut dan kemudian berbelok ke utara dan mendekati Kepulauan Inggris dari selatan.

Arktik – terdiri dari udara yang bergerak ke arah selatan dari Arktik. Benua kutub – dingin dan kering

Batas antara dua jenis massa udara yang berbeda disebut front. Kepulauan Inggris biasanya dipengaruhi oleh serangkaian front; biasanya memisahkan udara maritim kutub dan udara laut tropis.

Sebagai konsekuensi dari variasi garis lintang dalam suhu dan kelembaban serta karakteristik permukaan yang mendasarinya, berbagai jenis massa udara terbentuk di seluruh bumi. Huruf pertama setiap massa udara mengidentifikasi karakteristik kelembapannya (maritim atau benua) dan huruf kedua menunjukkan karakteristik suhunya (Tropis, Kutub, Arktik, atau Antartika).

Massa udara maritim (mE dan mT) mendominasi sebagian besar wilayah tropis karena luasnya wilayah lautan. Massa udara tropis kontinental (cT) berasal dari Afrika Utara, Australia, dan Amerika Utara; Massa udara cT relatif kering, yang berarti lebih cepat panas dan dingin dibandingkan massa udara laut.

## 10.2 Jenis Massa Udara

### a. Kontinental Tropis

Udara kontinental tropis biasanya datang dengan aliran udara tenggara atau selatan. Ia berasal dari Afrika utara dan sering melintasi Laut Mediterania, Spanyol dan Perancis sebelum mencapai Kepulauan Inggris. Di musim panas, bahkan angin timur dari Eropa tengah atau Ukraina dapat dimasukkan dalam kategori ini, karena benua ini menjadi sangat panas pada saat ini. Udara memperoleh kelembapan di Mediterania (dan mungkin Teluk Biscay), namun secara keseluruhan udara cenderung cukup kering dan langit biasanya tidak berawan.

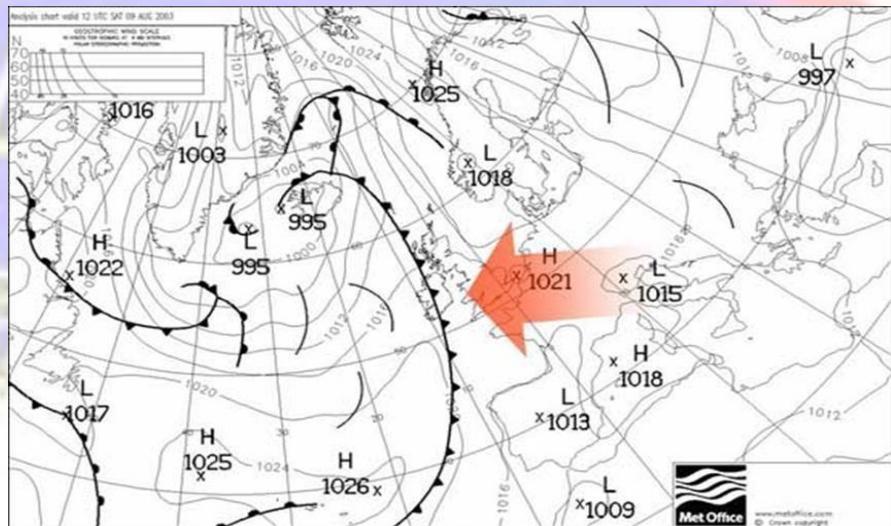
Mayoritas aliran udara kontinental tropis menghasilkan gelombang panas yang luar biasa (di musim panas), termasuk rekor suhu yang memecahkan rekor pada bulan Agustus 2003, meskipun tumbuhan dan hewan cenderung kurang menghargai jenis cuaca ini.



Gambar : Sumber :

Kurangnya kelembapan biasanya menyebabkan jarak pandang menjadi baik. Namun, mungkin terdapat debu gurun, tanah halus, atau partikel polusi di udara, yang dapat mengakibatkan jarak pandang sedang (sering digambarkan sebagai 'kabut panas'). Selain itu, langit yang tidak berawan terkadang tampak seperti susu karena adanya polutan.

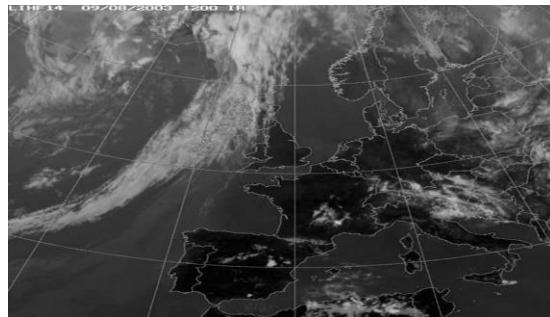
Bagan sinoptik di bawah menunjukkan situasi sinoptik yang khas di mana Kepulauan Inggris dipengaruhi oleh massa udara kontinental tropis. Citra satelit inframerah dan tampak juga disediakan untuk waktu yang sama. Klik pada gambar untuk melihat versi yang lebih besar



Gambar :

Sumber :

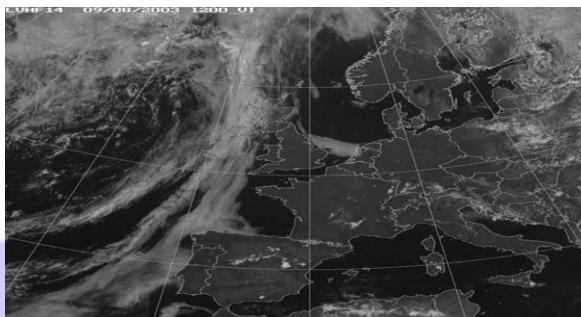
Bagan sinoptik (kontinental tropis) 1200 UTC 9 Agustus 2003 © Hak Cipta Met Office



Gambar inframerah (benua tropis) 1200 UTC 9 Agustus 2003 © Hak Cipta EUMETSAT/Met Office

Gambar :

Sumber :



Gambar terlihat (benua tropis) 1200 UTC 9 Agustus 2003 © Hak Cipta EUMETSAT/Met Office

### b. Benua kutub

Massa udara kontinental kutub berasal dari Skandinavia atau Rusia, dan mencapai Kepulauan Inggris ketika angin timur laut atau timur mulai terbentuk. Hal ini cenderung terjadi bila terdapat daerah bertekanan tinggi di suatu tempat di utara Kepulauan Inggris, sering kali di atas Skandinavia sendiri. Massa udara kontinental kutub terutama mempengaruhi Kepulauan Inggris selama paruh musim dingin tahun ini.

Suhu di massa udara benua kutub berada di bawah rata-rata pada musim dingin, kecuali mungkin di daerah pegunungan. Namun di musim panas, suhu cenderung di atas rata-rata di daerah pegunungan. Namun di musim panas, suhu cenderung di atas rata-rata.



Gambar :

Sumber :

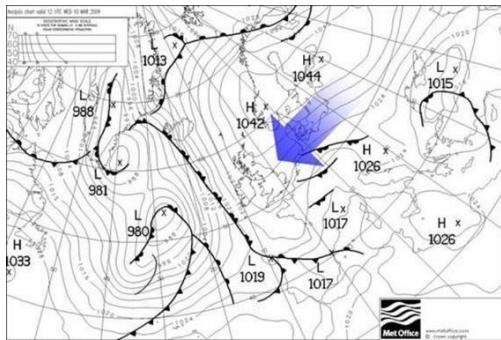
Kadar air di massa udara ini rendah, terutama saat menempuh jalur laut pendek di wilayah Calais/Dover. Hal ini menyebabkan awan pada umumnya pecah dengan baik, sehingga cuaca cerah dan cerah.

Udara yang melintasi Laut Utara antara Denmark dan Skotlandia konon menempuh jalur laut yang panjang. Oleh karena itu, ia mengumpulkan lebih banyak uap air dan awan cenderung terbentuk selama perjalannya di atas laut. Oleh karena itu, cuaca di wilayah timur berawan (mungkin disertai gerimis atau salju), namun lebih jauh ke daratan cenderung terjadi campuran awan dan sinar matahari.

Jarak pandang bervariasi, umumnya sangat baik jika udara berasal dari Skandinavia, namun kurang baik bila udara berasal dari kawasan industri di Eropa tengah atau timur.

Bahkan pada bulan April atau Mei, Laut Utara tetap dingin dan tidak banyak mengubah massa udara, selain menambah sedikit kelembapan yang tidak diinginkan.

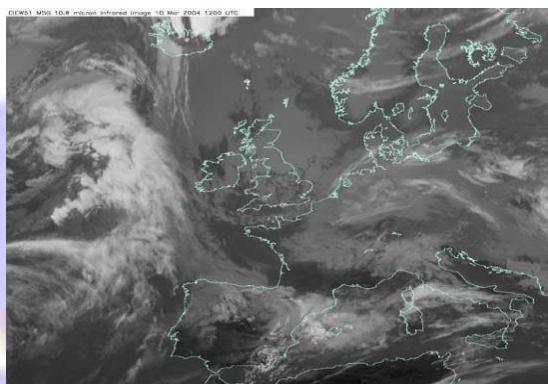
Di musim dingin, Inggris bagian selatan sangat dingin karena massa udara kontinental kutub. Lebih jauh ke utara, permukaan laut membuat udara menjadi kurang dingin dan angin seringkali kurang kencang. Bagan sinoptik di bawah menunjukkan situasi sinoptik yang khas di mana Kepulauan Inggris dipengaruhi oleh massa udara kontinental kutub. Citra satelit inframerah dan tampak juga disediakan untuk waktu yang sama. Klik pada gambar untuk melihat versi yang lebih besar.



Gambar :

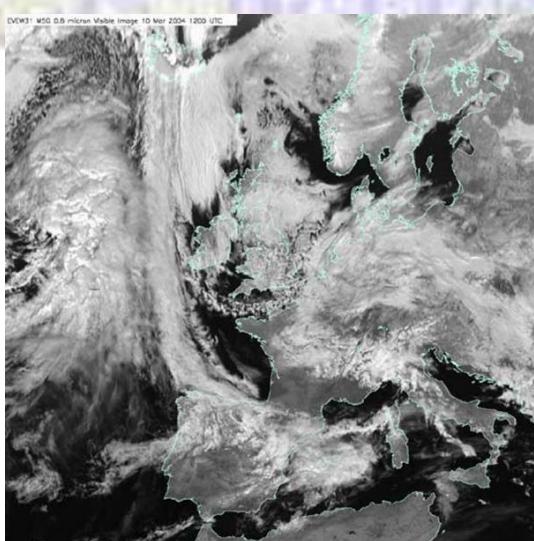
Sumber :

gambar yang lebih besar dari bagan Sinoptik (kontinental kutub) Klik untuk gambar yang lebih besar dari gambar Inframerah (kontinental kutub) Klik untuk gambar yang lebih besar dari gambar tampak (benua kutub) Bagan sinoptik (kontinental kutub) 1200 UTC 10 Mar 2004 © Hak Cipta Met Office



Gambar inframerah (benua kutub) 1200 UTC 10 Mar 2004 © Hak Cipta EUMETSAT/Met Office

Gambar : Sumber :



Sumber :

Gambar :

Gambar terlihat (benua kutub) terlihat 1200 UTC 10 Mar 2004 © Hak Cipta EUMETSAT/Met Office

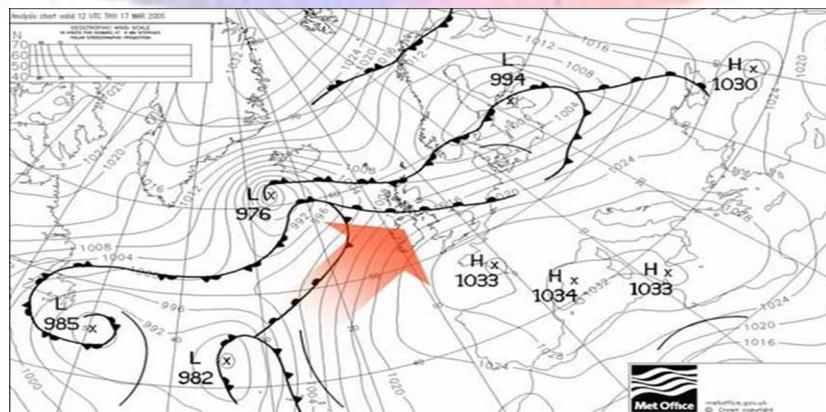
### c. Maritim Tropis (Tropical Maritime)

Udara laut tropis biasanya mendekati Kepulauan Inggris dari barat daya. Wilayah sumbernya adalah Samudera Atlantik subtropis, biasanya wilayah Azores, meskipun kadang-kadang datang langsung dari daerah Tropis. Selama perjalannya melintasi Atlantik, udara didinginkan dari bawah saat melewati lautan yang semakin dingin, sehingga menjadi lebih stabil. Saat mendingin, sedikit kelembapannya yang hilang. Oleh karena itu, cuaca mencapai barat daya Inggris atau Irlandia barat hampir jenuh, memberikan cuaca yang suram, hangat, dan mendung.

Di pesisir pantai, kabut laut biasa terjadi di wilayah maritim tropis di barat daya. Namun, jika dasar awan stratus atau stratocumulus berada beberapa ratus kaki, lokasi di permukaan laut mungkin terhindar dari kabut, namun di dataran tinggi dan perbukitan mungkin terdapat kabut dan gerimis. Bodmin Moor, Dartmoor, Wales barat daya, Irlandia barat, dan Skotlandia barat dapat diselimuti kondisi sejuk dan lembap baik saat musim dingin maupun musim panas.

Di wilayah udara maritim tropis, malam hari terasa sejuk dan lembap, terutama di pertengahan musim dingin. Pada bulan Desember dan Januari, langit mendung mengakibatkan sedikit variasi suhu antara siang dan malam. Namun, jika angin bertiup sepoi-sepoi dan langit cerah, kabut dapat terbentuk di daratan dalam semalam.

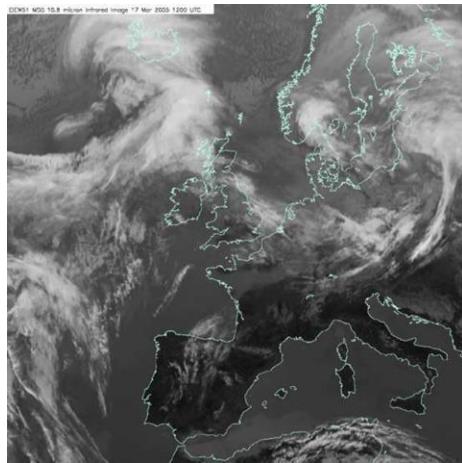
Bagan sinoptik di bawah ini menunjukkan situasi sinoptik yang khas di mana Kepulauan Inggris dipengaruhi oleh massa udara maritim tropis. Citra satelit infra-merah dan tampak juga disediakan pada waktu yang sama. Klik pada gambar untuk melihat versi yang lebih besar.



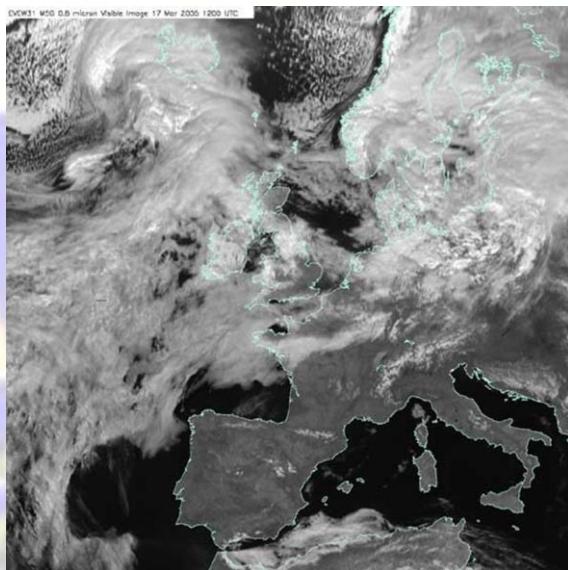
Gambar :

Sumber :

sinoptik (maritim tropis) 1200 UTC 17 Mar 2003 © Copyright Met Office



Citra inframerah (maritim tropis) 1200 UTC 17 Mar 2003 © Hak Cipta EUMETSAT/Met Office



Gambar :

Sumber :

Gambar terlihat (maritim tropis) 1200 UTC 17 Mar 2003 © Hak Cipta EUMETSAT/Met Office

#### d. Maritim kutub (Polar Maritime)

Udara maritim kutub adalah jenis massa udara paling umum yang mempengaruhi Kepulauan Inggris. Udara bersumber dari Arktik Kanada atau wilayah Greenland. Ia mencapai Kepulauan Inggris dari barat atau barat laut setelah melewati sisi barat depresi. Saat udara dingin bergerak di atas laut yang relatif hangat, udara tersebut menjadi hangat dari bawah dan menjadi tidak stabil. Aliran udara yang tidak stabil cenderung menghasilkan konveksi, sehingga awan kumulus, awan kumulonimbus, dan hujan kemungkinan besar

terjadi di udara maritim kutub. Ciri-ciri udara lainnya adalah sejuk (terutama di musim panas), cukup lembab, dan memiliki jarak pandang yang baik.

1355



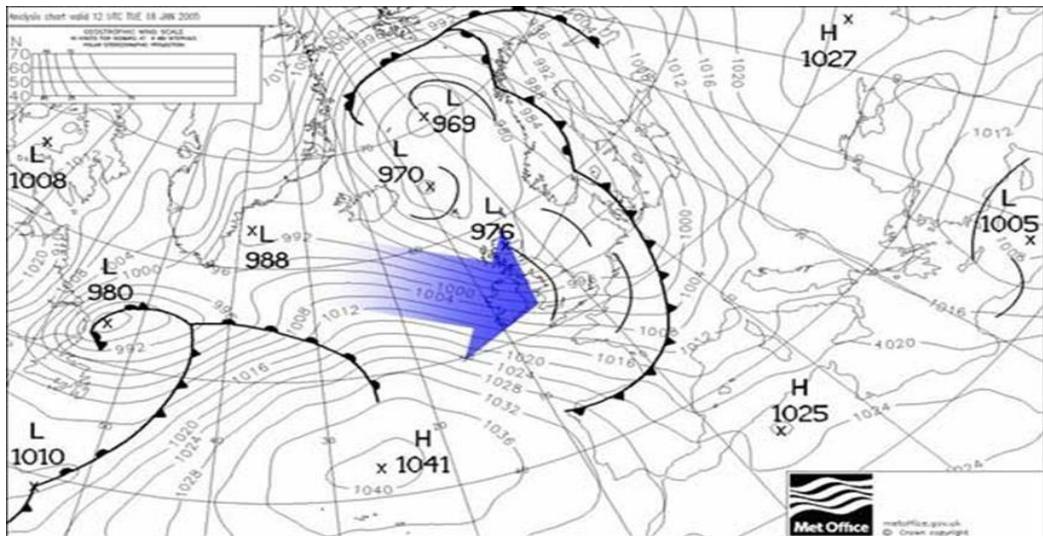
Gambar : Sumber :

Di musim dingin, sebagian besar konveksi dimulai di Atlantik, dan hujan melanda pantai, menyebar ke daratan jika angin bertiup kencang. Pegunungan Skotlandia dan Welsh sering kali melindungi sisi timur Inggris, meskipun, dengan angin barat laut, beberapa hujan menyelinap melalui Cela Cheshire untuk mencapai Birmingham dan mungkin London.

Dengan angin barat, hujan musim dingin dapat melintasi Glasgow dan Skotlandia tengah hingga mencapai Edinburgh dan Fife; yang lain melakukan perjalanan ke Selat Bristol untuk mempengaruhi Cardiff dan Bristol.

Pada musim semi dan musim panas, awan konveksi cenderung muncul ke daratan karena pemanasan siang hari. Saat ini, perlindungan di pegunungan bagian barat tidak begitu penting lagi, dan hujan atau badai petir yang berlangsung singkat dapat terjadi hampir di mana saja. Di malam hari awan menyebar.

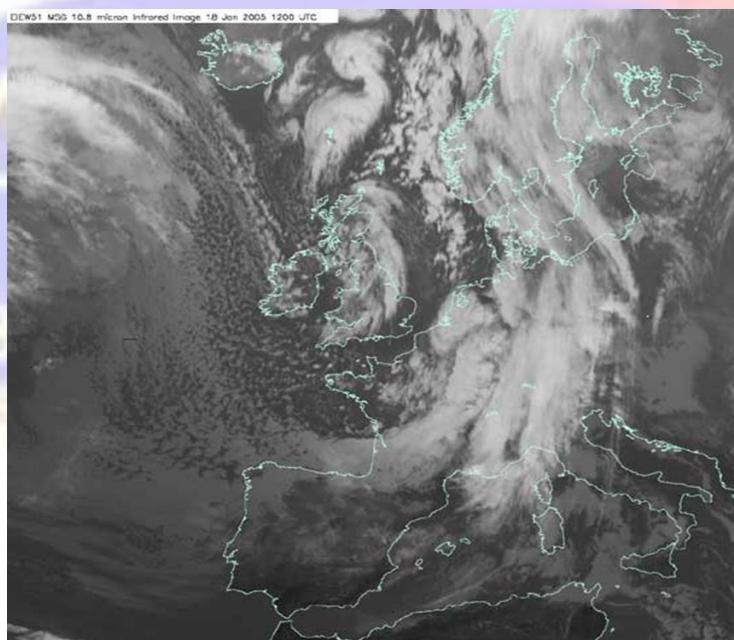
Bagan sinoptik di bawah ini menunjukkan situasi sinoptik yang khas di mana Kepulauan Inggris dipengaruhi oleh massa udara maritim kutub. Citra satelit inframerah dan tampak juga disediakan untuk waktu yang sama. Klik pada gambar untuk melihat versi yang lebih besar.



Gambar :

Sumber :

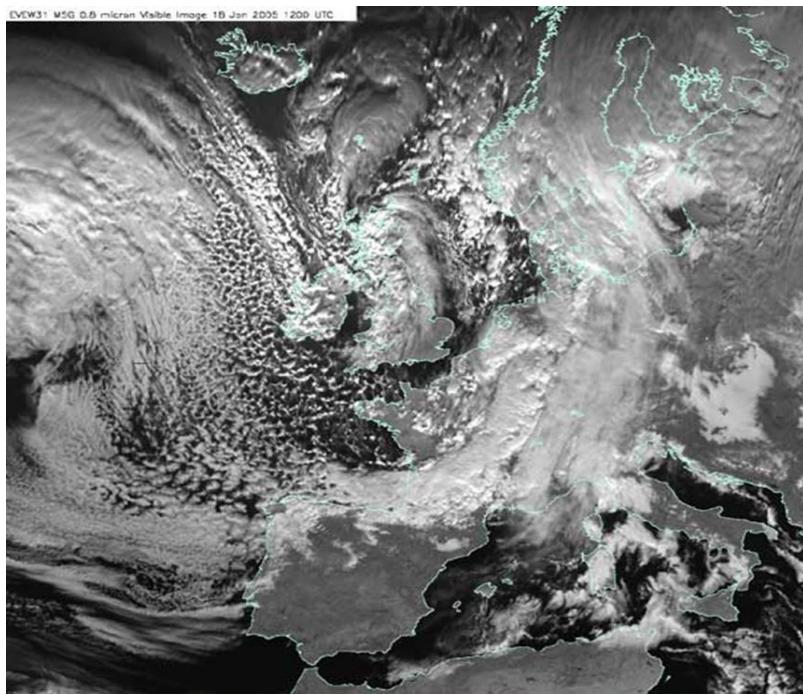
Bagan sinoptik (maritim kutub) 1200 UTC 18 Jan 2005 © Hak Cipta Met Office



Gambar inframerah (maritim kutub) 1200 UTC 18 Jan 2005 © Hak Cipta EUMETSAT/Met Office

Gambar :

Sumber :



Gambar terlihat (maritim kutub) 1200 UTC 18 Jan 2005 © Hak Cipta EUMETSAT/Met Office

Gambar :

Sumber :

#### e. Restore Polar Maritime

Udara maritim kutub yang kembali, seperti udara maritim kutub, berasal dari wilayah kutub, tetapi bergerak ke selatan sebelum berbelok ke utara menuju Kepulauan Inggris. Aliran udara maritim kutub yang kembali klasik terjadi ketika depresi besar terletak di suatu tempat di barat laut Kepulauan Inggris. Biasanya, setelah cuaca terkait telah melewatkannya, Kepulauan Inggris akan tertinggal dalam aliran udara maritim kutub barat laut. Namun, jika udara yang mencapai Kepulauan Inggris telah bergerak mengelilingi tepi selatan depresi dan angin berada di antara selatan dan barat daya, maka udara tersebut ditetapkan sebagai udara maritim kutub kembali.

Udara awalnya dingin, namun karena menempuh jalur laut yang panjang ke arah selatan melintasi Atlantik, lapisan bawah menjadi lebih hangat, lebih lembab, dan lebih tidak stabil. Namun, saat kembali ke utara, lapisan bawah menjadi lebih stabil dan mendingin. Campuran lapisan stabil di dekat permukaan dan lapisan tidak stabil di atas dapat menyebabkan berbagai macam cuaca. Di pantai dan perbukitan yang terbuka, kombinasi kadar air yang tinggi dan stabilitas tingkat rendah dapat menyebabkan awan stratus dan kabut perbukitan. Namun terkadang, lapisan yang tidak stabil menyebabkan terbentuknya awan cumulonimbus

dan hujan (dan terkadang badai petir). Lebih jauh ke pedalaman, campuran cuaca dapat terjadi – stratus terangkat dan menyebar, sehingga memungkinkan terjadinya hujan lebat.

1358



Gambar :

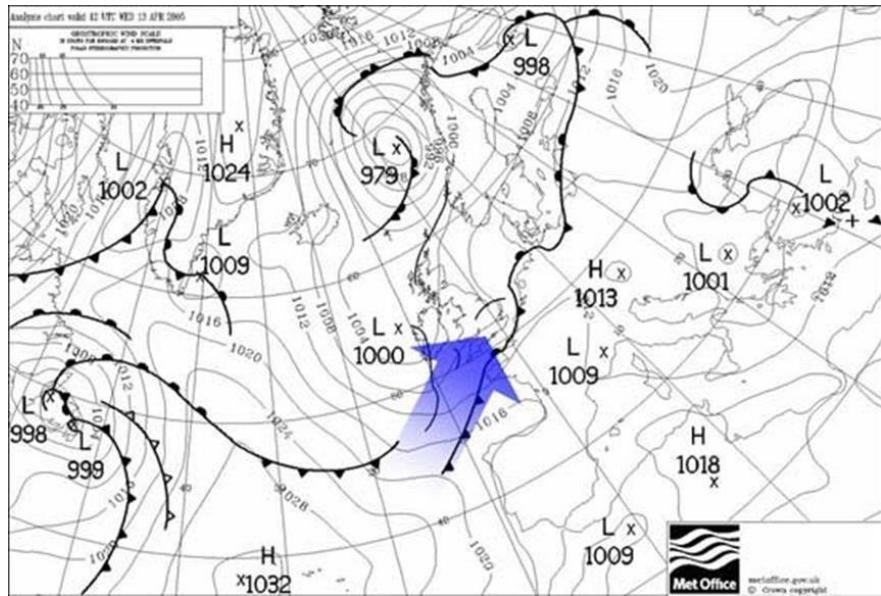
Sumber :

Inggris barat daya dan Wales biasanya merasakan kembalinya aliran udara maritim kutub; aliran udara seperti itu sangat umum terjadi di musim gugur. Lebih jauh ke utara dan timur, dengan sedikit perlindungan dari pegunungan, kondisinya cenderung lebih baik.

Daerah pantai timur mungkin cukup hangat, dengan hanya awan konveksi yang pecah. Pada malam hari, area ini biasanya cerah, kering, dan sejuk. Kadar air cukup tinggi, terutama di dekat pantai selatan, namun udara bersih biasanya berarti jarak pandang yang baik.

Hanya jika angin menjadi sangat sepoi-sepoi barulah kabut pedalaman terbentuk, dimana hujan sore telah membasihi tanah.

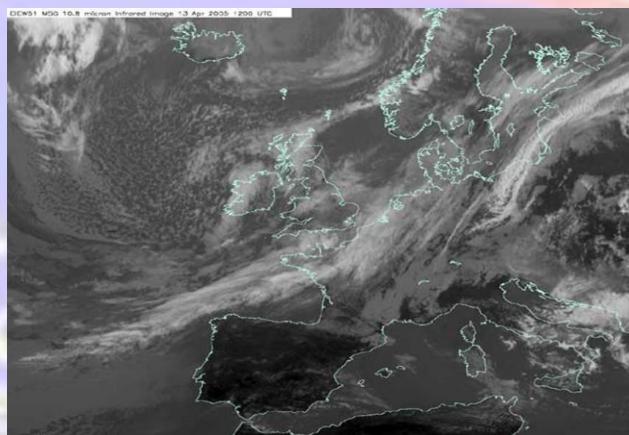
Bagan sinoptik di bawah ini menunjukkan situasi sinoptik yang khas di mana Kepulauan Inggris dipengaruhi oleh kembalinya massa udara maritim kutub. Citra satelit inframerah dan tampak juga disediakan untuk waktu yang sama. Klik pada gambar untuk melihat versi yang lebih besar.



Bagan sinoptik (kembalinya maritim kutub) 1200 UTC 13 Apr 2005 © Hak Cipta Met Office

Gambar :

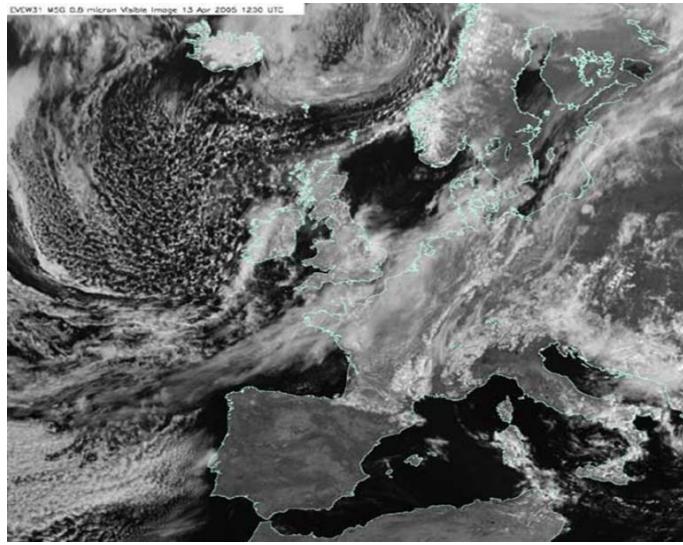
Sumber :



Citra inframerah (kembalinya maritim kutub) 1200 UTC 13 Apr 2005 © Hak Cipta EUMETSAT/Met Office

Gambar :

Sumber :



Gambar terlihat (kembalinya maritim kutub) 1200 UTC 13 Apr 2005 © Hak Cipta EUMETSAT/Met Office

Gambar :

Sumber :

#### f. Arktik

Udara Arktik jarang muncul di luar musim dingin dan lebih dingin serta kering dibandingkan PM, meskipun udara ini menyerap kelembapan yang cukup untuk menghasilkan hujan, biasanya berupa hujan es atau salju, di pantai dan perbukitan yang menghadap ke utara. Biasanya, pancuran ini tidak menyebar jauh ke daratan dan banyak tempat akan cerah dan cerah, meski agak dingin. Kadang-kadang, hujan tersebut tersusun dalam barisan hujan lebat dan, jarang, menjadi cekungan kecil yang dikenal sebagai Polar Lows, yang dapat menghasilkan hujan salju yang cukup lebat. Jika disertai angin



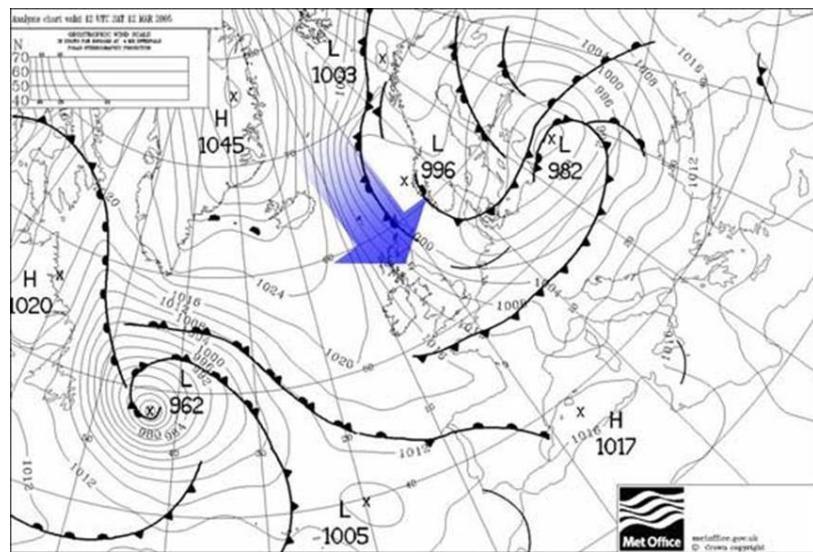
kencang, kondisi badai salju dapat terjadi, biasanya di Dataran Tinggi Skotlandia.

Gambar :

Sumber :

Bagan sinoptik di bawah menunjukkan situasi sinoptik yang khas di mana Kepulauan Inggris dipengaruhi oleh massa udara Arktik. Citra satelit inframerah dan tampak juga disediakan untuk waktu yang sama. Klik pada gambar untuk melihat versi yang lebih besar

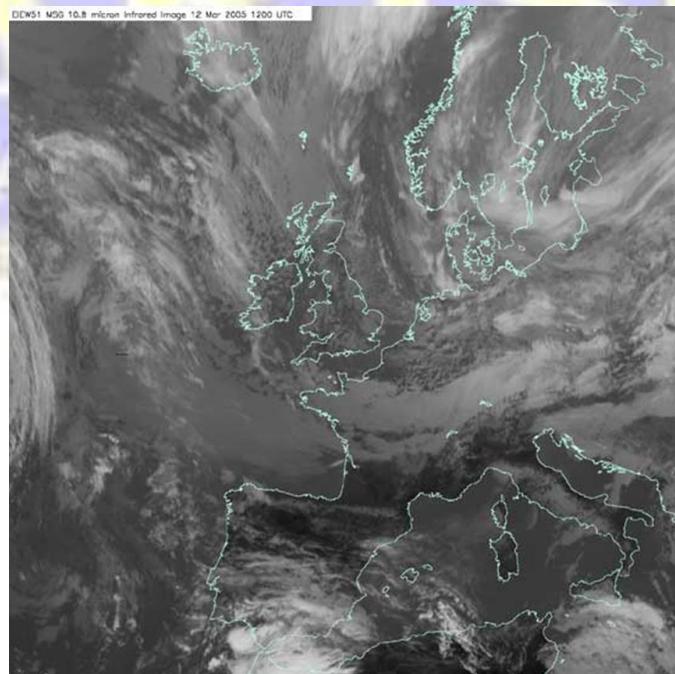
1361



Bagan sinoptik (Arktik) 1200 UTC 12 Mar 2005 © Hak Cipta Met Office

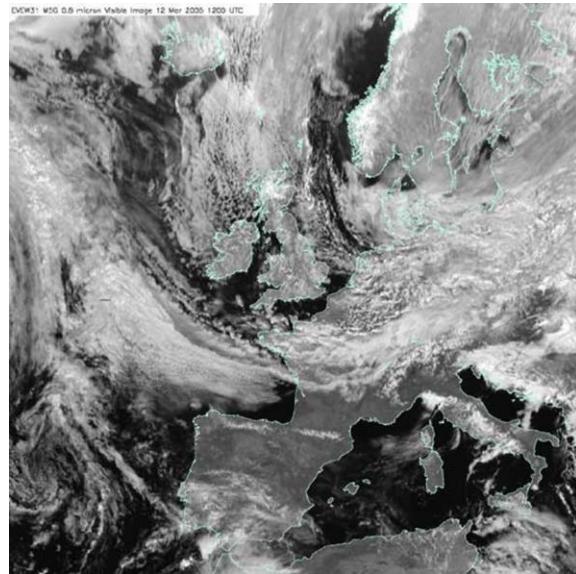
Gambar :

Sumber :



Gambar inframerah (Arktik) 1200 UTC 12 Mar 2005 © Hak Cipta EUMETSAT/Met Office

Gambar : Sumber :



Gambar terlihat (Arktik) 1200 UTC 12 Mar 2005 © Hak Cipta EUMETSAT/Met Office  
Gambar : Sumber :

### 10.3 Karakteristik massa udara

Kontinental Tropis (Tc)

	Musim panas		Musim dingin	
Suhu	Sangat hangat atau panas		Rata-rata	
Kelembaban	Relatif kering		Agak lembab	
	Jalur L aut Panjang		Jalur	Laut Pendek
Suhu	Dingin		Sangat dingin	
Kelembaban	Lembut	bawah lapisan	paling	Sangat kering
Perubahan Lapse Rate	Dipanaskan dari bawah		Sedikit	Perubahan
Stabilitas	Tidak stabil		Stabil	
Cuaca	Hujan atau hujan salju		Jernih	
Visibilitas	Bagus		Sedang atau buruk	

**Benua Kutub (Pc)****Maritim Tropis (Tm)**

	Terkena	Terlindung
<b>Suhu</b>	Dekat suhu laut	Hangat
<b>Kelembaban</b>	Sangat lembab	Lembap
<b>Perubahan Lapse Rate</b>	Didinginkan dari bawah	Dihangatkan di musim panas
<b>Stabilitas</b>	Stabil	Stabil
<b>Cuaca</b>	Awan rendah, gerimis	Awan pecah, kering
<b>Visibilitas</b>	Seringkali miskin karena kabut pantai	Sedang

**Maritim Kutub (Pm)**

<b>Suhu</b>	Agak dingin
<b>Kelembaban</b>	Lembap
<b>Suhu</b>	<b>Dingin (lebih dingin dari Pm)</b>
<b>Kelembaban</b>	ukup lembab (tidak lembab seperti Pm)
<b>Perubahan Lapse Rate</b>	dipanaskan dari bawah
<b>Suhu</b>	<b>Hangat (lebih hangat dari Pm)</b>
<b>Kelembaban</b>	Cukup lembab (tidak lembab seperti Pm)
<b>Perubahan Lapse Rate</b>	Dipanaskan dari bawah
<b>Stabilitas</b>	Tidak stabil
<b>Cuaca</b>	Hujan (terutama di pesisir)

## Maritim rktik (Am)

### Mengembalikan Maritim Kutub (rPm)

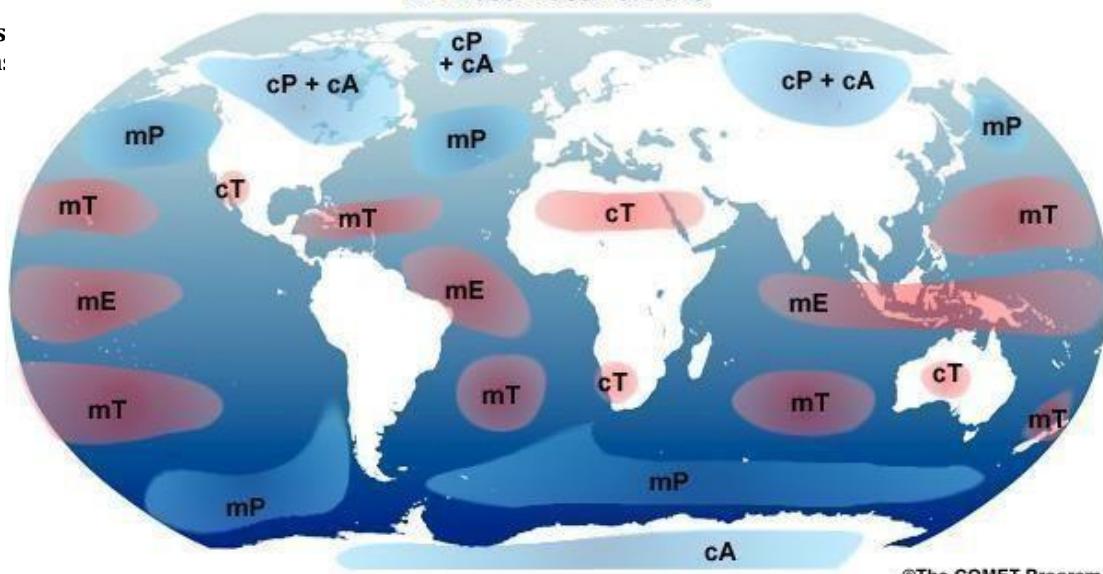
Stabilitas

Tidak stabil

Cuaca

Stabilitas  
Visibilitas

#### Air Mass Classifications



©The COMET Program

Gambar . Klasifikasi massa udara di seluruh dunia. Massa udara tropis berwarna merah terang.

Gambar :

Sumber :

### 10.4 Zona IKLIM

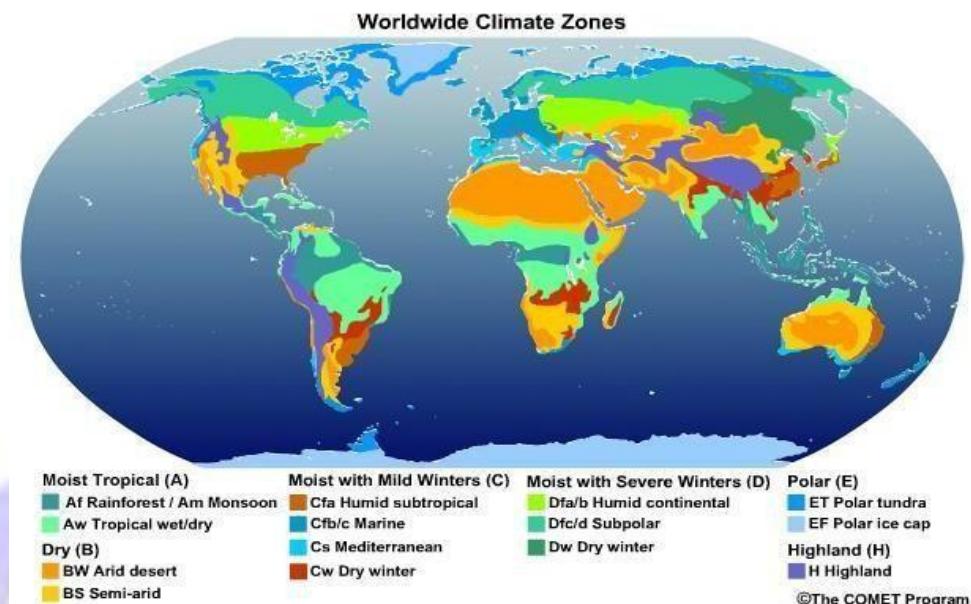
Iklim suatu wilayah ditentukan oleh karakteristik curah hujannya. Klasifikasi iklim yang lebih rumit muncul ketika pengaruh ketinggian dan topografi yang kompleks ditambahkan (Gambar 1.31). Klasifikasi iklim yang ditunjukkan pada Gambar 1.31 dikembangkan oleh **Wladimir Köppen** (1918) dan direvisi oleh Rudolf Geiger.

Ini mengkategorikan zona berdasarkan suhu ekstrem; jumlah dan jenis curah hujan serta musim curah hujan. Klasifikasi tiga huruf masing-masing mengidentifikasi iklim utama, curah hujan, dan suhu. Perhatikan bahwa zona iklim ini tidak memiliki batas yang tegas dan juga tidak statis. Terdapat transisi bertahap dari satu zona ke zona lainnya dengan subwilayah yang ditentukan oleh fisiografi lokal.

Iklim tropis lembab (Grup A , suhu rata-rata setiap bulan di atas 18°C)

### Af – hutan hujan tropis atau basah tropis

Curah hujan melimpah sepanjang tahun ( $> 60$  mm per bulan); kisaran suhu tahunan kurang dari  $3^{\circ}\text{C}$ ; kisaran suhu diurnal, rata-rata sekitar  $10^{\circ}\text{C}$ , lebih besar dari kisaran suhu tahunan; kekeruhan dan kelembaban tinggi suhu maksimum sedang. Iklim ini terdapat di wilayah dekat khatulistiwa (Gbr. 1.31).



Gambar (Gbr. 1.31). . Zona iklim berdasarkan klasifikasi Köppen.

Gambar :

Sumber :

### Am- monsun tropis

Curah hujan tahunan mirip dengan curah hujan tropis tetapi terganggu oleh sedikit atau tidak adanya curah hujan selama satu atau dua bulan. Iklim seperti ini ditemukan di sepanjang pantai barat daya India dan semenanjung Indochina, misalnya.

### Ah – tropis basah dengan musim dingin yang kering

Musim kemarau yang berbeda dengan curah hujan lebih sedikit dibandingkan iklim tropis lembab lainnya (satu bulan dengan curah hujan  $< 60$  mm); jumlah dan waktu curah hujan dapat sangat bervariasi dari satu tahun ke tahun berikutnya atau bahkan dalam satu musim; suhu lebih dingin di musim dingin, terutama pada malam hari karena kondisi kering. Daerah tropis basah-kering pada umumnya hanya berada di arah kutub dari daerah tropis basah dan monsun

**BWh - gersang dan panas**

Sedikit atau tidak ada curah hujan; curah hujan sangat tidak teratur dalam waktu dan frekuensi, suatu stasiun dapat menerima curah hujan tahunan dalam satu hari; kisaran suhu diurnal yang besar, mulai dari suhu terik maksimum di atas 45°C hingga suhu dingin minimum 25°C ke bawah; ditemukan terutama di daerah subtropis, berpusat di sepanjang Tropics of Cancer dan Capricorn dan membentang antara garis lintang 15° dan 30°. Iklim kering mendominasi Afrika bagian utara, Semenanjung Arab, Australia, dan pesisir barat benua di mana arus dingin memberikan pengaruh besar.

**BSh - setengah kering dan panas**

Transisi dari daerah tropis lembab ke daerah kering dimana curah hujan dapat berfluktuasi secara luas dari satu tahun ke tahun berikutnya; variabilitas seperti ini mempunyai konsekuensi yang sangat buruk di kawasan seperti Sahel, tepat di sebelah selatan Sahara. Ketika hujan terlambat, tidak cukup jauh di utara, atau berkurang jumlahnya, kegagalan panen telah menyebabkan kelaparan yang meluas.

Iklim lembab dengan musim dingin sejuk (Grup C)

**Cfa - lembab, subtropis**

Iklim ini ditemukan di beberapa daerah tropis, misalnya, bagian selatan Cina, Florida, dan pantai timur Meksiko, dimana pola ketinggian dan/atau sirkulasi atmosfer menciptakan kondisi serupa dengan daerah garis lintang tengah; musim dingin yang sejuk dengan suhu rata-rata dari -3°C hingga 18°C selama bulan terdingin; musim panas dan musim dingin yang berbeda dengan curah hujan yang cukup untuk diklasifikasikan sebagai lembab; cuaca musim dingin dapat berubah karena berlalunya siklon di garis lintang tengah; suhu musim panas lebih hangat dibandingkan di iklim tropis lembab.

**Cwa - musim dingin yang kering**

Berdekatannya dengan daerah tropis basah dan kering; ditemukan di bagian Afrika, Amerika Selatan, dan Asia yang dataran tinggi sehingga terlalu sejuk untuk dianggap tropis; iklim ini memiliki suhu yang mirip dengan musim dingin yang lembab, subtropis, tetapi kering.

### Iklim dataran tinggi (Grup H)

Seperti disebutkan sebelumnya, seiring dengan peningkatan ketinggian, suhu dan kadar air menurun. Di dataran tinggi di daerah tropis, iklimnya mirip dengan daerah sub-kutub; iklim dataran tinggi ditemukan di daerah tropis Afrika, Amerika, dan Asia.

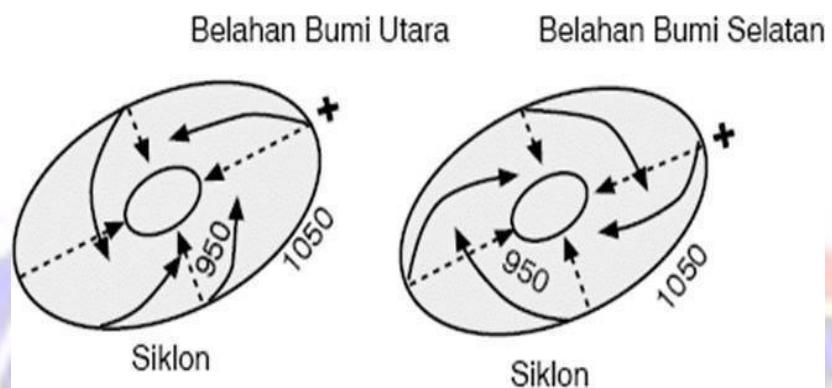


## BAB XI

# SIKLON DAN ANTISIKLON

### 11.1 Angin Siklon

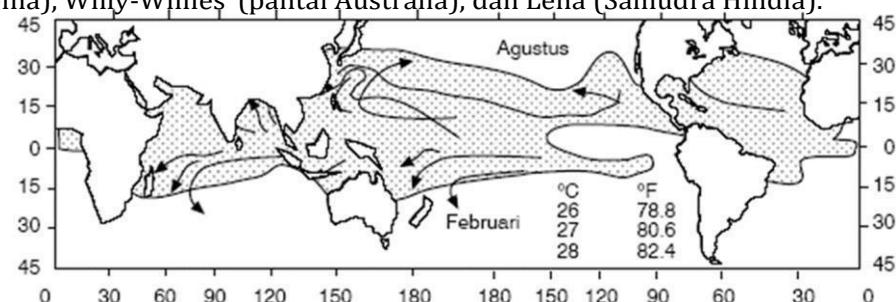
Siklon adalah angin yang masuk ke daerah pusat tekanan rendah (daerah depresi) yang dikelilingi oleh wilayah-wilayah pusat tekanan tinggi kemudian berputar mengelilingi garis-garis isobar. Arah putaran siklon di Belahan Bumi Utara berbeda dengan di Belahan Bumi Selatan. Gerakan siklon di Belahan Bumi Utara berlawanan dengan arah putaran jarum jam, sedangkan di Belahan Bumi Selatan searah dengan jarum jam.



### 11.1.2 Siklon Tropik

Secara umum, siklon dibedakan menjadi tiga, yaitu sebagai berikut:

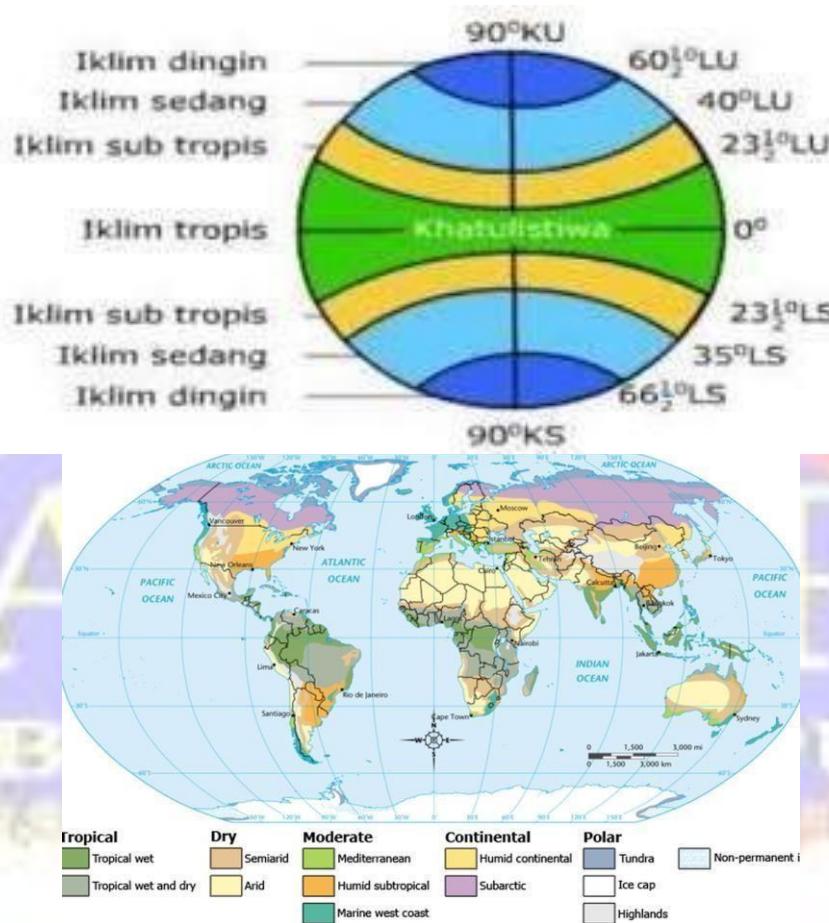
adalah siklon yang terjadi di wilayah-wilayah antara lintang  $10^{\circ}\text{LU}$ - $10^{\circ}\text{LS}$ . Sebagian besar siklon tropik terjadi pada akhir musim panas menjelang musim gugur. Beberapa contoh fenomena siklon tropik, antara lain Hurricane (Samudera Atlantik dan Pasifik Timur), Cathrine (Amerika Serikat), Typhoon (Samudera Atlantik Barat sekitar Kepulauan Jepang), Bagieros (pantai Filipina), Willy-Willies (pantai Australia), dan Lena (Samudra Hindia).



Pembagian siklon tropis berdasarkan garis lintang didasarkan pada lokasi tempat siklon tersebut terbentuk. Berikut adalah pembagian utamanya: 145

## 1. Zona Lintasan Utama (Tropical Zone)

Garis lintang:  $5^{\circ}$  hingga  $30^{\circ}$  dari khatulistiwa (baik di belahan bumi utara maupun selatan). Karakteristik: Siklon tropis biasanya terbentuk di zona ini karena adanya Coriolis Effect yang cukup untuk menghasilkan rotasi. Energi diambil dari suhu permukaan laut yang hangat (lebih dari  $26^{\circ}\text{C}$ ). Termasuk ke dalam siklon tropis yang umumnya dikenal (hurricane, typhoon, atau siklon tropis).



Gambar :

Sumber :

## 2. Zona Subtropis (Subtropical Zone)

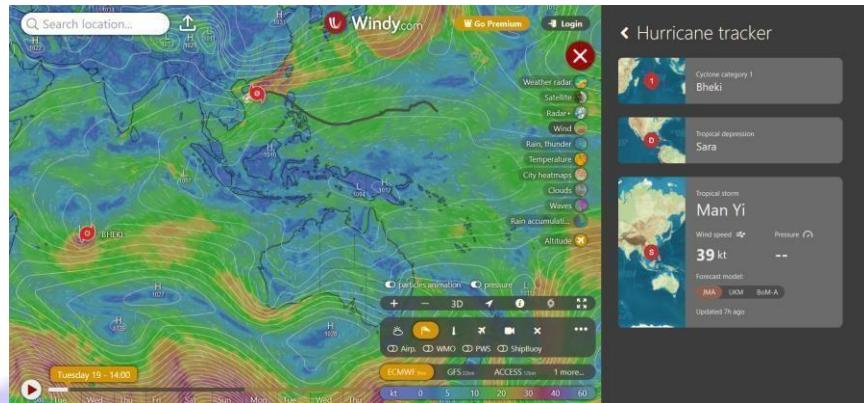
- Garis lintang:  $30^{\circ}$  hingga  $40^{\circ}$ .**
- Karakteristik:**
- Siklon yang berada di zona ini sering merupakan siklon tropis yang telah melintasi lintang tropis.
- Biasanya menunjukkan tanda transisi menjadi sistem non-tropis.
- Kecepatannya bisa lebih lambat dibandingkan di zona tropis, karena pergerakannya dipengaruhi oleh aliran angin baratan.

### 3. Zona Ekstratropis (Extratropical Zone)

Garis lintang:  $40^{\circ}$  hingga  $60^{\circ}$  atau lebih tinggi.

Karakteristik:

- Siklon tropis yang mencapai lintang ini sering kali berubah menjadi siklon ekstratropis.
- Sistem di zona ini cenderung kehilangan sifat tropisnya dan lebih didominasi oleh dinamika atmosfer seperti perbedaan suhu horizontal.
- Angin yang kuat sering diakibatkan oleh pertemuan massa udara hangat dan dingin.



Gambar :  
Sumber :

### 4. Faktor Lain yang Mempengaruhi Siklon Tropis:

- Lintang  $<5^{\circ}$ : Siklon tropis jarang terbentuk karena gaya Coriolis yang terlalu lemah untuk menghasilkan rotasi yang cukup.
- Musiman: Pembentukan siklon tropis di lintang-lintang tertentu juga sangat dipengaruhi oleh musim dan suhu permukaan laut. Misalnya, di Pasifik Barat, musim siklon terjadi terutama antara Mei dan Oktober.

Siklon tropis dapat berkembang menjadi sistem yang lebih kuat atau melemah saat bergerak melintasi berbagai garis lintang, tergantung pada lingkungan atmosfer dan suhu permukaan laut.

Diameter angin siklon tropik  $\pm 100.500$  km, kecepatannya antara 100 - 500 km/jam. Gradien barometernya antara 50 - 100 mb.

Di beberapa negara badai siklon diberi nama-nama khusus sesuai dengan bahasa negara masing-masing, dan umumnya menggunakan nama wanita, antara lain:

Di Samudera Atlantik dan Pasifik Timur dinamai Hurricanes artinya Dewa Kehancuran.

- o. Di Samudera Atlantik Barat , masyarakat Jepang menyebutnya Typhoon.
- p. Di Filipina disebut Begieros (nama satu kota).
- q. Di Australia disebut Willy-Willies.
- r. Di Samudera Hindia disebut Siklon Tropik Lena (nama wanita).
- s. Di beberapa tempat lain diberi nama Siklon Anna, Dora, Corrie, Diana, Elly dan sebagainya.

#### a. PEMBENTUKAN SIKLON TROPIS

Ada beberapa kondisi yang harus terjadi apabila suatu siklon tropis akan muncul, yaitu :

- a. Cukupnya sumber energi permukaan
- b. Ada beda angin (shear) yang cukup
- c. Adanya gangguan cuaca
- d. Rotasi bumi (coriolis)
- e. Arus keluar lapisan troposfer atas

Kelima faktor tersebut harus terpenuhi untuk dapat menghasilkan siklon tropis.

#### b. Peluruhan Siklon Tropis

Peluruhan siklon tropis dapat terjadi apabila ada beberapa unsur yang hilang, yaitu :

- a) Sumber energi permukaan menjadi Lemah
- b) Shear angin yang besar
- c) Konvergensi di lapisan Troposfer Atas

Ketika terjadi peristiwa diatas, maka intensitas dari siklon tropis akan melemah sehingga perkembangannya akan melambat.

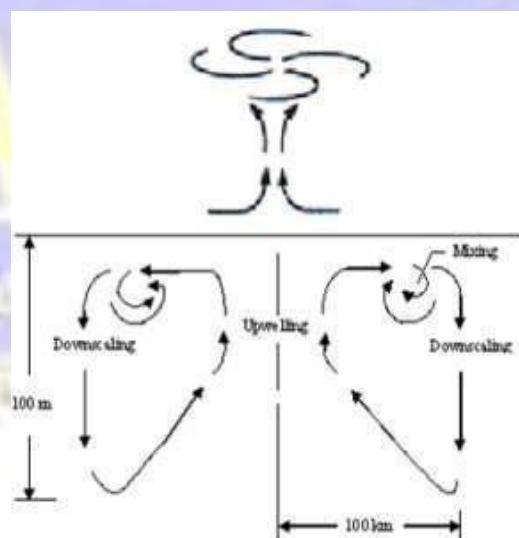
#### Bagaimana terbentuknya siklon tropis?

Untuk terbentuknya sebuah siklon tropis ada beberapa kondisi pendukung yang harus terdapat

di lingkungan (Gray 1968,1979):

- a) Suhu muka laut yang hangat (paling kurang 26.5 °C) dalam kedalaman yang cukup (tidak tahu kedalaman pasti, tetapi paling tidak 50 m). Air hangat diperlukan sebagai heat engine dari siklon tropis.
- b) Kolom udara yang mendingin secara cepat dengan ketinggian yang cukup berpotensi tidak stabil untuk proses konveksi lembab. Aktivitas kilat dan petir yang menyebabkan energi panas tersimpan di air laut dan dilepaskan ke atmosfer untuk perkembangan siklon tropis.
- c) Lapisan lembab relatif dekat lapisan troposfer tengah (5 km), lapisan udara kering pada

- d) Jarak minimal dari garis ekuator sekitar 500 km. Untuk siklon tropis, dibutuhkan keberadaan gaya coriolis untuk memberikan kesetimbangan gradien angin. Tanpa adanya gaya coriolis tersebut keberadaan tekanan rendah tidak dapat terjaga.
- e) Keberadaan di dekat permukaan dari gangguan dengan cukup gaya vortisitas dan konvergensi. Siklon tropis tidak dapat terjadi seketika. Untuk berkembang, mereka membutuhkan sistem yang terorganisasi lemah dengan pusaran yang berukuran dan daya hisap pada lapisan bawah.
- f) Nilai gesekan angin vertikal yang kecil (kurang dari 10 m/s) antara permukaan dan lapisan troposfer atas. Gesekan angin vertikal adalah besaran perubahan angin terhadap vertikal. Nilai gesek angin vertikal yang besar akan mengganggu aktivitas siklon dan menghalangi pertumbuhan, atau, jika sebuah siklon tropis telah terbentuk, gesekan vertikal yang besar akan memperlambat atau menghancurkan siklon tropis dengan mengintervensi pembentukan konveksi tinggi pada sekitar pusat siklon.

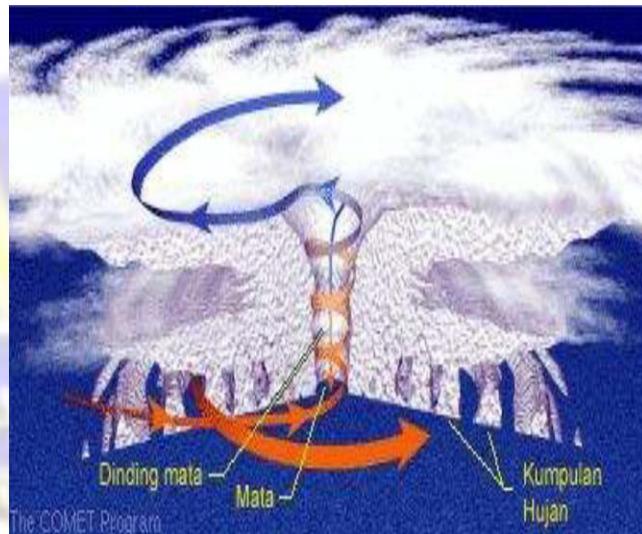
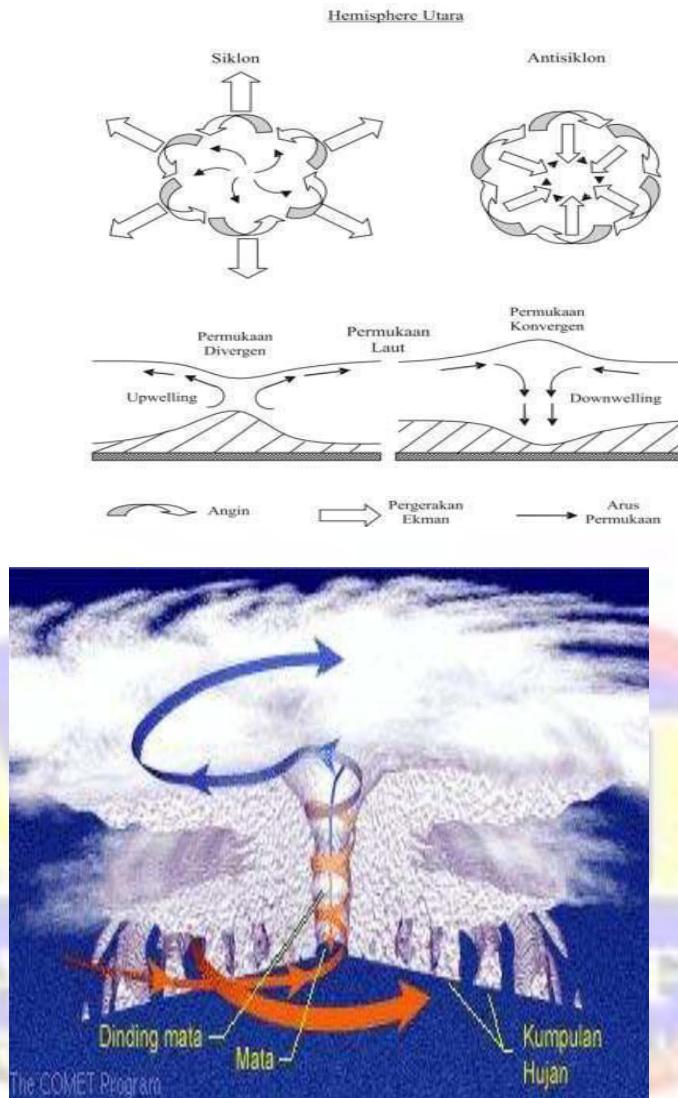


Proses pusaran atmosfer (seperti siklon tropis) dan efeknya di bawah laut

Gambar :

Sumber :

Emanuel 1993) telah mengidentifikasi bahwa sistem badai besar (disebut sebagai *mesoscale convective complexes [MCC]*) seringkali menghasilkan sebuah pusat pusaran yang stabil dan hangat dengan ekor altostratus dari pusat MCC. Vortisitas skala meso ini dapat mencapai hingga 100 atau 200 km, yang terkuat di lapisan atmosfer tengah (5 km) dan tidak memiliki bekas apapun di permukaan.



Efek perubahan tinggi muka laut dan lapisan termokline pada saat terjadinya pola siklonik seperti siklon tropis.

Gambar :  
 Sumber :

Zehr (1992) memberikan hipotesis kemungkinan pembentukan siklon tropis dalam dua tahap

1. terjadi ketika MCC menghasilkan vortisitas / pusaran skala meso.
2. terjadi ketika tiupan kedua dari konveksi pada skala meso menghasilkan proses penguatan atau penurunan tekanan udara permukaan dan kekuatan angin pusaran.

## Periode Siklon Tropis dan Ukuran Siklon Tropis

Ada beberapa istilah mengenai periode dan ukuran dari siklon

tropis yang terjadi, yaitu

- o **Siklon Tropis Kecil (Chloe)** -----> 100 km
- o **Siklon Tropis Besar (Orshon)** > 500 km

Hal yang harus kita tahu bahwa tidak selalu ukuran sebanding dengan dampak yang ditimbulkan oleh siklon tropis (Siklon Tracy).

Mata siklon ditandai dengan wilayah angin calm, biasanya memiliki diameter 10 – 80 km. Periode hidup siklon biasanya 1 -20 hari dengan rata-rata 9 hari ( Siklon Pancho, 1997, bertahan hingga 18 Hari).

### c. Siklus Hidup Siklon Tropis

Siklon tropis mempunyai daur hidup mulai dari proses pembentukannya hingga saat kepunahannya.

Siklus hidup siklon tropis dapat dibagi menjadi 4(empat) tahapan, yaitu :

#### 1. Tahap pembentukan

Ditandai dengan adanya gangguan atmosfer. Jika dilihat dari citra satelit cuaca, gangguan ini ditandai dengan wilayah konvektif dengan awan-awan cumulonimbus. Pusat sirkulasi seringkali belum terbentuk, namun kadangkala sudah nampak pada ujung sabuk perawan yang membentuk spiral.

#### 2. Tahap belum matang

Pada tahap ini wilayah konvektif kuat terbentuk lebih teratur membentuk sabuk perawan melingkar

(berbentuk spiral) atau membentuk wilayah yang bentuknya relatif bulat. Intensitasnya meningkat secara simultan ditandai dengan tekanan udara permukaan yang turun mencapai kurang dari 1000 mb serta kecepatan angin maksimum yang meningkat hingga mencapai gale

force wind (kecepatan angin  $\geq 4$  knot atau 6 km/jam). Angin dengan kecepatan maksimum terkonsentrasi pada cincin yang mengelilingi pusat sirkulasi. Pusat sirkulasi terpantau jelas dan mulai tampak terbentuknya mata siklon.

#### 3. Tahap matang

Pada tahap matang, bentuk siklon tropis cenderung stabil. Tekanan udara minimum di pusatnya dan angin maksimum di sekelilingnya yang tidak banyak mengalami fluktuasi berarti. Sirkulasi siklonik dan wilayah dengan gale force wind meluas, citra satelit cuaca menunjukkan kondisi

perawanannya teratur dan lebih simetris. Pada siklon tropis yang lebih kuat dapat jelas terlihat adanya mata siklon. Fenomena ini ditandai dengan wilayah bersuhu paling hangat di tengah-tengah sistem perawanannya dengan angin permukaan yang tenang dan dikelilingi oleh dinding perawanannya konvektif tebal di sekelilingnya (dinding mata). Kecuali jika siklon tropis berada di wilayah yang sangat mendukung perkembangannya, tahap matang biasanya hanya bertahan selama kurang lebih 24 jam sebelum intensitasnya mulai melemah.

#### 4. Tahap pelemanahan

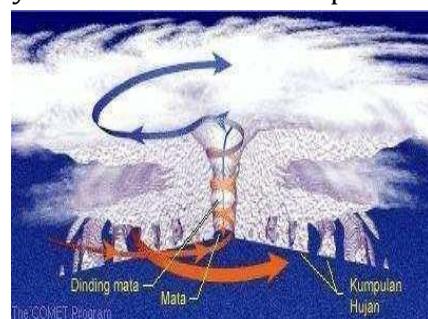
Pada tahap punah, pusat siklon yang hangat mulai menghilang, tekanan udara meningkat dan wilayah

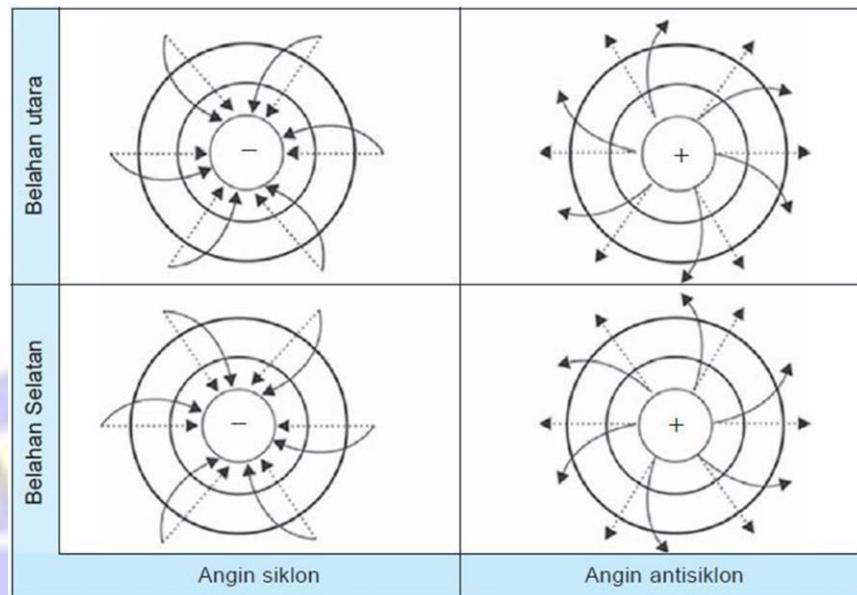
dengan kecepatan angin maksimum meluas dan melebar menjauh dari pusat siklon. Tahap ini dapat terjadi dengan cepat jika siklon tropis melintas di wilayah yang tidak mendukung bagi pertumbuhannya, seperti misalnya memasuki wilayah perairan lintang tinggi dengan suhu muka laut yang dingin atau masuk ke daratan.

Dari citra satelit dapat terlihat jelas bahwa wilayah konvektif siklon tropis tersebut berkurang, dan sabuk perawanannya perlahan menghilang. Waktu rata-rata yg dibutuhkan sebuah siklon tropis dari mulai tumbuh hingga punah adalah sekitar 7 (tujuh) hari, namun variasinya bisa mencapai 1 hingga 30 hari.

Kondisi susunan siklon tropis terdiri dari 3 bagian, yaitu :

- a. Bagian luar, memangjang dari pinggiran badai. Angin akan bertambah kencang saat menuju pusat badai.
- b. Sekitar mata, kondisi angin maksimum terjadi di sekitar mata, dimana pada daerah ini akan membentuk tembok awan yang sangat besar akibat dari konveksi yang kuat dan juga akan menghasilkan hujan badai yang lebat
- c. Mata, di daerah mata, terjadi angin yang teduh/calm. Pada bagian ini, udara bergerak naik ke atas dan menyebar setelah berada di puncak siklon.





Gambar :

Sumber :

Tanda-tanda akan terjadi badai tropis di lautan dapat diamati melalui beberapa fenomena meteorologi. Berikut adalah beberapa tanda yang umum terjadi sebelum badai tropis terbentuk atau mendekati suatu area:

1. Tekanan Udara Rendah (Low Pressure)

Salah satu indikator utama adalah penurunan tekanan udara secara signifikan. Sistem badai tropis biasanya berkembang di daerah tekanan rendah, yang dikenal sebagai low-pressure area.

2. Angin yang Semakin Kuat

Angin permukaan mulai bertambah kencang, sering kali datang dari arah yang tidak biasa. Pola angin biasanya melingkar, dengan arah yang berlawanan jarum jam di belahan bumi utara dan searah jarum jam di belahan bumi selatan.

3. Awan Gelap dan Tebal (Cumulonimbus)

Munculnya awan tebal yang menjulang tinggi (cumulonimbus) adalah tanda perkembangan badai. Awan ini sering diikuti oleh hujan deras dan petir.

#### 4. Peningkatan Curah Hujan

Sebelum badai tropis mencapai kekuatan penuh, curah hujan biasanya meningkat secara bertahap, menjadi lebih lebat dan meluas.

#### 5. Suhu Permukaan Laut yang Hangat

Badai tropis biasanya terbentuk di atas perairan dengan suhu permukaan laut lebih dari 26,5°C. Suhu yang hangat ini memberikan energi bagi pembentukan badai.

#### 6. Gelombang Laut Tinggi

Gelombang laut menjadi lebih besar dan tidak teratur. Ini sering terjadi sebelum badai mencapai daratan.

#### 7. Munculnya Efek Korolis

Pola rotasi melingkar akibat efek Coriolis (rotasi Bumi) mulai terlihat di sistem awan.

#### 8. Kecepatan Angin Tinggi di Ketinggian Rendah

Pengamatan angin di ketinggian rendah (sekitar 850 hPa) menunjukkan adanya konvergensi (angin bertemu). Hal ini mengindikasikan peningkatan aktivitas badai.

#### 9. Data dari Alat Pengamatan

Alat seperti radar cuaca, satelit, dan buoy laut memberikan indikasi yang lebih akurat, termasuk adanya pusat siklonik (mata badai) dan pergerakan pola angin.

#### 10. Peringatan dari Pusat Meteorologi

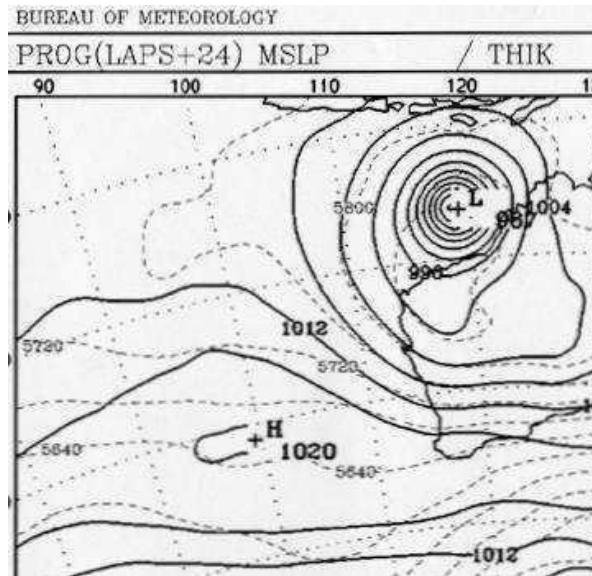
Sebelum badai terjadi, lembaga meteorologi seperti BMKG (di Indonesia) atau NOAA (di Amerika Serikat) biasanya mengeluarkan peringatan dini berdasarkan pengamatan cuaca dan model prediksi.

### **Langkah Pencegahan**

Jika tanda-tanda ini terdeteksi, terutama di lautan, kapal harus segera mencari informasi dari pusat meteorologi, menghindari jalur badai, dan bersiap untuk menghadapi kondisi cuaca ekstrem. Peralatan keselamatan harus dipastikan dalam kondisi siap digunakan.

### **E. Cara Memprediksi Pergerakan Siklon**

Ada beberapa cara dalam melakukan prediksi pergerakan siklon, kebanyakan para forcaster menggunakan model atmosfer, yaitu :



Gambar : Sumber :

1. Model konseptual (berdasar pada pengetahuan forecaster)
2. Metode Persistensi (Mengikuti tren pembentukan yang sebelumnya)
3. Teknik Statistik (menggunakan data statistik siklon tropis)
4. Model atmosfer (skala lokal dan global)

### 11.1.2 Siklon Ekstra Tropik

adalah siklon yang terjadi di daerah iklim sedang antara lintang  $35^{\circ}$ – $65^{\circ}$ , baik lintang utara maupun selatan. Badai ini terjadi akibat pertemuan massa udara panas yang datang dari wilayah subtropik dengan massa udara dingin yang datang dari daerah kutub. Pertemuan kedua massa udara tersebut dinamakan bidang front, yaitu di sekitar wilayah front tempat bertemuannya massa angin barat yang panas dan angin timur yang dingin. Tekanan udara  $\pm 15$  mb dan kecepatannya  $\pm 30$  km/jam.

### 11.1.3 Tornado

adalah siklon lokal di Amerika Serikat dengan putaran angin yang relatif kecil tapi memiliki kecepatan gerak yang sangat tinggi sehingga sering kali menghancurkan daerah-daerah yang dilaluinya.

#### 11.1.4 Persiapan Menghadapi Badai Dan Manuver Kapal Saat Menghindari Badai

##### A. Persiapan Menghadapi Cuaca Buruk atau Badai

Persiapan kapal untuk berlayar dalam kondisi cuaca buruk dan badai tropis sangat penting untuk memastikan keselamatan awak, muatan, dan kapal itu sendiri. Berikut langkah-langkah persiapan yang harus dilakukan:

###### 1. Pemantauan Cuaca

###### a. Informasi Cuaca:

- Dapatkan pembaruan cuaca dari badan meteorologi seperti BMKG, NOAA, atau sistem pengamatan cuaca kapal (weather fax, satelit, atau aplikasi pelayaran).
- Amati pola angin, tekanan udara, dan kemungkinan badai tropis di jalur pelayaran.

###### b. Barometer:

Perhatikan penurunan tekanan udara secara drastis sebagai indikasi awal badai tropis.

###### 2. Inspeksi dan Pemeliharaan Kapal

###### a. Lambung Kapal:

Pastikan tidak ada kerusakan atau kebocoran pada lambung.

###### b. Peralatan Navigasi:

Cek radar, GPS, AIS, kompas, dan sistem komunikasi agar berfungsi dengan baik.

###### c. Mesin Utama dan Generator:

Pastikan dalam kondisi optimal untuk menghadapi kebutuhan tenaga ekstra saat badai.

###### d. Pompa Pembuangan Air (Bilge Pump):

Pastikan pompa siap digunakan untuk mengatasi kebocoran atau air masuk akibat gelombang.

###### e. Sistem Kemudi:

Periksa sistem kemudi dan pastikan roda kemudi responsif.

###### 3. Penyiapan Muatan dan Peralatan

###### a. Muatan:

- 1) Amankan semua muatan dengan pengikat kuat untuk mencegah pergeseran saat kapal bergoyang.
- 2) Untuk kapal kontainer, pastikan kontainer ditumpuk sesuai aturan stabilitas (berat di bawah, ringan di atas).

- b. Peralatan Dek:
  - a. Ikat peralatan di dek seperti tali, jangkar, dan peralatan lainnya untuk mencegah kerusakan atau terlempar.
  - c. Barang Bergerak:
    - Pastikan semua barang di dalam kabin atau ruang mesin terikat dengan aman.

#### **4. Perencanaan Jalur Pelayaran**

- a. Menghindari Badai:
  - a. Rencanakan jalur alternatif yang menjauh dari pusat badai.
  - b. Pertimbangkan untuk mengubah rute atau menunda keberangkatan jika badai tidak dapat dihindari.
- b. Pilih Lokasi Perlindungan:
  - Identifikasi pelabuhan atau area perlindungan terdekat jika kondisi memburuk.

#### **5. Latihan dan Kesiapsiagaan Awak Kapal**

Latihan Darurat:

- a. Lakukan simulasi menghadapi badai, termasuk penggunaan sekoci, alat pemadam kebakaran, dan alat komunikasi darurat.
- b. Pemeriksaan Perlengkapan Keselamatan:
  - Pastikan semua awak memiliki jaket pelampung, harness, dan akses ke rakit penyelamat (liferaft).
- c. Komunikasi Internal:
  - Pastikan semua awak memahami tugas dan tanggung jawab masing-masing selama badai.

#### **6. Pengelolaan Stok dan Bahan Bakar**

- a) Bahan Bakar:
  - Isi tangki bahan bakar hingga penuh untuk memastikan cukup tenaga jika kapal harus bermanuver jauh dari badai.
- b) Stok Logistik:
  - Siapkan makanan, air bersih, dan obat-obatan darurat untuk mengantisipasi keterlambatan perjalanan.

## 7. Pemberitahuan kepada Pihak Berwenang

Pemberitahuan Keberangkatan:

Laporkan rencana perjalanan kepada otoritas maritim setempat.

## 8. Evaluasi Stabilitas Kapal

### a. Distribusi Beban:

Pastikan beban kapal terdistribusi dengan baik agar stabilitas tetap terjaga, terutama saat menghadapi gelombang besar.

### b. Freeboard:

Periksa tinggi lambung terhadap permukaan air untuk memastikan tidak terlalu rendah saat gelombang besar menghantam.

## 9. Tunda Keberangkatan Jika Diperlukan

Jika badai tidak dapat dihindari, keputusan terbaik adalah menunda keberangkatan sampai cuaca membaik. Keselamatan harus menjadi prioritas utama.

## B. Manuver Kapal Saat menghadapi Cuaca buruk dan Badai

Manuver kapal saat menghadapi cuaca buruk dan badai tropis harus dilakukan dengan hati-hati untuk menjaga stabilitas kapal, keselamatan awak, dan kelancaran operasi. Berikut adalah strategi manuver yang direkomendasikan:

### 1. Menghindari Pusat Badai

#### a. Kenali Posisi Badai:

- Gunakan informasi cuaca, radar kapal, dan barometer untuk menentukan lokasi dan arah pergerakan badai.
- Tekanan udara rendah dan perubahan arah angin signifikan menunjukkan kedekatan dengan pusat badai.

### Belahan Bumi Utara (Northern Hemisphere):

Hindari sisi kanan jalur badai (semicircle berbahaya).

Manuver menuju sisi kiri badai (navigable semicircle), menjauh dari pusat badai.

## **Belahan Bumi Selatan (Southern Hemisphere):**

Hindari sisi kiri jalur badai dan bergerak ke sisi kanan untuk menjauh dari pusat badai.

### **2. Menjaga Haluan Kapal**

#### **a. Menghadapkan Kapal ke Gelombang:**

Haluan kapal harus diarahkan ke gelombang dengan sudut 30-45 derajat.

Ini membantu mengurangi tekanan langsung pada lambung kapal dan mencegah kapal tergulung (capsize) akibat gelombang samping.

#### **b. Hindari Gelombang dari Samping:**

Gelombang yang datang dari samping dapat menyebabkan

kapal berguling hebat (rolling), sehingga mengurangi stabilitas.

### **3. Mengontrol Kecepatan**

#### **a. Kurangi Kecepatan:**

Turunkan kecepatan untuk meminimalkan tekanan pada struktur kapal dan menjaga kontrol selama manuver. Kecepatan yang terlalu tinggi meningkatkan risiko kapal dihantam gelombang besar secara langsung.

#### **b. Gunakan Mesin untuk Stabilitas:**

Pertahankan tenaga mesin secukupnya agar kapal tetap bisa bermanuver menghadapi arus dan angin kencang.

### **4. Menyesuaikan Posisi Kapal**

#### **c) Hindari Area Perairan Dangkal:**

Gelombang di perairan dangkal dapat menjadi lebih tinggi dan tidak teratur, meningkatkan risiko kapal kandas.

#### **d) Cari Perlindungan:**

Jika memungkinkan, cari pelabuhan aman atau area perlindungan seperti teluk untuk berlindung dari badai.

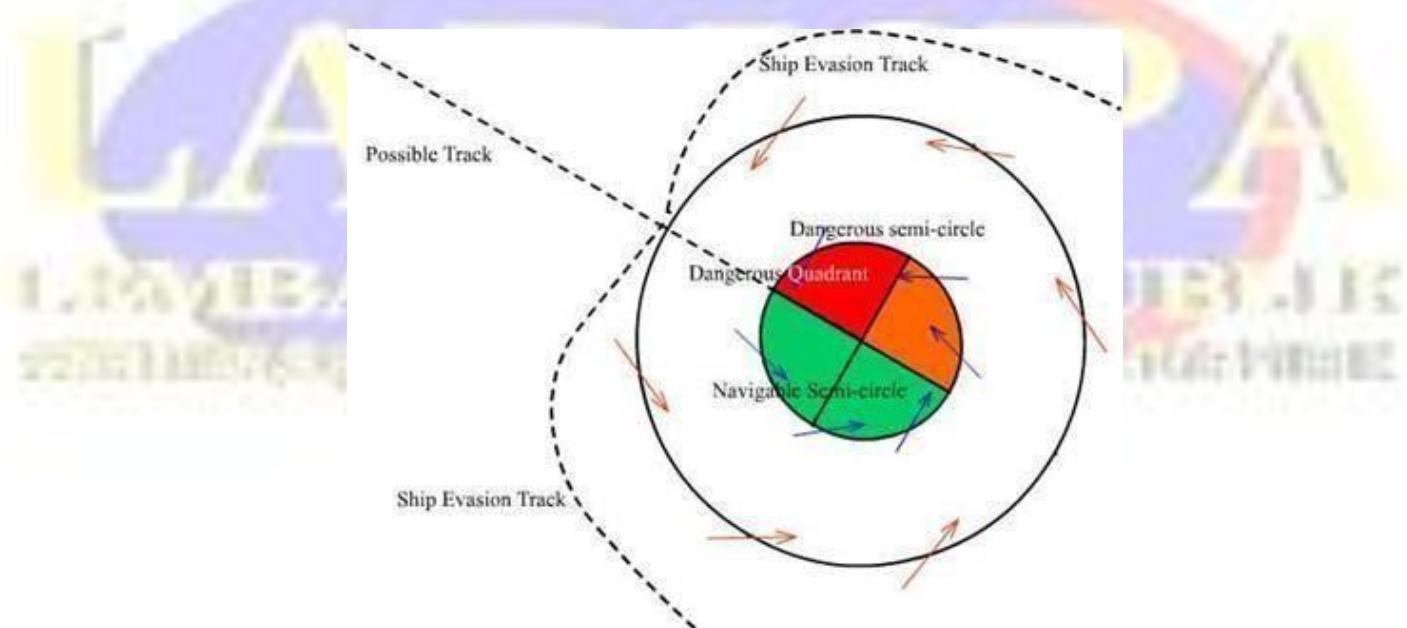
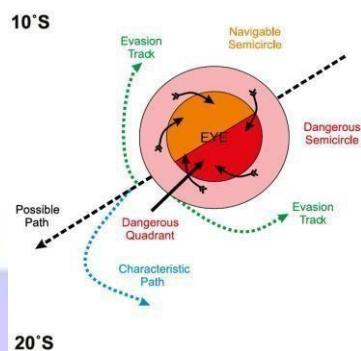
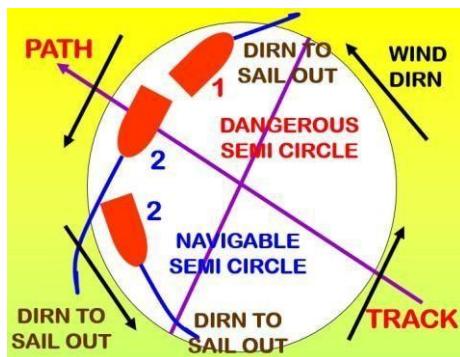
## 5. Stabilitas Kapal

### e) Distribusi Muatan:

Pastikan muatan terikat kuat dan distribusinya menjaga pusat gravitasi kapal tetap rendah.

### f) Hindari Air Masuk ke Lambung:

Pastikan pintu dan lubang kedap air tertutup rapat. Segera aktifkan pompa pembuangan jika air mulai masuk ke lambung kapal.



Gambar :  
Sumber :

## 11.2 ANTI SIKLON

Badai anti-siklon adalah fenomena atmosfer yang ditandai oleh sistem tekanan tinggi dengan aliran angin yang berputar menjauh dari pusat tekanan tinggi. Terbentuknya badai anti-siklon dipengaruhi oleh beberapa faktor atmosfer berikut :

### A. Proses Terbentuknya Anti-Siklon

1. Adanya Sistem Tekanan Tinggi
  - Anti-siklon terbentuk di wilayah dengan tekanan atmosfer tinggi akibat massa udara yang lebih dingin dan lebih berat dibandingkan sekitarnya.
  - Tekanan tinggi ini terjadi karena udara di atmosfer bagian atas mengalami subsidence (penurunan udara ke bawah), yang menyebabkan pemanatan udara di permukaan.
2. Pengaruh Gaya Coriolis
  - Rotasi bumi menyebabkan arah pergerakan angin berbelok:
  - **Belahan Bumi Utara:** Angin bergerak searah jarum jam di sekitar pusat tekanan tinggi.
  - **Belahan Bumi Selatan:** Angin bergerak berlawanan dengan arah jarum jam.
3. Divergensi Udara di Permukaan
  - Udara bergerak menjauh dari pusat tekanan tinggi di permukaan, menciptakan divergensi horizontal.
  - Divergensi ini menyebabkan udara di atasnya turun untuk menggantikan udara yang menjauh, memperkuat sistem tekanan tinggi.
4. Udara yang Stabil
  - Udara yang turun dalam sistem anti-siklon mengalami pemanasan adiabatik, yaitu udara memanas saat menurun akibat peningkatan tekanan.
  - Pemanasan ini menyebabkan udara menjadi lebih kering, sehingga cenderung menghambat pembentukan awan dan curah hujan.

**e. Langit Cerah:**

Udara yang turun meminimalkan pembentukan awan dan sering kali menghasilkan kondisi cuaca yang stabil dan cerah.

**f. Pergerakan Lambat:**

Sistem anti-siklon bergerak lebih lambat dibandingkan siklon karena tidak memiliki energi dari konveksi udara panas.

**g. Angin yang Relatif Lemah:**

Karena gradien tekanan (perbedaan tekanan) biasanya tidak setajam pada siklon, angin di sekitar anti-siklon cenderung lebih lemah.

**C. Penyebab Umum Terbentuknya Zona Subtropis:**

Anti-siklon subtropis terbentuk di wilayah sabuk tekanan tinggi permanen, seperti di sekitar  $30^{\circ}$  lintang utara dan selatan, akibat sirkulasi atmosfer global (Hadley Cell).

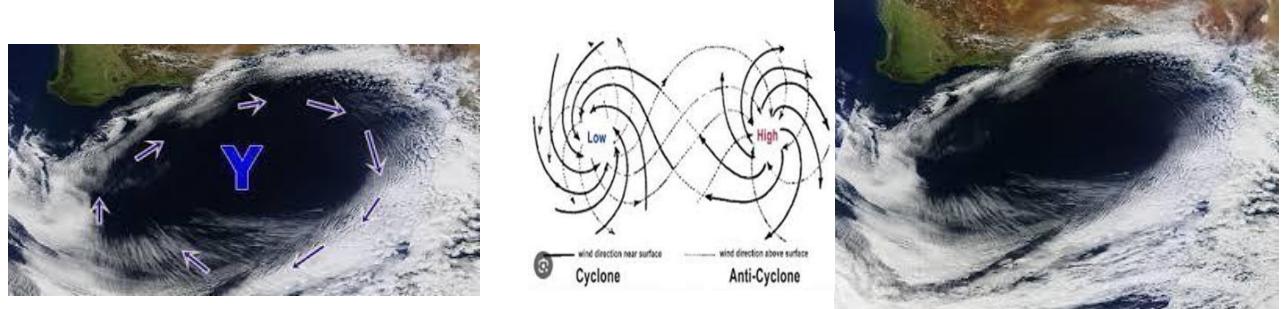
**Zona Termal:**

Di lintang tinggi, anti-siklon dapat terbentuk akibat pendinginan permukaan yang intensif, seperti di atas daratan pada musim dingin.

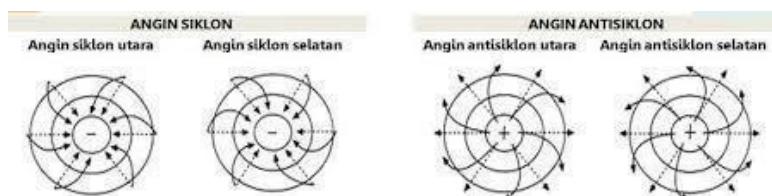
**D. Dampak Cuaca dari Anti-Siklon**

- Cuaca stabil, cerah, dan kering.  
Potensi terjadinya gelombang panas saat musim panas karena pemanasan udara.
- Saat musim dingin, anti-siklon dapat menyebabkan kabut atau inversi suhu, yang dapat memerangkap polusi udara di dekat permukaan.

Anti-siklon memainkan peran penting dalam dinamika atmosfer dan sering kali berperan sebagai "pengendali cuaca" yang menjaga stabilitas di suatu wilayah.



Gambar : Sumber :



Gambar : Sumber :



## **BAB XII**

# **LAYANAN DAN INFORMASI METEOROLOGI MARITIM**

### **12.1 Organisasi Meteorologi Dunia**

Dalam dunia pelayaran, keselamatan dan efisiensi operasi kapal sangat bergantung pada informasi cuaca yang akurat dan tepat waktu. Untuk itu, berbagai organisasi meteorologi internasional bekerja sama untuk menyediakan data dan layanan yang memungkinkan kapal di laut mengakses informasi cuaca yang diperlukan. Selain itu, terdapat beberapa aplikasi digital yang dirancang khusus untuk menyampaikan data cuaca maritim langsung ke kapal.

#### **A . Organisasi Meteorologi Dunia (World Meteorological Organization/WMO)**

World Meteorological Organization (WMO) adalah organisasi antar-pemerintah yang menjadi badan khusus Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) untuk meteorologi (cuaca dan iklim), hidrologi operasional, dan ilmu geofisika terkait. Didirikan pada tahun 1950, WMO memiliki peran penting dalam mengkoordinasikan pengumpulan dan distribusi data cuaca di seluruh dunia, termasuk informasi cuaca maritim.

WMO bekerja dengan badan-badan meteorologi nasional dan regional untuk menyediakan data dan layanan cuaca, termasuk peringatan cuaca berbahaya seperti badai tropis, angin kencang, dan tinggi gelombang. Beberapa kegiatan WMO yang terkait dengan meteorologi maritim meliputi:

- I. Menyediakan standar global untuk pengumpulan dan penyebaran data meteorologi dan hidrologi.
- II. Mengkoordinasikan jaringan pengamatan cuaca global, termasuk stasiun cuaca darat, laut, dan satelit.
- III. Mengelola sistem peringatan cuaca maritim melalui kerja sama dengan badan-badan meteorologi nasional.

#### **1. Layanan Meteorologi Maritim yang Disediakan oleh WMO**

WMO memainkan peran kunci dalam mengkoordinasikan berbagai layanan cuaca maritim di seluruh dunia. Berikut adalah beberapa layanan utama yang disediakan oleh WMO:

1. Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS): WMO bekerja sama dengan International Maritime Organization (IMO) untuk menyediakan layanan cuaca maritim melalui GMDSS. GMDSS mencakup peringatan badai, peringatan angin

kencang, dan informasi cuaca lain yang dikirimkan melalui radio maritim dan satelit.

1725

2. World-Wide Met-Ocean Information and Warning System (WWMIWS): Sistem ini memastikan bahwa peringatan dan ramalan cuaca terkait laut dan kondisi atmosfer yang penting bagi keselamatan pelayaran

disebarkan ke kapal-kapal di seluruh dunia. WWMIWS menyediakan informasi tentang kondisi laut, seperti tinggi gelombang, arus laut, dan badai.

3. Regional Specialized Meteorological Centers (RSMCs): WMO memiliki pusat-pusat meteorologi khusus regional yang bertanggung jawab untuk memantau kondisi cuaca di wilayah-wilayah tertentu, termasuk laut. Pusat-pusat ini mengeluarkan peringatan cuaca berbahaya dan ramalan jangka panjang yang membantu kapal menghindari area berbahaya.
4. Joint WMO-IOC Technical Commission for Oceanography and Marine Meteorology (JCOMM): Komisi ini, yang dibentuk oleh WMO dan Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) dari UNESCO, bertanggung jawab atas koordinasi global dalam pengumpulan dan penyebaran data meteorologi laut dan oseanografi. JCOMM juga mendukung pengembangan sistem pemantauan maritim yang lebih baik.

## 12.2 Organisasi Meteorologi Nasional

Selain WMO, berbagai organisasi meteorologi nasional juga memainkan peran penting dalam menyediakan informasi cuaca maritim di wilayah-wilayah tertentu. Organisasi-organisasi ini bekerja sama dengan WMO untuk memastikan data cuaca maritim global yang terkoordinasi, dan seringkali mereka menyediakan informasi yang lebih rinci untuk perairan lokal.

### Beberapa organisasi meteorologi nasional yang terkenal adalah:

1. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) di Amerika Serikat:

NOAA menyediakan layanan cuaca maritim yang mencakup seluruh wilayah pantai Amerika, termasuk ramalan gelombang, arus, badai tropis, dan informasi lainnya. NOAA juga menjalankan layanan National Weather Service (NWS), yang menyediakan data cuaca maritim secara global.

BMKG menyediakan informasi cuaca maritim untuk seluruh perairan Indonesia. Layanan BMKG meliputi peringatan dini badai, gelombang tinggi, serta ramalan cuaca untuk rute pelayaran di Nusantara.

F. Met Office di Inggris:

Met Office memberikan informasi cuaca dan laut untuk wilayah Atlantik Utara dan perairan sekitar Inggris. Mereka juga menyediakan layanan cuaca maritim yang terintegrasi dengan sistem GMDSS.

### 11.3 Informasi Cuaca yang Dibutuhkan untuk Navigasi Kapal

Kapal yang berlayar di laut membutuhkan informasi cuaca yang terperinci dan akurat untuk navigasi yang aman dan efisien. Beberapa parameter cuaca yang sangat penting untuk diperhatikan adalah:

a. Arah dan Kecepatan Angin

Angin memiliki dampak langsung pada stabilitas kapal dan kecepatan perjalanan. Kapal harus mempertimbangkan arah dan kecepatan angin untuk menghindari situasi berbahaya seperti:

- I. Angin Kencang: Angin kencang dapat mengurangi kontrol atas kapal, terutama pada kapal yang lebih kecil. Angin yang datang dari samping dapat menyebabkan kapal miring (heeling), yang berisiko jika kapal membawa muatan berat atau tidak seimbang.
- II. Angin Berlawanan: Kapal yang berlayar melawan arah angin dapat memperlambat perjalanan, meningkatkan konsumsi bahan bakar, dan meningkatkan keausan pada mesin kapal.

Layanan meteorologi maritim menyediakan informasi rinci tentang kecepatan dan arah angin, yang biasanya diukur dalam knot dan dinyatakan dalam arah mata angin (misalnya angin barat daya). Informasi ini membantu kapten dan navigator untuk menentukan rute yang aman dan efisien.

b. Tinggi dan Arah Gelombang

Gelombang laut adalah salah satu faktor yang paling memengaruhi kenyamanan dan keamanan kapal di laut. Gelombang tinggi dapat mengakibatkan kapal terguncang dengan keras, merusak peralatan di atas dek, dan bahkan menyebabkan kapal terbalik jika kapal tidak dirancang untuk kondisi laut yang keras.

**Tinggi Gelombang Signifikan:** Ini adalah tinggi rata-rata dari sepertiga gelombang tertinggi yang diukur di suatu area dalam periode tertentu. Ini memberikan indikasi tentang seberapa berbahaya kondisi laut bagi kapal.

**Arah Gelombang:** Mengetahui arah dari mana gelombang datang sangat penting untuk memastikan kapal dapat diarahkan dengan baik untuk mengurangi dampak gelombang. Kapal biasanya lebih stabil jika menghadapi gelombang secara langsung dibandingkan menerima gelombang dari samping.

c. Arus Laut

Arus laut memengaruhi kecepatan dan jalur pelayaran kapal. Kapal yang melawan arus laut akan menghabiskan lebih banyak bahan bakar dan waktu untuk mencapai tujuan. Sebaliknya, arus yang mendukung dapat mempercepat perjalanan kapal. Arus laut diukur dalam satuan knot, dan layanan cuaca maritim biasanya memberikan informasi tentang kecepatan dan arah arus laut di sepanjang rute pelayaran.

d. Kondisi Atmosfer

Kondisi atmosfer yang memengaruhi navigasi kapal meliputi:

I. Tekanan Udara:

Penurunan tekanan udara secara mendadak seringkali merupakan tanda badai mendekat. Informasi mengenai tekanan atmosfer membantu kru kapal untuk waspada terhadap perubahan cuaca yang cepat

II. Visibilitas:

Kabut, hujan deras, atau badai pasir dapat mengurangi jarak pandang secara signifikan, membuat navigasi menjadi sulit. Dalam kondisi visibilitas rendah, kapal harus mengandalkan radar dan sistem navigasi elektronik untuk menghindari tabrakan dengan kapal lain atau rintangan di laut

e. Kondisi Badai Tropis

Badai tropis, yang juga dikenal sebagai siklon atau topan, adalah salah satu ancaman terbesar bagi kapal di laut. Badai ini ditandai dengan angin kencang, hujan lebat, dan gelombang besar. Informasi mengenai lokasi, arah, dan kekuatan badai sangat penting bagi kapal agar dapat menghindari area berbahaya.

#### 12.4. Informasi Antar Kapal:

##### **Layanan dan Komunikasi**

Dalam dunia pelayaran, komunikasi antar kapal merupakan aspek penting dalam berbagi informasi cuaca dan kondisi laut. Kapal yang berada di area yang sama atau yang berlayar di jalur pelayaran yang berdekatan sering saling bertukar informasi cuaca. Berikut adalah beberapa metode utama komunikasi antar kapal:

###### a. Radio Maritim (VHF dan HF)

Sistem radio maritim adalah alat komunikasi utama yang digunakan antar kapal. Di frekuensi Very High Frequency (VHF) dan High Frequency (HF), kapal dapat berkomunikasi dalam jarak pendek dan menengah. Informasi seperti arah dan kecepatan angin, kondisi gelombang, serta kejadian badai lokal dapat dilaporkan melalui radio maritim.



Channel 16 VHF:

Gambar : Sumber

Ini adalah frekuensi internasional yang digunakan untuk panggilan darurat dan komunikasi antar kapal. Kapal dapat menggunakan channel ini untuk memberi tahu kapal lain tentang kondisi cuaca yang memburuk atau memberikan peringatan tentang potensi bahaya di laut.

#### 13. Automatic Identification System (AIS)

AIS adalah sistem pelacakan otomatis yang digunakan oleh kapal dan stasiun lalu lintas laut untuk bertukar informasi mengenai posisi kapal, rute, dan kecepatan. Beberapa sistem AIS yang lebih canggih juga memungkinkan berbagi informasi cuaca secara real-time, membantu kapal lain yang berada di rute yang sama.

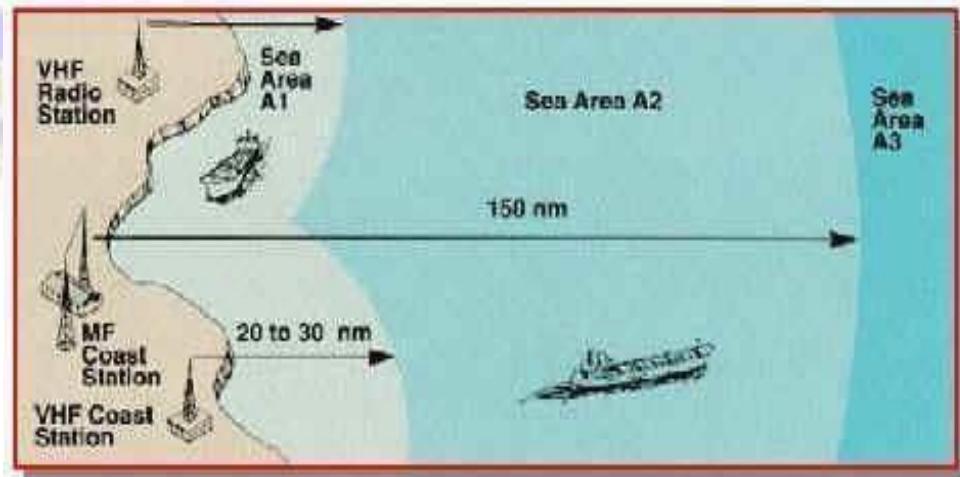
#### 14. NAVTEX

NAVTEX adalah sistem pengiriman informasi maritim otomatis yang menyediakan peringatan cuaca, navigasi, dan peringatan keselamatan. Kapal menerima sinyal



Gambar : Sumber :

### 15. Peralatan GMDSS Area Gmdss Dalam Nm

Gambar :  
Sumber :

### AREA GMDSS

- a. AREA A1 : dalam jangkauan VHF stasiun radio pantai yang dilengkapi dengan DSC dan dijaga terus menerus (kurang lebih 20 – 30 mil )

- b. AREA A2 : dalam jangkauan MF stasiun radio pantai yang dilengkapi dengan DSC dan dijaga terus menerus (kurang lebih 100 mil) tidak masuk area A1
- c. AREA A3 : dalam area liputan satelit komunikasi maritim geostasioner Inmarsat (diluar area A1 dan A2, antara 70°N dan 70°S)
- d. AREA A4 : daerah perairan diluar Area A1, A2 dan A3 (daerah kutub)

## PERALATAN GMDSS YANG HARUS DIBAWA DI KAPAL.

### **Area A1 :**

- a) peralatan vhf teleponi + dsc(digital selective calling).
- b) peralatan epirb freq. 406 mhz atau vhf epirb.
- c) peralatan penerima navtex.
- d) peralatan penerima egc (enhanced group calling) untuk kapal pada kawasan inmarsat bila dinas navtex internasional tidak tersedia.

peralatan radar 9 ghz dan radar transponder 9 ghz (sart) peralatan two way vhf telepon radio dua arah

### **Area A2 :**

- a) peralatan vhf teleponi + dsc.
- b) peralatan radio mf + dsc
- c) peralatan epirb freq. 406 mhz atau vhf epirb
- d) peralatan penerima navtex.
- e) peralatan penerima egc (enhanced group calling) untuk kapal pada kawasan inmarsat bila dinas navtex internasional tidak tersedia.
- f) peralatan radar 9 ghz dan radar transponder 9 ghz (sart)
- g) Peralatan two way vhf telepon radio dua arah

### **Area A3 :**

- a) Peralatan Vhf Radio + Dsc
- b) Peralatan Radio Mf/Hf + Dsc, Ditambah Nbdp (Narrow Band Direct Printing).
- c) Peralatan Satelit Inmarsat Standar A Atau C Atau Harus Membawa Peralatan Mf + Dsc (Bila Point 2 Tidak Dipenuhi).
- d) Peralatan Epirb Freq. 406 Mhz Ata 1,6 Ghz
- e) Peralatan Penerima Navtex.
- f) Peralatan Penerima Egcc (Enhanced Group Calling Untuk Kapal Pada Kawasan Inmarsat Bila Dinas Navtex Internasional Tidak Tersedia
- g) Peralatan Radar 9 Ghz Dan Radar Transponder 9 Ghz (Sart).
- h) Peralatan Two Way Vhf Telepon Radio Dua Arah

**Area A4 :**

- a. PERALATAN RADIO VHF + DSC
- b. PERALATAN RADIO MF/HF + DSC DITAMBAH NBDP
- c. PERALATAN EPIRB FREQ. 406 MHz ATAU 1,6 GHz
- d. PERALATAN PENERIMA NAVTEX.
- e. PERALATAN RADAR 9 GHz DAN RADAR TRANSPONDER 9 GHZ (SART).
- f. PERALATAN TWO WAY VHF TELEPON RADIO DUA ARAH

*KAPAL PENOLONG UTK KAPAL BERLAYAR DI AREA A1,A2, A3 DAN A4 HARUS DILENGKAPI DENGAN*

*Radar transponder 9 GHz dan Radio portable VHF*

**e. Aplikasi Cuaca Maritim untuk Kapal**

Seiring dengan perkembangan teknologi digital, kapal-kapal di seluruh dunia kini dapat dengan mudah mengakses informasi cuaca maritim melalui aplikasi mobile dan perangkat lunak berbasis web. Aplikasi-aplikasi

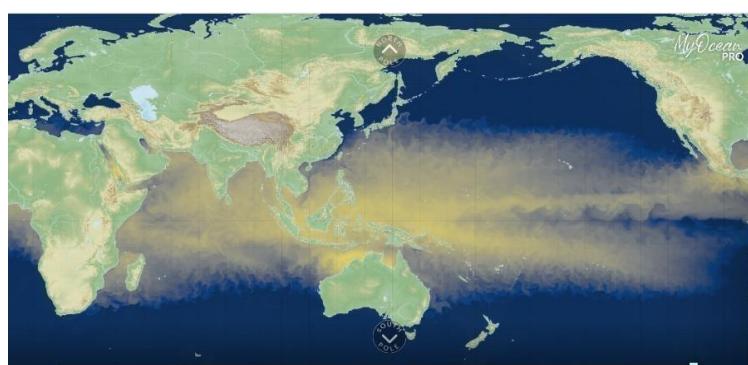
ini menyediakan data cuaca yang dikumpulkan dari berbagai sumber, termasuk WMO, badan meteorologi nasional, dan satelit cuaca.

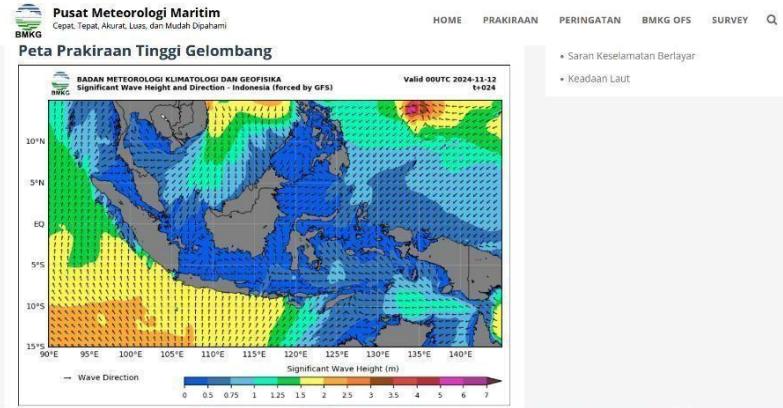
Berikut adalah beberapa aplikasi yang sering digunakan oleh kapal untuk mengakses layanan meteorologi maritim:

## i. Aplikasi dari Badan Meteorologi Nasional

## 1. MyOcean (Copernicus Marine Environment Monitoring Service)

MyOcean adalah aplikasi yang dikembangkan sebagai bagian dari program Copernicus, yang menyediakan informasi tentang kondisi laut dan cuaca secara real-time. Aplikasi ini menawarkan ramalan cuaca maritim global, termasuk tinggi gelombang, suhu permukaan laut, arus, dan data lainnya yang penting untuk navigasi kapal. MyOcean juga menyediakan data tentang angin, gelombang, dan arus laut yang diperoleh dari model oceanografi canggih.





Gambar :

Sumber :

## 2. BMKG Maritime Weather App

BMKG menyediakan aplikasi cuaca maritim yang memungkinkan kapal di Indonesia untuk mengakses ramalan cuaca di perairan Indonesia. Aplikasi ini memberikan informasi tentang:

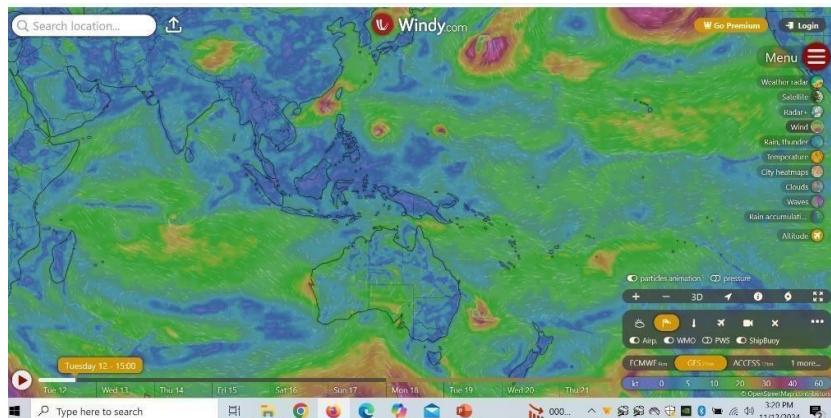
- Kecepatan dan arah angin
- Tinggi gelombang
- Kondisi cuaca harian
- Peringatan dini cuaca ekstrem

Aplikasi ini sangat berguna bagi kapal yang beroperasi di wilayah Nusantara untuk memantau cuaca dan menghindari bahaya di laut

### ii. Aplikasi dari Penyedia Jasa Cuaca Komersial

#### 1. Windy

Windy adalah aplikasi yang menyediakan data cuaca maritim secara global dengan tampilan peta interaktif. Informasi yang disediakan oleh Windy meliputi:



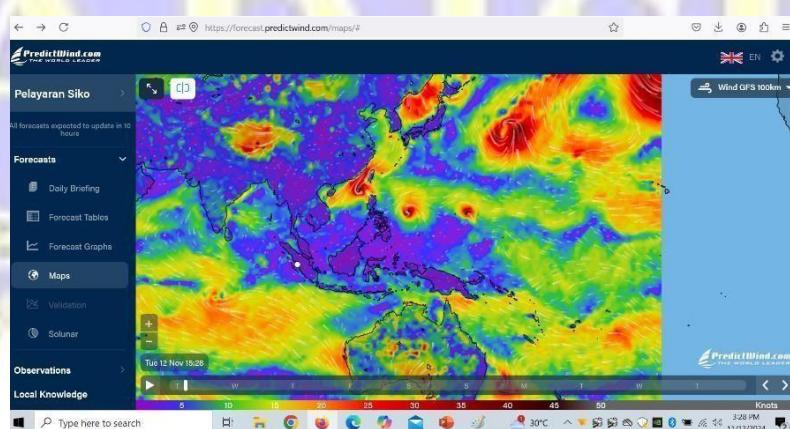
- a. Kecepatan dan arah angin
- b. Tinggi gelombang dan arus laut
- c. Peringatan cuaca ekstrem
- d. Informasi tekanan atmosfer

Windy menggunakan data dari berbagai sumber, termasuk European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), NOAA, dan model cuaca lainnya. Aplikasi ini sangat populer di kalangan pelaut karena antarmuka visualnya yang mudah digunakan dan kemampuan untuk memprediksi kondisi cuaca secara rinci.

## 2. . PredictWind

PredictWind adalah aplikasi cuaca maritim yang dirancang untuk pelaut, terutama untuk kapal layar. Aplikasi ini memberikan informasi tentang:

- a. Kecepatan dan arah angin
- b. Gelombang dan arus laut
- c. Ramalan cuaca harian dan mingguan



Gambar :

Sumber :

PredictWind menggunakan data dari model cuaca beresolusi tinggi dan sangat akurat dalam memberikan prediksi cuaca di laut. Aplikasi ini juga dilengkapi dengan fitur pelacakan rute yang membantu kapal memilih jalur pelayaran yang aman berdasarkan kondisi cuaca.

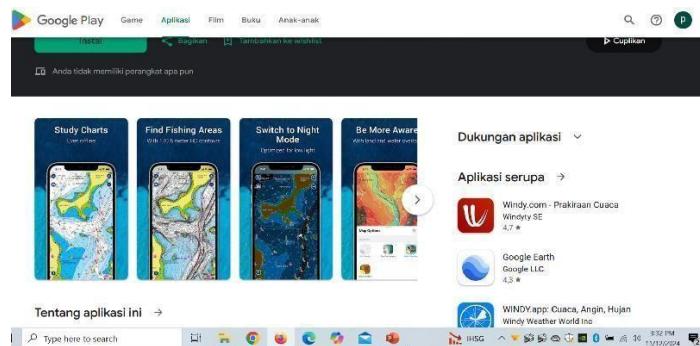
## 3. Navionics Boating

Navionics Boating adalah aplikasi peta laut yang juga menyediakan data cuaca maritim. Aplikasi ini menawarkan:

- Informasi kondisi laut dan angin yang diintegrasikan dengan peta digital. 1734
- Peringatan cuaca ekstrem yang membantu kapal menghindari badai atau gelombang tinggi.

Navionics Boating juga menyediakan peta interaktif yang memperlihatkan lokasi kapal dan rute yang

diambil berdasarkan kondisi cuaca terkini



Gambar : Sumber :

### iii. Aplikasi Berbasis Satelit

#### 1. Iridium GO!

Iridium GO! adalah perangkat satelit portabel yang memungkinkan kapal untuk terhubung ke layanan cuaca maritim global bahkan ketika berada di perairan yang jauh dari daratan. Aplikasi Iridium GO! memungkinkan pengguna untuk mengunduh ramalan cuaca dari berbagai sumber melalui jaringan satelit Iridium, termasuk peringatan cuaca buruk, tinggi gelombang, dan kondisi atmosfer.

Perangkat ini sangat berguna bagi kapal yang berlayar di perairan terpencil di mana sinyal seluler tidak tersedia, seperti Samudra Pasifik atau Atlantik.

#### f. Manfaat Menggunakan Aplikasi Cuaca Maritim

##### a. Peningkatan Keselamatan di Laut

Dengan akses langsung ke informasi cuaca yang akurat melalui aplikasi mobile, kapal dapat merencanakan perjalanan mereka dengan lebih aman. Peringatan dini mengenai badai tropis, angin kencang, atau gelombang tinggi memungkinkan kru kapal untuk menghindari bahaya dan mengambil tindakan preventif.

##### b. Optimasi Konsumsi Bahan Bakar

Aplikasi cuaca maritim juga membantu kapal mengoptimalkan rute pelayaran berdasarkan kondisi

Misalnya, dengan mengetahui arah dan kecepatan angin.



## **BAB XIII**

### **PELAPORAN PENGAMATAN CUACA**

#### **13.1 Pentingnya Pencatatan Cuaca di Laut**

Pencatatan cuaca di laut merupakan langkah awal dalam proses pengumpulan data meteorologi. Beberapa alasan mengapa pencatatan ini penting antara lain:

- I. Keselamatan Pelayaran: Data cuaca yang akurat membantu kapal menghindari cuaca buruk seperti badai atau gelombang tinggi.
- II. Perencanaan Navigasi: Informasi cuaca dapat digunakan untuk merencanakan rute yang lebih aman dan efisien.
- III. Pengelolaan Risiko: Dengan memahami kondisi cuaca, pelaut dapat mengambil langkah-langkah mitigasi untuk mengurangi risiko yang terkait dengan pelayaran.
- IV. Penelitian Ilmiah: Data yang dikumpulkan juga penting untuk penelitian atmosfer dan kelautan, serta untuk mempelajari perubahan iklim.

#### **13.2 Proses Pencatatan Cuaca**

Pencatatan cuaca di laut melibatkan beberapa langkah dan alat yang digunakan untuk mengumpulkan data:

##### **a. Alat Pencatatan**

- 1) Anemometer: Mengukur kecepatan dan arah angin.
- 2) Barometer: Mengukur tekanan atmosfer.
- 3) Termometer: Mengukur suhu udara dan suhu permukaan laut.
- 4) Hygrometer: Mengukur kelembapan udara.
- 5) Radar Cuaca: Mendeteksi dan memonitor hujan, badai, dan sistem cuaca lainnya.

##### **b. Metode Pencatatan**

Beberapa parameter cuaca yang dicatat meliputi:

- 1) Kecepatan Angin dan Arah: Penting untuk mengetahui potensi badai.
- 2) Suhu Udara dan Suhu Permukaan Laut: Dapat mempengaruhi pola cuaca dan arus laut.
- 3) Kelembapan Relatif: Mengindikasikan potensi pembentukan awan dan hujan.
- 4) Tekanan Atmosfer: Dapat memberikan petunjuk mengenai perubahan cuaca.

#### **13.3 Pelaporan Cuaca**

Setelah pencatatan, data cuaca perlu dilaporkan. Pelaporan ini dapat dilakukan dalam beberapa format, baik untuk keperluan internal kapal maupun untuk pengiriman ke lembaga meteorologi.

a. Format Laporan

Laporan cuaca di laut biasanya mengikuti format standar yang ditetapkan oleh Organisasi Meteorologi Dunia (WMO). Laporan ini mencakup informasi mengenai:

- 1) Lokasi pengukuran.
  - 2) Waktu pengukuran.
  - 3) Data meteorologi yang telah dicatat.
- b. Pengiriman Laporan

Laporan cuaca dapat dikirim melalui berbagai saluran, termasuk:

- 1) Satelit: Untuk pengiriman data yang cepat dan akurat.
- 2) Radio: Saluran komunikasi tradisional yang masih digunakan di banyak kapal.
- 3) Internet: Dengan kemajuan teknologi, pengiriman laporan melalui koneksi internet semakin umum.

### **13.4 Pengkodean Laporan Cuaca**

Pengkodean laporan cuaca adalah proses mengubah data cuaca menjadi format yang dapat dipahami dan digunakan secara universal. Beberapa aspek penting dalam pengkodean ini adalah:

WMO telah menetapkan standar internasional untuk pengkodean laporan cuaca. Ini meliputi:

- I. Kode SYNOP: Digunakan untuk laporan cuaca umum yang mencakup berbagai parameter meteorologi.
- III. Kode METAR: Digunakan untuk laporan cuaca aeronautika, sering kali digunakan oleh pilot dan pengendali lalu lintas udara.

#### **a. Pengkodean SYNOP ( surface synoptic reflections )**

Kode SYNOP adalah standar internasional yang digunakan untuk melaporkan data cuaca dari berbagai stasiun meteorologi di seluruh dunia. Kode ini dirancang untuk memberikan informasi meteorologis yang akurat dan ringkas, sehingga mudah dipahami oleh para ahli meteorologi dan pengguna lain yang memerlukan data cuaca.

#### **1. Struktur Kode SYNOP**

Kode SYNOP terdiri dari beberapa bagian yang menyampaikan informasi spesifik. Berikut adalah rincian komponen utama dalam kode SYNOP:

Pesan-pesan dari stasiun cuaca di atas kapal, dan di berbagai wilayah di dunia, menggunakan variasi pada skema ini.

1938

**YYGGi w IIiii i R i X hVV Nffff (00fff) 1s n TTT 2s n T d T d T d 3P o P o P o P o 4PPPP 5app 6RRRt  
R 7wwW 1 W**

**2 8N h C L C M C H (9GGgg)**

a. **YYGGiw:** tanggal dan

waktu pengamatan; **YY**untuk

hari dalam bulan,

**GG** untuk jam pengamatan dalam UTC;

**iw** untuk cara pengamatan angin (nomor kode: 0 untuk perkiraan kecepatan angin dalam meter per detik (estimasi)

1 untuk kecepatan angin terukur dalam meter per detik (pengukuran dengan Alat)

2 kecepatan angin dinyatakan dalam mil/jam (estimasai)

3 kecepatan angin dinyatakan dalam mil/jam di ukur dengan alat

b. **IIiii**

kode identifikasi stasiun cuaca; **II**untuk nomor blok yang dialokasikan (oleh WMO) ke suatu negara atau kawasan di dunia, misalnya 02 untuk Skandinavia atau 72 dan 74 untuk benua Amerika Serikat; **iiii**adalah kode stasiun individual dalam suatu blok. (Misalnya, 02993 adalah kode stasiun cuaca di Märket , 74794 di Cape Canaveral )

c. **iRiXhVV**

**iR** menunjukkan apakah data curah hujan disertakan atau dihilangkan. Ini adalah nomor kode dari 0 hingga 4, dengan 0, 1, dan 2 berarti data disertakan, dan 3 dan 4 menunjukkan tidak ada data curah hujan.

**iX** adalah nomor kode yang menunjukkan cara pengoperasian stasiun, dan format yang digunakan dalam grup 7wwWW; kode 1, 2 dan 3 menunjukkan stasiun berawak, sedangkan kode 4 sampai 7 menunjukkan stasiun otomatis.

**h** menunjukkan ketinggian di atas permukaan untuk dasar awan terendah yang terlihat: 0 berarti dari 0 hingga 100 kaki atau 0 hingga 50 meter, 9 berarti dasar awan berada 2500 meter

**VV** menunjukkan visibilitas permukaan horizontal:

Untuk kode 00 hingga 50, ini menunjukkan jarak pandang dalam sepersepuluh kilometer (hektometer ), misalnya "15" berarti 1,5 km.

- a. Untuk kode 56 hingga 80, 50 dikurangi, dan angka yang dihasilkan menunjukkan jarak pandang dalam kilometer, misalnya "66" berarti 16 km.
- b. Kode 81 hingga 88 menunjukkan jarak pandang dalam kelipatan 5 km; "81" untuk 35 km, "88" untuk 70 km. Kode 89 menunjukkan jarak pandang lebih dari 70 km;
- c. Kode 90 hingga 99 digunakan untuk pengamatan di atas kapal, dari "90" untuk jarak pandang kurang dari 1 / 16 mil, "95" untuk 1 mil, "99" untuk lebih dari 30 mil.

**d. Nddff Dan 00fff**

**N:** total tutupan awan dalam seperdelapan bagian langit ( okta ); "0" untuk tidak ada awan, "4" untuk setengah ( 4 / 8 ) langit tertutup, "8" untuk total tutupan awan, "9" untuk langit tertutup atau situasi di mana tutupan awan tidak dapat diperkirakan, "/" untuk tidak ada pengukuran dalam kasus stasiun otomatis

**dd** untuk arah angin sebenarnya dalam puluhan derajat, dengan "00" berarti "tidak ada angin", "18" untuk angin dari selatan ( $175^\circ$  hingga  $184^\circ$ ), "36" untuk angin dari utara ( $355^\circ$  hingga  $004^\circ$ ).

**ff** untuk kecepatan angin, dalam satuan yang ditentukan dalam grup. Jika kecepatan angin 99 satuan atau lebih, grup ini akan memiliki kode "99" dan akan segera diikuti oleh grup , dengan kecepatan angin yang ditunjukkan di sana.

**e. 1snTTT:**

suhu udara. Kode menunjukkan tanda, 0 untuk positif, 1 untuk negatif; memiliki suhu dalam sepersepuluh derajat Celcius.snTTT

**f. 2snTdTd**:

suhu titik embun . Seperti kelompok sebelumnya, merupakan tanda, dan memiliki suhu dalam sepersepuluh derajat Celsius. Jika 9, tiga digit terakhir adalah kelembaban relatif dalam persen, dari "000" hingga "100".

Tekanan udara pada tingkat stasiun, dalam sepersepuluh hektopascal . Jika tekanan lebih dari 999,9 hPa, digit ribuan di awal dihilangkan; misalnya 30240berarti tekanan 1024,0 hPa.

**h. 4PPPP:**

Tekanan udara di permukaan laut, dalam sepersepuluh hektopascal, diturunkan dari tekanan stasiun

**i. 5appp:**

kecenderungan tekanan selama tiga jam. Angka tersebut amengkodekan cara perubahan tekanan, misalnya "3" berarti "menurun atau stabil, kemudian meningkat; atau meningkat, kemudian meningkat lebih

"cepat". Kode 1 hingga 3 menunjukkan tekanan yang lebih tinggi daripada 3 jam yang lalu, kode 6 hingga 8 menunjukkan tekanan yang lebih rendah, sedangkan kode 0, 4, dan 5 menunjukkan tekanan yang hampir sama. Angka pppmenunjukkan perubahan tekanan aktual, dalam sepersepuluh hektopascal.

**j. 6RRRtR:**

jumlah curah hujan, dalam milimeter. Angka menunjukkan lamanya waktu yang tercakup dalam kelompok ini, seperti pengukuran selama 6, 12, 18 atau 24 jam terakhir.

**k. 7wwW1W2:**

cuaca sekarang ( ww) dan masa lalu ( ). Stasiun berawak dan otomatis menggunakan format dan tabel yang berbeda untuk kelompok ini. Ini dicari dari tabel, dengan berbagai kode yang berbeda, seperti "35" untuk "badai debu atau badai pasir yang parah, telah dimulai atau telah meningkat selama jam sebelumnya".

**l. 8NhCLCMCH:**

jenis awan. menunjukkan jumlah awan ketinggian rendah (dalam okta, seperti dalam grup), atau jika tidak ada, jumlah awan ketinggian sedang. , dan menunjukkan jenis awan ketinggian rendah, sedang, dan tinggi yang ada, dengan kode dicari dari tabel.

**m. 9GGgg:**

waktu pengamatan aktual, dalam jam dan menit UTC, digunakan ketika waktu aktual berbeda lebih dari 10 menit dari waktu yang dilaporkan dalam grup.YYGGiw

a. **Contoh Kode SYNOP di Kapal**

08124 4 91120 1 0 1 80 85 22012 10212 20205 31305 40720 50012 60032 70211 81010

Penjelasan Detil:

1. YYGGiw (**08124 4**)

8: Hari laporan, tanggal 8.

12: Waktu laporan, 12 UTC.

4: Indikator angin, pengukuran angin dari alat otomatis.

2. IIiii (**91120**)

911: Kode identifikasi kapal maritim.

20: Lokasi stasiun cuaca kapal (misalnya, kode laut tertentu).

3. iR (**1**)

1: Curah hujan diukur dan dilaporkan.

4. iX (**0**)

0: Tidak ada kondisi khusus yang dilaporkan.

5. hVV (**1 80**)

1: Awan terendah di antara

100-200 meter. 80: Visibilitas

10 km atau lebih.

6. Nddff (**85 22012**)

8: Tutupan awan 8 okta (penuh).

220: Arah angin dari 220 derajat (arah

Barat Daya). 12: Kecepatan angin 12

knot.

1: Menunjukkan

laporan suhu. 0:

Suhu positif.

212: Suhu 21.2°C.

#### 8. 2snTdTdTd (20205)

2: Menunjukkan

suhu titik embun. 0:

Suhu titik embun

positif.

205: Titik embun 20.5°C.

#### 9. 3PoPoPo (31305)

3: Menunjukkan tekanan di permukaan laut. 1305: Tekanan 1013.05 hPa.

#### 10. 4PPPP (40720)

4: Tekanan di stasiun kapal. 0720: Tekanan 1007.20 hPa.

#### 11. 5appp (50012)

5: Perubahan tekanan selama 3

jam terakhir. 0012: Penurunan

tekanan 1.2 hPa.

#### 12. 6RRRtR (60032)

6: Jumlah presipitasi (curah hujan) dalam 6 jam terakhir. 0032: Curah hujan 3.2 mm.

#### 13. 7wwW1W2 (70211)

7: Cuaca sekarang.

02: Hujan gerimis ringan.

11: Tidak ada cuaca signifikan lain baru-baru ini.

#### 14. 8NhCLCMCH (81010)

8: Tutupan awan signifikan. 1: Awan stratokumulus (CL).

0: Tidak ada awan altokumulus (CM). 10: Tidak ada awan cirrus (CH).

#### **Uraian Berita Cuaca:**

Pada tanggal 8 pukul 12 UTC, kapal melaporkan kondisi cuaca sebagai berikut:

- I. Arah angin dari Barat Daya (220°) dengan kecepatan 12 knot.
- II. Tutupan awan penuh (8 okta), awan terendah pada ketinggian antara 100 -200 meter.
- III. Visibilitas lebih dari 10 km.
- IV. Suhu udara 21.2°C dengan titik embun 20.5°C.
- V. Tekanan permukaan laut 1013.05 hPa, tekanan stasiun di kapal 1007.20 hPa.
- VI. Dalam 3 jam terakhir, tekanan turun 1.2 hPa.
- VII. Curah hujan selama 6 jam terakhir sebesar 3.2 mm.
- VIII. Cuaca sekarang adalah hujan gerimis ringan.

#### **b. Contoh Kode SYNOP dari Kapal**

Berikut adalah contoh laporan SYNOP dari kapal dan interpretasinya:

AAXX 02121 99503 41338 71402 10258 20203 40180 56008 333 22306 60203 70012

##### a. **AAXX: Laporan permukaan standar.**

AA: Awalan kode ini mengindikasikan bahwa laporan ini adalah laporan permukaan. XX: Menunjukkan bahwa laporan ini adalah laporan harian standar yang mengikuti format SYNOP untuk pengamatan cuaca rutin.

##### b. **02121: Tanggal 2 pukul 12 UTC, angin diukur menggunakan instrumen . 02: Ini mengacu pada tanggal pengamatan, yaitu tanggal 2.**

12: Ini menunjukkan waktu UTC (Coordinated Universal Time), yaitu pada pukul 12:00 UTC.

1: Ini menunjukkan metode pengukuran angin, di mana 1 berarti angin diukur menggunakan instrumen otomatis (misalnya, anemometer).

c. **99503: Stasiun kapal dengan ID unik 503.**

99: Dua digit pertama (99) menunjukkan bahwa ini adalah kode stasiun kapal.

503: Tiga digit berikutnya (503) adalah nomor identifikasi unik untuk stasiun kapal tersebut.

d. **41338: Perubahan Tekanan**

1) 4: Awalan untuk kelompok yang menunjukkan perubahan tekanan.

2) 1: Menunjukkan bahwa tekanan atmosfer meningkat dalam 3 jam terakhir.

3) 338: Tekanan atmosfer meningkat sebesar 3,38 hPa dalam 3 jam terakhir.

e. **71402 - Kondisi Cuaca Saat Ini**

1) 7: Awalan untuk kelompok kondisi cuaca saat ini.

2) 14: Kode cuaca saat ini menunjukkan kabut tipis (penglihatan terganggu oleh uap air atau kabut).

3) 02: Kode cuaca dalam satu jam terakhir menunjukkan bahwa ada kabut yang lebih tebal sebelumnya yang kini mulai mereda.

f. **10258: Suhu Udara**

4) 1: Awalan untuk kelompok suhu udara.

5) 0: Tanda positif (tidak ada tanda negatif, berarti suhu positif).

6) 258: Suhu udara adalah 25,8°C.

g. **20203: Suhu titik embun: 20,3°C.**

2: Awalan untuk kelompok suhu titik embun.

0: Tanda positif (tidak ada tanda negatif, berarti titik embun

positif). 203: Suhu titik embun adalah 20,3°C.

h. **40180 :Tekanan Atmosfer**

4: Awalan untuk kelompok tekanan atmosfer.

0180: Tekanan atmosfer di permukaan laut adalah 1018,0 hPa.

i. **56008: Kecenderungan Tekanan**

5: Awalan untuk kelompok kecenderungan tekanan. 6:

Menunjukkan bahwa tekanan turun, kemudian naik

lagi. 008: Perubahan tekanan selama 3 jam terakhir

adalah 0,8 hPa.

j. **333: Awalan untuk data tambahan (jika ada)**

33 dalam sistem kode SYNOP berarti "Kabut". Kode ini menunjukkan bahwa kondisi cuaca

yang teramat adalah kabut, yang dapat mengurangi visibilitas.

1945

**k. 22306: Kondisi Awan Tambahan**

22: Kode untuk jumlah cakupan awan yang lebih rinci (opsional).

306: Ini menunjukkan kondisi awan dan ketinggian awan tertentu yang relevan dengan cuaca saat ini, meskipun detail spesifik dari kode ini bergantung pada konteks meteorologi.

**l. 60203: Curah hujan 0.3 mm dalam 12 jam terakhir.**

6: Awalan untuk kelompok curah hujan. 02: Jumlah curah hujan adalah 2.0 mm.

03: Curah hujan diukur dalam periode 12 jam terakhir.

**m. 70012 Curah Hujan Tambahan**

Dalam kode SYNOP, kode 70012 memberikan informasi tentang jumlah presipitasi (curah hujan) dalam periode waktu tertentu. Mari kita pecah kode ini:

7: Angka pertama (7) menunjukkan bahwa ini adalah bagian dari kelompok curah hujan. Ini menunjukkan bahwa kode ini terkait dengan pengukuran jumlah presipitasi.

001: Tiga digit berikutnya (001) menunjukkan jumlah curah hujan yang telah diukur selama periode waktu tertentu. Dalam hal ini, 001 berarti 1.0 mm curah hujan.

2: Digit terakhir (2) menunjukkan periode waktu selama presipitasi diukur. Dalam sistem SYNOP:

0 = 6 jam

1 = 12 jam

2 = 24 jam

3 = 1 bulan

4 = 3 bulan

Jadi, angka 2 menunjukkan bahwa curah hujan ini diukur selama 24 jam terakhir.

**Ringkasan Laporan:**

1. Tanggal/Waktu: Pengamatan dilakukan pada tanggal 2 pukul 12:00 UTC.
2. Identifikasi: Kapal dengan nomor 503.
3. Suhu Udara: 25,8°C.
4. Titik Embun: 20,3°C.
5. Tekanan Atmosfer: 1018,0 hPa, dengan peningkatan tekanan sebesar 3,38 hPa dalam 3 jam terakhir.
6. Kecepatan Angin: 21 knot.
7. Kondisi Cuaca Saat Ini: Kabut tipis dengan kabut yang sebelumnya lebih tebal sudah mulai

8. Curah Hujan: 2.0 mm dalam 12 jam terakhir dan 1.0 mm dalam 24 jam terakhir.

#### 4. Penggunaan Data Kode SYNOP dalam Meteorologi

Data yang dilaporkan melalui kode SYNOP digunakan dalam berbagai aplikasi meteorologi, antara lain:

- i. Prediksi Cuaca  
Data SYNOP membantu meteorolog dalam memprediksi cuaca jangka pendek dan panjang. Dengan informasi dari berbagai stasiun, analisis dapat dilakukan untuk melihat pola cuaca.
- ii. Navigasi Maritim  
Data cuaca yang akurat sangat penting untuk pelayaran dan operasi maritim. Laporan SYNOP memberikan informasi yang diperlukan untuk menghindari kondisi cuaca yang berbahaya.
- iii. Penelitian  
Data yang dikumpulkan melalui kode SYNOP juga digunakan dalam penelitian ilmiah untuk memahami fenomena atmosfer dan perubahan iklim.

Pelaporan berita cuaca di kapal menggunakan kode SYNOP biasanya dikirim melalui beberapa media komunikasi radio dan satelit, tergantung pada jenis kapal dan lokasinya di laut. Berikut adalah media utama yang digunakan:

1. Radio MF/HF (Medium Frequency / High Frequency)
  - 1) Kapal-kapal sering menggunakan radio MF/HF untuk mengirim dan menerima laporan cuaca, termasuk laporan SYNOP. Frekuensi MF/HF dapat menjangkau jarak yang jauh, terutama di laut lepas.
  - 2) Pelaporan SYNOP dapat dikirim melalui Single Side Band (SSB) atau Morse Code (CW), yang dioperasikan oleh operator radio di kapal.
  - 3) Data SYNOP dikirim ke stasiun pantai yang kemudian diteruskan ke jaringan cuaca global.
2. Satelit Komunikasi (Inmarsat, Iridium)
  - 1) Sistem komunikasi satelit, seperti Inmarsat atau Iridium, digunakan oleh kapal-kapal yang berada jauh di lautan untuk mengirim laporan cuaca SYNOP.
  - 2) Penggunaan email via satelit atau layanan pesan satelit menjadi pilihan utama untuk mengirimkan laporan SYNOP ke pusat cuaca maritim.
  - 3) Sistem ini juga memungkinkan pengiriman otomatis dari instrumen cuaca kapal

3. NAVTEX (Navigational Telex)
  - 1) NAVTEX adalah sistem komunikasi maritim yang mengirimkan informasi navigasi dan cuaca secara otomatis kepada kapal dalam radius 200-400 mil laut dari stasiun pantai.
  - 2) Meskipun kapal menerima informasi cuaca melalui NAVTEX, mereka juga dapat menggunakan NAVTEX untuk melaporkan cuaca (misalnya, laporan cuaca kapal atau SHIP report).
4. GMDSS (Global Maritime Distress and Safety System)
  - 1) GMDSS menyediakan layanan komunikasi cuaca dan keselamatan di laut yang memungkinkan kapal untuk mengirim dan menerima laporan cuaca.
  - 2) Melalui GMDSS, laporan SYNOP dapat dikirim ke stasiun radio pantai atau pihak berwenang cuaca dengan menggunakan sistem digital yang terhubung ke satelit dan HF/MF.
5. Aplikasi dan Sistem Otomatis (AIS Weather Reporting)
  - 1) AIS (Automatic Identification System), yang biasanya digunakan untuk pelacakan kapal, juga dapat digunakan untuk mengirimkan laporan cuaca otomatis, meskipun ini lebih umum digunakan untuk data navigasi.
  - 2) Beberapa kapal modern dilengkapi dengan sistem otomatis yang secara langsung mengirimkan data cuaca ke pusat pemantauan cuaca melalui satelit tanpa memerlukan intervensi manusia.

Kode SYNOP adalah alat yang sangat penting dalam pencatatan dan pelaporan data cuaca.

Dengan struktur yang terstandarisasi, kode ini memungkinkan komunikasi informasi meteorologi secara efisien. Meskipun

ada tantangan yang dihadapi dalam penggunaannya, inovasi dan teknologi baru akan terus meningkatkan kualitas dan keandalan laporan cuaca.

### **b. Pengkodean METAR**

METAR berasal dari bahasa Prancis, "Météorologique Aviation Régulière," yang berarti laporan cuaca rutin untuk penerbangan. Setiap laporan METAR biasanya diperbarui setiap jam atau lebih sering jika ada perubahan signifikan dalam kondisi cuaca

Laporan METAR memiliki format standar yang disusun secara global oleh Organisasi Meteorologi Dunia (WMO) dan Organisasi Penerbangan Sipil Internasional (ICAO). Struktur METAR terdiri dari beberapa elemen yang disusun dalam urutan tertentu,

## 1. Elemen-Elemen Penting dalam Pengkodean METAR

Setiap elemen dalam laporan METAR memiliki kode tertentu yang harus diinterpretasikan dengan benar. Berikut adalah penjelasan rinci tentang masing-masing elemen dan bagaimana mereka dikodekan.

### i. Kode Stasiun

Kode stasiun dalam laporan METAR terdiri dari empat huruf. Kode ini diatur oleh ICAO dan digunakan untuk mengidentifikasi bandara atau stasiun cuaca di mana pengamatan dilakukan.

Contoh: "KLAX" merujuk pada Bandara Internasional Los Angeles.

### ii. Waktu Pengamatan

Waktu pengamatan dalam METAR dilaporkan dalam format

DDHHMMZ, yang berarti: DD: Tanggal pengamatan.

HHMM: Waktu pengamatan dalam jam dan menit.

Z: Menunjukkan bahwa waktu yang dilaporkan adalah UTC (Waktu Universal

Terkoordinasi). Contoh: "301853Z" berarti pengamatan dilakukan pada tanggal

30, pukul 18:53 UTC.

### iii. Kecepatan dan Arah Angin

Angin dalam METAR dilaporkan dalam format dddffKT, yang berarti:

1. ddd: Arah angin yang dinyatakan dalam derajat (000 hingga 360), dengan 360 berarti angin dari utara.
2. ff: Kecepatan angin dalam knot.
3. KT: Simbol yang menunjukkan kecepatan diukur dalam knot (knot adalah satuan kecepatan yang digunakan di penerbangan dan navigasi maritim).

Jika ada semburan angin, akan ada tambahan Gff untuk menunjukkan kecepatan angin tertinggi selama periode tersebut.

#### iv. Visibilitas

Visibilitas adalah jarak pandang horizontal di landasan pacu atau di sekitar stasiun.

Visibilitas dilaporkan dalam meter atau mil darat (statute miles), tergantung pada wilayahnya.

Contoh: "10SM" berarti visibilitas 10 mil darat.

#### v. Kondisi Cuaca

Fenomena cuaca dilaporkan menggunakan simbol-simbol khusus dalam METAR.

Beberapa kode umum untuk kondisi cuaca termasuk:

RA: Hujan (Rain) SN: Salju (Snow) FG: Kabut (Fog)

TS: Badai petir (Thunderstorm)

Kondisi cuaca ini dapat diawali dengan tanda seperti "-" (ringan), "+" (kuat), atau "VC" (di sekitar, vicinity).

Contoh: "-RA" berarti hujan ringan, "TSRA" berarti badai petir dengan hujan.

#### vi. Kondisi Awan

Kondisi awan dinyatakan dalam bentuk lapisan awan dan ketinggiannya. Setiap lapisan awan dilaporkan dalam format aaaBBB, di mana:

aaa: Kategori penutupan awan, dilaporkan dalam "okta" (oktas), yang merupakan satuan penutupan awan dari 0 hingga 8. Kode yang umum meliputi:

FEW: Sedikit awan (1-2 okta)

SCT: Awan tersebar (3-4 okta) BKN: Awan terputus (5-7 okta) OVC: Awan tertutup (8 okta)

BBB: Ketinggian awan di atas lapangan dalam ratusan kaki.

Contoh: "FEW020 SCT050 BKN100" berarti sedikit awan pada 2000 kaki, awan tersebar pada 5000 kaki, dan awan terputus pada 10000 kaki.

#### vii. Suhu dan Titik Embun

Suhu udara dan titik embun dilaporkan dalam format

1950

TT/DD, di mana: TT: Suhu udara dalam derajat Celsius.

DD: Titik embun dalam derajat Celsius.

Jika suhu atau titik embun di bawah nol, angka akan diawali dengan

"M" (minus). Contoh: "20/15" berarti suhu 20°C dan titik embun 15°C.

#### viii. Tekanan Atmosfer

Tekanan atmosfer dilaporkan dalam format  
A\*\*\*\*BBBB, di mana:

A: Singkatan dari altimeter.

BBBB: Nilai tekanan dalam inHg (inci merkuri).

Contoh: "A2992" berarti tekanan atmosfer 29,92 inci merkuri.

## 2. Contoh Laporan METAR

METAR KJFK 121651Z 18012KT 10SM SCT020 BKN040 OVC090 22/18 A3015 RMK AO2 SLP211

Interpretasi:

KJFK : Stasiun di Bandara Internasional John

F. Kennedy. 121651Z : Pengamatan dilakukan pada

tanggal 12, pukul 16:51 UTC. 18012KT : Angin dari 180

derajat dengan kecepatan 12 knot.

10SM : Visibilitas 10 mil.

SCT020 : Awan tersebar pada ketinggian 2000 kaki.

BKN040 : terdapat awan yang terputus (broken clouds) dengan

ketinggian dasar awan 4000 kaki di atas permukaan tanah.

#### • NAVTEX

NAVTEX (Navigational Telex) adalah sistem otomatis yang digunakan untuk mengirimkan

informasi keselamatan maritim, cuaca, dan peringatan navigasi kepada kapal. Pesan NAVTEX sangat penting bagi kapten kapal dan awak untuk memastikan navigasi yang aman serta mempersiapkan diri terhadap kondisi cuaca buruk. Sistem NAVTEX biasanya beroperasi pada frekuensi 518 kHz, menggunakan bahasa Inggris, meskipun frekuensi lain seperti 490 kHz digunakan untuk penyiaran dalam bahasa local

1951

Berikut ini adalah panduan tentang cara membaca dan memahami pesan NAVTEX di kapal:

### 1. Struktur dan Format Pesan NAVTEX

Pesan NAVTEX biasanya memiliki format standar yang terdiri dari beberapa elemen kunci.

Mari kita lihat elemen-elemen utama yang harus diperhatikan ketika membaca pesan NAVTEX:

#### 1.1. Kode Header (Header Message)

Setiap pesan NAVTEX dimulai dengan kode header yang berfungsi sebagai identifikasi dasar. Kode ini terdiri dari empat karakter:

- I. Karakter pertama: Menunjukkan stasiun penyiaran NAVTEX (identifikasi stasiun).
- II. Karakter kedua: Menunjukkan jenis pesan (kategori informasi).
- III. Karakter ketiga dan keempat: Nomor seri pesan yang menunjukkan urutan pengiriman.

#### Contoh Header:

**FA21**

Interpretasi:

F: Stasiun NAVTEX yang mengirimkan pesan. "F" di sini merujuk pada stasiun penyiaran tertentu.

A: Jenis pesan (peringatan navigasi). Setiap jenis pesan memiliki huruf sendiri yang menunjukkan kategori informasi (misalnya, cuaca, navigasi, atau peringatan SAR).

21: Nomor pesan, yang menunjukkan bahwa ini adalah pesan ke-21 dari stasiun

tersebut. Daftar Huruf Kategori Pesan:

A: Peringatan navigasi

B: Peringatan meteorologi (cuaca)

C: Informasi pencarian dan penyelamatan (SAR) D: Informasi radionavigasi

E: Permintaan meteorologi F: Permintaan pilot

L-Z: Cadangan (digunakan sesuai kebutuhan oleh otoritas lokal)

### 1.2. Badan Pesan (Body of Message)

Setelah kode header, pesan NAVTEX akan memuat isi utama yang terdiri dari:

- i. Informasi spesifik terkait navigasi atau cuaca.
- ii. Deskripsi area yang terpengaruh.
- iii. Waktu atau periode berlakunya peringatan.
- iv. Koordinat geografis atau rujukan lokasi (jika diperlukan).

Contoh Badan Pesan:

NAVAREA IV 22/23 UNITED STATES EAST COAST.

1. EAST COAST USA NAVAL EXERCISES IN PROGRESS FROM 030000Z TO 062400Z  
APRIL 2023 IN THE AREA BOUNDED BY:

- A) 34-00N 076-00W
- B) 34-00N 074-00W
- C) 35-00N 074-00W
- D) 35-00N 076-00W

WIDE BERTH REQUESTED.

2. CANCEL THIS MESSAGE ON 070001Z APRIL 2023.

2. Cara Membaca Pesan NAVTEX Langkah demi Langkah

#### 2.1 Perhatikan Kode Header

Saat pertama kali membaca pesan NAVTEX, Anda harus melihat kode header. Kode ini akan memberi tahu Anda stasiun mana yang mengirim pesan dan kategori pesan tersebut. Misalnya:

Jika Anda menerima pesan dengan kode header FB35, ini berarti pesan berasal dari stasiun penyiaran dengan identifikasi "F" dan berisi peringatan meteorologi (huruf kedua

Jika Anda menerima kode FA21, ini menunjukkan peringatan navigasi dari stasiun yang sama.

## 2.2 Identifikasi Jenis Pesan

Huruf kedua dari kode header sangat penting karena menunjukkan jenis informasi yang dikirimkan. Ini memungkinkan Anda untuk segera memahami apakah pesan tersebut berkaitan dengan cuaca buruk, navigasi, pencarian dan penyelamatan, atau informasi penting lainnya

A: Peringatan Navigasi – berisi informasi tentang bahaya navigasi seperti penandaan

pelampung baru, adanya rintangan, atau kerusakan pada peralatan navigasi.

B: Peringatan Cuaca – biasanya menginformasikan tentang badai, angin kencang, atau perubahan cuaca ekstrem yang perlu diperhatikan untuk keselamatan kapal.

C: Peringatan SAR (Search and Rescue) – memberikan informasi tentang operasi pencarian dan penyelamatan yang sedang berlangsung atau permintaan bantuan.

## 2.3 Baca Isi Pesan dengan Teliti

Setelah memahami jenis pesan dari kode header, baca badan pesan dengan cermat. Pastikan Anda memperhatikan beberapa elemen berikut:

Waktu: Setiap pesan NAVTEX biasanya menyertakan waktu pengiriman atau waktu kejadian yang dilaporkan, serta durasi atau batas waktu ketika pesan ini berlaku.

Area: Pastikan Anda memahami lokasi atau area yang terpengaruh oleh pesan. Lokasi ini sering disebutkan menggunakan koordinat geografis (lintang dan bujur) atau nama-nama landmark yang relevan.

Tindakan yang Diminta: Beberapa pesan mungkin meminta kapal untuk menjauh dari area tertentu, bersiap menghadapi cuaca buruk, atau mengambil tindakan pencegahan lainnya.

## 2.4 Menindaklanjuti Informasi

Setelah membaca dan memahami pesan NAVTEX, langkah berikutnya adalah menindaklanjuti informasi tersebut. Tindakan yang dilakukan akan tergantung pada isi pesan dan kondisi yang dilaporkan. Misalnya:

Jika pesan melaporkan latihan militer di wilayah tertentu, kapten kapal mungkin perlu mengubah rute untuk menghindari area tersebut.

1954

Jika pesan melaporkan cuaca buruk yang akan datang, awak kapal mungkin perlu mempersiapkan kapal untuk menghadapi badai atau angin kencang.

### 3. Contoh Pesan NAVTEX dan Interpretasi

Berikut adalah beberapa contoh pesan NAVTEX lengkap dengan interpretasinya: Contoh 1: Peringatan Navigasi

FA22

NAVAREA IV 20/23 SOUTH ATLANTIC. SEABED OPERATIONS.

1. UNDERWATER CABLE LAYING OPERATIONS WILL TAKE PLACE FROM 021200Z TO 051200Z MARCH

2023 WITHIN THE AREA BOUNDED BY:

- A) 28-00N 030-00W
- B) 28-00N 032-00W
- C) 26-00N 032-00W
- D) 26-00N 030-00W

2. VESSELS ARE ADVISED TO GIVE A WIDE BERTH.

3. CANCEL THIS MESSAGE 051300Z MARCH 2023.

Interpretasi:

FA22: Ini adalah peringatan navigasi (huruf kedua "A") dari stasiun "F". Ini adalah pesan ke-22 yang dikirim oleh stasiun ini.

Isi Pesan: Operasi peletakan kabel bawah laut sedang berlangsung di Atlantik Selatan. Kapal harus menjauh dari area yang disebutkan dalam koordinat (A-D). Operasi berlangsung dari tanggal 2 Maret 2023 pukul 12.00 UTC hingga 5 Maret 2023 pukul 12.00 UTC.

Contoh 2: Peringatan Cuaca FB32

1. GALE FORCE WINDS EXPECTED FROM 051200Z TO 061200Z OCTOBER 2023 WITHIN  
AREA BOUNDED BY:

- A) 52-00N 012-00W
- B) 54-00N 010-00W
- C) 56-00N 012-00W
- D) 54-00N 014-00W

2. WIND SPEED EXPECTED TO REACH 40-45 KNOTS.

3. ALL VESSELS ARE ADVISED TO TAKE PRECAUTIONARY MEASURES.

4. CANCEL THIS MESSAGE 061300Z OCTOBER 2023.

Interpretasi:

FB32:

- 1) F: Menunjukkan stasiun penyiaran NAVTEX. Setiap stasiun memiliki huruf unik untuk identifikasinya.
- 2) B: Kategori pesan, dalam hal ini huruf "B" menunjukkan bahwa pesan tersebut merupakan peringatan cuaca (meteorological warning).
- 3) 32: Ini menunjukkan bahwa ini adalah pesan ke-32 yang disiarkan oleh stasiun tersebut.

## 2. Judul Pesan

GALE WARNING: Menunjukkan bahwa pesan ini adalah peringatan tentang angin kencang atau badai yang akan datang.

## 3. Isi Pesan

Isi pesan memberikan rincian tentang peringatan cuaca yang sedang atau akan terjadi:

1. GALE FORCE WINDS EXPECTED FROM 051200Z TO 061200Z OCTOBER 2023:

Ini berarti angin kencang dengan kekuatan badai diperkirakan akan terjadi antara tanggal 5 Oktober 2023 pukul 12:00 UTC hingga 6 Oktober 2023 pukul 12:00 UTC.

1956

**WITHIN AREA BOUNDED BY:**

Lokasi yang dipengaruhi angin badai ini didefinisikan oleh koordinat geografis. Area tersebut berbatasan dengan koordinat berikut:

- A) 52-00N 012-00W: Titik pertama dengan lintang 52° Utara dan bujur 12° Barat.
- B) 54-00N 010-00W: Titik kedua dengan lintang 54° Utara dan bujur 10° Barat.
- C) 56-00N 012-00W: Titik ketiga dengan lintang 56° Utara dan bujur 12° Barat.
- D) 54-00N 014-00W: Titik keempat dengan lintang 54° Utara dan bujur 14° Barat.

**2. WIND SPEED EXPECTED TO REACH 40-45 KNOTS:**

Angin diperkirakan akan mencapai kecepatan 40 -45 knot, yang dikategorikan sebagai angin kencang (gale force).

**3. ALL VESSELS ARE ADVISED TO TAKE PRECAUTIONARY MEASURES**

Semua kapal disarankan untuk mengambil langkah-langkah pencegahan guna mengantisipasi kondisi cuaca yang akan datang.

**4. CANCEL THIS MESSAGE 061300Z OCTOBER 2023:**

Pesan ini akan otomatis dibatalkan pada 6 Oktober 2023 pukul 13:00 UTC, setelah waktu yang diperkirakan untuk cuaca buruk berlalu.

**Cara Menginterpretasi Pesan:**

Pesan ini memberi tahu kapten kapal bahwa angin kencang (gale force) dengan kecepatan angin 40 -45 knot diperkirakan terjadi di area laut yang ditentukan, mulai dari 5 Oktober 2023 pukul 12:00 UTC hingga 6 Oktober 2023 pukul 12:00 UTC. Pesan ini juga memberikan batas area berdasarkan koordinat lintang dan bujur. Kapten kapal harus mempertimbangkan rute dan langkah-langkah keselamatan untuk menghindari area tersebut, atau memastikan kapal dan awak siap menghadapi kondisi cuaca tersebut.

**Tindakan yang Dapat Diambil:**

- I. Mengubah rute untuk menghindari area berbahaya yang diperkirakan mengalami angin kencang.
- II. Memastikan keamanan peralatan dan menyiapkan kapal untuk menghadapi cuaca buruk.
- III. Memperbarui laporan cuaca dari NAVTEX untuk melihat apakah ada perubahan pada prakiraan cuaca atau peringatan yang lebih baru.

Pesan NAVTEX ini memberikan peringatan cuaca yang sangat penting bagi kapal, khususnya terkait dengan angin kencang. Dengan membaca kode header dan isi pesan, awak kapal dapat memahami jenis peringatan, lokasi yang terpengaruh, kecepatan angin, dan waktu kapan peringatan ini berlaku. Kapten dan kru kapal dapat menggunakan informasi ini untuk mengambil tindakan pencegahan yang sesuai demi keselamatan kapal.

NAVTEX (Navigational Telex) adalah sistem otomatis yang mengirimkan informasi maritim penting, seperti peringatan navigasi, prakiraan cuaca, dan informasi keselamatan, kepada kapal-kapal. Informasi berita NAVTEX dikirim dari stasiun pemancar darat yang tersebar di seluruh dunia, dioperasikan oleh otoritas maritim nasional atau organisasi internasional. Berikut ini adalah beberapa sumber utama pengiriman berita NAVTEX:

**1. Stasiun Pemancar NAVTEX**

Stasiun NAVTEX adalah stasiun radio di darat yang bertugas memancarkan siaran berita NAVTEX dalam radius sekitar 200-400 mil laut. Setiap stasiun beroperasi pada frekuensi standar internasional 518 kHz untuk bahasa Inggris, dan ada juga siaran lokal pada 490 kHz dalam bahasa lokal.

Stasiun-stasiun ini dikelola oleh otoritas maritim nasional (seperti Coast Guard atau Maritime and Coastguard Agency di negara-negara tertentu) atau organisasi internasional, seperti IMO (International Maritime Organization).

**2. Pusat Koordinasi Penyelamatan Maritim (Maritime Rescue Coordination Center/MRCC)**

MRCC sering menjadi sumber informasi NAVTEX. Mereka mengkoordinasikan informasi keselamatan, termasuk peringatan tentang kecelakaan, pencarian, dan penyelamatan di laut.

MRCC bertanggung jawab untuk mengirimkan informasi terkait kondisi cuaca berbahaya, peringatan navigasi, atau potensi bahaya lain yang dapat membahayakan kapal di wilayah tanggung jawab mereka.

Pusat prakiraan cuaca maritim nasional juga berperan dalam mengirimkan berita melalui NAVTEX. Mereka memberikan prakiraan cuaca laut, termasuk badai, angin kencang, gelombang tinggi, dan kondisi berbahaya lainnya yang mempengaruhi kapal di laut. Prakiraan cuaca ini disalurkan melalui stasiun NAVTEX yang relevan di daerah tersebut.

4. Organisasi Internasional (IMO dan IHO)

IMO (International Maritime Organization) dan IHO (International Hydrographic Organization) memiliki tanggung jawab untuk mengatur dan mengoordinasikan distribusi informasi keselamatan maritim secara global, termasuk melalui sistem NAVTEX.

Mereka memastikan standar operasional dan pengelolaan berita NAVTEX terpenuhi, serta memantau pelaksanaan di berbagai negara.

5. Pihak Otoritas Pelabuhan dan Navigasi

Otoritas pelabuhan atau navigasi lokal juga dapat mengirimkan informasi terkait kondisi pelabuhan, panduan untuk kapal yang mendekati atau meninggalkan pelabuhan, serta informasi lainnya yang berkaitan dengan navigasi di perairan lokal.



## BAB XIV

### PENERAPAN INFORMASI METEOROLOGI

#### 14.1 Simbol Cuaca dan Bagan Sinoptik

Bagan cuaca terdiri dari garis lengkung yang digambar pada peta geografis sedemikian rupa untuk menunjukkan fitur cuaca. Fitur-fitur ini paling baik ditunjukkan oleh bagan tekanan atmosfer, yang terdiri dari isobar (garis dengan tekanan yang sama) yang digambar di sekitar depresi (atau titik terendah) dan antisiklon (atau titik tertinggi). Fitur lain pada bagan cuaca adalah front dan palung. Fitur-fitur ini digambar untuk menyorot area dengan cuaca yang paling signifikan, tetapi itu tidak berarti bahwa tidak ada hal penting lain di bagan tersebut.

##### 14.1.1 Simbol Cuaca

Simbol cuaca adalah elemen dasar yang digunakan pada peta cuaca untuk menggambarkan kondisi atmosfer secara visual. Mereka memudahkan para ahli meteorologi, pengamat cuaca, hingga masyarakat umum untuk memahami dan menginterpretasi informasi cuaca yang kompleks. Beberapa simbol cuaca yang umum mencakup:

###### a. Simbol untuk Awan dan Hujan:

Hujan deras, gerimis, hujan salju, dan badai petir masing-masing dilambangkan dengan simbol berbeda. Contoh: Hujan deras ditandai dengan simbol tetesan hujan yang lebih besar, sedangkan gerimis ditandai dengan tetesan kecil yang lebih sedikit.



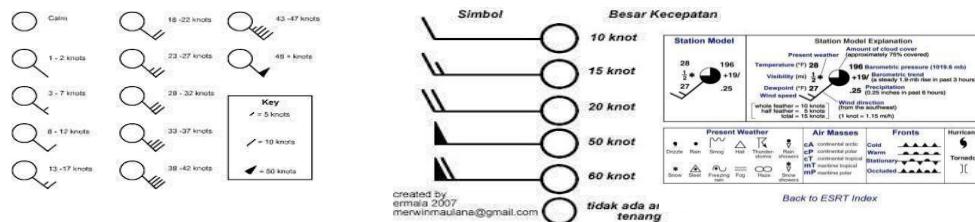
Gambar : Sumber :

###### b. Simbol untuk Kecepatan dan Arah Angin:

Garis panah dengan panjang dan bulu yang bervariasi menunjukkan kecepatan angin. Panah menunjuk ke arah asal angin, sementara jumlah bulu pada garis menunjukkan kecepatannya.

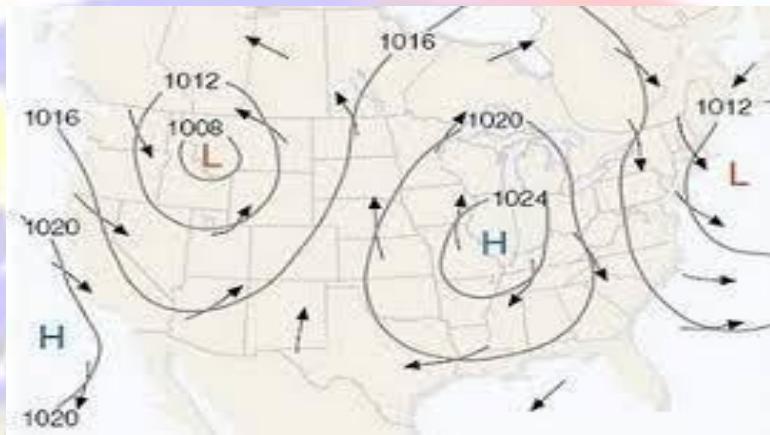
(misalnya, satu bulu penuh biasanya mewakili 10 knot).

1960



c. Simbol Tekanan Udara (Isobar):

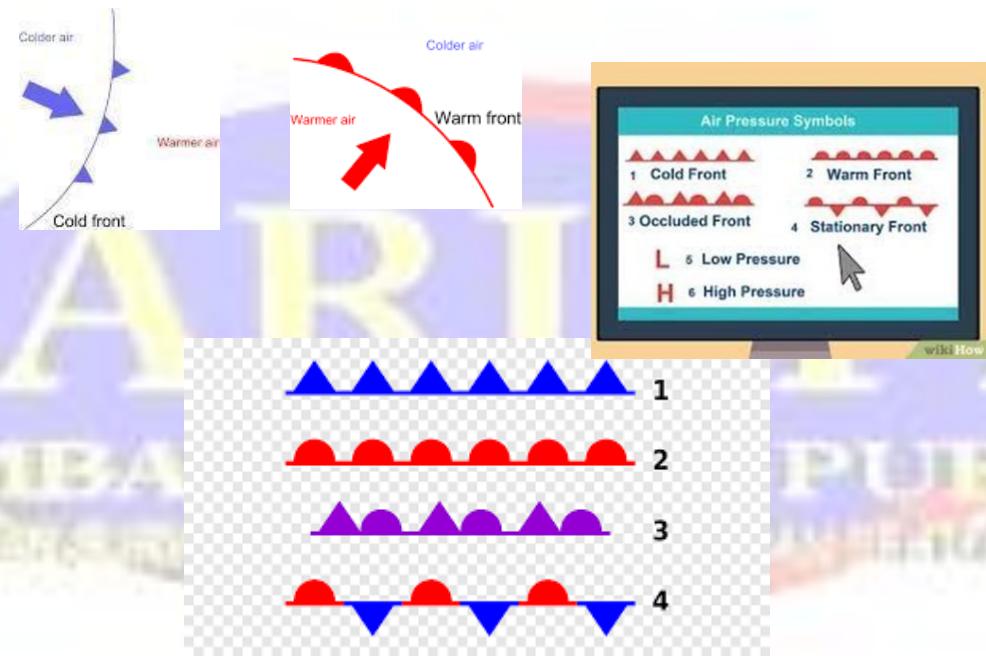
Isobar adalah garis yang menghubungkan titik-titik dengan tekanan atmosfer yang sama. Sistem Tekanan Tinggi (H) dan Tekanan Rendah (L): Simbol "H" menunjukkan area bertekanan tinggi (biasanya cuaca cerah), sedangkan "L" menunjukkan tekanan rendah (berhubungan dengan cuaca buruk).



Gambar : Sumber :

d. Simbol Front Cuaca:

1. Front Dingin: Digambarkan sebagai garis biru dengan segitiga mengarah ke arah pergerakan front.
2. Front Hangat: Digambarkan dengan garis merah dan setengah lingkaran menghadap ke arah pergerakan.
3. Front Stasioner: Menampilkan garis dengan segitiga biru dan setengah lingkaran merah yang berlawanan arah, menunjukkan bahwa front tersebut tidak bergerak.
4. Front Oklusi: Digambarkan sebagai garis ungu dengan segitiga dan setengah lingkaran, menunjukkan pertemuan front dingin dan hangat yang menyebabkan kondensasi besar.



Gambar :  
Sumber :

#### 14.1.2. Bagan Sinoptik

Bagan sinoptik adalah peta yang menunjukkan data cuaca pada satu waktu tertentu dan memberikan gambaran umum kondisi atmosfer pada wilayah luas. Bagan ini memungkinkan ahli meteorologi untuk:

1. Mengidentifikasi Pola Tekanan: Mengamati daerah bertekanan tinggi dan rendah serta isobar yang membantu menentukan kecepatan dan arah angin. Isobar yang berdekatan menunjukkan gradien tekanan tinggi yang menandakan angin kencang.

2. Mendeteksi Front Cuaca: Front adalah zona transisi antara massa udara dengan suhu dan kelembapan yang berbeda. Bagan sinoptik membantu menunjukkan posisi front dingin, hangat, stasioner, dan oklusi, yang penting dalam prediksi cuaca.

a. Memantau Sistem Siklon dan Antisiklon:

1. Siklon (tekanan rendah) dan antisiklon (tekanan tinggi) adalah sistem cuaca utama yang dipantau dalam bagan sinoptik.
2. Siklon umumnya menunjukkan cuaca mendung dan curah hujan, sementara antisiklon menunjukkan cuaca cerah.



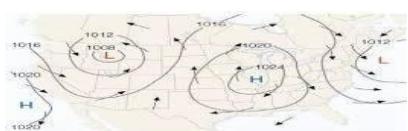
Gambar :

Sumber :

#### 14.1.3. Contoh Bagan Sinoptik dan Penjelasannya

Bagan sinoptik menampilkan informasi cuaca berikut:

1. Isobar: Mengindikasikan daerah tekanan tinggi dan rendah. Pola garis isobar yang padat menunjukkan angin kencang, sedangkan isobar yang lebih renggang menunjukkan angin tenang.
2. Simbol Cuaca: Menampilkan kondisi cuaca di titik-titik pengamatan tertentu, seperti awan, hujan, salju, dan badai petir.
3. Sistem Front Cuaca: Posisi front dingin, hangat, dan stasioner diindikasikan oleh simbol khusus, membantu memperkirakan perubahan cuaca.



Gambar : Sumber :



Gambar :

Sumber :

#### 14. .1.4. Interpretasi Data pada Bagan Sinoptik

Interpretasi data pada bagan sinoptik memungkinkan para ahli meteorologi untuk:

**Memprediksi Pergerakan Cuaca:** Dengan memperhatikan pola isobar dan posisi front, meteorolog dapat memperkirakan kondisi cuaca yang akan datang di suatu daerah. **Mendeteksi Sistem Cuaca Ekstrem:** Bagan sinoptik menunjukkan tanda-tanda cuaca buruk, seperti badai, hujan deras, atau angin kencang yang mungkin disebabkan oleh siklon atau gradien tekanan tinggi.

Bagan sinoptik adalah alat vital dalam prediksi cuaca harian dan analisis iklim. Mempelajari pola dan simbol pada bagan ini adalah kunci untuk memahami perubahan atmosfer yang kompleks dan mengantisipasi kondisi cuaca di masa depan.

Memperkirakan Perubahan Cuaca Berdasarkan Pola Sinoptik

##### Memperhatikan Pergerakan Sistem Tekanan dan Front:

- Sistem tekanan tinggi biasanya stabil dan dapat bertahan selama beberapa hari, memberikan cuaca cerah. Namun, jika sistem tekanan rendah mendekat, cuaca buruk mungkin akan terjadi.
- Pergerakan front dingin cenderung cepat dan dapat membawa perubahan cuaca drastis, seperti hujan deras diikuti oleh suhu yang lebih dingin.

- a. Menggunakan data dari bagan sinoptik untuk melihat pergerakan sistem tekanan dan front, meteorolog dapat memperkirakan cuaca dalam jangka pendek.
- b. Perubahan pola angin, tekanan, dan front yang cepat akan memengaruhi prakiraan untuk jangka pendek ini.

**Prediksi Jangka Menengah hingga Panjang (3-7 hari):**

- a. Untuk perkiraan yang lebih jauh, meteorolog harus memperhatikan pergerakan sistem besar dan pola tekanan umum.
- b. Dengan memantau pola cuaca global dan melihat pola isobar dan front di area yang luas, meteorolog dapat memperkirakan kemungkinan adanya badai atau cuaca ekstrem lainnya.

**Contoh Proses Prediksi Cuaca Menggunakan Bagan Sinoptik**

Sebagai contoh, mari kita ambil situasi di mana pada bagan sinoptik terdapat pusat tekanan rendah (L) di bagian barat dan pusat tekanan tinggi (H) di bagian timur:

**1. Prediksi Angin:**

Angin di belahan bumi utara akan bergerak berlawanan arah jarum jam di sekitar pusat tekanan rendah. Maka, daerah di utara dan timur pusat tekanan rendah akan mengalami angin dari arah barat dan selatan.

**Prediksi Front dan Curah Hujan:**

1. Jika ada front dingin yang bergerak ke timur di wilayah tersebut, daerah yang dilewati akan mengalami cuaca badai dan penurunan suhu setelah front berlalu.
2. Jika front hangat mendekat, daerah yang dilaluinya akan mengalami peningkatan suhu dan kemungkinan hujan ringan.

**Prediksi Suhu:**

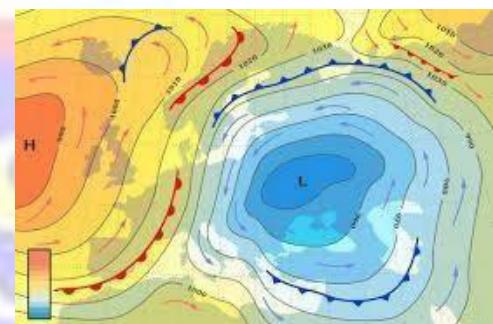
Daerah di sekitar tekanan rendah akan cenderung lebih dingin dengan potensi hujan, sedangkan tekanan tinggi di bagian timur akan memberikan cuaca lebih cerah dan hangat.

Dengan memperhatikan pola pergerakan tekanan dan front, meteorolog dapat memprediksi cuaca dengan akurat untuk wilayah tersebut dalam 1 -2 hari mendatang.

#### 14. 2. Penggunaan Grafik Sinoptik dan Grafik Prognostik di Kapal

Grafik Sinoptik:

1. Grafik sinoptik menunjukkan kondisi cuaca pada suatu waktu tertentu berdasarkan data aktual yang dikumpulkan dari berbagai stasiun cuaca dan satelit di seluruh dunia.
2. Peta ini menggambarkan pola tekanan atmosfer (dengan isobar), lokasi front (dingin, hangat, oklusi, dan stasioner), kecepatan angin, dan fenomena cuaca lain seperti awan dan curah hujan.



Grafik Prognostik:

1. Grafik prognostik atau peta prakiraan adalah prediksi kondisi cuaca di masa mendatang, berdasarkan model komputerisasi cuaca dan analisis data dari grafik sinoptik.
2. Grafik ini menunjukkan perkiraan pergerakan sistem tekanan dan front dalam jangka waktu tertentu, biasanya 24, 48, atau 72 jam ke depan. Grafik ini sangat berguna bagi kapal untuk merencanakan rute yang aman.



#### 14.2.1 Sumber Grafik Sinoptik dan Prognostik di Kapal

Grafik sinoptik dan prognostik dapat diperoleh di kapal dari beberapa sumber utama, terutama melalui sistem komunikasi modern seperti satelit dan internet maritim:

a. Layanan Cuaca Maritim:

1. Organisasi Meteorologi Dunia (WMO) dan Badan Meteorologi Nasional di berbagai negara menyediakan grafik sinoptik dan prognostik khusus untuk pelayaran.
2. Informasi ini dapat diperoleh dalam format peta cuaca digital melalui layanan cuaca komersial, yang biasanya dikirimkan langsung ke kapal melalui koneksi internet satelit.

b. Radio Cuaca Maritim dan Siaran Faksimili Cuaca:

1. Banyak stasiun radio maritim di seluruh dunia yang menyiarkan data cuaca, termasuk grafik sinoptik dan prognostik, menggunakan teknologi faksimili. Misalnya, Japan Meteorological Agency (JMA), U.S. National Weather Service (NWS), dan beberapa stasiun lain yang menyediakan siaran ini untuk kapal di laut.
2. Kapal yang dilengkapi dengan penerima cuaca faksimili (weathermap fax receiver) dapat menerima peta-peta ini dalam bentuk grafik cuaca.

c. Sistem Penerima Cuaca Satelit (SATCOM):

1. Kapal modern sering dilengkapi dengan sistem SATCOM yang memungkinkan akses ke data cuaca dari jaringan satelit. Ini adalah salah satu metode yang lebih cepat dan akurat untuk memperoleh grafik sinoptik dan prognostik.

d. Aplikasi Cuaca Maritim Digital:

1. Banyak aplikasi cuaca maritim yang dapat diakses melalui internet satelit kapal, seperti PredictWind atau Weather4D. Aplikasi ini memberikan grafik sinoptik, prognostik, dan model cuaca yang dapat disesuaikan dengan lokasi kapal.

#### 14.4 Pengaruh Grafik Sinoptik dan Prognostik terhadap Keselamatan Navigasi

Grafik sinoptik dan prognostik memiliki peran penting dalam keselamatan navigasi kapal di laut, karena mempengaruhi pengambilan keputusan terkait rute, kecepatan, dan operasi kapal:

1. Dengan menggunakan grafik prognostik, kapten dan navigator dapat mengidentifikasi potensi cuaca buruk, seperti badai, angin kencang, atau gelombang tinggi yang mungkin akan dihadapi kapal dalam beberapa hari ke depan.
2. Ini memungkinkan kapten untuk menyesuaikan rute atau menunda keberangkatan untuk menghindari wilayah berbahaya dan mengurangi risiko kecelakaan.

## b. Penyesuaian Kecepatan dan Jalur Kapal:

1. Grafik sinoptik memberikan informasi aktual tentang arah dan kekuatan angin, serta kondisi laut di rute kapal. Dengan informasi ini, navigator dapat menyesuaikan kecepatan kapal dan menghindari area dengan gradien tekanan tinggi yang dapat menyebabkan angin kencang dan ombak besar.
2. Rute kapal dapat diubah atau diperpendek sesuai dengan data cuaca agar kapal dapat tetap beroperasi dengan aman.

## c. Efisiensi Bahan Bakar:

1. Menghindari kondisi laut yang berat tidak hanya meningkatkan keselamatan, tetapi juga mengurangi konsumsi bahan bakar. Kondisi laut yang tenang akan membuat kapal lebih efisien dalam hal bahan bakar, karena mengurangi beban mesin.
2. Dengan demikian, grafik cuaca membantu kapal berlayar pada rute yang paling aman sekaligus paling ekonomis.

## d. Peningkatan Keselamatan Kru dan Penumpang:

1. Menghindari cuaca buruk dapat mengurangi risiko cedera pada kru atau penumpang, serta mengurangi kerusakan pada kargo dan peralatan kapal.
2. Cuaca ekstrem, seperti badai tropis atau angin topan, dapat membahayakan nyawa kru dan penumpang. Dengan memantau grafik cuaca, kapal dapat menjauh dari wilayah berbahaya dan memberikan ketenangan bagi semua orang di atas kapal.

## e. Perlindungan terhadap Kerusakan Fisik Kapal:

1. Cuaca ekstrem dapat menyebabkan kerusakan struktural pada kapal, seperti kerusakan lambung, dek, atau sistem kelistrikan yang dapat mengakibatkan kebocoran atau bahkan

2. Dengan mengetahui kondisi cuaca yang akan datang, kapten dapat memutuskan untuk menghindari perairan dengan angin dan gelombang besar, sehingga mengurangi kemungkinan kerusakan.

#### **14.5 Contoh Penggunaan Grafik Sinoptik dan Prognostik untuk Navigasi yang Aman**

1. Menunda Perjalanan: Jika memungkinkan, kapal dapat menunda keberangkatan atau mengurangi kecepatan hingga front berlalu, sehingga dapat berlayar dalam kondisi yang lebih tenang.
2. Persiapan Tambahan: Jika tidak memungkinkan untuk menghindari cuaca buruk, kapten dapat memastikan bahwa semua peralatan dan perlengkapan keselamatan telah siap dan memberi arahan kepada kru untuk meningkatkan kewaspadaan selama periode cuaca buruk. Dengan kata lain, pengamatan grafik sinoptik dan prognostik di kapal sangat penting untuk mengantisipasi cuaca buruk, merencanakan rute yang aman, dan memaksimalkan keselamatan. Teknologi modern di kapal membantu memastikan bahwa data cuaca ini selalu dapat diakses, memungkinkan kapal untuk tetap waspada dan mengambil tindakan tepat demi keselamatan dalam bervigasi.

# METEOROLOGI MARITIM

Buku judul METEOROLOGI Buku ini hadir untuk memberikan ilmu terhadap mahasiswa dan mahasiswi di universitas maupun prodi dalam buku ini ada banyak ilmu yang terjadi di kehidupan kita masing-masing dan juga ada halnya dalam kehidupan di dunia. Di dalam dunia kerja juga kita memerlukan buku METEOROLOGI untuk menambah wawasan kita terutama di BMKG.

- BAB I : Meteorologi Ilmu Tentang Cuaca
- BAB II : Instrumen-Instrument Meteorologi
- BAB III : Atmosfer Bumi
- BAB IV : Proses Perpindahan Energi di Atmosfer/Permukaan Bumi
- BAB V : Angin
- BAB VI : Awan dan Kabut
- BAB VII : Pengukuran dan Analisis Arah dan Kecepatan Angin di Kapal
- BAB VIII : Siklus Monsun, Angin Darat dan Angin Laut serta Dampaknya
- BAB IX : Masa Udara dan Front
- BAB X : Masa Udara dan Iklim
- BAB XI : Siklon dan Antisiklon tropical cyclones
- BAB XII : Layanan dan Informasi Meteorologi Maritim
- BAB XIII : Pelaporan Pengamatan Cuaca
- BAB XIV : Penerapan Informasi Meteorologi

## ALAMAT

Jalan Sei Mencirim Komplek Lalang Green Land I Blok C No. 18  
Medan, Sumatera Utara Kode Pos 20352  
Telp. (061) 80026116, Fax (061) 80021139  
Surel : info.Larispa.co.id dan DPPPKMPI@gmail.com  
HP : +62812-6081-110  
Website : [www.larispa.co.id](http://www.larispa.co.id) dan [www.pkmпи.org](http://www.pkmпи.org)