

# Bab 15

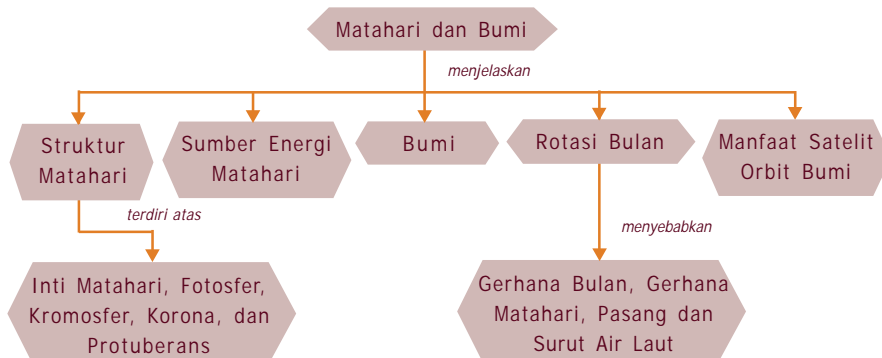
## Matahari dan Bumi

Kita hidup di bumi tak lepas dari peranan matahari. Matahari merupakan sumber energi terbesar di bumi. Tanpa matahari mungkin tidak pernah ada kehidupan di muka bumi ini. Yang menjadi pertanyaan adalah apa matahari itu sebenarnya sehingga menjadi sumber energi dalam kehidupan di bumi serta bagaimana peredaran bumi, bulan dan satelit terhadap matahari dan pengaruh interaksinya terhadap kehidupan di bumi? Untuk menjawab pertanyaan ini perlu kita bicarakan dan diskusikan bersama dalam bab selanjutnya.



### Peta Konsep

Untuk mempermudah memahami materi ini, perhatikan peta konsep berikut ini.



### Kata Kunci

Setelah kalian memahami peta konsep di atas, perhatikan kata-kata kunci berikut yang merupakan kunci dan cara memahami materi ini.

- Matahari
- Bulan
- Bumi
- Satelit
- Revolusi
- Rotasi



## A. Struktur Matahari

Matahari adalah pusat tata surya kita. Matahari merupakan sebuah bintang yang ukurannya tidak terlalu besar jika dibandingkan dengan bintang-bintang yang lain misalnya bintang neutron, dan bajang putih (*white dwarf*). Mengapa matahari kelihatan lebih besar dan lebih terang dibandingkan dengan bintang-bintang yang lain yang ada di langit? Tentu saja karena letaknya dekat dengan bumi.

Letak matahari dari bumi kira-kira 149.600.000 km atau  $1,49 \times 10^8$  km, ini disebut **satuan astronomi (AU)**. Bintang yang terdekat berikutnya adalah **Alpha Centauri**, jauhnya lebih dari  $4 \times 10^{13}$  km. Ahli astronomi modern telah paham bahwa matahari kita hanya salah satu bintang dari kira-kira 100 milyar bintang yang ada dalam galaksi Bimasakti.

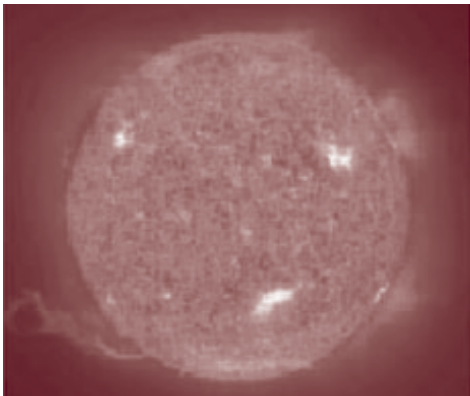
Secara fisis matahari mempunyai sifat seperti dalam tabel. Pada tabel, menunjukkan bahwa massa matahari sebesar  $333.000 M_{\oplus}$ . Sedangkan jari-jarinya  $6,96 \times 10^8$  m atau sekitar  $109 R_{\oplus}$  dan mempunyai temperatur efektif di permukaan sekitar 5770 K. Namun temperatur dan tekanan di pusat (inti) tentunya sangat besar untuk mendukung beratnya, mengapa? Temperatur pusat matahari  $1,6 \times 10^7$  K dengan luminositasnya (energi yang diradiasikan) sekitar  $3,86 \times 10^{26}$  watt.

**Tabel Sifat Matahari**

Massa	$1,99 \times 10^{30}$ kg
Jari-jari	$6,96 \times 10^8$ m
Kerapatan rata-rata	$1410 \text{ kg/m}^3$
Gravitasi di permukaan	$2,74 \times 10^2 \text{ m/s}^2$
Temperatur	5770 K
Luminositas	$3,86 \times 10^{26}$ W
Medan magnet:	
Bintik hitam	0,3 T
Global	0,0001 T
Periode rotasi	26-35 hari

## Info MEDIA

*Bimasakti atau Milky Way adalah galaksi tempat sistem tata surya kita berada. Galaksi ini memiliki sekitar 100 miliar bintang, termasuk matahari. Selain bintang, Bimasakti juga tersusun atas awan gas dan debu, baik yang berwarna gelap maupun berwarna cemerlang. Para ahli astronomi memperkirakan massa total Bimasakti sekitar 200 miliar kali dari massa matahari.*



**Gambar 15.1** Matahari

Sumber: [www.bnsc.gov.uk](http://www.bnsc.gov.uk)

Dengan jarak matahari-bumi 1 AU dan berdasarkan hukum berbanding terbalik kuadrat jarak, kalian bisa memperkirakan berapa watt energi yang jatuh di permukaan bumi? Dengan perhitungan secara teoritis tentunya akan berbeda dengan empiris. Perbedaan ini dapat digunakan untuk menafsirkan unsur-unsur yang ada pada atmosfer bumi. Kerapatan rata-rata matahari adalah  $1410 \text{ kg/m}^3$ , nilai ini konsisten dengan komposisi matahari yang sebagian besar merupakan gas hidrogen 71% dan helium 27,1%. Namun kalian bisa membayangkan keberadaan gas hidrogen dan helium pada temperatur yang tinggi, sehingga menimbulkan suatu pertanyaan yaitu, apakah bentuk gas hidrogen dan helium sama seperti yang ada di permukaan bumi atau yang pernah kalian jumpai? Untuk menjawab ini tentu kalian berfikir bahwa suatu zat bila dipanaskan akan mengubah wujud, dalam hal

ini gas hidrogen dan helium dalam bentuk terionisasi yang disebut plasma.

Oleh karena massa bumi yang sangat besar maka matahari mempunyai suatu tarikan gravitasi  $2,74 \times 10^2 \text{ m/s}^2$  atau sebesar 28 kali lebih kuat daripada tarikan gravitasi bumi, lihat persamaan gaya gravitasi. Besarnya medan magnet pada saat terjadinya bintik hitam atau sunspot akan lebih besar yaitu 0,03 T dan temperatur permukaan turun sekitar  $4000^\circ \text{ K}$  daripada keadaan normal. Periode rotasi rata-rata 25,4 hari dan bervariasi dari 34,4 hari di kutub dan 25,1 hari equator matahari. Periode rotasi yang tidak sama ini menunjukkan struktur matahari tidak dalam bentuk benda tegar padat tetapi dalam bentuk fluida.

Matahari dengan massa dan volume yang sangat besar terdiri atas beberapa lapisan:

### 1. Inti Matahari

Inti matahari adalah bagian paling tengah dari matahari dengan jari-jarinya sekitar  $\frac{1}{4}$  jari-jari matahari dan suhunya  $1,6 \times 10^7$  K. Pada bagian inilah terjadinya reaksi inti yang merupakan sumber energi pancaran matahari. Reaksi inti yang terjadi adalah reaksi fusi. **Reaksi fusi** adalah reaksi penggabungan inti atom hidrogen menjadi inti atom helium yang menghasilkan energi.

### 2. Fotosfer

Lapisan fotosfer menyelubungi matahari dengan ketebalan lapisan 330 km dan suhu rata-rata 5.700 K. Lapisan fotosfer ini tampak oleh mata kita berwarna kuning. Pada lapisan ini terdapat butiran-butiran gelap terang yang formasinya tidak merata.

### 3. Kromosfer

Kromosfer disebut juga bola warna. Lapisan ini menjulang sejauh 2000 km di atas permukaan matahari. Suhu rata-rata pada lapisan ini diperkirakan 4.273 K.

### 4. Korona

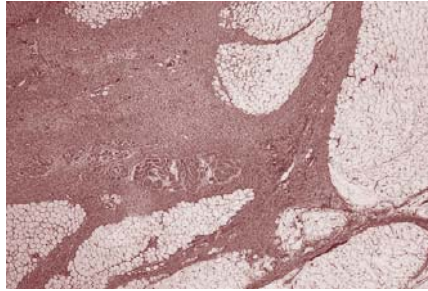
#### Info MEDIA

Walaupun matahari berada 149 juta km dari bumi, sinarnya masih cukup terang untuk merusak mata secara permanen. Matahari tidak boleh dilihat secara langsung dan tentunya tidak melalui teleskop atau teropong. Galileo menjadi buta karena memandang matahari.

Korona disebut juga "**mahkota**" matahari, karena berbentuk lingkaran cahaya putih yang indah yang panjangnya berjuta-juta kilometer ke arah ruang angkasa. Suhu korona dapat mencapai  $2 \times 10^6$  K dengan gas pada daerah korona sangat tipis. Tebal lapisan korona matahari mencapai  $2,5 \times 10^6$  km. Untuk mengamati korona dapat menggunakan teleskop khusus yang disebut **koronagraf**.

## 5. Protuberans

Protuberans merupakan pita-pita yang sangat besar dan panjang dari gas yang menyala dan kadang-kadang mencapai ketinggian beratus-ratus kilometer memasuki daerah korona.



**Gambar 15.2** *Protuberans*

Sumber: [www.bweems.com](http://www.bweems.com)

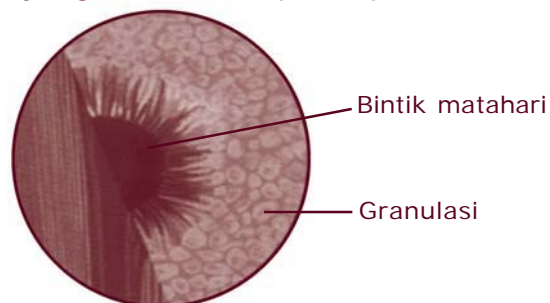
Di samping bagian-bagian matahari yang telah dijelaskan di atas, pada matahari terdapat juga noda-noda atau gangguan-gangguan pada matahari. Adapun noda-noda matahari antara lain:

### **a. Gumpalan pada atmosfer**

Lapisan fotosfer tampak tidak licin tapi berupa gumpalan-gumpalan. Hal ini disebabkan adanya aliran gas panas yang mengumpul dari dalam.

### **b. Bintik-bintik hitam matahari**

Gejala bintik-bintik matahari dapat diamati dengan jelas jika menggunakan teropong. Bintik-bintik matahari ada yang berumur beberapa menit dan ada yang berumur berpuluh-puluh hari.



**Gambar 15.3** *Bintik matahari*

Sumber: *Kamus Visual*

Bintik-bintik hitam matahari berwarna sangat gelap disebut **umbra** yang dikelilingi oleh bagian yang agak terang disebut **penumbra**. Bintik-bintik hitam menyebabkan temperatur permukaan turun sekitar 4.000 K. Hal ini disebabkan karena terhalangnya aliran gas dari dalam inti matahari, gangguan magnetik pada matahari. Diameter bintik matahari mencapai  $8 \times 10^5$  km.

### **c. Lidah api**

Lidah api adalah fenomena pada matahari yang keluar dari permukaan fotosfer. Tingginya dapat mencapai ribuan kilometer dan memancar ke segala arah lihat Gambar 15.1!



## **Tugas 15.1**

Diskusikan dengan teman kalian!

1. Mengapa bisa terjadi juluran lidah api?
2. Mengapa pada saat terjadinya bintik-bintik hitam dapat mengganggu saluran komunikasi yang ada di bumi?

### **d. Prominensa**

Prominensa terjadi pada permukaan kromosfer bagian tepi. Prominensa merupakan gas panas yang terlepas dengan dahsyat dari permukaan matahari yang menyerupai lidah api besar dan bentuknya melengkung. Lengkungan ini dapat mencapai ribuan kilometer.

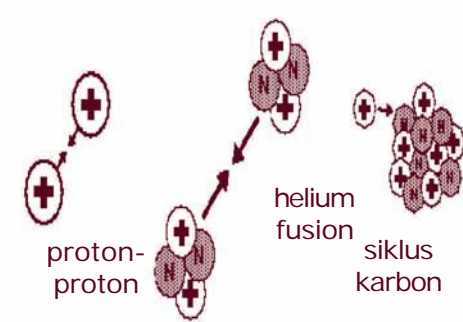


**Gambar 15.4** Prominensa

Sumber: [www.leoniko.or.id](http://www.leoniko.or.id)



## B. Sumber Energi Matahari



Gambar 15.5 Reaksi fusi

Pada tahun 1850-an ahli fisika Jerman, **Herman Von Helmholtz** mengusulkan bahwa energi cahaya dan panas matahari itu datang dari kontraksi atau penciutan matahari. Menurut teori ini, energi yang dilepaskan sebagai akibat adanya perbedaan gaya gravitasi matahari dan tekanan gas matahari ke dalam suatu volume yang semakin lama semakin kecil. Helmholtz memperhitungkan bahwa suatu

pengurangan pada diameter matahari yang hanya 85 m per tahun akan mempertahankan tingkat keluaran energi matahari selama  $25 \times 10^6$  tahun mulai dari waktu asal mula matahari.

Teori penciptaan Helmholtz tidak bertahan lama. Kemudian muncul suatu gagasan baru yaitu sumber energi matahari adalah hasil reaksi fusi baik fusi proton-proton atau fusi helium dan reaksi siklus karbon berdasarkan umur bintang.

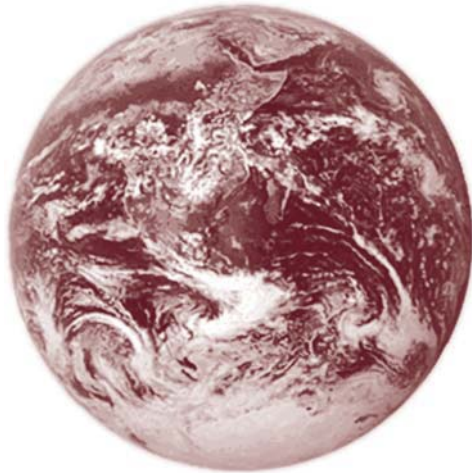
Reaksi ini merupakan reaksi inti yang menghasilkan bahan bakar matahari dan bintang yang lain dengan temperatur ini mencapai 15 juta K dan menghasilkan energi sekitar 25 MeV.



## C. Bumi

Bumi merupakan salah satu dari planet dalam sistem tata surya yang merupakan tempat kita hidup dan bisa untuk cerminan ilmiah di dalam mempelajari jagad raya.

## 1. Bentuk Bumi



Gambar 15.6 Bumi

Sumber: Ensiklopedi Geografi

Bentuk bumi kita adalah bulat pepat. Ini disebabkan rotasi planet bumi yang dapat mengubah bentuk bumi dan mengidentifikasi komposisi bumi bukan merupakan bentuk benda tegar melainkan bentuk fluida yang agak plastis. Sehingga menjadikan sebuah bentuk yang seimbang dengan kekuatan rotasi dan gravitasi.

Diameter bumi dari kutub ke kutub adalah 12.700 km dan diameter di sepanjang ekuator 12.750 km, sehingga ada perbedaan sekitar 50 km. Untuk menentukan tingkat kepipihan (*oblate*),  $e$ , dapat ditentukan dengan persamaan:

$$e = \frac{r_e - r_p}{r_e}$$

Dengan  $r_e$  adalah jari-jari di equator dan  $r_p$  adalah jari-jari di kutub.

## 2. Dimensi Bumi

Bumi mempunyai massa dan volume. Menurut taksiran para ahli, massa bumi adalah  $5,98 \times 10^{24}$  kg atau  $5,98 \times 10^{27}$  gram. Kerapatan rata-rata bumi ditentukan dengan membandingkan antara massa bumi dan volume. Sedangkan bumi sendiri memiliki volume  $1,083 \times 10^{27}$  cm<sup>3</sup>.

Jadi, kerapatan bumi:

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{5,8 \cdot 10^{27} \text{ gram}}{1,083 \cdot 10^{27} \text{ cm}^3} \\ &= 5,5 \text{ gram/cm}^3 \end{aligned}$$

Angka 5,5 adalah sebagai angka kerapatan rata-rata bumi.



## Kegiatan

Bumi kita adalah yang terpadat di antara planet yang lain. Jelaskan pendapat kalian! Diskusikan dengan teman kalian!

Di samping massa dan kerapatan bumi, bumi memiliki gaya gravitasi dan gaya magnet. Pada abad XVII **Sir Isaac Newton** memperjelas pengertian tentang gravitasi pada saat ia merumuskan hukum gravitasinya yang terkenal, lihat Bab 14. Istilah gravitasi, tepatnya gravitasi bumi diterapkan pada kekuatan gravitasi yang dilakukan oleh bumi. Masalah gravitasi akan dijelaskan lebih jauh pada bab berikutnya.

**Gaya magnet (magnetisme)** adalah kekuatan suatu benda untuk menarik benda lain. Hukum magnet menyatakan bahwa kutub-kutub yang sama akan tolak menolak dan kutub-kutub yang berbeda akan tarik menarik. Sebuah magnet mempunyai dua kutub yaitu kutub utara dan kutub selatan. Mengapa bumi mempunyai gaya magnet? Pada tahun 1600, **Sir William Gilbert**, seorang ahli fisika Inggris, mengajukan gagasan bahwa bumi itu bertingkah laku seperti magnet raksasa, yang berkutub utara dan berkutub selatan. Gagasan ini sekarang diterima secara luas.

Bila kalian menggunakan sebuah kompas, jarum akan menunjukkan sepanjang garis kekuatan yang melingkar dari kutub magnet yang satu ke kutub yang lain yang disebut **garis gaya**. Di mana kutub-kutub magnet tidak bersesuaian secara tepat dengan kutub-kutub geografi yaitu membentuk penyimpangan.

### 3. Bagian Bumi

Bumi terdiri atas tiga bagian yaitu udara, air, dan bagian padat yang berlapis yang terdiri atas atmosfer, hidrosfer, dan litosfer.

### a. Atmosfer

Kita bernapas membutuhkan oksigen, oksigen yang kita ambil berasal dari atmosfer bumi. Udara yang mengelilingi bumi terdiri atas 78 % nitrogen, 21 % oksigen, dan 1 % gas lain termasuk di dalamnya uap air dan karbon dioksida.

Bagian-bagian atmosfer:

## Info MEDIA

Sejak terbentuknya bumi, kandungan kimiawi atmosfer telah berevolusi. Karbon dioksida menurun secara signifikan antara 4.500 dan 3.000 juta tahun yang lalu. Kenaikan nitrogen mengalami hal yang serupa. Tingkat oksigen mulai naik pada saat yang bersamaan karena fotosintesis tumbuhan primitif yang menggunakan CO<sub>2</sub> dan mengeluarkan oksigen.

### 1) Troposfer

Lapisan ini berkaitan dengan cuaca, karena pada troposfer terjadi perubahan suhu, tekanan, dan kadar uap air. Pada batas luar troposfer terdapat zona pemisah antara troposfer dengan stratosfer selanjutnya yang disebut **tropopause**. Semakin ke atas temperatur dalam troposfer menurun secara tetap sampai pada ketinggian tropopause yaitu 15 km.

### 2) Stratosfer

Panjang lapisan stratosfer adalah 15 km sampai 40 km di atas permukaan bumi. Inilah zona di mana aliran udara kuat dan bergerak cepat, yang dapat mencapai kecepatan 400 km per jam. Temperatur di lapisan stratosfer naik dari tingkat bawah -60° C pada ketinggian 15 km sampai ke tingkat atas 0° C pada ketinggian 40 km. Pada lapisan stratosfer terdapat lapisan ozon (O<sub>3</sub>).



## Tugas 15.2

1. Pernahkah kalian mendengar adanya lubang pada lapisan ozon?
2. Apa fungsi lapisan ozon terhadap kehidupan kita?
3. Apa penyebab terjadinya lubang ozon dan apa akibatnya terhadap kehidupan manusia di bumi?

### 3) *Mesosfer*

Tebal lapisan ini adalah 40 km sampai sekitar 70 km di atas permukaan planet kita. Suhu pada lapisan mesosfer dari 0° C pada ketinggian 40 km sampai tingkat bawah -90° C pada ketinggian sekitar 75 sampai 80 km ke atas.

### 4) *Termosfer*

Termosfer adalah lapisan dengan daerah yang meluas dari 70 km sampai 400 km di atas bumi. Pada daerah ini udaranya sudah menipis. Lapisan termosfer ini sering disebut **lapisan ionosfer**, karena terbuka oleh radiasi dari ruang angkasa dan matahari. Temperatur di lapisan ini naik seiring dengan ketinggian sampai pada level 1500 K – 2000 K. Banyak molekul dan atom-atom yang terionisasi. Namun demikian selalu terjadinya suatu keseimbangan dikarenakan adanya elektron bebas yang dengan cepatnya merekombinasi kembali dengan ion-ion tersebut.



## Tugas 15.3

Jelaskan, mengapa pada lapisan termosfer banyak molekul-molekul yang terionisasi! Diskusikan dengan teman kalian!

### 5) *Eksosfer*

Lapisan eksosfer ini berada pada ketinggian 400 km atau lebih. Lapisan ini adalah lapisan luar dari atmosfer.

### **b. Hidrosfer**

Bumi diperkirakan adalah satu-satunya planet yang mengandung air. Sekitar tiga per empat permukaan bumi terdiri dari perairan. Hampir 96% berat air bumi tersusun dari hidrogen dan oksigen. Di samping itu natrium, klorin dan banyak unsur lain juga ditemukan di perairan samudra.

Tumbuh-tumbuhan dan berbagai hewan yang ditemukan di laut merupakan sumber yang sangat besar nilainya, yang memberi orang makanan, pupuk,

dan bahan-bahan lainnya. Lautan atau samudra mengandung banyak sekali mineral yang bernilai tinggi seperti garam dapur (NaCl), magnesium, emas, uranium, tembaga, dan sebagainya.

### c. *Litosfer*

Lapisan litosfer merupakan lapisan paling atas dari bumi, terdiri atas berbagai jenis batuan antara lain batuan gunung berapi, batuan endapan dan batuan metamorfik, serta tanah. Lapisan litosfer ini akan dijelaskan lebih jauh pada Bab 16.

## 4. Gerak Bumi

### a. *Rotasi bumi*

Bumi dalam mengitari matahari mengalami rotasi dan revolusi. Periode rotasi sekitar 23 jam 56 menit 4,09 detik atau sekitar 24 jam.

Akibat daripada rotasi bumi, maka bumi mengalami gerak semu terhadap matahari. Sekali bumi berotasi (satu periode rotasi), semua tempat di bumi telah menjalani perputaran  $360^\circ$  bujur, dengan rotasi ditempuh 24 jam. Berarti setiap derajat bujur ditempuh dalam waktu  $24 \times 60$  menit:  $360 = 4$  menit. Dengan demikian perbedaan waktu antara dua tempat yang berbeda bujurnya  $15^\circ$  adalah  $15 \times 4$  menit = 60 menit = 1 jam. Oleh karena itu, perbedaan waktu antara dua daerah waktu yang berdampingan tersebut adalah 1 jam.

Bumi dibagi dalam wilayah **meridian** yaitu garis lingkaran yang melewati kutub utara dan selatan. Tempat-tempat yang terletak pada garis meridian yang sama mempunyai waktu yang sama. Sebagai waktu pangkal ditetapkan waktu yang berlaku untuk meridian yang melewati Greenwich (Inggris) dan ditetapkan sebagai bujur  $0^\circ$ . Waktu pangkal ini dinamakan **waktu Greenwich** atau **Greenwich Mean Time (GMT)**.

Setiap garis bujur  $15^\circ$  atau kelipatan  $15^\circ$  di sebelah timur atau sebelah barat bujur  $0^\circ$  ditetapkan sebagai bujur standar. Waktu pada bujur standar disebut **waktu standar** atau **waktu lokal**. Indonesia

mempunyai tiga bujur standar yaitu  $105^\circ$ ,  $120^\circ$ , dan  $135^\circ$  BT. Jika letak bujur standar di sebelah barat bujur  $0^\circ$ , waktunya dikurangi. Jika letaknya di sebelah timur  $0^\circ$  waktunya ditambah. Berarti, waktu lokal

$105^\circ$  BT adalah  $\text{GMT} + \frac{105}{15} \times 1 \text{ jam} = \text{GMT} + 7 \text{ jam}$ .

Waktu lokal  $120^\circ$  BT adalah  $\text{GMT} + \frac{120}{15} \times 1 \text{ jam} = \text{GMT} + 8 \text{ jam}$ . Waktu lokal  $135^\circ$  BT adalah  $\text{GMT} + \frac{135}{15} \times 1 \text{ jam} = \text{GMT} + 9 \text{ jam}$ . Setiap daerah waktu kira-kira meliputi wilayah  $7,5^\circ$  di sebelah barat dan di sebelah timur suatu bujur standar.

Rotasi bumi mengakibatkan wilayah Indonesia terbagi menjadi 3 daerah waktu:

- 1) Waktu Indonesia Bagian Barat dengan bujur standar  $105^\circ$  BT yang meliputi Sumatera, Jawa, Madura, Kalimantan Barat, dan Kalimantan Tengah.
- 2) Waktu Indonesia Bagian Tengah dengan bujur standar  $120^\circ$  BT yang meliputi Sulawesi, Bali, Kalimantan Timur, Kalimantan Selatan, Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur.
- 3) Waktu Indonesia Bagian Timur dengan bujur standar  $135^\circ$  BT yang meliputi kepulauan Maluku dan Papua.

Bujur  $180^\circ$  telah ditetapkan sebagai batas Penanggalan Internasional (*International Date Line*). Artinya, tanggal di belahan bumi timur (dari  $0^\circ$  sampai  $180^\circ$  BT) lebih dahulu 1 hari daripada tanggal di belahan bumi Barat (dari  $0^\circ$  sampai  $180^\circ$  BB). Letak batas Penanggalan Internasional berada di Samudra Pasifik.

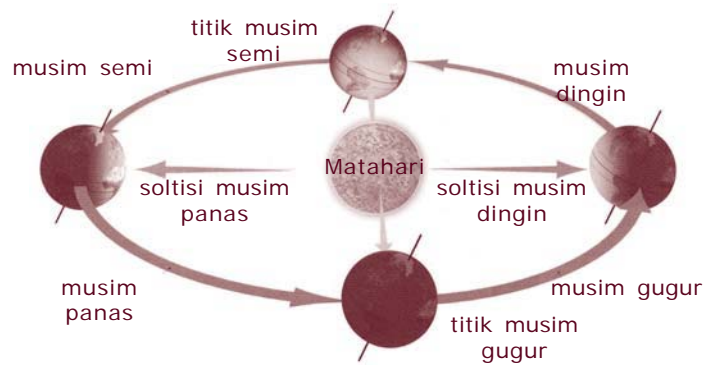
Rotasi bumi juga mengakibatkan peristiwa lain seperti pengembangan bumi pada khatulistiwa dan pemampatan bumi pada kutub-kutubnya serta mengakibatkan angin pasat dan angin barat.

### **b. Revolusi bumi**

Di samping berotasi bumi mengalami revolusi. Selama berevolusi sumbu miring  $23,5^\circ$  dari garis tegak lurus pada ekliptika. Revolusi yang demikian

mengakibatkan pergantian musim dan perubahan lamanya siang dan malam. Kedudukan matahari yang paling utara dicapai pada tanggal 21 Juni, yaitu pada garis  $23,5^\circ$  lintang utara. Garis  $23,5^\circ$  lintang utara disebut **garis balik utara** karena setelah tiba di garis ini matahari terlihat balik ke selatan.

Pada tanggal 23 September kutub utara dan kutub selatan bumi berada sama jauhnya dari matahari yang berada pada khatulistiwa. Kedudukan matahari yang paling selatan dicapai pada tanggal 22 Desember, yaitu pada garis  $23,5^\circ$  lintang selatan, garis ini disebut **garis balik selatan**, karena setelah tiba di garis ini matahari balik ke utara. Pada tanggal 21 Maret matahari berada di khatulistiwa lagi, hanya letak bumi berseberangan orbitnya dengan kedudukan pada 23 September.



**Gambar 15.7** Musim-musim dalam setahun  
 Sumber: Kamus Visual

Dari gambar di atas dapat disimpulkan:

1) Tanggal 21 Maret sampai 21 Juni

Belahan bumi utara mengalami musim semi sedangkan belahan bumi selatan mengalami musim gugur. Di belahan bumi utara siang hari lebih panjang daripada malam hari, sedangkan di belahan bumi selatan siang hari lebih pendek daripada malam hari.

2) Tanggal 23 September sampai 22 Desember

Belahan bumi utara mengalami musim gugur, sedangkan belahan bumi selatan mengalami musim semi. Belahan bumi utara mengalami siang yang

makin pendek daripada malam hari, sedangkan belahan bumi selatan mengalami siang yang makin panjang daripada malam hari.

### 3) Tanggal 22 Desember sampai 21 Maret

Belahan bumi utara mengalami musim dingin sedangkan belahan bumi selatan mengalami musim panas. Belahan bumi utara menjalani siang yang makin panjang, walaupun masih tetap lebih pendek daripada malam hari. Belahan bumi selatan mengalami siang yang makin pendek, tetapi masih lebih panjang daripada malam hari.

#### **Catatan**

*Bagian bumi yang terletak antara  $23,5^\circ$  lintang utara dan  $23,5^\circ$  lintang selatan tidak mengalami pergantian empat musim tersebut.*

Akibat lain dari adanya revolusi bumi adalah terlihatnya rasi bintang yang berbeda dari bulan ke bulan.



## D. Rotasi Bulan

Rotasi bulan adalah perputaran bulan pada porosnya. Periode rotasi bulan sama dengan periode revolusi bumi. Sekali putaran bulan menempuh waktu 24 jam sedangkan untuk mengedari bumi, bulan membutuhkan waktu 27,3 hari.

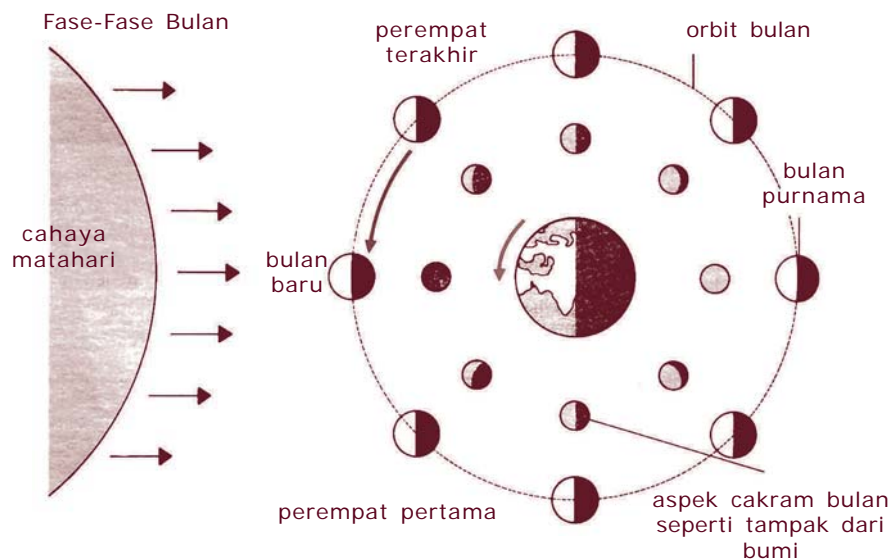
#### **Fase Bulan**

Mengapa bentuk bulan selalu berubah jika dilihat dari bumi? Perubahan fase bulan dikarenakan selama bulan bergerak mengelilingi bumi dalam waktu satu bulan akan mempunyai sudut antara matahari, bulan, dan bumi yang selalu berubah.

Pada saat bulan berada di antara bumi dan matahari, sisi bulan yang menghadap bumi akan gelap karena bulan lebih dekat ke matahari. Fase itu disebut **bulan baru**. Bagaimana jika bulan disebut **kuartir awal**?

Bulan di kuartir awal tampak seperti setengah cakram karena separuh bagian bulan yang menghadap bumi mendapat cahaya matahari. Mula-mula bulan tampak sabit tetapi lama kelamaan makin besar sampai setengah cakram yang sebenarnya  $\frac{1}{4}$  dari seluruh bola bulan.

Dari kuartir awal bulan menuju ke kuartir kedua yang sering kita sebut **bulan purnama**. Pada fase ini bulan bersinar paling terang karena seluruh bagian bulan yang menghadap bumi mendapat cahaya matahari. Setelah bulan purnama atau fase bulan kuartir kedua, menuju ke **kuartir ketiga**. Di mana pada fase ini bentuk bulan sama dengan bentuknya pada kuartir pertama, tetapi yang kelihatan setengah cakram bagian bulan yang sebelah lainnya menghadap ke bumi.



**Gambar 15.8** Fase-fase bulan  
 Sumber: [MoonPhasesrukyatulhلال.or](http://MoonPhasesrukyatulhلال.or)

Dari kuartir ketiga bulan kembali baru. Pada fase ini bulan mengecil atau mati sehingga sering dikenal dengan bulan mati. Setelah bulan baru terbentuk, fase bulan akan kembali berulang.

Ada dua jenis bulan yang diakui oleh para ahli astronomi:

1. Bulan Sinodis  
Fase bulan baru 29,5 hari bulan baru (berikutnya)
2. Bulan Sideris  
Periode orbit bulan sideris 27,5 hari. Di mana periode bulan sideris hampir dua hari lebih pendek daripada bulan sinodis.



## E. Gerhana Bulan dan Gerhana Matahari

Gerhana bulan terjadi pada saat bumi terletak antara bulan dan matahari. Di mana matahari - bumi - bulan terletak pada satu garis lurus. Pada saat itu bulan tidak mendapat cahaya matahari karena terhalang oleh bumi. Sedangkan gerhana matahari terjadi apabila matahari - bulan - bumi terletak pada satu garis lurus. Bulan akan menutupi matahari selama gerhana matahari berlangsung.

Pada saat gerhana bulan dan gerhana matahari akan membentuk dua bayangan.

### 1. Umbra

Umbra adalah bayangan yang dibentuk oleh bumi dan atau bulan berbentuk kerucut. Umbra merupakan ruang gelap yang tidak terkena cahaya sama sekali.

### 2. Penumbra

Penumbra adalah bayang-bayang kabur yang berada di sekitar umbra. Penumbra merupakan daerah agak kabur karena masih terkena sedikit cahaya.

Pada gerhana bulan atau syarat terjadi gerhana apabila bulan berada pada bulan purnama di dekat salah satu simpul orbitnya. Ketika bulan masuk ke dalam kerucut bayang-bayang gelap umbra, bulan

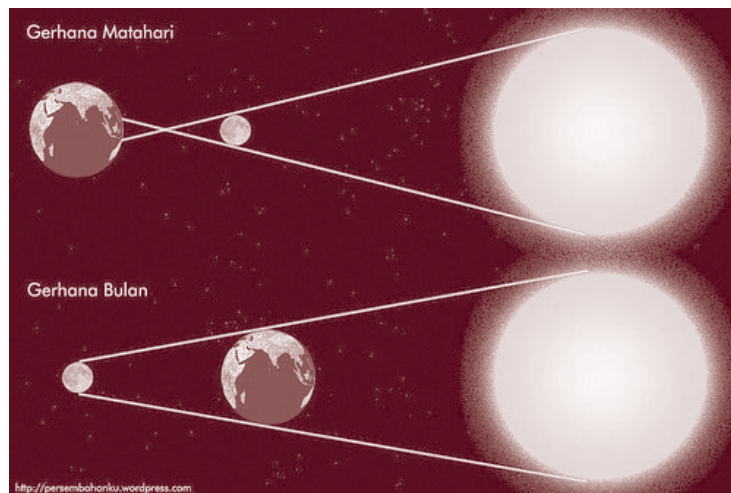
## Info MEDIA

Melihat secara langsung ke fotosfer matahari (bagian cincin terang dari matahari) walaupun hanya dalam beberapa detik dapat mengakibatkan kerusakan permanen retina mata karena radiasi tinggi yang tidak terlihat yang dipancarkan dari fotosfer. Kerusakan yang ditimbulkan dapat mengakibatkan kebutaan. Mengamati gerhana matahari membutuhkan pelindung mata khusus atau dengan menggunakan metode melihat secara tidak langsung. Kaca mata sunglasses tidak aman untuk digunakan karena tidak menyaring radiasi inframerah yang dapat merusak retina mata.

berada jauh lebih dekat ke dasar kerucut daripada ke ujung kerucut. Gerhana bulan dimulai ketika bulan memasuki penumbra dan berakhir ketika bulan meninggalkan penumbra.

Gerhana bulan tidak akan terjadi jika bidang edar bulan berimpit dengan bidang edar bumi. Akan tetapi bidang edar bulan membentuk sudut  $5^\circ$  terhadap bidang edar bumi sehingga dalam peredarannya mengelilingi bumi, bulan memotong garis edar bumi sebanyak 2 kali. Pada saat demikian

bulan dan bumi berada dalam satu bidang. Ketika bulan purnama masuk ke dalam bayang-bayang bumi maka terjadilah gerhana bulan.



**Gambar 15.9** Gerhana matahari dan gerhana bulan  
Sumber: [adiwidagdo.blogspot.com](http://adiwidagdo.blogspot.com)

Suatu gerhana matahari dapat terjadi hanya, (1) ketika bulan berada pada bulan baru dan (2) ketika bulan berada di dekat salah satu simpul orbitnya. Terdapat tiga jenis gerhana matahari.

1. Gerhana matahari total
2. Gerhana matahari cincin
3. Gerhana matahari sebagian



## F. Pasang dan Surut Air Laut

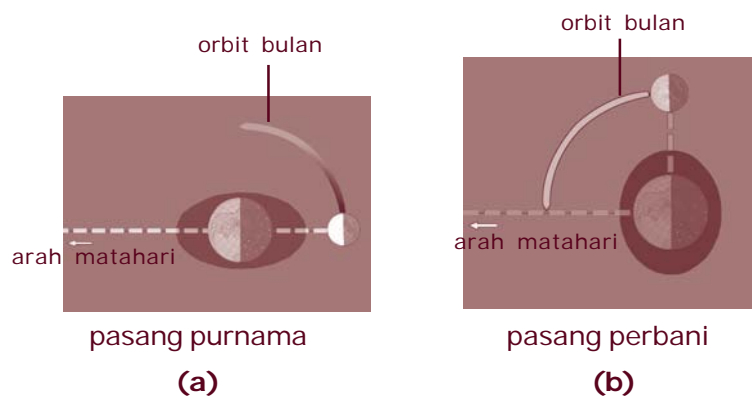
### Info MEDIA

Pasang surut dapat dimanfaatkan untuk pengairan sawah (sawah pasang surut), menggerakkan pembangkit listrik dan pembuatan garam oleh nelayan.

Pasangnya air laut dipengaruhi oleh gaya gravitasi bulan dan matahari terhadap bumi. Tetapi pasang terutama disebabkan oleh gaya gravitasi bulan karena jarak antara bumi dengan bulan jauh lebih dekat daripada jarak antara

bumi dengan matahari. Jika antara gravitasi bulan dan gravitasi matahari bekerja dalam arah yang sama akan terjadi pasang yang sangat besar.

Untuk setiap kali bulan melintasi meridian, akan terjadi dua pasang yang utama karena pengaruh gravitasi bulan. Dalam satu bulan terdapat dua pasang purnama, Gambar 15.11a dan dua pasang perbani, lihat Gambar 15.11b. Di mana pasang purnama ditandai dengan pasang terbesar dan pasang perbani ditandai dengan pasang terkecil.



**Gambar 15.10** a) Pasang purnama, b) Pasang perbani

Sumber: [tides\\_neaptidef4iqun.wordpress.com](https://tides_neaptidef4iqun.wordpress.com)

Pasang purnama terjadi pasang yang terbesar karena gaya gravitasi bulan dan gaya gravitasi matahari bekerja pada arah yang sama. Pasang purnama terjadi pada bulan purnama dan bulan baru. Pasang perbani terjadi karena gaya gravitasi matahari dan gravitasi bulan membentuk sudut  $90^\circ$ . Pasang perbani terjadi pada bulan seperempat.

Antara dua pasang tersebut terjadi surut. Pada keadaan surut, air laut mundur ke tengah laut sehingga pantai terlihat kering. Di selat yang sempit dan muara sungai perbedaan tingginya permukaan air laut pada saat pasang dan pada saat surut bisa mencapai 16 meter. Tetapi di laut terbuka perbedaannya hanya sekitar 3 meter.



## G. Manfaat Satelit Orbit Bumi bagi Kehidupan

Suatu benda yang dibawa ke luar angkasa oleh sebuah roket disebut **muatan**. Satelit dalam roket itu dapat berupa sebuah pesawat tak berawak tetapi di dalamnya penuh dengan peralatan-peralatan ilmiah dan canggih ataupun sebuah kapsul dengan awaknya. Awak dalam kapsul itu biasanya seorang astronaut atau beberapa astronaut.

Kapsul berawak ataupun tanpa awak itu bukanlah roket meskipun pesawat berawak ataupun tanpa awak itu dilengkapi dengan roket kecil untuk tujuan gerak penerbangan. Apapun yang menjadi asal satelit dalam roket itu biasanya dinyatakan sebagai **pesawat ruang angkasa** atau **kendaraan ruang angkasa**. Apabila pesawat tersebut masuk dalam orbit bumi baik yang berawak maupun tidak maka pesawat atau kendaraan itu disebut **satelit buatan**. Tetapi jika pesawat itu ditujukan untuk terbang masuk ke luar angkasa guna mencari informasi tentang benda-benda langit anggota tata surya disebut **alat penyelidik ruang angkasa**.

Perjalanan yang akan ditempuh oleh suatu satelit harus benar-benar dipetakan secara hati-hati.

Adapun pemetaan untuk sebuah satelit antara lain:

1. Memetakan perjalanan sebuah satelit.
2. Memetakan perjalanan ke sebuah planet.
3. Pengendalian di luar angkasa.
4. Akhir penerbangan.

Hampir semua pesawat ruang angkasa tak berawak di bangun untuk memindahkan informasi ke bumi melalui sistem telemetri. Melalui sistem ini data yang terkumpul oleh alat-alat ilmiah di dalam pesawat diubah menjadi sinyal-sinyal radio. Sinyal-sinyal radio ini kemudian di transmisikan ke stasiun-stasiun di bumi.

## 1. Informasi Tentang Keadaan di Ruang Angkasa

Antara lain untuk mempelajari keadaan di ruang angkasa seperti radiasi, magnetisme, debu, meteorit, dan sebagainya di antaranya adalah:

### **a. Seri Satelit Pegasus, Amerika Serikat**

Dibuat untuk melaporkan kebocoran yang disebabkan oleh benturan meteorit. Manfaat dari hasil ekspedisi rancangan dinding pesawat ruang angkasa.

### **b. Seri Explorer, Amerika Serikat**

Tujuan dan hasil ekspedisi: laporan tentang radiasi, medan magnet, dan gelombang radio di angkasa.

### **c. Tanggal 25 Januari 1983, Satelit Astronomi Infra Merah (SAIM) Amerika Serikat-Inggris-Belanda. 1**

Tujuan dan hasil ekspedisi:

- 1) mencetak panas suam-suam dari bintang-bintang yang baru lahir
- 2) debu antarbintang
- 3) tata surya jauh
- 4) menemukan sebuah komet (SAIM Araki - Alcock) yang mendekati sampai jarak 4,7 juta km dari bumi.

## 2. Observasi Bumi

### **a. Vanguard 1 dan 2 (1958 - 1959)**

Tujuan dan hasil ekspedisi:

- 1) Menunjukkan bahwa bumi berbentuk agak lonjong dari kutub dan berbentuk elips di sekeliling khatulistiwa.
- 2) Informasi tentang pengaruh matahari pada bumi dan ruang angkasa (seri OGO = *Observatorium Orbital Geologis*).
- 3) Zona radiasi yang luas mengelilingi bumi di atas daerah ekuator.

### **b. Seri Explorer 1, 2, 12**

Hasil ekspedisi: melengkapi data yang membukakan jalan bagi penemuan dan penganalisisan sabuk radiasi bumi.

### **c. Landsat 1 (23 Juli 1972) dan 3 Landsat berikutnya (1983)**

Tujuan dan hasil ekspedisi:

- 1) Membantu menemukan lokasi sumber-sumber mineral bumi termasuk minyak bumi.
- 2) Memetakan geologi dengan harapan dapat mengembangkan sistem dini bahaya gempa bumi.

### **d. Magsat, 1979**

Diluncurkan untuk mengawasi medan magnet bumi.

## 3. Observasi Matahari

Bertujuan untuk meneliti partikel-partikel matahari, jilatan api matahari, sinar ultraviolet, korona matahari, dan angin matahari.

- a. Explorer
- b. Pioneer
- c. Helios 1 dan 2, Jerman Barat 1974 dan 1976
- d. Solar Max, 1980 mengorbit bumi 575 km.

#### 4. Satelit Cuaca

Pada satelit ini memberikan keuntungan dengan menunjukkan formasi awan yang terlepas di daerah luas pada permukaan bumi yang pengambilan gambarnya dilakukan dengan menggunakan kamera televisi dan disiarkan ke bumi melalui telemeter. Misalkan Nimbus 6 yang diluncurkan tanggal 12 Juni 1975 untuk mengukur radiasi di atmosfer bumi.

#### 5. Satelit Komunikasi

- a. Amerika Serikat (Telstar, Sinkom, dan Early Bird).
- b. Satelit Internasional Intelsat
- c. Anik, Canada.
- d. Molniya, Uni Soviet.

#### 6. Satelit Navigasi

Satelit-satelit Transit diorbitkan oleh angkatan laut Amerika Serikat sebagai navigator.

#### 7. Satelit Biologi

Tahun 1966 Amerika Serikat memulai peluncuran seri Bio Satelit.

Direncanakan untuk:

- a. Menguji coba reaksi berbagai macam organisme dalam perjalanan ruang angkasa.
- b. Mempelajari pengaruh hampa daya berat, radiasi, dan tidak adanya daur pergantian siang dan malam.

#### 8. Satelit Militer

Satelit semacam ini ditujukan untuk keperluan militer.

- a. Midas, Amerika Serikat  
Dapat melihat peluncuran peluru kendali melalui penggunaan alat sensor inframerah.
- b. Cosmos, Uni Soviet  
Dapat mengambil gambar lapangan udara Amerika Serikat, pabrik amunisi, tempat peluncur peluru kendali.
- c. 1968, seri Satelit Terpadu, 1968  
Dapat mendeteksi radiasi inframerah.

## Rangkuman

1. Lapisan-lapisan matahari terdiri atas:
  - a. inti matahari
  - b. fotosfer
  - c. kromosfer
  - d. korona
  - e. protuberans
2. Noda-noda pada matahari:
  - a. gumpalan pada atmosfer
  - b. bintik-bintik hitam matahari
  - c. lidah api
  - d. prominensa
3. Bagian-bagian bumi meliputi: atmosfer, hidrosfer, dan litosfer.
4. Bagian-bagian atmosfer: troposfer, stratosfer, mesosfer, termosfer
5. Gerak bumi meliputi:
  - a. rotasi bumi
  - b. revolusi bumi
6. Gerhana bulan terjadi ketika posisi matahari, bumi, dan bulan terletak pada satu garis lurus.
7. Gerhana matahari terjadi ketika posisi matahari, bulan, dan bumi terletak pada satu garis lurus.
8. Manfaat satelit orbit bumi bagi kehidupan:
  - a. mendapatkan informasi tentang keadaan di ruang angkasa
  - b. observasi bumi
  - c. observasi matahari
  - d. menyelidiki cuaca
  - e. untuk keperluan komunikasi
  - f. untuk keperluan militer

## Refleksi

Seperti yang kalian ketahui negara maju seperti Amerika Serikat berlomba-lomba untuk meluncurkan pesawat luar angkasa, baik untuk keperluan penelitian, komunikasi, maupun militer. Sebutkan hasil-hasil yang diperoleh dalam misi-misi tersebut! Bagaimana dengan Indonesia?



## Uji Kompetensi

### A. Pilihlah satu jawaban yang benar dengan memberi tanda silang (X) pada huruf a, b, c, atau d!

1. Di bawah ini yang **bukan** merupakan bagian-bagian dari matahari adalah . . . .
  - a. inti
  - b. korona
  - c. fotosfer
  - d. litosfer
2. Bagian atas dari atmosfer matahari yang sering disebut sebagai mahkota matahari adalah . . . .
  - a. korona
  - b. protuberans
  - c. fotosfer
  - d. kromosfer
3. Berikut ini yang **bukan** bagian dari noda-noda pada matahari adalah . . . .
  - a. gumpalan matahari
  - b. bintik-bintik matahari
  - c. lidah api
  - d. prominensa
4. Besarnya kepadatan bumi adalah . . . .
  - a. 3,5 gram/cm<sup>3</sup>
  - b. 4,5 gram/cm<sup>3</sup>
  - c. 5,5 gram/cm<sup>3</sup>
  - d. 6,5 gram/cm<sup>3</sup>
5. Di bawah ini adalah lapisan atmosfer yang berada pada 10 km sampai 40 km di atas permukaan bumi adalah . . . .
  - a. troposfer
  - b. stratosfer
  - c. mesosfer
  - d. termosfer
6. Berikut ini yang **bukan** merupakan bagian-bagian daripada lapisan bumi adalah . . . .
  - a. atmosfer
  - b. ionosfer
  - c. hidrosfer
  - d. litosfer
7. Gerakan bumi yang mempunyai kala edar 23 jam 56 menit 4,09 detik adalah . . . .
  - a. rotasi
  - b. revolusi
  - c. putaran
  - d. keliling
8. Berikut ini waktu di mana belahan bumi utara mengalami musim gugur sedangkan belahan bumi selatan mengalami musim semi adalah . . . .
  - a. 21 Juni – 23 September
  - b. 23 September – 22 Desember
  - c. 22 Desember – 21 Maret
  - d. 21 Maret – 21 Juni

9. Bulan yang mempunyai orbit bulan 27,5 hari adalah bulan . . . .
- a. sinodis
  - b. baru
  - c. kuartir awal
  - d. sideris
10. Bayangan inti yang berbentuk kerucut pada saat gerhana bulan disebut . . . .
- a. umbra
  - b. penumbra
  - c. lengkap
  - d. tak lengkap

**B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan tepat!**

1. Jelaskan tentang lapisan-lapisan matahari!
2. Jelaskan tentang lapisan-lapisan bumi!
3. Sebutkan perbedaan gerhana bulan dan gerhana matahari!
4. Gerhana matahari ada 3, sebutkan dan jelaskan!
5. Jelaskan perbedaan pasang purnama dan pasang perbani!

**Proyek**

Kumpulkan informasi tentang aktivitas matahari dan pengaruhnya terhadap bumi, lengkapi dengan gambar yang mendukung informasi tersebut dan buatlah dalam bentuk kliping!