

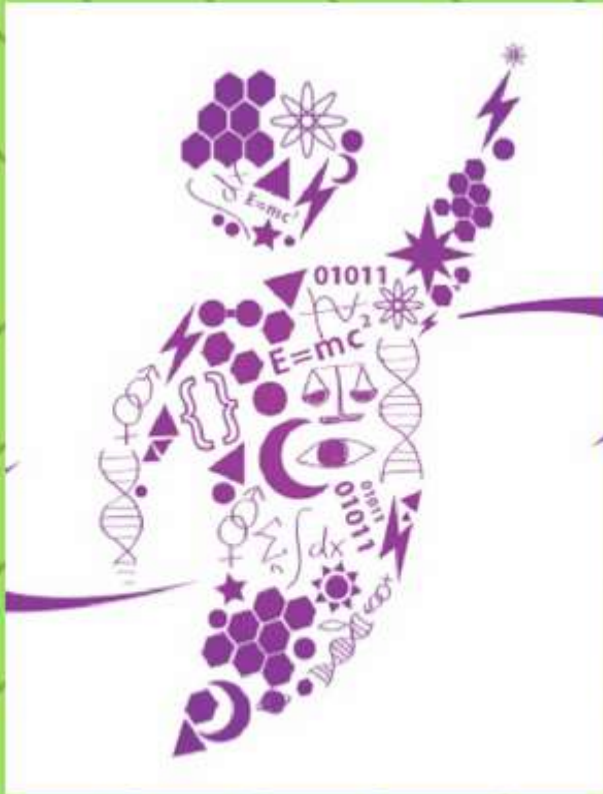
**PAKET 9**

# PELATIHAN ONLINE

**2019**

**SMA  
KEBUMIAN**

po.alcindonesia.co.id



**WWW.ALCINDONESIA.CO.ID**

**@ALCINDONESIA**

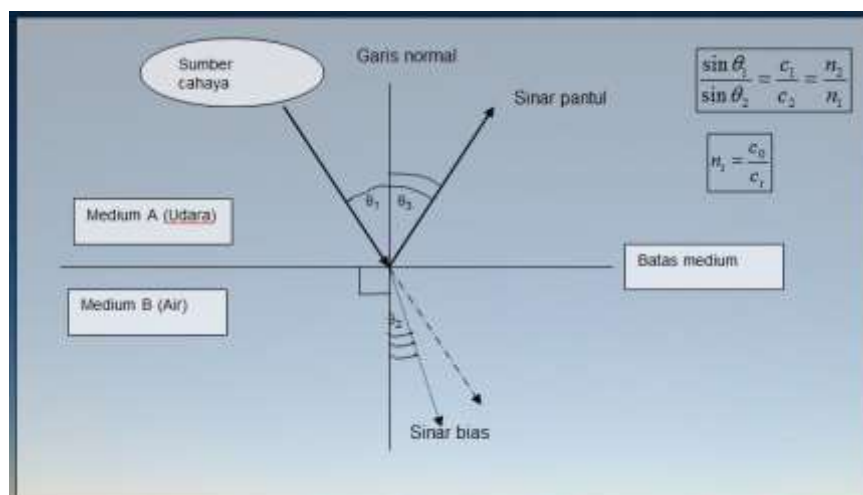
**085223273373**

## FENOMENA OPTIK METEOROLOGI DAN OBSERVASI METEOROLOGI

### FENOMENA OPTIK METEOROLOGI

Dasar dari segala fenomena optik adalah teori geometri sinar. Menurut Stull (2000), pada saat cahaya monokromatik mencapai bidang pertemuan antara dua media berbeda seperti udara dan air, maka ada bagian cahaya yang dipantulkan kembali (*reflection*), ada bagian yang dibiaskan (*refraction*), ada pula bagian yang diserap dan diubah menjadi panas. Perlakuan tersebut akan bergantung pada jenis medium yang dilalui pula, apakah udara dan air, atau udara dan kristal es, juga udara dan bentuk padatan lain di atmosfer seperti partikel.

Selain itu, fenomena optik juga erat hubungannya dengan Hukum Snellius. Hukum Snellius menyatakan bahwa cahaya yang memasuki medium yang lebih rapat akan dibelokkan mendekati garis normal, sedangkan cahaya yang memasuki medium yang lebih renggang akan dibelokkan menjauhi garis normal, dengan  $c_i$  adalah kecepatan cahaya melalui medium  $i$ ,  $n_i$  adalah indeks pembiasan (*refractive index*).



Hukum Snellius

Fenomena optik meteorologi dapat dikelompokkan berdasarkan bentuk medium yang dilaluinya, yaitu:

- butir air (*liquid drop optics*)
- kristal es (*ice-crystals optics*)
- molekul-molekul udara
- partikel pencemar
- debu
- butiran awan

Untuk fenomena optik dengan bentuk medium molekul udara, partikel pencemar, debu, dan butiran awan menggunakan proses optik pemancaran (*scattering*), difraksi (*diffraction*), dan refraksi (*refraction*).

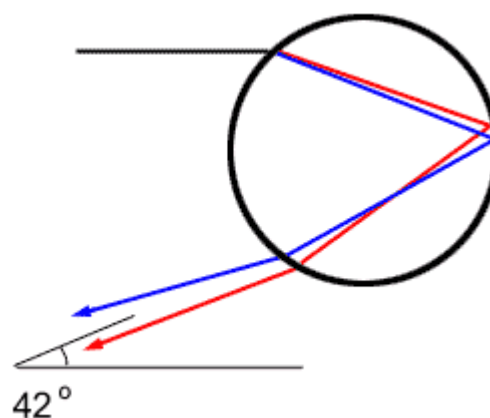
1. Fenomena optik dengan bentuk medium optik butiran cair (*liquid drop optics*)

Pelangi merupakan fenomena optik yang terbentuk akibat adanya cahaya matahari yang menimpa butir air di udara. Teori dasar yang mengawali adalah teori refraksi yang secara matematis ditemukan ilmuwan Belanda bernama Willebrord Snell (Greenler, 1980). Snellius tidak sempat mempublikasikan teorinya secara resmi. Beberapa ilmuwan yang mengetahuinya menyebut teori tersebut dengan Hukum Snell. Di Prancis hukum ini dikenal sebagai Hukum Descartes, karena adanya ilmuwan lain (René Descartes) yang menemukan hal yang sama 16 tahun kemudian, dipublikasikan secara resmi dan lebih dikembangkan.

René Descartes adalah orang pertama yang memberikan penjelasan yang cukup memuaskan pada saat itu mengenai pelangi (*rainbow*) yang dipublikasikan pada tahun 1637. Percobaannya menunjukkan bahwa pelangi primer (*primary rainbow, bright rainbow*) adalah hasil dari cahaya matahari yang memasuki butiran air, dipantulkan oleh sisi bagian dalam, dan kemudian keluar kembali. Descartes menyimpulkan bahwa berkas cahaya lebih banyak keluar pada sudut  $41^{\circ}$ - $42^{\circ}$  daripada interval lain, dan konsentrasi berkas cahaya di sekitar sudut maksimum tersebut yang menyebabkan tampaknya pelangi. Pelangi dapat terlihat jika pengamat melihat ke arah langit dengan sudut sekitar  $42^{\circ}$  terhadap titik antisolar. Titik antisolar (*antisolar point*) adalah titik yang berada satu garis lurus dengan matahari dan pengamat, yang ditandai dengan adanya bayangan pengamat atau kamera.

- **Pelangi Primer (*Primary Rainbow*)**

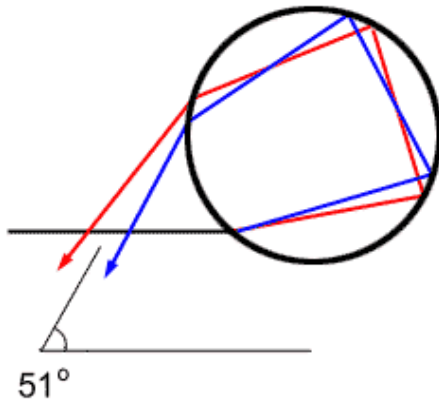
Ketika sinar matahari (yang terdiri dari semua cahaya tampak) bertemu dengan tetesan air hujan yang jatuh, maka beberapa cahaya akan dibiaskan (refraksi) oleh tetesan air, direfleksikan sekali oleh permukaan dalam tetesan, dan kemudian dibiaskan keluar dari tetesan. Pelangi selalu terlihat pada sudut  $42^{\circ}$  terhadap busur lingkaran pelangi dan bagian atas pelangi tidak pernah lebih dari  $42^{\circ}$  di atas cakrawala. Karena pelangi terbentuk dengan cara melibatkan satu kali refleksi cahaya di dalamnya, mereka sering disebut sebagai pelangi primer.



Pembentukan pelangi primer.

- **Pelangi Sekunder (*Secondary Rainbow*)**

Pelangi sekunder merupakan pelangi yang terbentuk dari pemantulan cahaya sebanyak dua kali atau lebih. Pelangi sekunder akan terlihat di langit berada di atas pelangi primer. Susunan warna pelangi sekunder merupakan kebalikan dari susunan warna pelangi primer. Pada pelangi sekunder warna merah akan berada pada bagian dalam sedangkan warna ungu berada pada bagian luar. Warna yang dimiliki oleh pelangi sekunder akan terlihat lebih buram jika dibandingkan dengan pelangi primer. Menurut Descartes, cahaya yang masuk ke dalam butiran air akan masuk pada sudut tertentu sehingga di dalam butiran air akan mengalami 2 kali refleksi, baru kemudian dikeluarkan pada sudut  $51^\circ$  terhadap titik antisolar.



Proses pembentukan pelangi sekunder (kiri) dan contoh pelangi primer dan sekunder (kanan).

- **Pelangi Tersier (*Tertiary Rainbow*)**

Pelangi dengan orde yang lebih tinggi jarang ditemukan di alam. Percobaan di laboratorium menunjukkan bahwa pelangi tersier dapat terlihat dengan sudut  $40^\circ$ , tetapi lengkungannya sangat dekat dengan matahari sehingga kemungkinan di alam tidak tampak karena kondisi langit yang sangat terang dan warna pelangi yang sangat tipis dibandingkan pelangi primer dan sekunder. Percobaan di laboratorium telah dilakukan oleh Jearl D. Walker tahun 1976 dan ditemukan orde pelangi hingga ke-13.

Fenomena pelangi yang lainnya:

- ***Interference/Supernumerary Bows***

Fenomena *supernumerary bows* adalah ketika pelangi mengalami interferensi yang kemudian menghasilkan adanya busur-busur pelangi tambahan di belakang pelangi utama dengan jarak yang rapat.





*Supernumerary Bows*

- **Pelangi Putih (*White Rainbow*)**

Air hujan, yang rata-rata berdiameter sekitar 2.000 mikrometer (2 mm), akan menciptakan pelangi biasa dengan memisahkan cahaya matahari menjadi semua warna yang berbeda yang kita lihat. Sementara awan yang jauh lebih kecil atau tetesan kabut, yang rata-rata sekitar berdiameter 20 mikrometer, akan menciptakan pelangi putih dengan mengarahkan cahaya matahari, tetapi tidak memecahnya menjadi aneka warna. Karena terbentuk dari tetesan awan dan kabut, pelangi putih biasanya disebut juga sebagai *fog bows* atau *cloud bows*.



Pelangi putih (*white rainbow*).

- **Pelangi Merah (*Red Rainbow*)**

Proses terbentuknya pelangi ini kurang lebih sama dengan mengapa saat matahari terbit dan terbenam langit nampak kemerahan, yaitu dikarenakan ketika matahari berada di horizon maka gelombang biru dan hijau akan melemah karena efek *scattering*/hamburan oleh molekul udara dan debu akibat dari perjalanan yang lebih panjang di atmosfer bagi gelombang cahaya tersebut untuk sampai di mata kita. Sehingga yang tersisa hanyalah gelombang berwarna merah dan kuning yang akan menghasilkan pelangi merah.



Pelangi merah (*red rainbow*).

- **Pelangi yang Dipantulkan (*Reflected Rainbow*)**

Pelangi yang dipantulkan (*reflected rainbow*) adalah pelangi yang dipantulkan oleh permukaan lain yang ada di hadapan pengamat (misalnya permukaan air). Sehingga pengamat akan melihat pelangi di langit dan di permukaan air.

- **Pelangi dari Cahaya Bulan (*Lunar Bow*)**

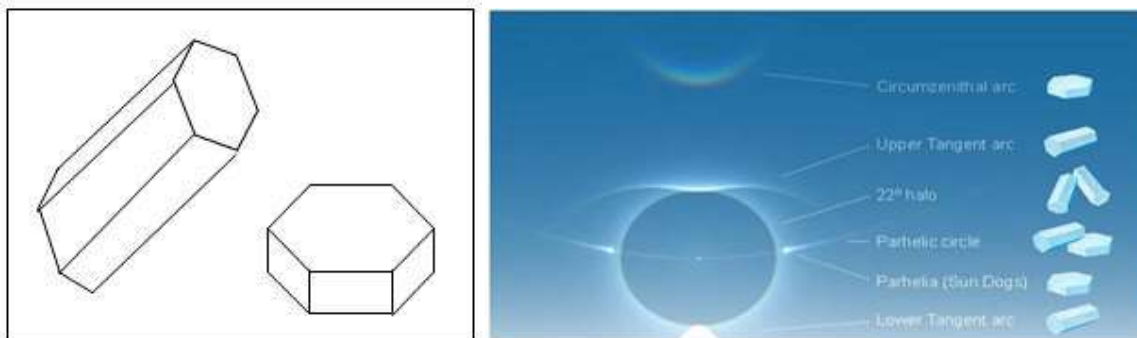
Pelangi dari cahaya bulan atau biasa disebut *lunar bow* adalah pelangi yang dihasilkan oleh cahaya yang dipantulkan dari permukaan bulan (bukan dari sinar matahari langsung) dan dihasilkan dari pembiasan oleh kelembaban di udara. Relatif samar, karena jumlah cahaya yang lebih sedikit yang dipantulkan oleh permukaan bulan. Mereka selalu berada di sisi yang berlawanan dari bulan di langit.



*Lunar bow*

2. Fenomena dengan medium perantara optik kristal es

Cahaya matahari yang jatuh di permukaan kristal es, sebagian akan masuk ke dalam kristal dan mengalami refraksi dan sebagian lagi akan dipantulkan (refleksi). Masing-masing peristiwa itu akan membawa fenomena tersendiri. Hal lain yang akan mempengaruhi jenis fenomena optik kristal es ini adalah bentuk kristal. Di atmosfer bentuk kristal es yang paling sederhana adalah bentuk pensil (prisma) dan bentuk lempeng (*plate*).

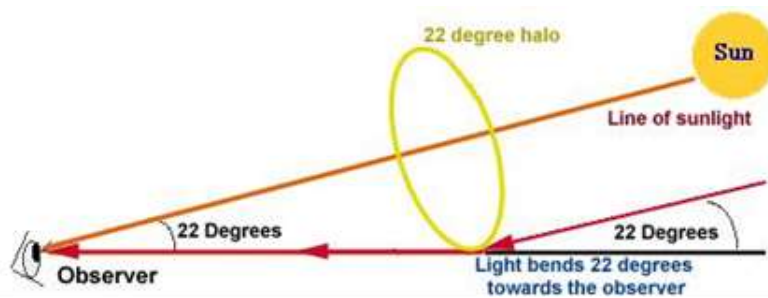


Jenis kristal es (kiri) dan contoh-contoh peristiwa fenomena optik dengan medium kristal es beserta jenis kristal es yang menyebabkannya (kanan).

Contoh fenomena-fenomena dengan medium kristal es adalah:

- **Halo 22°**

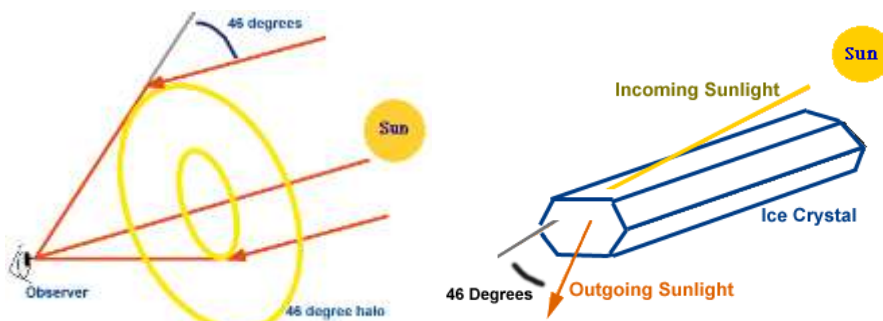
Halo ini adalah halo yang membentuk lingkaran 22° mengelilingi matahari, atau kadang-kadang bulan (juga disebut cincin atau halo bulan musim dingin). Halo ini berbentuk oleh sinar matahari yang dibiaskan dalam jutaan kristal es heksagonal yang berada di awan tinggi tipis seperti sirostratus. Halo ini berukuran besar dan yang sering kita lihat di langit.



Proses terbentuknya halo 22° (kiri) dan kenampakan halo 22° di langit.

- **Halo 46°**

Halo jenis ini merupakan halo yang membentuk lingkaran halo 46° dari matahari atau bulan. Sekalipun lebih jarang ditemukan dibandingkan halo 22° tetapi proses pembentukannya sama seperti halo 22°. Yang menentukan apakah halo akan membentuk halo 22° atau halo 46° adalah jalur yang dilalui cahaya ketika melewati kristal es heksagonal. Pada halo 22°, cahaya akan memasuki kristal es dari satu sisi kemudian keluar di sisi lainnya (yang berseberangan). Sementara pada halo 46°, cahaya akan masuk dari satu sisi kristal kemudian keluar dari bagian atas atau bawah kristal. Cahaya tersebut akan mengalami refraksi sebanyak dua kali ketika memasuki kristal es dan kedua refraksi tersebut akan membelokkan/membiaskan arah cahaya sebesar 46° dari arah semula. Pembelokkan arah cahaya ini akan menghasilkan lingkaran cahaya sebesar 46° dari matahari atau bulan.



Proses terbentuknya halo 46° (kiri-tengah) dan contoh perbandingan kenampakan halo 22° dan 46° di langit (kanan).

- **Sundogs**

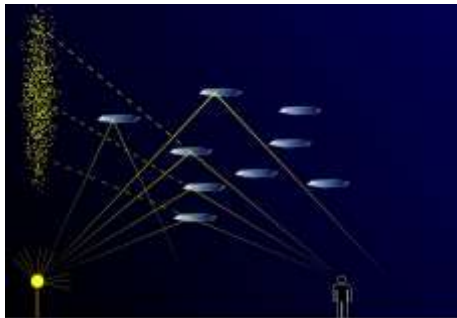
*Sundog/mock sun/parhelion* adalah fenomena optik di atmosfer berupa sinar terang di kanan atau kiri matahari. Dua *sundogs* seringkali mendampingi halo 22°. Fenomena ini terjadi akibat adanya refraksi oleh kristal es di atmosfer.



Fenomena *sundog*.

- ***Light Pillar***

Pilar cahaya adalah kemunculan garis-garis vertikal cahaya di langit dari matahari saat matahari tenggelam atau terbit (dapat terbentuk dari cahaya bulan atau sumber cahaya lainnya). Terbentuk karena adanya kristal es hexagonal dan kolom di udara.



Proses pembentukan pilar cahaya (kiri) dan kenampakan pilar cahaya di langit (kanan).

3. Fenomena akibat proses *scattering* atau hamburan

Hamburan adalah peristiwa penyerapan dan pemantulan kembali cahaya oleh suatu sistem partikel. Contoh fenomena-fenomena dari proses ini adalah:

- ***Crepuscular Ray***

*Crepuscular ray* adalah sinar matahari yang muncul yang memancar dari titik di mana matahari berada di langit. Sinar ini, yang aliran melalui celah-celah di awan (terutama stratocumulus) atau antara objek lainnya, merupakan kolom udara yang diterangi matahari dan dipisahkan oleh daerah awan gelap.



Fenomena *crepuscular ray*.



- ***Anticrepuscular Ray***

*Anticrepuscular ray* adalah berkas sinar yang mirip dengan *crepuscular*, namun terlihat berada di tempat yang berlawanan dari matahari. Cahaya ini terjadi ketika *crepuscular ray* yang muncul dari matahari terbit atau tenggelam terlihat mengalami konvergensi ulang di titik antisolar (titik langit yang berlawanan dengan arah matahari).



Fenomena *anticrepuscular ray*.

- ***Twilight***

*Twilight* adalah pencahayaan yang dihasilkan oleh hamburan sinar matahari di atmosfer atas, menerangi atmosfer yang lebih rendah ketika matahari itu sendiri tidak langsung terlihat karena berada di bawah cakrawala, sehingga permukaan bumi bukanlah benar-benar menyala atau benar-benar gelap. Kata "*twilight*" juga digunakan untuk menunjukkan periode waktu ketika iluminasi ini terjadi.



Fenomena *twilight*.

4. Fenomena akibat proses difraksi

Difraksi adalah proses menyebar atau membeloknya suatu cahaya ketika cahaya tersebut mengenai suatu penghalang. Semakin kecil halangan, penyebaran gelombang semakin besar. Contoh fenomena yang dihasilkan oleh proses ini adalah:

- ***Corona***

*Corona* merupakan fenomena optik di atmosfer yang disebabkan oleh difraksi cahaya matahari atau bulan oleh butiran-butiran air atau kadang kristal es yang kecil atau pada permukaan gelas pada kondisi berkabut.



Fenomena *corona*.

- ***Iridescent Clouds***

*Iridescent clouds* atau *irisation* adalah fenomena munculnya warna-warni di awan akibat adanya difraksi oleh awan-awan tipis dan umumnya terjadi pada awan altokumulus, sirokumulus, lentikular, dan sirrus.



Fenomena *iridescent cloud*.

- ***Glory***

*Glory* adalah fenomena yang disebabkan oleh proses difraksi oleh butir-butir kecil air. Jari-jari *glory* bergantung pada ukuran tetes dimana semakin kecil tetes maka semakin besar *glory*.



Fenomena *glory*.

## 5. Fenomena akibat proses refraksi

Refraksi adalah peristiwa ketika cahaya melalui medium yang sama tetapi memiliki beda kerapatan. Contoh fenomena refraksi adalah ***mirage***. *Mirage* adalah fatamorgana optik dimana cahaya matahari terbiaskan sehingga menghasilkan kenampakan suatu objek yang letaknya jauh atau langit seakan-akan bergeser dari posisi sebenarnya. Peristiwa ini juga seringkali disertai kenampakan beriak seperti air di atas jalanan beraspal.



Fenomena *mirage*.

### OBSERVASI METEOROLOGI

Data di bidang meteorologi berasal dari tiga sumber yaitu:

- Pengukuran yang berdasarkan keadaan permukaan, yaitu baik pengamatan permukaan ataupun radiosonde.
- Penginderaan jarak jauh (*remote sensing*) yang dapat berasal dari satelit maupun berbagai macam radar, lidar, dan sodar.
- Analisis model numerik, yang erat dikaitkan dengan prakiraan cuaca ke depan.

Dalam meteorologi dikenal adanya *Meteorological Observation Network* yang merupakan jaringan dari negara-negara yang tergabung dalam *World Meteorological Organization* (WMO) yang melakukan observasi/pengamatan parameter yang sama dengan standar jam operasional yang sama. Jaringan ini digunakan untuk menghimpun data keadaan cuaca pada waktu yang sama di seluruh dunia, termasuk Indonesia. Observasi ini disebut dengan observasi sinoptik. Observasi ini dilakukan selama 4 kali dalam sehari setiap 6 jam dengan menggunakan patokan standar waktu UTC/GMT, yaitu pada 00:00 UTC, 06:00 UTC, 12:00 UTC, dan 18:00 UTC. Beberapa stasiun di seluruh dunia melaporkan data lebih sering dari aturan tersebut, setiap tiga jam atau bahkan setiap satu jam. Pada observasi sinoptik dikenal dua macam pengukuran, yaitu observasi permukaan dan observasi udara atas.

#### 1. Observasi permukaan

Pada observasi permukaan, parameter dasar yang diukur meliputi temperatur, titik embun, tekanan, curah hujan, arah dan kecepatan angin, observasi manual dari perawanan, keadaan cuaca yang sedang terjadi, visibilitas, dan sebagainya. Pada observasi permukaan juga diukur parameter radiasi inframerah dan cahaya matahari dengan metode otomatisasi.

Pengamatan dilakukan di stasiun meteorologi/taman alat. Syarat penempatan taman alat ini adalah sebagai berikut:

- Terletak di daerah terbuka dan datar. Jarak dengan pohon/bangunan terdekat minimal sejauh 10 kali tinggi pohon/bangunan yang dimaksud.
- Luas taman alat ini tidak kurang dari 20 x 20 m<sup>2</sup>.

- Memiliki pagar pembatas setinggi 120 cm dengan tinggi rumput di dalam taman alat kurang dari 10 cm.
- Tidak berada di sebelah timur/barat pepohonan/bangunan.
- Tidak berada di lokasi yang mudah tergenang.



Taman alat meteorologi.

Di dalam taman alat ini terdapat berbagai macam instrumen pengukur, diantaranya sebagai berikut:

- ***Automatic Weather System (AWS)*** merupakan suatu alat otomatis pengukur parameter meteorologi, seperti suhu, kelembaban, curah hujan, arah dan kecepatan angin, intensitas cahaya matahari, dan tekanan udara. Alat ini terhubung pada logger otomatis yang mencatat hasil pengukuran sehingga kemudian data tersebut dapat dipindahkan ke komputer untuk kemudian diolah.



AWS.

- **Sangkar Stevenson/Sangkar Meteorologi**

Sangkar ini berbentuk seperti sangkar burung, berguna untuk melindungi alat-alat yang terdapat di dalamnya agar terhindar dari sinar matahari langsung dan pengaruh lingkungan. Alat yang terdapat di dalam sangkar ini antara lain: termometer bola basah, termometer bola kering, termometer maksimum, termometer minimum, higrometer, psikrometer, barometer, dan termograf.





Sangkar Stevenson.

- ***Campbell Stokes***

Bola kaca ini berdiameter 10-15 cm dan digunakan untuk mengukur lama penyinaran matahari. Dengan prinsip kerja sederhana yaitu lensa cembung yang akan mengumpulkan sinar matahari ke suatu titik fokus/titik api yang kemudian akan membakar kertas pias yang diletakkan di bawahnya. Jejak/bekas bakaran pada kertas pias akan menunjukkan lama penyinaran.



*Campbell stokes.*

- ***Rain Gauge***

Alat ini berfungsi sebagai penakar air hujan. Alat ini telah mengalami modifikasi berkali-kali, mulai dari *rain gauge* yang sederhana dan manual, kemudian *rain gauge* otomatis tipe Hellman, dan *tipping bucket rain gauge*. Prinsip kerja secara umum yaitu air hujan yang jatuh akan melalui corong yang kemudian turun lalu ditampung dan dihitung dengan metode yang berbeda. *Rain gauge* Hellman menghitung dengan pelampung yang akan menggerakkan pena pada silinder pias. *Rain gauge tipping bucket* menghitung dengan prinsip banyaknya sinyal yang dikirimkan oleh jungkat-jungkit yang bergerak berdasarkan tetes air hujan. Sedangkan untuk yang manual, pengamat harus mengukur secara manual tinggi air hujan yang ditampung menggunakan gelas takar.



*Rain gauge tipe Hellman (kiri) dan rain gauge tipping bucket (kanan).*

- **Pyranometer dan Pyrgeometer**

Sekilas alat ini tampak mirip namun memiliki fungsi yang berbeda. Pyranometer digunakan untuk mengukur radiasi matahari, sedangkan pyrgeometer digunakan untuk mengukur radiasi inframerah. Kedua alat ini bekerja secara otomatis menggunakan sensor khusus yang berada di bagian atas.



Pyranometer (kiri) dan pyrgeometer (kanan).

- **Panci Evaporasi**

Berbentuk seperti kolam panci biasa untuk mengukur evaporasi dalam periode tertentu. Berdiameter 122 cm dan tinggi 25,4 cm. Panci evaporasi ditempatkan di atas tanah berumput/tanah gundul dengan sebelumnya diberikan suatu alas agar panci tidak bersentuhan langsung dengan permukaan tanah.



Panci evaporasi.

## 2. Observasi Udara Atas

Observasi ini digunakan untuk mengetahui keadaan parameter cuaca pada ketinggian tertentu dengan menggunakan balon raksasa (radiosonde) yang digantung dengan seperangkat sensor untuk mengukur parameter meteorologi seperti suhu, kelembapan dan tekanan. Di radiosonde juga terpasang sebuah GPS yang digunakan untuk mengukur keberadaan posisi radiosonde secara *realtime*. Dahulu sebelum ditemukan adanya GPS maka untuk melacak ketinggian radiosonde digunakan teodolit manual yang terbatas untuk mengukur ketinggian.



Radiosonde.

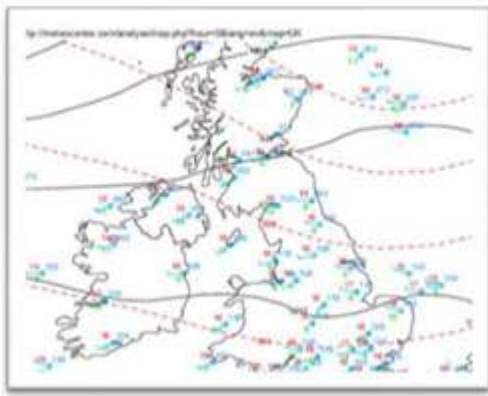
Selain itu, masih banyak pengukuran lain yang dilakukan. Pengukuran yang sedang berkembang saat ini misalnya:

- **Radar (*Radio Detection and Ranging*)**: sistem deteksi objek menggunakan gelombang elektromagnetik (radio atau mikro). Radar cuaca digunakan untuk mendeteksi presipitasi, menghitung kecepatan presipitasi, dan memperkirakan jenis presipitasi tersebut.
- **Radar wind profile**: digunakan untuk mendapatkan profil vertikal angin. Terdapat hanya di Kota Tabang, Sumatera Barat.
- **Sodar (*Sound Detection and Ranging*)**: instrumen meteorologi yang menggunakan gelombang suara untuk mengukur angin di berbagai ketinggian.
- **Lidar (*Light Detection and Ranging*)**: instrumen yang menggunakan sinar laser. Digunakan untuk klasifikasi tipe awan dan menghitung ketinggian dasar awan, observasi aerosol di atmosfer, mengukur konsentrasi gas-gas di atmosfer, mengukur temperatur atmosfer dari permukaan hingga ketinggian 120 km, dan untuk pengamatan lapisan batas atmosfer.
- **Dropsonde**: sonde dijatuhkan dari pesawat dengan disertai parasut yang berbentuk seperti balon. Data dikirimkan lewat gelombang radio dari sonde ke pesawat.

Penginderaan jarak jauh menggunakan **satelit** juga sangat berguna untuk mengukur temperatur permukaan, tinggi awan, konsentrasi uap air, kandungan aerosol, profil temperatur, konsentrasi zat-zat kimia, dan juga kecepatan angin di atas permukaan laut.

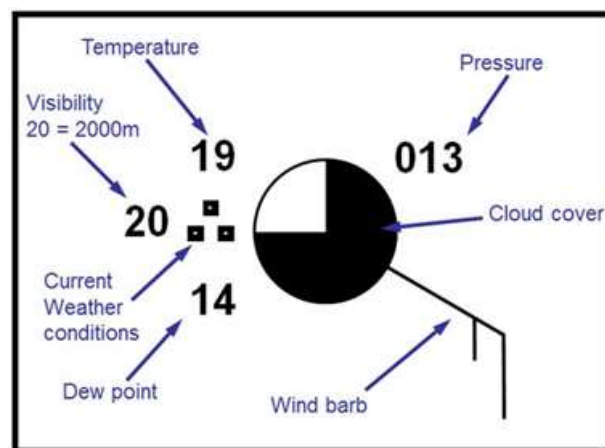
## PETA SINOPTIK

Setelah sebelumnya dibahas mengenai macam-macam observasi, maka data sinoptik yang telah dihimpun untuk satu waktu akan diolah menjadi suatu peta sinoptik.



Contoh peta sinoptik.

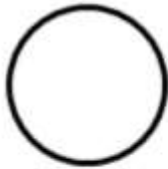

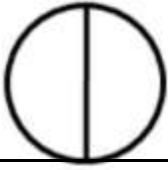
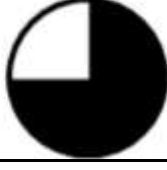




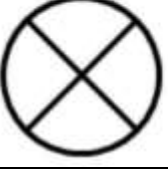
Dalam peta-peta tersebut digunakan simbol-simbol khusus yang disebut kode sinoptik, dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



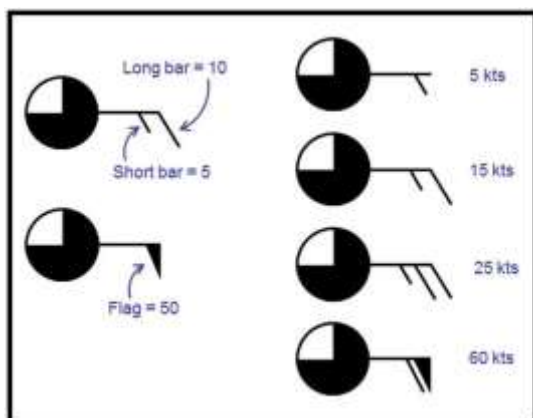
Kode sinoptik di suatu lokasi dan waktu.



1. Kode untuk tutupan awan (*cloud cover*). Kode lingkaran berisi ini menunjukkan kondisi bagian langit yang tertutup oleh awan, dinyatakan dalam satuan perdelapanan.

	Langit cerah berawan.	tidak		Tutupan awan 4/8 atau sama dengan awan menutupi 50% langit.
	Tutupan awan 1/8 atau kurang dari itu.			Tutupan awan 6/8 atau 75% langit yang tertutup awan.
	Tutupan awan 2/8, atau awan menutupi 25% langit.			Tutupan awan 7/8 atau lebih.
	Tutupan awan 3/8.			Tutupan awan 8/8 atau seluruh langit tertutup awan.
	Visibilitas sehingga tidak dapat ditentukan perawanannya.	terganggu	<b>M</b>	Missing data/ data hilang dikarenakan tidak adanya pengamatan atau yang lain

2. Kode arah dan kecepatan angin.



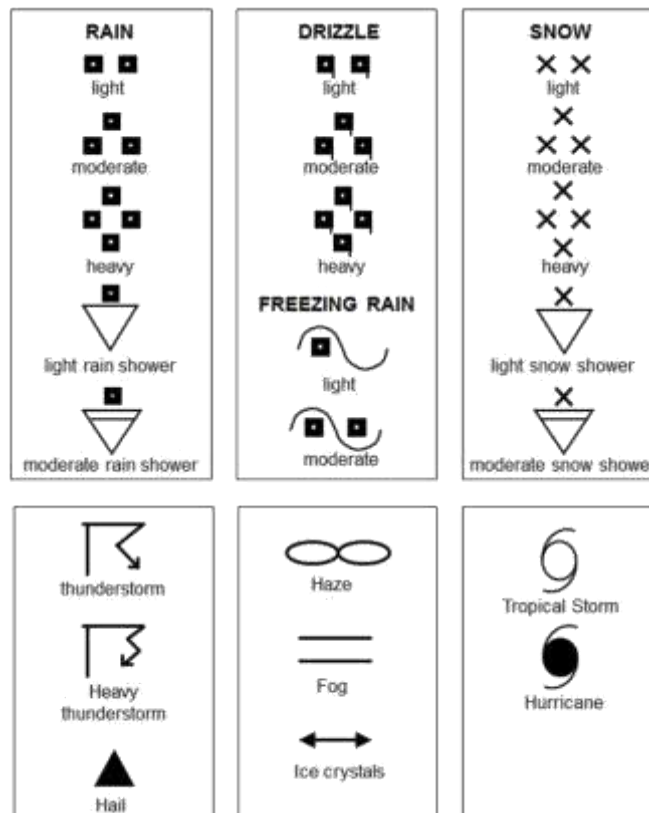
Apabila kita menggunakan kode angin untuk kecepatan maka selalu digunakan satuan knot. Untuk kecepatan 50 knot, garis langsung diganti dengan lambang bendera. Apabila kecepatan lebih dari itu cukup ditambahkan garis sesuai keperluan. Garis panjang untuk 10 knot dan pendek untuk 5 knot. Untuk arah angin, penempatan “buntut garis kecepatan angin” tersebut menunjukkan arah dari mana angin itu datang.

3. Kode tekanan

Untuk aturan membaca kode tekanan adalah sebagai berikut:

- Untuk nilai angka di atas 500, maka tambahkan angka 9 di depannya lalu dibagi 10. Contoh: 675 berarti ditambah angka 9 menjadi 9675 lalu dibagi 10. Maka tekanan yang terukur adalah 967.5 mb.
- Untuk nilai angka di bawah 500 maka tambahkan angka 10 di depan lalu dibagi dengan 10. Contoh: 898 berarti ditambah angka 10 menjadi 10898 lalu dibagi 10. Maka tekanan terukur adalah 1089.8 mb.

4. Kode cuaca sewaktu pengamatan/*current weather condition*.



Sumber:

- Essentials of Meteorology (C Donald Ahrens)
- Modul perkuliahan Pengantar Meteorologi dan Klimatologi Zadrach L. Dupe
- Klimatologi (Bayong Tjasyono, ITB)

**SOAL**

1. Alat meteorologi yang digunakan untuk mengukur evapotranspirasi aktual yang dilepaskan oleh tanaman adalah...
  - A. Evaporimeter
  - B. Atmometer
  - C. Lisimeter
  - D. Soil thermometer
  - E. Pluviometer

2.



Alat di atas adalah..... dan digunakan untuk mengukur.....

- A. Perheliometer, intensitas radiasi matahari langsung
  - B. Termohigrograf, temperatur dan kelembaban udara
  - C. Pyrgeometer, mengukur radiasi inframerah
  - D. Campbell stokes, lama penyinaran matahari
  - E. Ceilometer, untuk mengukur tinggi dasar awan
3. Fenomena dimana pelangi mengalami interferensi yang kemudian menghasilkan adanya busur-busur pelangi tambahan di belakang pelangi utama dengan jarak yang rapat adalah....
  - A. *Primary rainbows*
  - B. *Secondary rainbows*
  - C. *Tertiary rainbows*
  - D. *Supernumerary bows*
  - E. *Reflected rainbows*
4. Hukum Snellius yang seringkali digunakan untuk menjelaskan fenomena optis di atmosfer menyatakan bahwa cahaya yang memasuki medium yang lebih rapat akan dibelokkan.....garis normal, sementara cahaya yang memasuki medium lebih renggang akan dibelokkan.....garis normal.
  - A. Mendekati, menjauhi
  - B. Menjauhi, mendekati
  - C. Sejajar, menjauhi
  - D. Mendekati, sejajar
  - E. Sejajar, sejajar
5. Perbedaan antara *crepuscular ray* dengan *anticrepuscular ray* adalah....
  - A. *Crepuscular ray* biasanya muncul menjelang matahari terbit, sementara *anticrepuscular ray* biasanya muncul menjelang matahari terbenam.

- B. *Crepuscular ray* terjadi karena terhalang oleh awan sementara *antirepuscular ray* terjadi tanpa terhalang awan.
- C. Fenomena *crepuscular ray* lebih langka terjadi dibandingkan *antirepuscular ray*.
- D. *Crepuscular ray* terjadi karena adanya konvergensi ulang di titik antisolar sementara *antirepuscular ray* terjadi ketika cahaya matahari terlihat berkonvergensi dari 1 titik tertentu.
- E. Jika Anda sedang berdiri menghadap matahari, maka wajah Anda akan menghadap *crepuscular ray* sementara *antirepuscular ray* kemungkinan berada di punggung Anda.
6. Jenis halo berdasarkan besar jari-jari sudut lingkarannya dibagi menjadi....
- A. 20° dan 50°
- B. 23° dan 56°
- C. 25° dan 42°
- D. 22° dan 46°
- E. 20° dan 48°

7.



Fenomena di atas disebut sebagai.....

- A. Halo
- B. *Sundogs*
- C. *Moondogs*
- D. *Rainbows*
- E. *Glories*
8. Perbedaan fenomena *halo* dengan *sundog* adalah....
- A. Sudut datang cahaya matahari
- B. Bentuk kristal es yang merefraksi
- C. Orientasi kristal es yang merefraksi
- D. Waktu kejadian
- E. Media yang merefraksi
9. Fenomena munculnya warna-warni di awan akibat adanya difraksi oleh awan-awan tipis dan umumnya terjadi pada awan altokumulus, sirokumulus, lentikular, dan sirrus adalah....
- A. *Crepuscular ray*
- B. *Twilight*
- C. *Irisation*
- D. *Glory*
- E. Pelangi



10. Proses menyebar atau membeloknya suatu cahaya ketika cahaya tersebut mengenai suatu penghalang disebut sebagai....
  - A. Refleksi
  - B. Refraksi
  - C. *Scattering*
  - D. Difraksi
  - E. Dispersi
11. Perbedaan pelangi primer dan pelangi sekunder adalah proses pembentukannya, dimana urutan proses pembentukan pelangi primer adalah....
  - A. Refraksi-refleksi-refraksi
  - B. Refleksi-refraksi-refleksi
  - C. Refleksi-refraksi-refraksi
  - D. Refraksi-refleksi-refleksi
  - E. Refraksi-refleksi-difraksi
12. Berdasarkan perbedaan proses pembentukan pelangi pada nomor 11, maka pelangi sekunder terlihat lebih tidak jelas terlihat dibandingkan pelangi primer karena mengalami....
  - A. Satu kali refleksi dan dua kali refraksi
  - B. Satu kali refleksi dan satu kali refraksi
  - C. Dua kali refleksi dan dua kali refraksi
  - D. Dua kali refleksi dan dua kali dispersi
  - E. Dua kali refleksi dan tiga kali refraksi
13. Ketika berangkat ke sekolah, seorang siswa mengamati adanya peristiwa 'god rays' dimana munculnya sinar matahari yang melalui celah-celah di awan dan memancarkan sinar dari titik di langit dimana matahari berada. Pilihlah pernyataan yang benar mengenai nama dan jenis awan yang paling mungkin menutupi langit saat itu!
  - A. Sirokumulus, awan tinggi
  - B. Altokumulus, awan menengah
  - C. Stratokumulus, awan rendah
  - D. Altostratus, awan menengah
  - E. Sirostratus, awan tinggi
14. Bagaimana cara membedakan termometer maksimum dan termometer minimum ketika Anda sedang melihat isi Sangkar Stevenson?
  - A. Termometer maksimum diisi oleh alkohol sementara termometer minimum diisi oleh raksa.
  - B. Termometer maksimum diletakkan sedikit miring sementara termometer minimum diletakkan mendatar.
  - C. Pada termometer minimum terdapat celah sempit di ujung tabung sementara pada termometer maksimum tidak ada.
  - D. B dan C benar.
  - E. Semua benar.
15. Garis kontur yang menghubungkan tempat yang mempunyai persentase perawanan yang sama dalam peta cuaca adalah....
  - A. Isolobar

- B. Isohume
  - C. Isohel
  - D. Isoneph
  - E. Isotach
16. Busur-busur paralel dari spektrum warna yang timbul akibat refleksi dan refraksi dari cahaya matahari oleh butir-butir hujan adalah....
- A. Halo
  - B. *Sundogs*
  - C. Corona
  - D. Mirage
  - E. Pelangi
17. Berikut merupakan fenomena optik di atmosfer yang disebabkan oleh kristal es kecuali....
- A. Halo
  - B. *Sundogs*
  - C. *Sun pillar*
  - D. *Glory*
  - E. *Circumzenithal arc*
18. Alat yang dapat digunakan untuk mendeteksi presipitasi, menghitung kecepatan presipitasi, dan memperkirakan jenis presipitasi adalah....
- A. Radiosonde
  - B. Radar
  - C. Lidar
  - D. Sodar
  - E. Dropsonde
19. Berikut merupakan alat meteorologi yang berkaitan dengan pengukuran parameter curah hujan, kecuali....
- A. Ombrometer
  - B. Udometer
  - C. Disdrometer
  - D. Atmometer
  - E. Pluviometer

20.



Pada suatu peta sinoptik terdapat simbol seperti gambar di atas. Gambar tersebut menunjukkan adanya peristiwa....

- A. *Warm front*
- B. *Cold front*
- C. *Stationary front*
- D. *Occluded front*
- E. *Squall line*

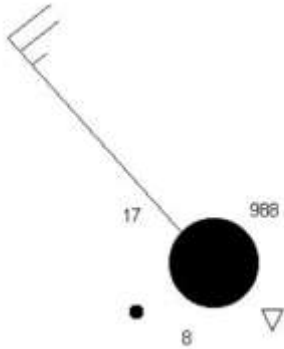
21.



Sementara gambar di atas menunjukkan adanya peristiwa.....

- A. *Warm front*
- B. *Cold front*
- C. *Stationary front*
- D. *Occluded front*
- E. *Squall line*

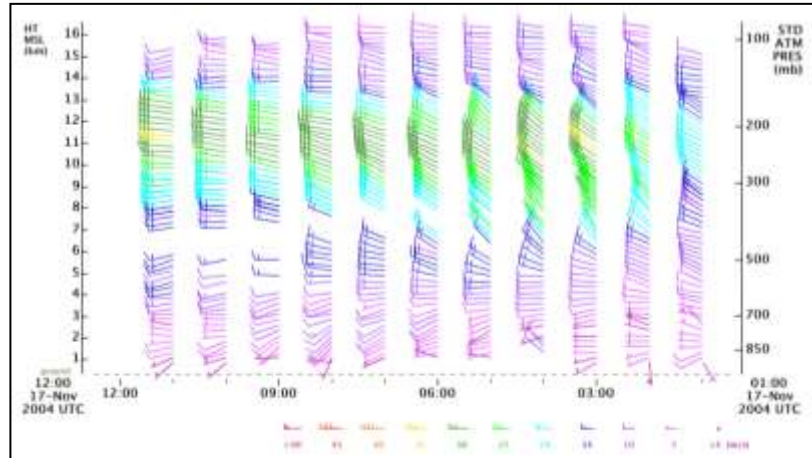
22.



Berdasarkan simbol sinoptik di atas maka besarnya tekanan pada titik tersebut adalah....

- A. 988 mb
  - B. 988 atm
  - C. 0.986 atm
  - D. 0.986 hPa
  - E. 998.8 Pa
23. Kecepatan dan arah angin berdasarkan gambar pada no. 22 adalah....
- A. 15 knot dari arah barat laut
  - B. 15 knot dari arah tenggara
  - C. 25 knot ke arah barat laut
  - D. 25 knot ke arah tenggara
  - E. 30 knot dari arah barat laut
24. Titik embun berdasarkan gambar pada no. 22 adalah....
- A. 17°C
  - B. 8°C
  - C. 290 K
  - D. 62.6°F
  - E. 13.6°R
25. Kondisi cuaca yang sesuai pada lokasi no. 22 adalah...
- A. Cerah
  - B. Hujan
  - C. Gerimis
  - D. 7/8 berawan
  - E. Berkabut

26.



Gambar di atas merupakan contoh keluaran dari.....

- A. Satelit
  - B. Dropsonde
  - C. *Light Detection and Ranging*
  - D. Radiosonde
  - E. Radar wind profiler
27. Pada suatu atmosfer, perubahan tekanan terhadap ketinggian dihitung berdasarkan persamaan hidrostatik  $\Delta p = \rho g \Delta z$  (dimana  $g$  adalah percepatan gravitasi sebesar  $9.81 \text{ m/s}^2$ ,  $\rho$  adalah densitas udara,  $\Delta p$  adalah beda tekanan dalam Pa, dan  $\Delta z$  adalah beda ketinggian). Ketika rata-rata densitas udara antara level 1000 hPa hingga 500 hPa adalah  $0.910 \text{ kg/m}^3$ , maka besarnya ketinggian pada level 500 hPa dengan asumsi tekanan muka laut rata-rata sebesar 1000 hPa adalah..
- A. 3601 m
  - B. 4601 m
  - C. 5601 m
  - D. 6601 m
  - E. Tidak ada jawaban yang benar
28. Perbedaan warna pada reflektivitas radar menunjukkan...
- A. Perbedaan temperatur
  - B. Daya yang ditransmisikan kembali ke radar
  - C. Ketinggian awan
  - D. Kecepatan awan yang bergerak
  - E. Kecepatan angin
29. Jenis presipitasi yang akan menghasilkan reflektivitas terkuat pada radar adalah...
- A. Hujan
  - B. Salju
  - C. Hail
  - D. Sleet
  - E. Freezing rain



30. Syarat yang salah dari penempatan suatu taman alat adalah....
- A. Terletak di daerah terbuka dan datar
  - B. Jarak dengan pohon/bangunan terdekat paling sedikit 10 kali tinggi pohon/bangunan yang bersangkutan
  - C. Tidak berada di sebelah timur/barat pepohonan/bangunan
  - D. A dan B benar
  - E. Semua benar