

## **Pembelajaran 4. Bumi dan Alam Semesta**

Sumber. Modul Pendidikan Profesi Guru (PPG). Modul 3. Ilmu Pengetahuan Alam  
Penulis Drs. Nana Djumhana, M.Pd.

### **A. Kompetensi**

Menguasai teori dan aplikasi mencakup muatan materi mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam terdiri atas Metode Ilmiah, Materi Perubahannya, Gaya dan Energi, Makhluk Hidup dan Proses Kehidupan, Bumi dan Alam Semesta.

### **B. Indikator Pencapaian Kompetensi**

1. Menguasai konsep bumi, kedudukannya dalam sistem alam semesta dan aplikasinya dalam pembelajaran di SD
2. Menguasai konsep alam semesta, teori terbentuknya alam semesta serta aplikasinya dalam pembelajaran di SD
3. Menguasai konsep tata surya, kedudukan matahari dalam susunan tata surya, serta aplikasinya dalam pembelajaran di SD

### **C. Uraian Materi**

#### **a. Bumi**



Gambar 58. Bumi  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

Membahas bumi tidak akan terlepas dari keberadaan tatasurya. Oleh karena itu,

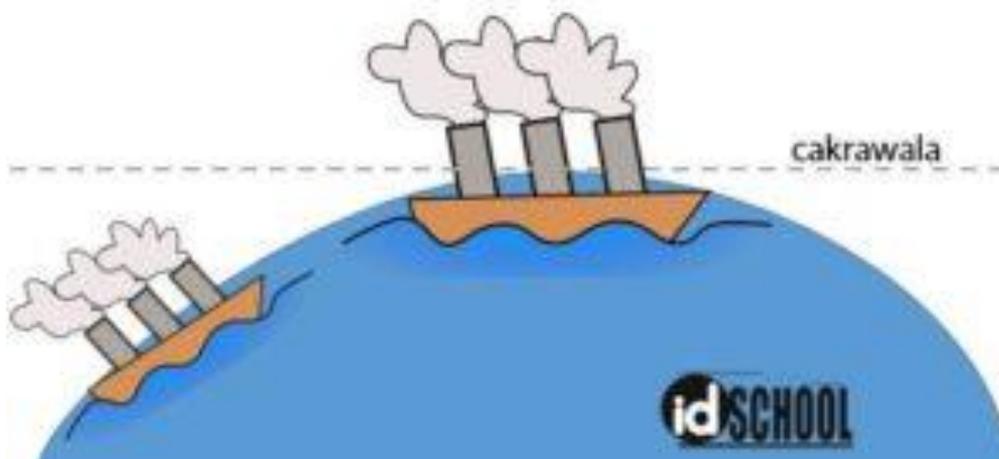
bumi dalam susunan tata surya merupakan sebuah planet. Bumi adalah planet ketiga dari 8 planet dalam tata surya. Dengan usia diperkirakan mencapai 4,6 milyar tahun jarak antara bumi dengan matahari adalah 149,6 juta kilometer.

Bagaimana bentuk bumi? Mari kita cari tahu.

Ada banyak bukti yang dapat dihadirkan dan menunjukkan tanda- tanda bahwa bumi kita itu memang bulat:

### 1) Perhatikan kapal di pelabuhan

Saudara berdiri di pinggir laut/di pinggir pelabuhan, lalu perhatikan kapal ketika mau berlayar dan ketika akan berlabuh, Apa yang dapat saudara lihat? Ya, ketika sebuah kapal berlayar ke arah laut lepas, benda itu bukan sekedar terlihat semakin kecil hingga tampak seperti sebuah titik. Bagaimana ketika datang berlabuh? Ya, ketika sebuah kapal bergerak sebaliknya dari laut dan mendekati pantai, maka terlihat proses sebaliknya. Pertama tiang-tiang muncul dari cakrawala, lalu badan kapal ikut terlihat.



Gambar 59. Kapal berlayar  
Sumber : idschool.net

### 2) Perhatikan waktu gerhana Bulan.

Bentuk lengkungan (kurva) itu terlihat dalam semua kejadian gerhana bulan, walaupun Bumi berputar. Dengan mengamati gerhana Bulan, kita bisa melihat bukti bahwa Bumi itu bulat. Ketika terjadi gerhana Bulan total, biasanya

keseluruhan Bulan akan terlihat seperti memiliki warna merah keoranyean. Hal itu terjadi karena Bumi berada di antara Matahari dan Bulan, menyebabkan bayangan Bumi jatuh sepenuhnya ke Bulan. Nah jika Bumi itu datar maka Bulan tidak akan sepenuhnya memiliki warna merah keoranyean.



Gambar 60. Fase Gerhana Bulan  
Sumber : Suara.com

3) Perhatikan ketika naik gedung tinggi.

Jika Bumi itu datar, maka jarak pandang kita, baik sedang di bawah maupun ditinggikan gedung, akan sama. Namun ketika kita di ketinggian gedung akan merasakan bahwa semakin tinggi kita pada ketinggian gedung semakin jauh juga pandangan kita.

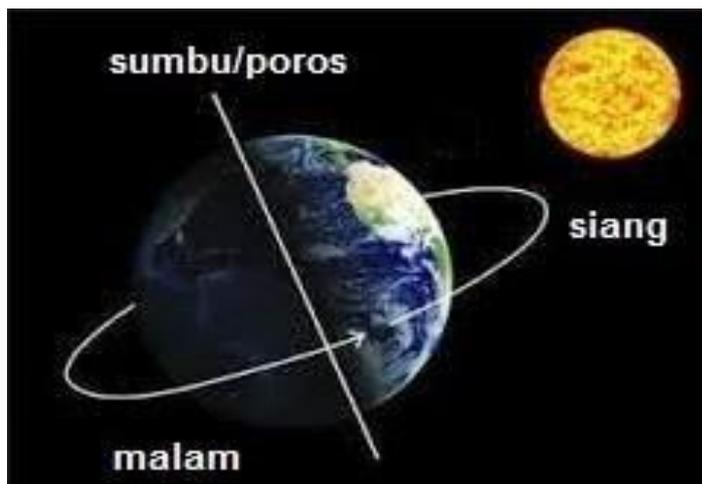
Hal ini terjadi karena bagian yang sebelumnya terhalang di pandangan kita, akibat bentuk Bumi yang bulat, jadi terlihat karena posisi kita bertambah tinggi.

4) Mengamati bayangan di lokasi berbeda

Saudara berada pada dua lokasi tempat yang berbeda dan cukup jauh, Misal yang satu di Jawa dan yang satu lagi di Papua, masing-masing tancapkan tongkat kayu pada siang hari jam 12 siang. Amati bayangan tongkat tersebut apakah bayangan tersebut sama panjangnya ? ukur panjang bayangannya. Betul, kenyataannya kita akan menemukan bahwa ukuran masing-masing bayangan itu berbeda. Hal ini sebagai pertanda bahwa bumi itu bulat, sebab kalau bumi itu datar maka bayangan akan sama.

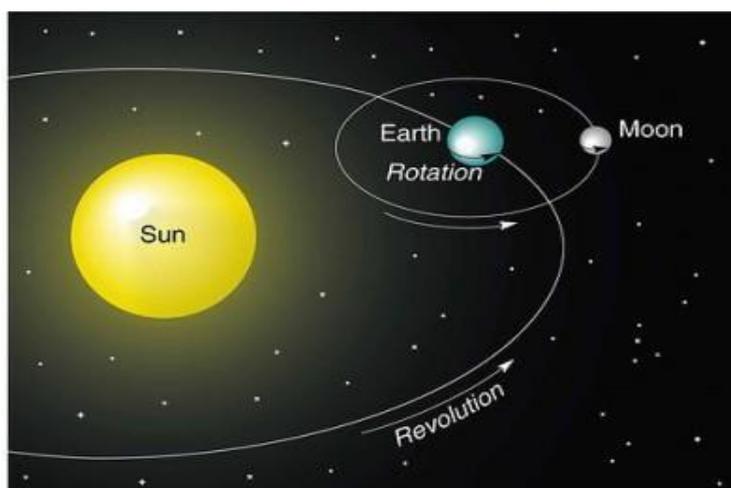
Berdasarkan bukti-bukti tersebut di atas apa yang saudara dapat simpulkan mengenai bentuk bumi? Ya betul, bahwa bumi itu bulat tidak mendatar (*plat*).

Bumi kita tidak bulat sempurna, melainkan pepat pada kutub – kutubnya dan menggelembung pada equatornya. Jari- jari dikutub bumi adalah 6.3568 km



Gambar 61. Rotasi Bumi  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

sedangkan pada equator jari- jarinya 6.378,2 km. Tepatnya bola bumi ini disebabkan pada saat baru terbentuk bumi belum terlalu padat dan rotasinya membuat menggelembung pada bagian yang tegak lurus sumbu rotasi, yaitu bagian equator. Bagaimana gerakan bumi? Mari kita amati gambar berikut.



Gambar 62. Revolusi Bumi  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

Berdasarkan gambar tersebut, kita tahu bahwa bumi berputar pada porosnya yang

disebut dengan rotasi bumi. Selain berotasi bumi juga bergerak mengelilingi matahari atau disebut dengan revolusi bumi.

Adakah pengaruhnya dari dua peristiwa di atas terhadap kehidupan di bumi?

Waktu yang diperlukan bumi untuk berotasi satu kali mengitari porosnya adalah 1 hari atau 24 jam (tepatnya adalah 23 jam 56 menit 4,09 detik). Arah rotasi bumi adalah "arah timur" yaitu dari barat ke timur.

Rotasi bumi menyebabkan:

- 1) Pergantian siang dan malam hari.
- 2) Gerak semu harian benda langit.
- 3) Penggembungan di khatulistiwa dan pemepatan di kedua kutub bumi.
- 4) Perbedaan waktu untuk tempat-tempat yang berbeda derajat bujurnya.

Arah revolusi sama dengan arah rotasi, yaitu berlawanan dengan arah jarum jam. Arah revolusi bumi ini diciptakan sebagai "arah timur", yaitu gerak dari timur ke barat. Satu kali revolusi bumi (disebut periode revolusi bumi) memerlukan waktu 362,25 hari (tepatnya 365 hari 6 jam 9 menit 10 detik).

Revolusi bumi menyebabkan:

- 1) Pergantian musim
- 2) Perubahan lamanya siang dan malam
- 3) Gerak semu tahunan matahari
- 4) Terlihatnya bintang yang berbeda dari bulan ke bulan.

Bumi adalah salah satu planet di tata surya (sistem matahari) yang terdapat dalam suatu galaksi yang bernama Galaksi Bima Sakti (The Milky Ways atau Kabut Putih). Dalam tata surya kita planet bumi menduduki nomor tiga dari matahari. Selain planet-planet dalam tata surya ada juga benda-benda angkasa lain dan 200 milyar bintang yang ada pada Galaksi Bima Sakti. Pada sebuah penelitian galaksi Bima Sakti ternyata bukan satu-satunya galaksi namun terdapat ratusan, jutaan bahkan milyaran galaksi lainnya yang mengisi jagat raya ini.

Dalam ilmu geologi akan dipelajari mengenai kejadian, struktur, dan komposisi batu-batuan kulit bumi diselidiki oleh, sedangkan dalam ilmu geofisika dipelajari

sifat batu-batuannya. Hasil penelitian ilmu geologi menunjukkan bahwa unsur bumi telah berusia  $\pm 4.700$  tahun dari mulai proses pendinginan sampai pada akhirnya mengalami pembekuan. Planet bumi terus berputar mengelilingi sumbunya yang disebut berotasi selama 24 jam tepatnya 23 jam 56 menit dalam satu hari. Berevolusi mengelilingi matahari dengan lintas garis edar berupa elips. Satu putaran/berevolusi memakan waktu 365 hari 5 jam 48 menit atau satu tahun.

Bumi merupakan planet dengan urutan ketiga dari delapan planet yang dekat dengan matahari dan merupakan satu-satunya planet yang dapat dihuni oleh berbagai jenis makhluk hidup. Secara garis besar, lapisan bumi terdiri atas beberapa bagian, yaitu: kerak bumi (*crust*), selimut (*mantle*), dan inti (*core*).

Proses Terbentuknya bumi tidak terlepas dari terjadinya tata surya kita diantara planet-planet yang mengelilingi matahari yang terbaik lagi bagi makhluk hidup adalah bumi yang kita huni ini. Bumi merupakan satu-satunya planet yang tidak terlalu dekat dan tidak terlalu jauh dari matahari. Oleh sebab itu, suhu di bumi tidak terlalu panas and tidak terlalu dingin.

Secara garis besar, lapisan yang membentuk planet bumi terbagi menjadi beberapa bagian, yaitu atmosfer, hidrosfer dan litosfer. Atmosfer adalah lapisan udara atau gas berlapis-lapis yang menyelubungi bumi, hidrosfer adalah semua bentuk air yang ada diatas muka bumi, yang terbesar adalah samudra dan lautan. Sedangkan litosfer adalah lapisan kerak bumi yang paling luar terdiri dari batuan.

Untuk mengenal lapisan bumi sebaiknya saudara mengenal terlebih dahulu komposisi dan struktu jenis materialnya bumi serta bentuknya.

Berdasarkan komposisi dan strukturnya, Bumi adalah sebuah planet kebumian, yang artinya terbuat dari batuan, berbeda dibandingkan gas raksasa seperti Jupiter. Planet ini adalah yang terbesar dari empat planet kebumian, dalam kedua arti, massa dan ukuran. Dari ke empat panet kebumian, juga memiliki kepadatan tertinggi, gravitasi permukaan terbesar, medan magnet terkuat dan rotasi paling cepat. Bumi juga merupakan satu-satunya planet kebumian yang memiliki lempeng tektonik yang aktif.

## 1. Gravitasi Bumi

Gravitasi sudah menjadi bagian dari kehidupan kita sehari-hari, dan kenyataannya tanpa itu, tubuh manusia mengalami perubahan yang menarik seperti astronot yang berada di luar angkasa. Bahkan gravitasi merupakan fenomena alam yang banyak dipelajari dalam sains. Lalu apa sebenarnya definisi gravitasi?

Gravitasi atau gravitas adalah gaya tarik-menarik yang terjadi antara semua partikel yang mempunyai massa di alam semesta. Gravitasi matahari mengakibatkan benda-benda langit berada pada orbit masing-masing dalam mengitari matahari. Fisika modern mendeskripsikan gravitasi menggunakan Teori Relativitas Umum dari Einstein, namun hukum gravitasi universal Newton yang lebih sederhana merupakan hampiran yang cukup akurat dalam kebanyakan kasus.



Gambar 63. Ilustrasi Gaya Gravitasi  
Sumber : ekosistem.co.id

Sebagai contoh, bumi yang memiliki massa yang sangat besar menghasilkan gaya gravitasi yang sangat besar untuk menarik benda-benda di sekitarnya, termasuk makhluk hidup, dan benda-benda yang ada di bumi. Gaya gravitasi ini juga menarik benda-benda yang ada di luar angkasa, seperti bulan, meteor, dan benda angkasa lainnya, termasuk satelit buatan manusia.

Gaya gravitasi membuat semua planet mengorbit di sekitar matahari. Akibat dari gravitasi adalah benda-benda jatuh ke tanah dan kita memiliki berat badan.

Gampangnya, apa pun yang memiliki massa jenis akan berada dalam pengaruh gravitasi. Jika objek dengan massa yang lebih besar maka gravitasinya juga besar, sebaliknya pun demikian.

Ada sebuah pertanyaan yang sering muncul pada anak sekolah: Mengapa astronot di bulan/luar angkasa jalannya melayang? Betul, karena di bulan atau di luar angkasa gaya gravitasi berkurang artinya ketika gaya gravitasinya hilang maka beratnya sama dengan nol, ini yang menyebabkan astronot itu jalannya menjadi melayang.

## 2. Perbedaan Waktu di Bumi

Kita tentu mengetahui bahwa rotasi bumi menyebabkan terjadinya perubahan waktu di planet bumi dan berdampak pada pembagian waktu di dunia. Pembagian waktu di Indonesia dan dunia selain disebabkan oleh rotasi bumi, juga disebabkan oleh adanya garis bujur. Kita mengenal bumi dibagi menggunakan garis khayal, yaitu garis bujur dan garis lintang. Pembagian waktu di dunia secara teori jika dibagi menggunakan garis bujur akan menjadi 24 zona waktu yang berbeda, karena bumi memiliki 360 derajat dan setiap 15 derajat adalah 1 jam, namun pada kenyataannya pembagian waktu di dunia hingga saat ini dibagi menjadi 41 zona waktu yang berbeda. Berikut ini adalah penjelasan mengenai pembagian waktu di dunia beserta penjelasannya.

Sejarah pembagian waktu di dunia dimulai sebelum akhir abad ke- 19 ketika pencatatan waktu pada saat itu sudah menjadi fenomena lokal. Kota-kota di dunia mengatur sistem jam yang didasarkan pada gerakan matahari sehari-hari. Sistem pencatatan waktu dilakukan dengan menugaskan para pembuat jam untuk mengkalibrasikan jam kota mengikuti gerakan matahari. Jam kota tersebut merupakan waktu resmi yang mewakili pada saat itu.

Waktu antar negara di dunia ini tentu berbeda-beda karena bumi berotasi. Selain itu, pembagian waktu antar negara juga diatur oleh zona waktu. Pembagian zona waktu antar negara mengacu pada GMT (Greenwich Mean Time). Greenwich

adalah sebuah kota di negara Inggris dimana disinilah garis bujur  $0^\circ$  yang menjadi patokan penentuan waktu dunia.

Konsep pembagian waktu GMT secara umum ada dua. Pertama, negara yang berada di wilayah barat Greenwich maka waktu GMT-nya negatif. Sebaliknya, apabila negara tersebut berada di wilayah timur Greenwich maka memiliki waktu GMT yang positif. Indonesia merupakan wilayah yang berada di timur Inggris maka secara otomatis GMT-nya positif.

Bagaimana dengan pembagian waktu di Indonesia ? Sederhananya, penentuan waktu di suatu tempat didasarkan pada posisi garis bujur. Sementara itu, keberadaan garis lintang lebih tepat digunakan untuk mengukur lamanya durasi siang atau matahari bersinar di lokasi tersebut. Dalam satu hari, matahari berputar pada porosnya selama 23 jam 56 menit kemudian dibulatkan menjadi 24 jam.

Perputaran tersebut menyebabkan matahari berada pada posisi celestial sphere dan membentuk satu lingkaran penuh. Mengingat satu lingkaran penuh adalah  $360^\circ$  dan ditempuh dalam 24 jam, maka 1 jam sama dengan  $15^\circ$ . Kemudian, setiap panjang garis bujur  $15^\circ$  ditetapkan sebagai zona waktu tersendiri dengan rumus  $\text{GMT} + \text{waktu area tersebut}$ .

Oleh sebab itu, wilayah Indonesia dibagi menjadi tiga zona waktu karena memiliki panjang garis bujur  $44^\circ$ . Lalu, total panjang garis bujur tersebut ( $44^\circ$ ) dibagi dengan konversi satu jam ke dalam satuan derajat ( $15^\circ$ ). Hasil perhitungan tersebut adalah 2,93 dan bisa dibulatkan menjadi 3. Jadi, panjang waktu keseluruhan di Indonesia adalah 3 jam. Atas dasar inilah wilayah Indonesia dibagi menjadi 3 zona waktu, yaitu WIB, WITA dan WIT.

Waktu Indonesia barat atau sering disebut dengan WIB terbentang sepanjang garis  $105^\circ$  bujur timur. Bentangan garis bujur ini mencakup seluruh wilayah Pulau Jawa, Sumatera, Madura serta sebagian Kalimantan, yaitu barat dan tengah. Rumus pembagian waktu Indonesia bagian barat adalah  $\text{UTC} + 7$  atau  $\text{GMT} + 7$ . Berikut ini adalah beberapa provinsi Indonesia yang tergabung dalam zona waktu WIB.

WITA merupakan akronim dari waktu Indonesia tengah. Zona waktu ini terbentang sepanjang  $120^\circ$  garis bujur timur. Bentangan garis bujur ini mencakup beberapa

wilayah di Indonesia seperti sebagian Pulau Kalimantan, seluruh Pulau Bali, Nusa Tenggara dan Sulawesi.

Waktu Indonesia bagian tengah ini sama dengan pembagian waktu internasional UTC+8 atau GMT+8. Waktu Indonesia timur atau biasa disingkat WIT. Zona waktu ini terbentang sepanjang garis  $135^\circ$  bujur timur. Bentangan garis bujur ini mencakup wilayah Indonesia paling timur meliputi Pulau Maluku dan Papua. Zona waktu Indonesia bagian timur dapat ditentukan dengan menggunakan rumus UTC+9 atau GMT+9.

### 3. Kalender Hijriyah dan Kalender Masehi

Perputaran bumi mengelilingi matahari (revolusi Bumi) dan peredaran bulan mengelilingi bumi (revolusi bulan) berpengaruh kepada penentuan kalender Hijriyah dan kalender Masehi.

Pada saat Bulan mengelilingi Bumi sebanyak satu kali, maka bulan juga melakukan perputaran pada porosnya sebanyak satu kali. Sehingga, dari penjelasan ini dapat disimpulkan bahwa rotasi bulan sama dengan waktu revolusi bulan. Sedangkan Revolusi Bulan adalah periode atau waktu yang diperlukan oleh Bulan mengitari Bumi. Sekali berevolusi Bulan memerlukan waktu selama 29 hari 12 jam 44 menit dan 3 detik.

Dari pergerakan rotasi dan revolusi Bulan, maka di Bumi dapat dilihat beberapa peristiwa yang dapat diamati dengan mata telanjang. Peristiwa akibat rotasi dan revolusi bulan diantaranya:

- 1) Kalender hijriah memiliki sistem penghitungan yang berbeda dari kalender masehi.
- 2) Jumlah hari dalam setahun pun tak sama.

Secara sederhana, bila kalender masehi mendasarkan penghitungan pada peredaran bumi mengitari matahari, kalender hijriah mengacu pada peredaran bulan mengitari bumi.

Revolusi Bulan digunakan oleh umat Islam dalam menentukan perhitungan atau permulaan kalender Hijriah atau disebut juga kalender Komariah. Jumlah hari

pada kalender Hijriah adalah 30 dan 29 hari. Maka, dalam satu bulan pada kalender Hijriah memiliki lama sekitar 29,5 hari yang hal ini menyebabkan dalam kalender Hijriah ditemukan adanya tahun Kabisat. Berbeda dengan kalender Masehi, kalender Hijriah lebih cepat 11 hari dan menyebabkan beberapa hari besar keagamaan umat Islam setiap tahunnya berubah lebih cepat 11 hari dari tahun sebelumnya pada kalender Masehi.

Penjelasan mengenai rotasi dan revolusi Bulan tersebut di atas sangat mempengaruhi kehidupan yang ada di Planet Bumi. Ada banyak manfaat yang dapat diambil dan dipergunakan dari akibat rotasi dan revolusi Bulan ini. Bagi para akademisi dan peneliti, rotasi dan revolusi Bulan sangat bermanfaat dalam, yaitu:

- (1) Menentukan pergerakan gravitasi Bulan terhadap Bumi dalam mengetahui dan memprediksikan arus aliran laut beserta pasang surutnya ;
- (2) Memperkirakan dan menentukan permulaan Tahun Hijriah bagi umat Islam terlebih lagi sangat bermanfaat saat akan menentukan awal puasa Ramadhan dan datangnya Hari Raya Idul Fitri dan Idul Adha ;
- (3) Memprediksikan munculnya gerhana Bulan dan Matahari di beberapa tahun ke depan.

Mengapa hari raya Idul Adha selalu berbeda setiap tahun?

Perbedaan ini bukan karena jumlah bulan yang berbeda antara penanggalan Islam dengan penanggalan sehari-hari. Pada prinsipnya jumlah bulan dalam kedua sistem penanggalan adalah sama. Keduanya memiliki duabelas bulan dalam satu tahunnya. Tahun dalam kalender yang digunakan sehari-hari atau penanggalan masehi diawali dengan Januari dan berakhir dengan Desember. Tahun dalam penanggalan Islam atau Hijriah diawali dengan bulan Muharram dan diakhiri dengan bulan Dzulhijjah. Diantaranya terdapat bulan Shafar, Rabiul Awwal, Rabiul Akhir, Jumadil Awwal, Jumadil Akhir, Rajab, Sya'ban, Ramadhan, Syawal, dan Dzulko'dah. Lantas apa yang membuat penanggalan Islam lebih cepat daripada penanggalan masehi? menurut Majalah Astronomi Centaurus Online pada penanggalan Islam pergantian bulan barunya adalah berdasarkan pada penampakan hilal, yaitu bulan sabit terkecil yang dapat diamati dengan mata telanjang. Hal ini tidak lain disebabkan penanggalan Islam adalah penanggalan yang murni berdasarkan pada siklus sinodis bulan dalam sistem penanggalannya

(lunar calendar), yaitu siklus dua fase bulan yang sama secara berurutan. Jadi perbedaan hari raya idul adha setiap tahun sangat memungkinkan karena yang jadi dasar pertimbangan utama penanggalan islam adalah sistem kalender Qomariyah bukan sistem Kalender Syamsiah

## 4. Lapisan bumi

Menurut komposisi (jenis dari materialnya), bumi dapat dibagi menjadi lapisan-lapisan sebagai berikut:



Gambar 64. Lapisan Bumi  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

### a. Kerak bumi

Kerak bumi adalah lapisan terluar dari bumi yang terbagi dua kategori, yaitu kerak samudera dan kerak benua. Kerak samudera memiliki ketebalan sekitar 5-10 km, sedangkan kerak benua mempunyai ketebalan 20-70 km. penyusun kerak samudera yang utama adalah batuan basalt, sedangkan penyusun utama kerak benua adalah granit, yang tidak sepadat batuan basalt. Kerak bumi dan sebagian mantel bumi membentuk lapisan litosfer dengan ketebalan total kurang lebih 80 km. Temperature kerak meningkat seiring kedalamannya. Pada batas terbawahnya temperatur kerak menyentuh angka 200-400o C. Kerak bumi terdiri dari zat padat yang disebut batuan (termasuk pasir, tanah, abu gunung berapi, kerikil, tanah liat, dll). Menurut kejadiannya, batuan di bedakan atau 3 golongan, yaitu:

- a) *Batuan beku* (batuan magma)  
Terjadi dari magma yang cair dan panas membeku di dalam atau diluar bumi akibat tempraturnya turun.
- b) *Batuan sedimen* (endapan)  
Air, angin, es mengikis batuan dan hasil kikisannya diendapkan ke tempat lain, misalnya tanah liat, pasir, dll.
- c) *Batuan metamorf* (batuan malihan)  
Batuan sedimen maupun batuan beku yang telah mengalami perubahan sifat, karena suhu yang tinggi atau tekanan yang berat.

## **5. Mantel bumi**

Mantel bumi terletak di antara kerak dan inti bumi. Mantel bumi merupakan batuan yang mengandung magnesium dan silikon. Suhu pada bagian mantel bagian atas  $\pm 1500^{\circ}\text{C}$ - $300^{\circ}\text{C}$ .

Sesuai dengan namanya, lapisan ini bersifat melindungi bagian dalam bumi. Lapisan ini terdiri dari tiga bagian yaitu sebagai berikut:

- a) *Listofer*, artinya lithos = batuan, sphaira = bulatan. Lapisan ini terdiri dari dua lapisan, yaitu (1) lapisan "sial" (Silicium dan Aluminium) dan (2) lapisan "sima" (Silicium dan Magnesium)
- b) *Astenosfer*, wujudnya agak kental, tebalnya 100-400 km. Diduga lapisan ini sebagai tempat formasi magma. Pada lapisan ini pula sintesis batuan dan mineral di bentuk.
- c) *Mesofer*, wujudnya padat dengan tebal sekitar 2400-2750 km, terletak di bawah astenosfer. Pada perbatasan dengan inti bumi terdapat transisi, dimana kecepatan gelombang menurun dengan tajam.

## **6. Inti Bumi**

Lapisan ini bumi dibedakan menjadi lapisan inti luar dan lapisan inti dalam. Lapisan inti luar tebalnya sekitar 2.000 km dan terdiri atas besi cair yang suhunya mencapai  $2.200^{\circ}\text{C}$ . Inti dalam merupakan pusat bumi berbentuk bola dengan diameter

sebesar 2.700 km. Inti dalam ini terdiri dari nikel dan besi yang suhunya 4.500°C.

Berdasarkan susunan kimianya, bumi dapat dibagi menjadi 4 bagian, yaitu:

a) *Atmosfer*

Atmosfer adalah lapisan udara yang menyelimuti bumi secara menyeluruh dengan ketebalan lebih dari 650 km. Gerakan udara dalam atmosfer terjadi terutama karena adanya pengaruh pemanasan sinar matahari serta perputaran bumi.

b) *Litosfer*

Litosfer adalah lapisan kulit bumi paling luar yang berupa batuan padat. Litosfer tersusun dalam dua lapisan, yaitu kerak dan selubung yang tebalnya 50-100 km. Litosfer merupakan lempeng yang bergerak sehingga dapat menimbulkan pergeseran benua.

c) *Hidrosfer*

Air adalah senyawa gabungan dua atom hydrogen dengan satu atom oksigen menjadi H<sub>2</sub>O. Sekitar 71% permukaan bumi merupakan wilayah perairan. Lapisan air yang menyelimuti permukaan bumi disebut hidrosfer.

d) *Biosfer*

Biosfer merupakan sistem kehidupan paling besar karena terdiri dari gabungan ekosistem yang ada di planet bumi. Sistem ini mencakup semua makhluk hidup yang berinteraksi dengan lingkungannya sebagai kesatuan utuh. Secara etimologi, biosfer berasal dari dua kata, yaitu bio yang berarti hidup dan sphere yang berarti lapisan. Dengan demikian dapat diartikan biosfer adalah lapisan tempat tinggal manusia.

## 7. Proses terbentuknya Bumi

Proses terbentuknya bumi tidak terlepas dari proses terbentuknya tata surya. Untuk memahaminya, inilah proses pembentukan bumi dari beberapa teori:

## 1) Teori Big bang



Gambar 65. Big Bang (Ledakan Besar)  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

Berdasarkan Teori Big Bang, proses terbentuknya bumi berawal dari puluhan milyar tahun yang lalu. Pada awalnya terdapat gumpalan kabut raksasa yang berputar pada porosnya. Putaran yang dilakukannya tersebut memungkinkan bagian-bagian kecil dan ringan terlempar ke luar dan bagian besar berkumpul di pusat, membentuk cakram raksasa. Suatu saat, gumpalan kabut raksasa itu meledak dengan dahsyat di luar angkasa yang kemudian membentuk galaksi dan nebula-nebula. Selama jangka waktu lebih kurang 4,6 milyar tahun, nebula-nebula tersebut membeku dan membentuk suatu galaksi yang disebut dengan nama Galaksi Bima Sakti, kemudian membentuk sistem tata surya. Sementara itu, bagian ringan yang terlempar ke luar tadi mengalami kondensasi sehingga membentuk gumpalan-gumpalan yang mendingin dan memadat. Kemudian, gumpalan-gumpalan itu membentuk planet-planet, termasuk planet bumi.

Dalam perkembangannya, planet bumi terus mengalami proses secara bertahap hingga terbentuk seperti sekarang ini. Ada tiga tahap dalam proses pembentukan bumi, yaitu:

- a) Awalnya, bumi masih merupakan planet homogen dan belum mengalami perlapisan atau perbedaan unsur.
  - b) Pembentukan perlapisan struktur bumi yang diawali dengan terjadinya diferensiasi. Material besi yang berat jenisnya lebih besar akan tenggelam, sedangkan yang berat jenisnya lebih ringan akan bergerak ke permukaan.
  - c) Bumi terbagi menjadi lima lapisan, yaitu inti dalam, inti luar, mantel dalam, mantel luar, dan kerak bumi. Perubahan di bumi disebabkan oleh perubahan iklim dan cuaca.
- 2) Teori Kabut Kant-Laplace



Gambar 66. Kabut Kant Laplace  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

Sejak jaman sebelum Masehi, para ahli telah banyak berfikir dan melakukan analisis terhadap gejala-gejala alam. Mulai abad ke 18 para ahli telah memikirkan proses terjadinya Bumi.

Masih ingatkah Saudara tentang teori kabut (nebula) yang dikemukakan oleh Immanuel Kant (1755) dan Piere de Laplace (1796) ? Mereka terkenal dengan Teori Kabut Kant-Laplace. Dalam teori ini dikemukakan bahwa di jagat raya terdapat gas yang kemudian berkumpul menjadi kabut (nebula). Gaya tarik-menarik antar gas ini membentuk kumpulan kabut yang sangat besar dan berputar semakin cepat. Dalam proses perputaran yang sangat cepat ini, materi kabut bagian khatulistiwa terlempar memisah dan memadat (karena pendinginan). Bagian yang terlempar inilah yang kemudian menjadi planet-planet dalam tata surya.

### 3) Teori Planetesimal

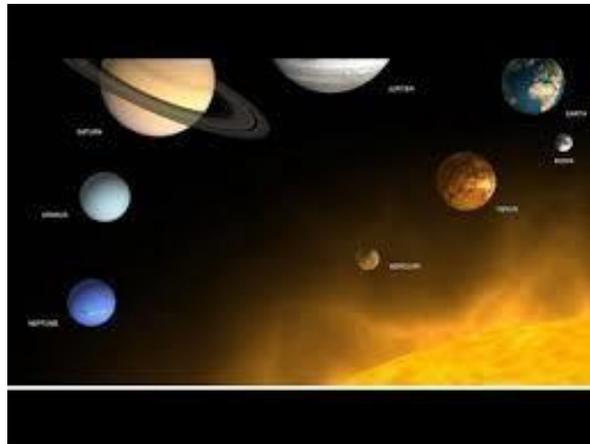
Seabad sesudah teori kabut tersebut, muncul teori Planetesimal yang dikemukakan oleh Chamberlin dan Moulton. Teori ini mengungkapkan bahwa pada mulanya telah terdapat matahari asal. Pada suatu ketika, matahari asal ini didekati oleh sebuah bintang besar, yang menyebabkan terjadinya penarikan pada bagian matahari. Akibat tenaga penarikan matahari asal tadi, terjadilah ledakan- ledakan yang hebat. Gas yang meledak ini keluar dari atmosfer matahari, kemudian mengembun dan membeku sebagai benda-benda yang padat, dan disebut planetesimal. Planetesimal ini dalam perkembangannya menjadi planet-planet, dan salah satunya adalah planet Bumi kita.



Gambar 67. Planetesimal  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

Pada dasarnya, proses-proses teoritis terjadinya planet-planet dan bumi, dimulai dari benda berbentuk gas yang bersuhu sangat panas. Kemudian karena proses waktu dan perputaran (pusingan) cepat, maka terjadi pendinginan yang menyebabkan pemadatan (pada bagian luar). Adapun tubuh Bumi bagian dalam masih bersuhu tinggi.

## 4) Teori Pasang Surut Gas



Gambar 68. Pasang Surut Gas  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

Teori ini dikemukakan oleh Jeans dan Jeffreys, yakni bahwa sebuah bintang besar mendekati matahari dalam jarak pendek, sehingga menyebabkan terjadinya pasang surut pada tubuh matahari, saat matahari itu masih berada dalam keadaan gas. Terjadinya pasang surut air laut yang kita kenal di Bumi, ukurannya sangat kecil. Penyebabnya adalah kecilnya massa bulan dan jauhnya jarak bulan ke Bumi (60 kali radius orbit Bumi). Tetapi, jika sebuah bintang yang bermassa hampir sama besar dengan matahari mendekati matahari, maka akan terbentuk semacam gunung-gunung gelombang raksasa pada tubuh matahari, yang disebabkan oleh gaya tarik bintang tadi. Gunung-gunung tersebut akan mencapai tinggi yang luar biasa dan membentuk semacam lidah pijar yang besar sekali, menjulur dari massa matahari tadi dan merentang ke arah bintang besar itu.

Dalam lidah yang panas ini terjadi perapatan gas-gas dan akhirnya kolom-kolom ini akan pecah, lalu berpisah menjadi benda-benda tersendiri, yaitu planet-planet. Bintang besar yang menyebabkan penarikan pada bagian-bagian tubuh matahari tadi, melanjutkan perjalanan di jagat raya, sehingga lambat laun akan hilang pengaruhnya terhadap planet yang berbentuk tadi. Planet-planet itu akan berputar mengelilingi matahari dan mengalami proses pendinginan. Proses pendinginan ini berjalan dengan lambat pada planet-planet besar, seperti Yupiter dan Saturnus, sedangkan pada planet-planet kecil seperti Bumi kita, pendinginan berjalan relatif lebih cepat.

Sementara pendinginan berlangsung, planet-planet itu masih mengelilingi matahari pada orbit berbentuk elips, sehingga besar kemungkinan pada suatu ketika mereka akan mendekati matahari dalam jarak yang pendek. Akibat kekuatan penarikan matahari, maka akan terjadi pasang surut pada tubuh-tubuh planet yang baru lahir itu. Matahari akan menarik kolom-kolom materi dari planet-planet, sehingga lahirlah bulan-bulan (satelit-satelit) yang berputar mengelilingi planet-planet. Peranan yang dipegang matahari dalam membentuk bulan-bulan ini pada prinsipnya sama dengan peranan bintang besar dalam membentuk planet-planet, seperti telah dibicarakan di atas.

5) Teori Bintang Kembar



Gambar 69. Bintang Kembar  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

Teori ini dikemukakan oleh seorang ahli Astronomi R.A Lyttleton. Menurut teori ini, galaksi berasal dari kombinasi bintang kembar. Salah satu bintang meledak sehingga banyak material yang terlempar. Karena bintang yang tidak meledak mempunyai gaya gravitasi yang masih kuat, maka sebaran pecahan ledakan bintang tersebut mengelilingi bintang yang tidak meledak. Bintang yang tidak meledak itu adalah matahari, sedangkan pecahan bintang yang lain adalah planet-planet yang mengelilinginya

Coba Saudara diskusikan dan analisis berdasarkan pengamatan gambar dan penjelasan terbentuknya bumi, kesimpulan apa yang dapat saudara berikan !

1. ....  
.....  
.....
2. ....  
.....  
.....

Saudara perhatikan keterangan berikut ini, samakah dengan pendapat saudara ?

Ada dua kesimpulan yang dapat diambil dari penjelasan mengenai proses terbentuknya bumi, yaitu:

- 1) Bumi berasal dari suatu gumpalan kabut raksasa yang meledak dahsyat, kemudian membentuk galaksi dan nebula. Setelah itu, nebula membeku membentuk galaksi Bima Sakti, lalu sistem tata surya. Bumi terbentuk dari bagian kecil ringan yang terlempar ke luar saat gumpalan kabut raksasa meledak yang mendingin dan memadat sehingga terbentuklah bumi.
- 2) Tiga tahap proses pembentukan bumi, yaitu mulai dari awal bumi terbentuk, diferensiasi sampai bumi mulai terbagi ke dalam beberapa zona atau lapisan, yaitu inti dalam, inti luar, mantel dalam, mantel luar, dan kerak bumi.

Sebelum membahas alam semesta ada baiknya Saudara diskusikan dan coba jawab dulu pertanyaan berikut:

- 1) *Bumi menurut pemahaman saudara apa ?*
- 2) *Alam semesta menurut pemahaman saudara apa ?*
- 3) *Apa bedanya bumi dan alam semesta ?*

Coba saudara samakan jawabanya dengan rambu-rambu jawaban berikut ini:

Bumi adalah planet tempat tinggal seluruh makhluk hidup beserta isinya. Kira-kira 250 juta tahun yang lalu sebagian besar kerak benua di Bumi merupakan satu massa daratan yang dikenal sebagai Pangea. Kemudian, kira-kira dua ratus juta tahun yang lalu Pangea terpecah menjadi dua benua besar yaitu Laurasia, yang sekarang terdiri dari Amerika Utara, Eropa, sebagian Asia Tengah dan Asia Timur; dan Gondwana yang terdiri dari Amerika Selatan, Afrika India, Australia dan bagian Asia lainnya. Bagian-bagian dan dua benua besar ini kemudian terpecah-pecah, hanyut dan bertubrukan dengan bagian lain.

Sejak jaman sebelum Masehi, para ahli telah memikirkan proses terjadinya Bumi. Salah satunya adalah teori kabut (nebula) yang dikemukakan oleh Immanuel Kant (1755) dan Piere De Laplace (1796). Mereka terkenal dengan Teori Kabut Kant-Laplace. Dalam teori ini dikemukakan bahwa di jagat raya terdapat gas yang

kemudian berkumpul menjadi kabut (nebula). Gaya tarik-menarik antar gas ini membentuk kumpulan kabut yang sangat besar dan berputar semakin cepat. Dalam proses perputaran yang sangat cepat ini, materi kabut bagian Khatulistiwa terlempar memisah dan memadat (karena pendinginan). Bagian yang terlempar inilah yang kemudian menjadi planet-planet dalam tata surya. Teori Nebula ini terdiri dari beberapa tahap, yaitu:

- 1) Matahari dan planet-planet lainnya masih berbentuk gas, kabut yang begitu pekat dan besar.
- 2) Kabut tersebut berputar dan berpilin dengan kuat, dimana pemadatan terjadi di pusat lingkaran yang kemudian membentuk matahari. Pada saat yang bersamaan materi lainpun terbentuk menjadi massa yang lebih kecil dari matahari yang disebut sebagai planet, bergerak mengelilingi matahari.
- 3) Materi-materi tersebut tumbuh makin besar dan terus melakukan gerakan secara teratur mengelilingi matahari dalam satu Orbit yang tetap dan membentuk Susunan Keluarga Matahari.

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia kata “Alam” memiliki arti segala yang ada di langit dan di bumi (seperti bumi, bintang, kekuatan). Sedangkan kata “Semesta” berarti seluruh; segenap; semuanya: semua yang ada di alam – tidak dapat lepas dari takdirnya masing-masing; (berlaku untuk) seluruh dunia, universal. Alam semesta, menurut orang Babylonia (kuranglebih 700-600 SM), merupakan suatu ruangan atau selungkup dengan bumi yang datar sebagai lantainya dan langit beserta bintang sebagai atapnya. Jadi, alam semesta atau jagat raya adalah suatu ruangan yang maha besar yang di dalamnya terdapat kehidupan yang Biotic dan Abiotik, serta di dalamnya terjadi segala peristiwa alam baik yang dapat diungkapkan manusia maupun yang tidak. Di abad 19, gagasan yang umum adalah bahwa alam semesta merupakan kumpulan materi berukuran tak hingga yang telah ada sejak dulu kala dan akan terus ada selamanya.

Pengertian dari Alam Semesta adalah ruang dimana di dalamnya terdapat kehidupan biotic maupun abiotik serta segala macam peristiwa alam yang dapat diungkapkan maupun yang belum dapat diungkapkan oleh manusia. Atau ada pula yang mengatakan bahwa pengertian alam semesta mencakup tentang mikrokosmos dan makrokosmos. Mikrokosmos adalah benda-benda yang

mempunyai ukuran sangat kecil, misalnya atom, elektron, sel, amuba, dan sebagainya. Sedang Makrokosmos adalah benda-benda yang mempunyai ukuran yang sangat besar, misalnya bintang, planet, dan galaksi.

Adanya keterbatasan ini menuntut manusia untuk terus berpikir sehingga lahir teori-teori baru yang menjelaskan atau melengkapi teori-teori sebelumnya. Ilmu yang mempelajari mengenai sifat, evolusi dan asal alam semesta (*universe*) disebut *kosmologi*. Beberapa teori yang menjelaskan proses terbentuknya alam semesta antara lain teori big bang, teori keadaan tunak, serta teori Osilasi .

### 1) Teori Big Bang

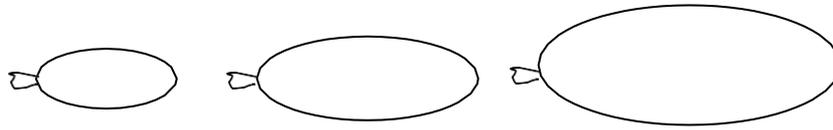
Teori big bang dikemukakan oleh ilmuwan Belgia Abbè Georges Lemaitre pada tahun 1927. Menurut teori Big Bang, alam semesta berasal dari keadaan panas dan padat yang mengalami ledakan dahsyat dan mengembang. Semua galaksi di alam semesta akan memuai dan menjauhi pusat ledakan. Pada model big bang, alam semesta berasal dari ledakan sebuah konsentrasi materi tunggal milyaran tahun yang lalu secara terus menerus berkembang sehingga lama kelamaan menjadi lebih dingin seperti sekarang.

Mengenai teori big bang orang-orang banyak yang bertanya, dimana dentuman besar (big bang) itu terjadi? Pertanyaan ini muncul karena pada saat terjadi ledakan, susunan big bang merupakan seluruh alam semesta. Ledakan tersebut tidak melemparkan materi ke ruangan. Ruangan mengembang dengan waktu tertentu dan terbentuklah alam semesta. Pemahaman mengenai teori big bang dapat analogikan dengan mengembangnya permukaan balon mainan yang ditiup.

Apabila pada balon mainan tersebut diberi beberapa titik yang menggambarkan galaksi, kemudian balon itu ditiup, maka anda akan mengamati letak titik-titik yang menjauhi anda. Anda tidak peduli mengamati titik yang mana, namun hasilnya akan sama. Titik-titik pada balon tersebut tidak ada pusatnya.

Demikian pula pada galaksi tidak ada bagian pusat dalam alam semesta. Anda dapat memperhatikan pula bahwa permukaan balon tersebut tidak mempunyai tepi. Ini juga menjelaskan bahwa alam semesta juga tidak mempunyai tepi.

Fakta menjauhnya bintang-bintang dapat digambarkan sebagai suatu balon karet yang ditiup, dimana setiap titik pada permukaan balon karet akan saling menjauh



Gambar 70. Balon karet yang ditiup.  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

Titik A, B, dan C pada permukaan balon karet apabila ditiup akan saling menjauh.

## 2) Teori Keadaan Tunak

Meskipun teori big bang merupakan salah satu teori yang paling mungkin dalam menjelaskan terbentuknya alam semesta, namun muncul pula teori lain yaitu teori keadaan tunak. Teori ini dikemukakan oleh ilmuwan dari universitas Cambridge pada tahun 1948, yaitu H. Bondi, T. Gold, dan F. Hoyle. Menurut teori keadaan tunak, alam semesta tidak ada awalnya dan tidak ada akhirnya. Alam semesta selalu tetap seperti sekarang. Materi yang ada selalu terus menerus datang berbentuk atom-atom hidrogen dalam angkasa yang membentuk galaksi baru dan menggantikan galaksi lama yang bergerak menjauhi kita dalam ekspansinya.

## 3) Teori Osilasi

Teori osilasi hampir sama dengan teori keadaan tunak. Menurut teori osilasi, alam semesta tidak ada awalnya dan tidak ada akhirnya. Menurut teori osilasi, sekarang alam semesta tidak konstan, melainkan berekspansi dimulai dengan adanya dentuman besar (big bang). Alam semesta mungkin telah memulai dalam sebuah dentuman besar atau mungkin berada dalam keadaan tetap dalam keadaan berosilasi.

Bintang-bintang dapat mengalami pergerakan yang bisa di amati dalam arah radial, yaitu mendekati atau menjauhi matahari. Pergerakan bintang-bintang mendekati atau menjauhi matahari ini dapat membuktikan terjadinya rotasi pada anggota tata surya (galaksi).

Klasifikasi bentuk galaksi menurut Edwin Hubble adalah galaksi dapat berbentuk spiral, berbentuk elips, dan tidak beraturan.

Bintang-bintang yang ada di angkasa dapat berkumpul menyerupai gambar atau bentuk tertentu seperti binatang, manusia, atau benda lainnya. Kumpulan bintang-bintang inilah yang disebut rasi bintang. Orang Yunani kuno memberi nama rasi bintang sesuai dengan nama para tokoh dalam dongeng yang mereka hayalkan, seperti Aquarius, Capricornus, dan sebagainya.

## 8. Tata Surya

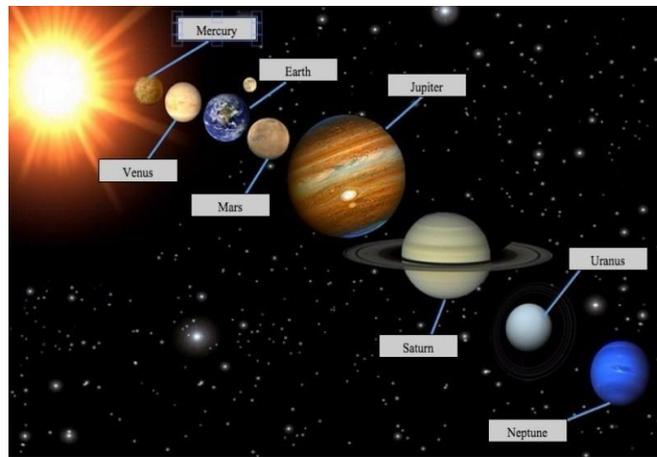
Istilah Tata surya sangat familier dengan kita namun ketika diminta untuk memberikan konsep yang benar masih sering terdapat kesalahan.

Secara konseptual, tata surya adalah kumpulan dari beberapa benda langit yang terdiri dari bintang besar sebagai pusatnya serta semua benda yang terikat dengan gaya gravitasinya. Objek tersebut termasuk planet, meteor, asteroid, dan lain sebagainya. Di sekitar matahari terdapat banyak benda yang mengitarinya, dan salah satu benda langit paling penting planet. Planet yang ada di tata surya kita berjumlah delapan buah. Masing-masing memiliki ukuran yang berbeda-beda dan garis orbit tersendiri. Delapan benda langit tersebut berdasarkan lintasannya secara Heliocentris adalah: (1) Mercurius, (2) Venus, (3) bumi, (4) Mars, (5) Jupiter, (6) Saturnus, (7) Uranus, (8) Neptunus

## 9. Susunan Tata Surya

Tata surya (*Solar System*) terdiri dari matahari, planet, serta benda-benda langit lainnya seperti satelit, komet, meteor, dan asteroid. Tata surya dipercaya terbentuk sejak 4.600 juta tahun yang lalu, yang merupakan hasil penggumpalan gas debu di angkasa yang membentuk matahari dan kemudian planet-planet yang mengelilingi matahari. Matahari mengandung sekitar 99,87% bahan pembentuk seluruh tata surya. Ada dua paham yang berhubungan dengan tata surya, yaitu paham geosentris dan paham heliosentris. Paham geosentris dikembangkan oleh Claudius Ptolemaeus (Ptolemy) sekitar tahun 150 T.M. Menurut paham geosentris, bumi merupakan pusat dari jagad raya. Bulan berputar mengelilingi bumi dengan

orbit yang paling dekat, sementara bintang-bintang terletak pada bulatan angkasa yang besar dan berputar pada orbit yang paling jauh.



Gambar 71. Sistem Tata Surya Heliosentris  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

Paham geosentris bertahan hingga abad ke-16. Baru pada sekitar tahun 1543 terjadi revolusi ilmiah besar-besaran yang dilakukan oleh Copernicus. Copernicus menggantikan paham geosentris dengan paham baru yang disebut paham heliosentris.

Menurut paham heliosentris, yang menjadi pusat jagat raya bukanlah bumi, melainkan matahari. Matahari berada pada pusat alam semesta, sedangkan bumi beserta planet-planet yang lainnya bergerak mengelilingi matahari pada orbitnya masing-masing. Paham heliosentris mendapat dukungan dari Kepler.

Pada tahun 1609 Kepler mendukung gagasan tersebut dengan mengemukakan tiga hukumnya yang selain menyebutkan bahwa matahari sebagai pusat dari tata surya, juga memperbaiki orbit planet menjadi elips. Pada tahun yang sama Galileo menemukan teleskop. Melalui pengamatan dengan teleskop Ia menarik kesimpulan bahwa yang menjadi pusat tata surya bukan bumi, melainkan matahari. Penemuan teleskop oleh Galileo tidak hanya menguatkan paham heliosentris dari Copernicus, tetapi membuka lembaran baru dalam perkembangan ilmu astronomi.

## 10. Terbentuknya Tata Surya

Menurut paham heliosentris, matahari dikelilingi oleh planet-planet dengan bentuk orbit hampir menyerupai lingkaran. Arah peredaran semua planet sama, yaitu berlawanan dengan arah jarum jam. Beberapa teori yang menjelaskan terbentuknya tata surya antara lain teori nebulae, teori planetesimal, serta teori pasang surut.

Teori nebulae disebut pula teori kondensasi merupakan salah satu teori pembentukan tata surya yang paling terkenal. Menurut teori nebulae (teori kondensasi), planet-planet dan matahari berasal dari kabut pijar yang terpilih dalam jagad raya. Karena perputaran, maka sebagian massa kabut terlepas dan membentuk gelang-gelang di sekeliling bagian utama gumpalan kabut tersebut. Suhu gelang-gelang tersebut lambat laun akan turun, sehingga akan membeku membentuk gumpalan yang lama-kelamaan akan memadat menjadi planet. Bagian dalam gelang-gelang tersebut ternyata masih berupa gas pijar dan disebut matahari.

Teori nebulae dikemukakan oleh salah seorang filsuf Yunani yaitu Immanuel Kant, dan dalam waktu yang hampir bersamaan fisikawan Perancis Pierre Simon de Laplace juga mengemukakan hal yang hampir sama. Oleh karena itu, teori nebulae atau teori kondensasi sering disebut dengan teori Kant- Laplace. Teori nebulae menceritakan kejadian tersebut dalam tiga tahap, yaitu:

- a) Matahari dan planet-planet lainnya masih berbentuk gas, kabut yang begitu pekat dan besar.
- b) Kabut tersebut berputar dan berpilin dengan kuat, di mana pemadatan terjadi pada pusat lingkaran yang kemudian membentuk matahari. Pada saat yang bersamaan materi lain juga terbentuk menjadi massa yang lebih kecil dari matahari yang disebut planet.
- c) Materi-materi tersebut tumbuh semakin besar dan terus melakukan gerakan-gerakan secara teratur mengelilingi matahari dalam satu orbit yang tetap dan membentuk susunan keluarga matahari.

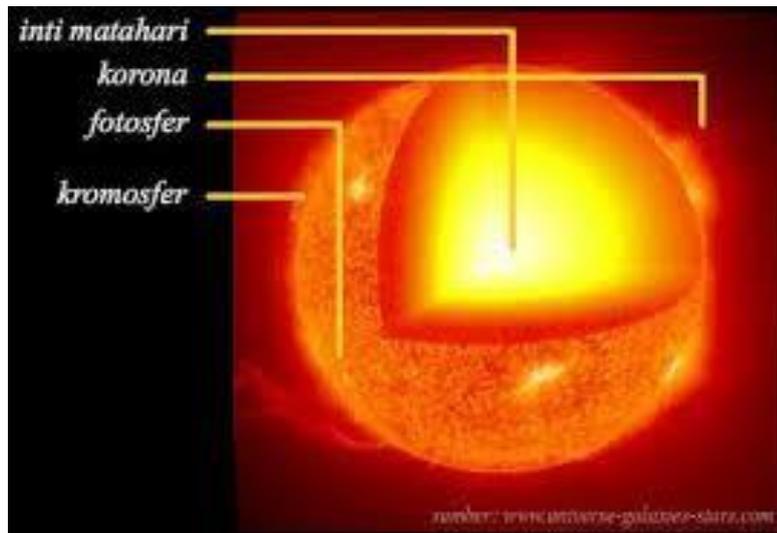
Teori lain yang menjelaskan proses terbentuknya tata surya adalah teori planetesimal yang dikemukakan oleh dua orang ilmuwan Amerika, yaitu Thomas

C. Chamberlin dan Forest R. Moulton. Teori ini disebut teori planetesimal (planet-planet kecil) karena planet-planet terbentuk dari benda padat yang telah ada sebelumnya. Menurut teori planetesimal, matahari telah ada sebagai salah satu dari bintang-bintang yang sangat banyak. Pada suatu ketika ada bintang yang berpapasan pada jarak dekat, sehingga terjadi pasang surut pada permukaan matahari maupun bintang tersebut. Ada sebagian dari massa matahari yang tertarik ke arah bintang. Pada waktu bintang menjauh, sebagian dari massa matahari ada yang jatuh ke permukaan matahari dan sebagian yang lainnya berhamburan ke ruang angkasa.

Teori pembentukan tata surya yang hampir sama dengan teori planetesimal adalah teori pasang surut. Teori pasang surut dikemukakan oleh dua orang ilmuwan Inggris yaitu Sir James Jeans dan Harold Jeffreys. Mereka melukiskan bahwa setelah bintang yang berpapasan berlalu, massa matahari yang lepas akan membentuk cerutu yang menjolok ke arah bintang. Akibat bintang menjauh, maka massa cerutu terlepas dan akan membentuk gumpalan gas di sekitar matahari. Gumpalan-gumpalan inilah yang selanjutnya akan membentuk planet-planet.

## **11. Karakteristik Matahari sebagai Anggota Tata Surya**

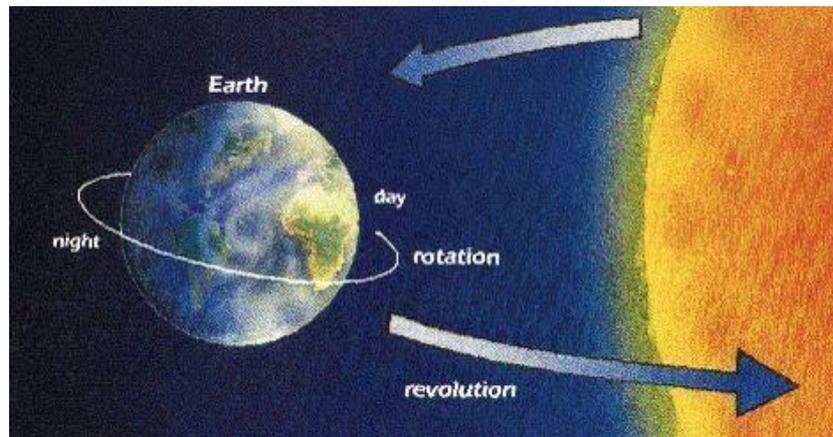
Anggota tata surya merupakan benda-benda angkasa yang pergerakannya selalu dipengaruhi oleh gaya gravitasi. Anggota tata surya terdiri dari matahari, delapan planet, satelit, komet, dan asteroid. Planet-planet beredar mengelilingi matahari dengan orbit tertentu yang berbentuk elips. Selain benda-benda tersebut, ternyata ada benda lain yang merupakan anggota tata surya yaitu satelit. Satelit merupakan benda angkasa yang mengelilingi planet. Contoh yang termasuk satelit adalah bulan. Bulan merupakan satu-satunya planet bumi yang bergerak mengelilingi bumi.



Gambar 72. Matahari  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

Setiap hari matahari terbit dari arah timur dan terbenam di barat. Dahulu orang mengira bahwa bumi yang kita tempati ini merupakan pusat dari jagat raya. Artinya semua benda langit seperti matahari, bulan, bintang, dan planet-planet beredar mengelilingi bumi. Munculnya anggapan ini karena kita melihat seolah-olah benda-benda langit itulah yang bergerak. Kita dapat mengamati seolah-olah matahari yang bergerak dari timur ke barat. Orang yang pertama kali menentang bahwa bumi sebagai pusat jagat raya adalah Nicolas Copernicus.

Sebenarnya yang bergerak bukan matahari melainkan bumi. Bumi berputar mengelilingi matahari pada porosnya sekali dalam 24 jam. Perputaran bumi mengelilingi matahari disebut revolusi. Ketika bumi berputar, ada bagian bumi yang mengarah ke matahari dan ada pula bagian bumi yang tidak mengarah pada matahari. Bagian bumi yang mengarah ke matahari akan mendapat sinar dari matahari dan bagian yang tidak mengarah pada matahari tidak mendapat sinar matahari. Keadaan di mana bagian bumi terkena sinar matahari disebut keadaan siang, dan keadaan di mana bagian bumi tidak terkena sinar matahari disebut malam. Waktu yang diperlukan bumi untuk berputar mengelilingi matahari disebut satu tahun. Selain mengelilingi matahari, bumi juga berputar pada porosnya. Perputaran bumi pada porosnya disebut rotasi bumi.



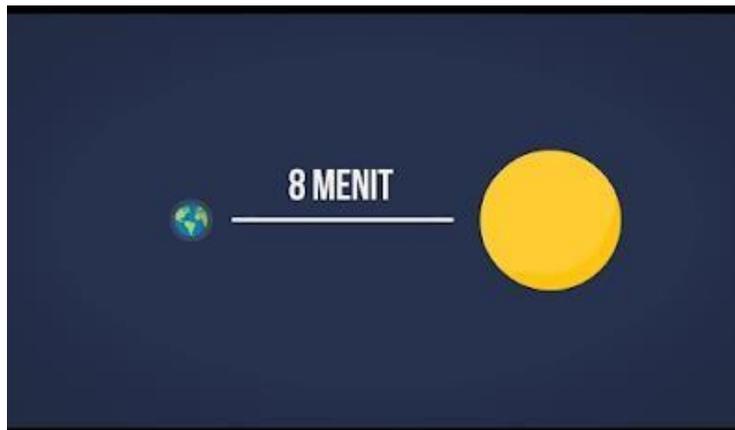
Gambar 73. Roatasi dan Revolusi Bumi  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

Cahaya matahari yang sampai ke bumi pada waktu pagi dan sore terasa kurang panas di bandingkan dengan siang hari. Mengapa demikian? Pada waktu pagi dan sore hari cahaya yang sampai ke bumi arahnya tidak tegak lurus, melainkan condong atau miring. Sedangkan pada waktu siang hari cahaya matahari yang menuju bumi arahnya tegak lurus. Karena letaknya miring atau condong, maka pada waktu pagi dan sore hari bumi yang terkena cahaya matahari wilayahnya lebih luas. Sebaliknya pada waktu siang hari kedudukan matahari tegak lurus, sehingga bumi yang terkena cahaya matahari lebih sempit, seolah-olah cahaya matahari itu lebih memusat.

Matahari (Sun) dapat memancarkan cahaya sendiri. Oleh karena itu matahari dikelompokkan ke dalam bintang. Dari sekian banyak bintang yang terdapat dalam galaksi bima sakti, matahari merupakan salah satu bintang yang sangat penting bagi kehidupan manusia, tumbuhan, dan hewan. Energi yang dipancarkan oleh matahari dapat membuat bumi tetap menjadi hangat, menjadikan udara dan air yang ada di bumi selalu bersirkulasi, tumbuhan dapat melakukan proses fotosintesis, serta banyak lagi yang lainnya. Panas matahari juga menjadi sumber energi bagi kehidupan manusia yang ada di bumi, seperti sebagai sumber pembangkit listrik tenaga surya.

Tanpa adanya matahari, kehidupan di bumi tidak akan ada. Dari hasil fotosintesis yang terjadi pada tumbuhan hijau akan dihasilkan gula (glukosa;  $C_6H_{12}O_6$ ) dan gas oksigen yang merupakan salah satu gas untuk pernapasan. Dibandingkan dengan bintang-bintang yang lain, matahari merupakan bintang yang paling dekat dengan

bumi, yaitu sekitar 150 juta Km atau disebut satu satuan astronomi (1 SA). Menurut para ahli, suhu atau panas di permukaan matahari mencapai sekitar  $5.500^{\circ}\text{C}$ , sedangkan suhu di bagian dalamnya tentu akan lebih besar dari  $5500^{\circ}\text{C}$ . Karena suhunya yang sangat tinggi, maka seluruh matahari terdiri dari gas, tidak ada benda padat atau benda cair.



Gambar 74. Cahaya Matahari Sampai ke Bumi dalam Waktu 8 menit  
(Sumber: <https://www.google.com/search> )

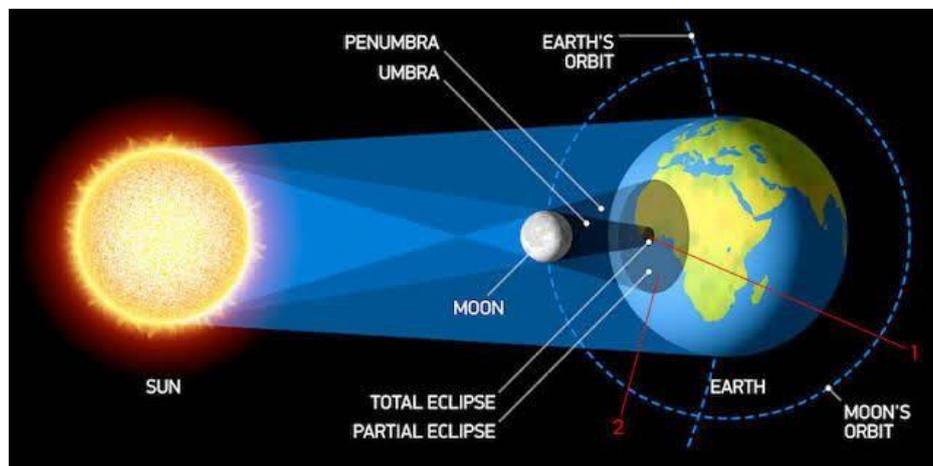
Meskipun matahari dikategorikan sebagai bintang, tetapi matahari tidak dapat dilihat seperti bintang yang lain dari bumi. Cahaya matahari dapat sampai ke bumi dalam waktu 8 menit. Cahaya matahari yang terang ini dapat menyebabkan seseorang yang terus-menerus memandangi matahari menjadi buta. Jumlah cahaya matahari yang sampai ke bumi dikenal sebagai *konstan solar* yang besarnya hampir sama dengan 1,37 kilowatt per meter persegi setiap saat.

Matahari merupakan bintang yang sangat besar, dengan garis tengah sekitar 109 kali garis tengah bumi. Walaupun matahari merupakan bintang yang sangat besar, akan tetapi masih terdapat bintang lain yang lebih besar dari pada matahari yaitu bintang Antares atau bintang merah yang bersinar terang. Garis tengah bintang Antares sekitar 400 kali garis tengah matahari. Bintang Antares letaknya sangat jauh dari bumi, dan tidak dapat dilihat dengan mata telanjang. Oleh karena itu sinarnya tidak seterang sinar matahari.

Menurut para ahli, pada matahari terdapat noda hitam yang disebabkan oleh perbedaan suhu di permukaan matahari. Noda hitam ini menandakan kawasan yang "kurang panas" di bandingkan kawasan lainnya. Adakalanya cahaya

matahari tidak dapat sampai ke permukaan bumi karena terhalang oleh bulan yang mengelilingi bumi. Keadaan ini disebut gerhana matahari.

Secara harfiah, gerhana dapat diartikan sebagai penggelapan cahaya dari suatu benda langit oleh benda langit lainnya. Kita dapat melihat benda-benda langit dalam tata surya karena benda-benda tersebut dapat memantulkan cahaya matahari. Pada saat benda-benda langit menerima cahaya dari matahari, benda-benda itu membentuk bayang-bayang kerucut yang memanjang menjauhi matahari. Daerah bayang-bayang yang paling gelap dinamakan *umbra*, sedangkan daerah bayang-bayang yang samar dinamakan *penumbra*.



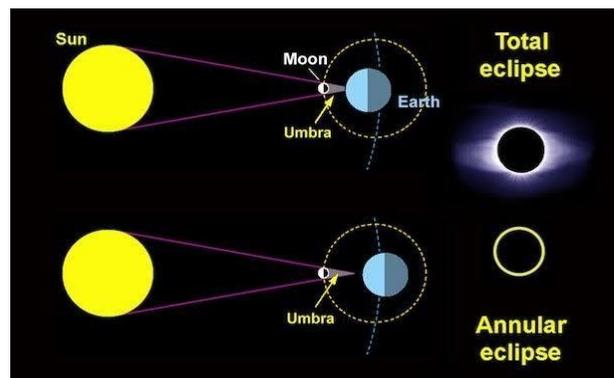
Gambar 75. Gerhana Matahari Total  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

Gerhana matahari terjadi apabila kedudukan bulan terletak di antara bumi dan matahari. Oleh karena itu cahaya matahari yang menyinari bumi akan terhalang oleh bulan. Meskipun ukuran bulan jauh lebih kecil di dibandingkan dengan matahari, namun bayangan bulan mampu melindungi cahaya matahari sepenuhnya. Pada saat terjadi gerhana matahari, bulan berada pada fase baru dan berada dekat dengan bidang ekliptika. Apabila peristiwa ini terjadi secara bersamaan, maka posisi matahari, bulan dan bumi terletak pada suatu garis lurus. Pada keadaan semacam ini bayang-bayang bulan akan jatuh pada permukaan bumi dan cahaya matahari akan tertutup oleh bayang-bayang itu.

Ada tiga jenis gerhana matahari, yaitu gerhana matahari total, gerhana matahari sebagian, serta gerhana matahari cincin. Gerhana matahari total terjadi apabila

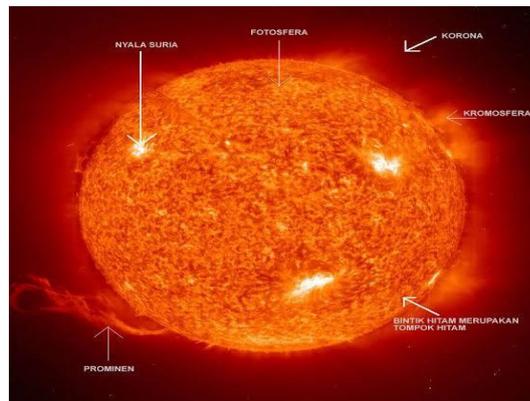
matahari tertutup sepenuhnya oleh bulan. Gerhana matahari total merupakan suatu kejadian yang sangat indah, namun membahayakan mata. Ketika semua cahaya matahari sudah seluruhnya tertutup oleh bulan dan yang terlihat hanya coronanya saja, maka aman bagi kita untuk melihatnya. Tetapi selama gerhana matahari masih berlangsung, maka apabila kita melihat langsung ke atas dapat merusak retina mata kita. Oleh karena itu ada beberapa cara yang aman apabila kita ingin melihat gerhana matahari, yaitu dengan menggunakan kaca mata khusus, dan yang paling aman melihat melalui tayangan televisi.

Gerhana matahari total terjadi pada daerah umbra, sedangkan gerhana matahari cincin terjadi pada daerah penumbra. Apabila jarak antara bumi dengan matahari lebih jauh dibandingkan penumbra, maka daerah dalam perpanjangan penumbra akan mengalami gerhana matahari sebagian.



Gambar 76. Gerhana Matahari (Atas) Total, (bawah) Cincin  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

Matahari terdiri dari beberapa lapisan, yaitu korona, kromosfir, fotosfir, dan protuberans. Korona merupakan lapisan matahari paling luar yang mengelilingi kromosfir. Lapisan korona hanya nampak pada saat terjadi gerhana matahari total yang berwarna putih berkilau. Kadang-kadang korona terlihat seperti bunga matahari.



Gambar 77. Bagian-bagian Matahari  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

Kromosfir merupakan lapisan gas tebal yang mengelilingi fotosfir. Sama halnya seperti korona, kromosfir juga hanya nampak pada saat terjadi gerhana matahari total dengan warna merah. Fotosfir merupakan lapisan permukaan matahari yang nampak bulat putih dan menyilaukan. Protuberens merupakan lapisan yang berada di sekeliling kromosfir. Protuberens ini berupa kepulan-kepulan gas seperti lidah api.

Untuk memberikan pemahaman yang baik coba saudara diskusikan dan kerjakan tugas berikut !

Petunjuk: Jawablah pertanyaan di bawah ini secara jelas dan tepat!

- 1) Jelaskan dua paham yang berhubungan dengan tata surya
- 2) Jelaskan, apa yang anda ketahui mengenai teori nebula!
- 3) Sebutkan tiga tahapan kejadian dalam teori nebula!
- 4) Jelaskan, mengapa pada pagi dan sore hari bumi terasa lebih dingin dibandingkan dengan siang hari!
- 5) Sebutkan beberapa manfaat cahaya matahari bagi kehidupan manusia

*Rambu-rambu jawaban*

Untuk menjawab soal pada tugas secara lengkap, Saudara dapat mengacu pada uraian materi di atas.

- 1) Paham yang berhubungan dengan tata surya adalah paham geosentris dan paham heliosentris. Paham geosentris merupakan paham yang menyatakan

bahwa bumi sebagai pusat dari jagat raya. Paham heliosentris merupakan paham yang menyatakan bahwa yang menjadi pusat jagat raya bukanlah bumi, melainkan matahari. Matahari sebagai pusat alam semesta, sedangkan benda-benda lain beredar mengelilingi matahari.

- 2) Teori nebulae disebut pula teori kondensasi. Menurut teori nebulae planet-planet dan matahari berasal dari kabut pijar yang terpilin dalam jagad raya. Karena perputaran, maka sebagian massa kabut terlepas dan membentuk gelang-gelang di sekeliling bagian utama gumpalan kabut tersebut. Suhu gelang-gelang tersebut lambat laun akan turun, sehingga akan membeku membentuk gumpalan yang lama-kelamaan akan memadat menjadi planet. Bagian dalam gelang-gelang tersebut ternyata masih berupa gas pijar dan disebut matahari.
- 3) Tiga tahap kejadian yang diceritakan dalam teori nebula adalah:
  - a) Matahari dan planet-planet lainnya masih berbentuk gas, kabut yang begitu pekat dan besar.
  - b) Kabut tersebut berputar dan berpilin dengan kuat, di mana pemadatan terjadi pada pusat lingkaran yang kemudian membentuk matahari. Pada saat yang bersamaan materi lain juga terbentuk menjadi massa yang lebih kecil dari matahari yang disebut planet.
  - c) Materi-materi tersebut tumbuh semakin besar dan terus melakukan gerakan-gerakan secara teratur mengelilingi matahari dalam satu orbit yang tetap dan membentuk susunan keluarga matahari
- 4) Pada waktu pagi dan sore hari cahaya yang sampai ke bumi arahnya tidak tegak lurus, melainkan condong atau miring. Sedangkan pada waktu siang hari cahaya matahari yang menuju bumi arahnya tegak lurus.
- 5) Energi yang dipancarkan oleh matahari dapat membuat bumi tetap menjadi hangat, menjadikan udara dan air yang ada di bumi selalu bersirkulasi, tumbuhan dapat melakukan proses fotosintesis, serta panas matahari juga menjadi sumber energi bagi kehidupan manusia yang ada di bumi, seperti sebagai sumber pembangkit listrik tenaga surya.

## 12. Planet

Istilah planet di ambil dari bahasa Yunani **Asteres Planetai** yang berarti bintang pengelana. Hal ini disebabkan karena planet dari waktu ke waktu selalu berkelana (berpindah-pindah) dari rasi bintang satu ke rasi bintang lainnya. Menurut terminologi astronomi, planet merupakan benda langit dengan ukuran relatif besar yang mengelilingi matahari. Planet tidak dikategorikan sebagai bintang, karena planet merupakan salah satu benda langit padat yang tidak bercahaya dan berevolusi (berputar) mengelilingi matahari. Planet hanya menerima cahaya dari matahari, kemudian cahaya itu dipantulkan kembali. Lintasan planet mengelilingi matahari tidak bulat, melainkan berbentuk telur. Menurut IAU (*International Astronomi Union*), saat ini dikenal delapan planet, yaitu Merkurius, Venus, Bumi, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus.

### 1) Merkurius

Merkurius merupakan planet terkecil dan sinarnya paling lemah. Planet ini letaknya paling dekat dengan matahari, dengan jarak sekitar 150 juta kilometer. Karena jaraknya ke matahari sangat dekat, maka pada planet ini tidak ada udara dan tidak ada air, dengan suhu pada bagian yang terang sekitar 5.000°C.



Gambar 78. Planet Merkurius  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

Semua planet berputar pada sumbunya yang disebut rotasi. Rotasi merkurius sangat lambat sehingga satu putaran membutuhkan waktu 58,6 hari. Berbeda dengan rotasinya, revolusi merkurius tergolong cepat, yaitu 88 hari, dan periode

rotasinya 59 hari. Merkurius tergolong planet kecil, dengan ukuran sekitar 27% dari ukuran bumi. Permukaan planet ini berupa benjolan-benjolan yang mirip seperti permukaan bulan. Benjolan-benjolan ini muncul akibat terjadinya benturan dengan meteor.

### 2) Venus

Venus merupakan planet yang cahayanya paling terang setelah matahari dan bulan, sehingga sering disebut sebagai bintang terang atau bintang senja. Planet ini sering nampak pada pagi hari dan sore hari, dan dikenal dengan nama bintang kejora.

Pada pagi hari yang cerah, anda bisa melihat di sebelah timur sebuah benda langit yang cukup terang. Demikian juga pada sore hari saat matahari tenggelam, akan terlihat benda langit yang bercahaya terang. Benda langit yang bercahaya terang ini merupakan planet venus. Planet venus mempunyai cahaya paling terang di bandingkan dengan planet lainnya karena planet ini mempunyai atmosfer berupa awan tebal yang berwarna putih. Awan inilah yang memantulkan cahaya matahari sehingga akan terlihat cerah dan berkilau.



Gambar 79. Planet Venus  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

Planet venus letaknya paling dekat dengan bumi, dan ukurannya juga sedikit lebih kecil dari ukuran bumi dengan diameter sekitar 121.000 kilometer. Planet venus berotasi dalam waktu 243 hari, sedangkan revolusinya 255 hari. Komposisi zat

yang ada pada planet ini adalah 97% gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), dan 3% gas nitrogen (N<sub>2</sub>). Dengan komposisi gas semacam ini, maka tidak mungkin terdapat kehidupan dalam planet Venus.

### 3) Bumi



Gambar 80. Permukaan Bumi  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

Bumi merupakan planet ke tiga dalam tata surya. Pada planet inilah manusia, hewan, dan tumbuhan dapat hidup. Bumi merupakan salah satu planet yang di dalamnya terdapat berbagai keindahan dan kelengkapan untuk kehidupan. Jarak bumi ke matahari sekitar 150 juta kilometer. Pada zaman dahulu, orang menganggap bahwa bentuk bumi adalah datar dan langit melengkung. Anggapan ini ternyata keliru, setelah diketahui bukti- bukti oleh ilmuwan Yunani Aristoteles. Lebih dari 70% bumi kita berupa lautan, dan sisanya berupa daratan yang permukaannya tidak rata.

Bumi dapat bergerak mengelilingi sumbunya (disebut rotasi) dan bergerak mengelilingi matahari (disebut revolusi). Periode rotasi bumi adalah 23 jam 56 menit (dibulatkan menjadi 24 jam) dari barat ke timur. Akibat rotasi bumi dari barat ke timur, maka seolah-olah benda-benda langit bergerak dari timur ke barat. Selain mengalami rotasi, bumi juga dapat mengalami revolusi, dengan periode 365,3 hari.

Adanya kehidupan di muka bumi disebabkan karena adanya lapisan yang dapat melindungi bumi dari radiasi sinar matahari yang sangat kuat di siang hari serta

mencegah hilangnya panas ke ruang angkasa pada malam hari. Lapisan yang melindungi bumi ini disebut lapisan atmosfer. Lapisan atmosfer tersusun oleh beberapa gas, yaitu gas nitrogen sebanyak 78% volume, gas oksigen sebanyak 21% volume, gas argon sebanyak 0,09% volume, serta sisanya gas karbon dioksida.

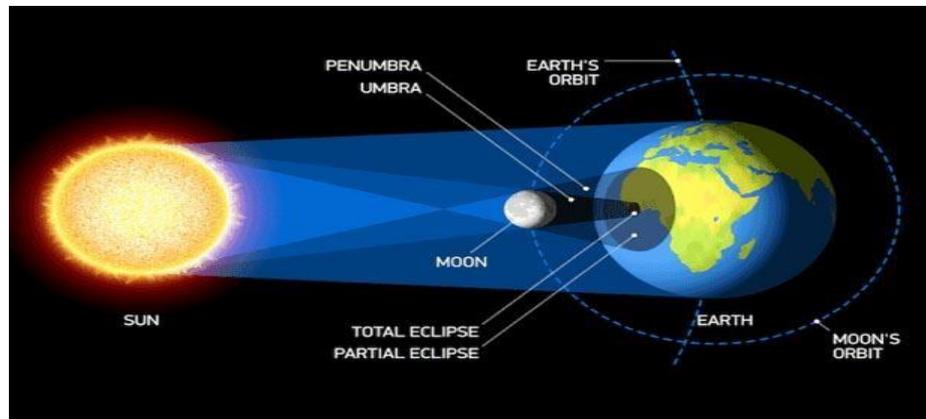
Meskipun bumi ini tempat hidupnya berbagai makhluk, namun masih banyak hal yang belum kita ketahui. Masih banyak rahasia-rahasia yang ada dalam perut bumi belum terungkap. Sumber daya alam yang ada dalam perut bumi seperti minyak bumi, dan mineral-mineral masih banyak yang belum di manfaatkan oleh manusia. Hal inilah yang menyebabkan kita harus selalu mencari ilmu untuk mengungkap hal-hal yang belum diketahui. Planet bumi mempunyai satu satelit, yaitu bulan.

Bulan merupakan satelit yang beredar mengelilingi bumi. Bulan dapat berevolusi (mengelilingi bumi) dalam waktu 27,3 hari pada jarak sekitar 384.400 kilometer di bawah gaya tarik gravitasi bumi. Akan tetapi karena gerakan perputaran bumi, maka bulan memerlukan waktu sekitar  $29 \frac{1}{2}$  hari untuk kembali lagi pada poros semula. Bulan tidak mempunyai cahaya sendiri, melainkan cahaya bulan berasal dari pantulan cahaya matahari. Meskipun bulan mengelilingi bumi, tetapi bulan tidak jatuh ke bumi. Hal ini karena adanya gaya sentrifugal bulan yang lebih besar dibandingkan gaya tarik bumi. Akibatnya bulan semakin menjauh dari bumi, dengan kecepatan 3,8 cm/tahun.

Dengan semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, manusia sudah dapat mendarat di bulan. Manusia yang pertama kali mendarat di bulan adalah Y. Gagarin dan Neil Armstrong. Dengan adanya pendaratan manusia di bulan, maka dapat diketahui keadaan di bulan. Di bulan tidak terdapat udara maupun air, dan di permukaan bulan bertabur batu dan terdiri dari hamparan titik-titik kawah yang tidak terhitung jumlahnya. Adanya kawah-kawah ini disebabkan oleh hantaman-hantaman komet. Akibat tidak adanya udara dan air, maka sampai saat ini tidak ditemukan adanya kehidupan. Diperkirakan umur batuan-batuan tersebut sudah mencapai 4.420.000.000 tahun.

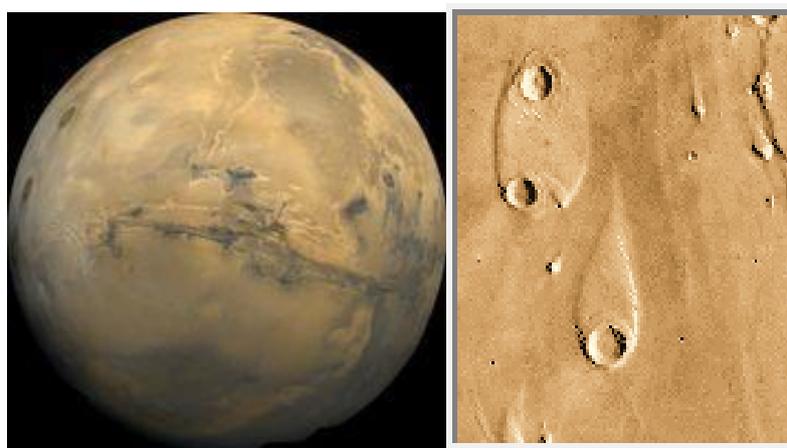
Seperti halnya matahari, bulan juga dapat mengalami gerhana. Gerhana bulan terjadi ketika bumi berada di antara matahari dan bulan dan berada dalam satu

garis lurus. Hal ini menyebabkan hanya sebagian kecil saja cahaya matahari yang sampai ke bulan. Perhatikan gambar berikut:



Gambar 81. Gerhana Bulan  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

#### 4) Mars



Gambar 82. Planet Mars  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

Mars merupakan salah satu planet yang paling dekat ke matahari, dengan jarak sekitar 228 juta kilometer. Mars merupakan planet yang berwarna kemerah-merahan. Ukuran planet mars lebih kecil dibandingkan planet bumi. Meskipun sedikit, pada planet mars terdapat lapisan udara. Oleh karena itu keadaan di planet Mars lebih bersahabat bagi manusia. Akan tetapi keadaan di planet mars belum bisa dijadikan sebagai tempat tinggal oleh manusia. Hal ini disebabkan karena pada planet mars suhu udara dan tekanan udaranya cukup rendah, serta komposisi gas yang ada pada planet mars sebagian besar berupa gas karbon

dioksida. Planet mars mempunyai dua satelit, yaitu Phobos dan Deimos. Planet mars dapat mengelilingi matahari dalam waktu 686 hari.

### 5) Jupiter

Jupiter merupakan planet terdekat kelima dari matahari, yang ukurannya paling besar dalam tata surya, sehingga disebut planet raksasa. Jarak antara planet Jupiter dengan matahari sekitar 780 juta kilometer. Planet Jupiter dapat berputar pada sumbunya (berotasi) dengan periode 9 jam 50 menit, sedangkan perioda revolusinya 11,86 tahun. Rotasi planet yang sangat cepat ini merupakan rotasi tercepat dalam tata surya.



Gambar 83. Planet Jupiter  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

Meskipun Jupiter merupakan planet yang paling besar dengan diameter 11 kali diameter bumi, tetapi ternyata planet ini hanya mempunyai berat  $2\frac{1}{2}$  kali berat bumi. Hal ini disebabkan karena planet ini lembek seperti bubur, yang permukaannya berupa gas helium (He) dan hydrogen cair yang terbungkus awan bergolak.

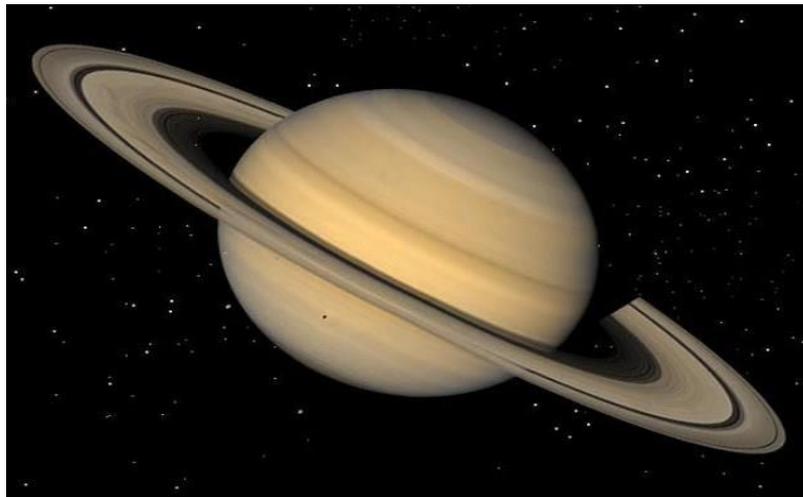
### 6) Saturnus

Saturnus merupakan planet keenam dalam tata surya dan merupakan planet kedua terbesar setelah planet Jupiter. Planet ini letaknya sangat jauh dari matahari, yaitu sekitar 1.425 juta kilometer. Oleh karena itu planet Saturnus apabila dilihat dari bumi tidak begitu terang. Menurut para ahli astronomi, planet

Saturnus dilingkari dengan cincin raksasa yang merupakan butiran-butiran es. Oleh karena itu planet ini disebut juga sebagai planet bercincin.

Kerapatan planet Saturnus sangat rendah, karena sebagian besar zat penyusunnya berupa gas dan cairan. Atmosfir saturnus tersusun oleh gas ammonia (NH<sub>3</sub>) dan gas metana (CH<sub>4</sub>). Oleh karena itu tidak mungkin ditemukan kehidupan dalam planet ini.

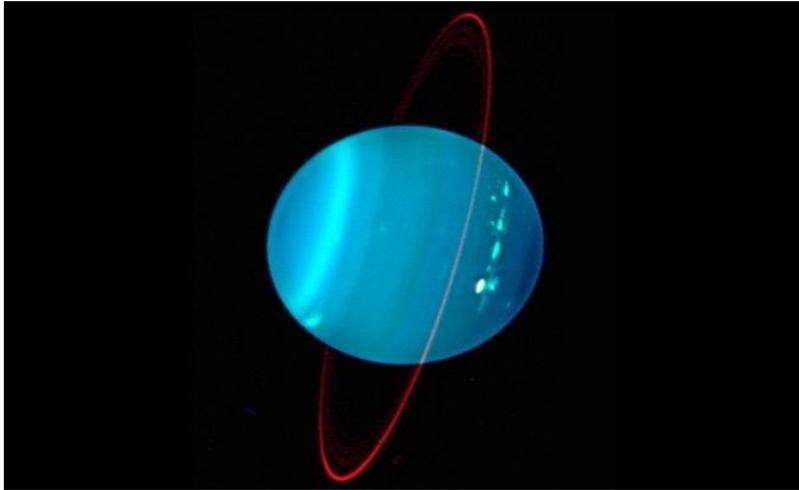
Planet Saturnus berevolusi selama 29,46 tahun, dan berotasi selama 10,14 jam.



Gambar 84. Planet Saturnus  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

## 7) Uranus

Uranus merupakan merupakan planet yang letaknya sangat jauh dari matahari, yaitu sekitar 2880 juta kilometer dengan diameter mencapai 51.118 kilometer. Periode rotasi planet Uranus adalah 17,25 hari, sedangkan periode revolusinya 84 tahun. Menurut para ahli astronomi, planet ini sebagian besar terdiri dari gas hydrogen dan keadaannya sangat dingin dengan suhu di permukaan planet ini antara -2330C sampai 2130C. Seperti halnya planet saturnus, planet Uranus juga memiliki cincin. Hanya cincin pada planet Uranus sangat tipis. Planet Uranus dilapisi oleh udara yang jernih, serta mempunyai 9 satelit.

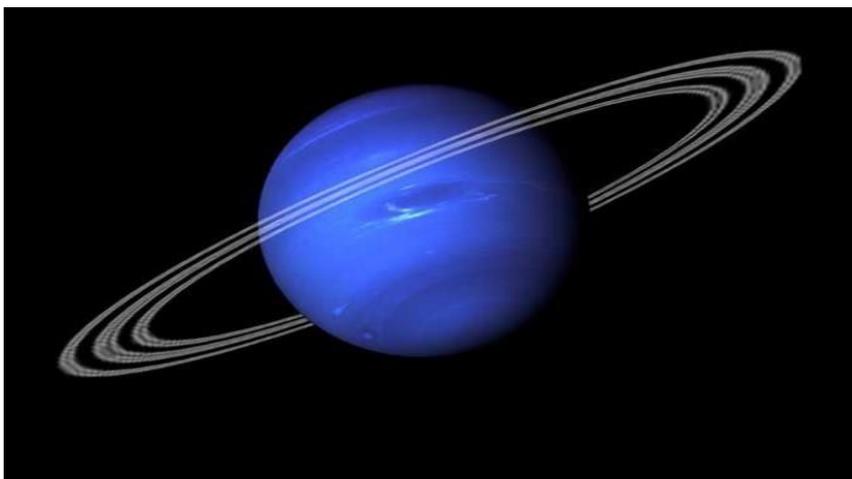


Gambar 85. Planet Uranus  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

### 8) Neptunus

Neptunus merupakan planet yang ukurannya lebih kecil dari planet Uranus. Planet ini jaraknya dari bumi sangat jauh, sehingga tidak dapat dilihat manusia dengan mata telanjang. Jarak planet Neptunus dengan matahari sekitar 4510 juta kilometer.

Planet neptunus berotasi dengan periode 16,1 jam sedangkan revolusinya 164,8 tahun. Bentuk permukaan planet Neptunus hamper sama seperti bulan, dengan permukaan yang pada permukaannya terdapat lapisan tipis silikat.



Gambar 86. Planet Neptunus  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

Terdapat beberapa benda angkasa lainya diluar planet yang sering kita dengar.

1. Apakah Saudara mengenal Komet?
2. Apakah Saudara mengenal Meteor?
3. Apakah Saudara mengenal Asteroid

Mari saudara perhatikan penjelasan berikut ini !

### 13. Komet

Komet merupakan salah satu benda angkasa yang ukurannya relatif kecil. Komet disebut juga bintang berekor, karena jenisnya hampir sama dengan bintang yang berkelip-kelip dan memiliki ekor panjang yang juga bercahaya bahkan cahayanya nampak seperti menyala. Ekor komet sangat panjang, sampai puluhan juta kilometer. Orbit komet kebanyakan seperti parabola, sehingga hanya dapat melihat komet sesekali saja.

Komet terdiri atas dua bagian, yaitu bagian kepala dan bagian ekor. Pada dasarnya ekor komet merupakan bagian kepala komet yang terlempar akibat gaya dorong matahari. Energi matahari inilah yang menyebabkan ekor komet bercahaya. Saat komet yang cemerlang dapat terlihat, ciri yang paling mencolok adalah ekornya. Panjang ekor komet sekitar 1 sampai 100 juta kilometer. Ekor komet terbentuk dari gas dan *coma* yang selalu menunjuk kearah yang berlawanan dengan matahari.



Gambar 87. Komet  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

Komet dapat memiliki satu jenis ekor atau dua jenis ekor yang disebut komet berekor ganda. Jenis ekor komet pertama disebut tipe I, berupa ekor yang memanjang dan hampir lurus dengan struktur berupa serabut yang terdiri dari gas yang terionisasi. Sedangkan jenis ekor kedua disebut tipe II atau ekor debu yang berbentuk kelokan tajam dan lebih kabur dengan materi penyusunnya debu yang diterpa oleh cahaya matahari. Gas-gas yang menyusun ekor komet adalah  $\text{CO}^+$ , gas nitrogen ( $\text{N}_2$ ),  $\text{CH}^+$ , gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), dan ion  $\text{OH}^-$ . Ion-ion tersebut terbentuk pada saat molekul yang ukurannya lebih besar terpisahkan oleh angin matahari.

Komet yang ada di luar angkasa jumlahnya sangat banyak, yang menurut salah seorang astronom Johann Kepler diibaratkan sebanyak jumlah ikan yang ada di samudra. Beberapa komet telah dikenal manusia sesuai dengan nama penemunya, seperti komet Halley, komet Ikeya Seki, komet Kohoutek, dan komet West. Pada zaman dahulu, munculnya komet di muka bumi sering dikaitkan dengan alamat akan datangnya malapetaka. Seringkali munculnya komet dianggap akan meninggalnya orang-orang besar, seperti raja. Salah satu komet yang pernah muncul di muka bumi adalah komet Halley, yang muncul di London pada bulan Maret 1997. Dalam penampakkannya komet Halley pada tahun 1910, ekor komet terentang sampai lebih dari  $90^\circ$  di lengkung langit.

Semua komet yang ada dalam tata surya beredar dengan bentuk lintasan elips (bulat telur). Periode orbit komet bervariasi, mulai dari yang tercepat sampai yang terlambat. Periode orbit komet tercepat selama 3,3 tahun, sedangkan periode orbit komet terlambat dapat mencapai ribuan tahun untuk satu kali orbit.

Hampir semua massa komet terpusat pada inti (*nucleus*). Berdasarkan hasil penelitian, inti komet tersusun oleh beberapa materi seperti air ( $\text{H}_2\text{O}$ ), gas karbon monoksida ( $\text{CO}$ ), methanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ), gas ammonia ( $\text{NH}_3$ ), serta gas metana ( $\text{CH}_4$ ). Pada saat komet mendekati matahari, semua materi tersebut akan menyublim dan membeku membentuk kabut gas dan debu yang disebut sebagai *coma*. Diameter inti komet hanya berkisar beberapa kilometer, dengan kerapatan antara 0,1 sampai 1  $\text{gram/cm}^3$ .

Banyak teori yang menyebutkan asal mula terbentuknya komet. Namun teori yang sampai saat ini masih diterima adalah teori yang menyebutkan bahwa komet terbentuk bersamaan dengan terbentuknya tata surya. Banyak di antara komet terutama yang berumur pendek, pecah secara perlahan-lahan akibat gaya gravitasi matahari. Pada saat bumi melintasi orbit komet, kita yang ada di bumi dapat melihat terjadinya hujan komet.

#### **14. Meteor**

Meteor disebut pula sebagai bintang jatuh. Hal ini karena benda- benda angkasa adakalanya tertarik oleh gaya tarik bumi, sehingga masuk ke dalam atmosfer bumi dan bergesekan dengan udara sehingga menjadi panas dan berpijar yang nampak seperti bintang jatuh. Benda- benda langit yang beterbangan secara tidak teratur dengan orbit tidak tetap dan tidak bercahaya disebut meteorid.

Meteor yang jatuh apabila kita lihat akan mempunyai cahaya yang melewati langit seperti bola api. Sebelum sampai ke bumi, biasanya meteor itu hancur di udara. Pecahan meteor ini disebut batu meteor atau meteorit yang sangat keras. Kandungan bahan kimia yang terdapat dalam meteorit adalah nikel, besi, silisium, magnesium dan aluminium. Batu meteor ada yang sampai ke permukaan bumi, seperti di Mexico yang beratnya sampai 25 ton, di Siberia yang beratnya sampai 33 ton, serta di selatan Yogyakarta, namun tidak terlalu besar.



Gambar 88. Meteor  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

Hujan meteor atau pancaran meteor terlihat di langit hamper pada tanggal yang sama dalam setiap bulan. Kejadian yang paling indah terjadi sekitar tanggal 3 Januari, 12 Agustus, dan 14 Desember. Meteor yang besar tidak habis terbakar, sehingga akan jatuh ke permukaan bumi. Meteor yang jatuh ke bumi akan membentuk kawah-kawah seperti kawah Barringer yang terletak di wilayah Arizona yang terbentuk sekitar 40.000 tahun yang lalu.

### 15. Asteroid

Berdasarkan jaraknya terhadap matahari, planet-planet dikelompokkan menjadi planet dalam dan planet luar. Planet dalam merupakan planet yang jaraknya dekat ke matahari, sedangkan planet luar merupakan planet yang jaraknya ke matahari sangat jauh. Planet yang dikategorikan sebagai planet dalam adalah Merkurius, Venus, Bumi dan Mars. Sedangkan planet yang dikategorikan sebagai planet luar adalah Jupiter, saturnus, Uranus, Neptunus.



Gambar 89. Asteroid  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

Di antara planet dalam dan planet luar terdapat sabuk yang disebut asteroid, yang merupakan ribuan planet kecil dan pecahan-pecahan yang asalnya masih belum jelas. Dengan demikian Asteroid merupakan planet-planet yang berukuran kecil yang lintasannya berada di antara planet dalam (Mars) dan planet luar (Jupiter). Asteroid yang ada di luar angkasa jumlahnya sangat banyak, namun sampai saat ini telah dapat direkam ribuan asteroid beserta orbitnya. Orbit asteroid kebanyakan

berada di antara orbit planet Mars dan planet Jupiter. Penemuan asteroid pertama kali terjadi pada tahun 1801 oleh seorang astronom Italia yaitu Piazzi.

## **D. Rangkuman**

### **1. Bumi**

Bumi berasal dari suatu gumpalan kabut raksasa yang meledak dahsyat, kemudian membentuk galaksi dan nebula. Setelah itu, nebula membeku membentuk galaksi Bima Sakti, lalu sistem tata surya. Bumi terbentuk dari bagian kecil ringan yang terlempar ke luar saat gumpalan kabut raksasa meledak yang mendingin dan memadat sehingga terbentuklah bumi. Tiga tahap proses pembentukan bumi, yaitu mulai dari awal bumi terbentuk, diferensiasi sampai bumi mulai terbagi ke dalam beberapa zona atau lapisan, yaitu inti dalam, inti luar, mantel dalam, mantel luar, dan kerak bumi.

Pengertian dari Alam Semesta adalah ruang dimana di dalamnya terdapat kehidupan biotik maupun abiotik serta segala macam peristiwa alam yang dapat diungkapkan maupun yang belum dapat diungkapkan oleh manusia. Atau ada pula yang mengatakan bahwa pengertian alam semesta mencakup tentang mikrokosmos dan makrokosmos. Mikrokosmos adalah benda-benda yang mempunyai ukuran sangat kecil, misalnya atom, elektron, sel, amuba, dan sebagainya. Sedang Makrokosmos adalah benda-benda yang mempunyai ukuran yang sangat besar, misalnya bintang, planet, dan galaksi.

Ilmu yang mempelajari mengenai sifat, evolusi dan asal alam semesta (universe) disebut kosmologi. Beberapa teori yang menjelaskan proses terbentuknya alam semesta antara lain teori big bang, teori keadaan tunak, serta teori Osilasi. Menurut teori Big Bang, alam semesta berasal dari keadaan panas dan padat yang mengalami ledakan dahsyat dan mengembang. Teori keadan tunak dikemukakan oleh H. Bondi, T. Gold, dan F. Hoyle. Menurut teori keadaan tunak, alam semesta tidak ada awalnya dan tidak ada akhirnya. Teori osilasi menjelaskan bahwa alam semesta tidak ada awalnya dan tidak ada akhirnya.

## 2. Tata Surya

Tata surya (Solar System) terdiri dari matahari, planet, serta benda-benda langit lainnya seperti satelit, komet, meteor, dan asteroid. Tata surya dipercaya terbentuk sejak 4.600 juta tahun yang lalu. Ada dua paham yang berhubungan dengan tata surya, yaitu paham geosentris dan paham heliosentris. Paham geosentris dikembangkan oleh Claudius Ptolemaeus (Ptolemy) sekitar tahun 150 T.M. Menurut paham geosentris, bumi merupakan pusat dari jagad raya. Copernicus menggantikan paham geosentris dengan paham heliosentris. Menurut paham heliosentris, yang menjadi pusat jagad raya bukanlah bumi, melainkan matahari. Matahari berada pada pusat alam semesta, sedangkan bumi beserta planet-planet yang lainnya bergerak mengelilingi matahari pada orbitnya masing-masing.

Teori nebulae (teori kondensasi) dikemukakan oleh Immanuel Kant. Menurut planet-planet dan matahari berasal dari kabut pijar yang terpilin dalam jagad raya. Karena perputaran, maka sebagian massa kabut terlepas dan membentuk gelang-gelang di sekeliling bagian utama gumpalan kabut tersebut. Suhu gelang-gelang tersebut lambat laun akan turun, sehingga akan membeku membentuk gumpalan yang lama-kelamaan akan memadat menjadi planet. Bagian dalam gelang-gelang tersebut ternyata masih berupa gas pijar dan disebut matahari.

Teori planetesimal dikemukakan oleh dua orang ilmuwan Amerika, yaitu Thomas C. Chamberlin dan Forest R. Moulton. Menurut teori planetesimal, matahari telah ada sebagai salah satu dari bintang-bintang yang sangat banyak. Pada suatu ketika ada bintang yang berpapasan pada jarak dekat, sehingga terjadi pasang surut pada permukaan matahari maupun bintang tersebut. Ada sebagian dari massa matahari yang tertarik ke arah bintang. Pada waktu bintang menjauh, sebagian dari massa matahari ada yang jatuh ke permukaan matahari dan sebagian yang lainnya berhamburan ke ruang angkasa.

Gerhana matahari terjadi apabila kedudukan bulan terletak di antara bumi dan matahari. Ada tiga jenis gerhana matahari, yaitu gerhana matahari total, gerhana matahari sebagian, serta gerhana matahari cincin.

### **3. Planet**

Planet berasal dari bahasa Yunani Asteres Planetai yang berarti bintang pengelana. Hal ini disebabkan karena planet dari waktu ke waktu selalu berkelana (berpindah-pindah) dari rasi bintang satu ke rasi bintang lainnya. Menurut terminologi astronomi, planet merupakan benda langit dengan ukuran relatif besar yang mengelilingi matahari. Planet tidak dikategorikan sebagai bintang karena tidak bercahaya. Sampai saat ini telah dikenal sembilan planet, yaitu Merkurius, Venus, Bumi, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus, dan Pluto.

Merkurius merupakan planet terkecil dan sinarnya paling lemah yang paling dekat matahari. Pada planet ini tidak ada udara dan air, dengan suhu pada bagian yang terang sekitar 5.000°C. Rotasi merkurius adalah 58,6 hari, dan revolusinya 88 hari. Venus merupakan planet paling terang, sehingga disebut bintang terang atau bintang senja. Planet venus cahayanya paling terang karena mempunyai atmosfer berupa awan tebal yang berwarna putih. Rotasi venus adalah 243 hari, dan revolusinya 255 hari.

Bumi merupakan planet yang di dalamnya terdapat kehidupan. Jarak bumi ke matahari sekitar 150 juta kilometer. Periode rotasi bumi adalah 23 jam 56 menit dari barat ke timur, dengan periode revolusi 365,3 hari. Bumi dilindungi oleh lapisan atmosfer, yang tersusun oleh gas nitrogen sebanyak 78% volume, gas oksigen sebanyak 21% volume, gas argon sebanyak 0,09% volume, serta sisanya gas karbon dioksida. Bumi mempunyai satu satelit, yaitu bulan. Bulan dapat berevolusi dalam waktu 27,3 hari pada jarak sekitar 384.400 kilometer di bawah gaya tarik gravitasi bumi.

Mars merupakan planet berwarna kemerah-merahan yang ukurannya lebih kecil dibandingkan planet bumi. Planet mars mempunyai dua satelit, yaitu Phobos dan Deimos. Planet mars dapat mengelilingi matahari dalam waktu 686 hari. Jupiter merupakan planet yang ukurannya paling besar, dengan jarak dari matahari sekitar 780 juta kilometer. Jupiter berotasi dengan periode 9 jam 50 menit, dan revolusinya 11,86 tahun.

Saturnus merupakan planet yang letaknya sangat jauh dari matahari, yaitu sekitar 1.425 juta kilometer. Saturnus dilingkari dengan cincin raksasa yang merupakan

butiran-butiran es, sehingga disebut planet bercincin. Planet Saturnus berevolusi selama 29,46 tahun, dan berotasi selama 10,14 jam. Uranus merupakan planet yang letaknya sangat jauh dari matahari, yaitu sekitar 2880 juta kilometer. Periode rotasi planet Uranus adalah 17,25 hari, dan periode revolusinya 84 tahun. Uranus memiliki cincin, hanya cincinnya sangat tipis.

Neptunus merupakan planet yang jaraknya dari bumi sangat jauh. Planet neptunus berotasi dengan periode 16,1 jam dan revolusinya 164,8 tahun. Pluto merupakan planet yang jaraknya paling jauh dari matahari, yaitu 5920 juta kilometer, dan merupakan planet paling kecil dalam tata surya. Pluto berotasi dengan waktu 6,3 hari, dan berevolusi selama 248 tahun.

Komet disebut juga bintang berekor, karena jenisnya hampir sama dengan bintang yang berkelip-kelip dan memiliki ekor panjang yang cahayanya nampak seperti menyala. Hampir semua massa komet terpusat pada inti (nucleus). Inti komet tersusun dari materi seperti air, gas karbon monoksida, methanol, gas ammonia, serta gas metana.

Meteor disebut pula sebagai bintang jatuh. Meteor yang jatuh akan mempunyai cahaya yang melewati langit seperti bola api Pecahan meteor disebut batu meteor atau meteorit yang sangat keras. Batu meteor yang sampai ke permukaan bumi beratnya sampai 33 ton. Meteor yang besar tidak habis terbakar, sehingga akan jatuh ke permukaan bumi. Meteor yang jatuh ke bumi akan membentuk kawah. Asteroid merupakan planet-planet yang berukuran kecil yang lintasannya beradadi antara planet dalam (Mars) dan planet luar (Jupiter).