MATERI ESENSIAL IPA SEKOLAH DASAR

(Pengayaan Materi Guru)

KONSEP ILMU PENGETAHUAN BUMI DAN ANTARIKSA

GERAK BUMI DAN BULAN

Agus Fany Chandra Wijaya

DIGITAL LEARNING LESSON STUDY JAYAPURA

2010

GERAK BUMI dan BULAN

- Standar Kompetensi: Memahami matahari sebagai pusat tata surya dan interaksi bumi dalam tata surya
- Kompetensi Dasar: - Mendeskripsikan peristiwa rotasi bumi, revolusi bumi dan revolusi bulan
  - Menjelaskan terjadinya gerhana bulan dan gerhana matahari

Kita senantiasa mengalami pergantian siang dan malam, mengagumi lukisan bintang-bintang di langit yang senantiasa berganti-ganti, mengalami pergantian musim, Bulan berubah-ubah bentuknya, bahkan mungkin gerhana, dan lain-lain. Namun seringkali kita tidak pernah menyadari bahwa semua itu merupakan akibat dari sebuah fenomena gerak Bumi kita. Fenomena yang menjadi sebab dari hal tersebutlah yang akan menjadi pembahasan kali ini.

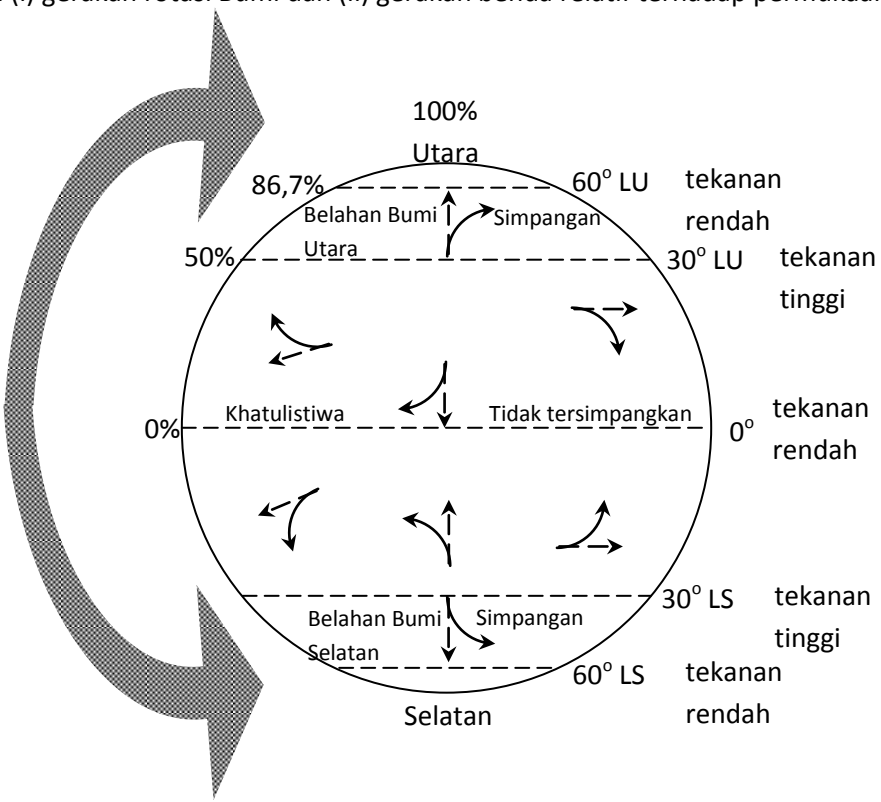
ROTASI BUMI

Gerak rotasi Bumi adalah gerak Bumi mengitari porosnya sendiri. Gerak ini dengan arah negatif atau timur, yaitu dari barat ke timur. Jika kita lihat dari pesawat antariksa tepat di atas kutub utara, maka bumi berotasi berlawanan arah jarum jam (arah negatif). Gerak rotasi Bumi ini dapat dibuktikan dengan percobaan bandul Foucoult. Ada enam peristiwa yang diakibatkan oleh gerak rotasi Bumi ini:

1. ***Peredaran semu harian benda langit***. Setiap hari kita mengamati peredaran Matahari dan benda-benda langit melintas dari timur ke barat. Pergerakan Matahari dan benda-benda langit dari timur ke barat disebut sebagai peredaran semu harian benda langit. Ini karena pergerakan yang kita amati bukan semata-mata disebabkan oleh pergerakan Matahari dan benda-benda langit tersebut, melainkan disebabkan oleh rotasi Bumi dari arah barat ke timur.
2. ***Pergantian siang dan malam***. Belahan Bumi yang terkena sinar Matahari mengalami siang, sebaliknya yang tidak terkena sinar Matahari mengalami malam. Karena Bumi berotasi terus menerus dari barat ke timur, maka setengah bagian Bumi yang terkena sinar Matahari selalu bergiliran. Dengan kata lain, pada suatu tempat dalam sehari selalu terjadi pergantian siang dan malam.
3. ***Perbedaan waktu***. Garis bujur adalah garis khayal yang sejajar dengan garis tengah kutub. Perbedaan waktu bergantung pada derajat garis bujurnya. Tempat-tempat yang bebeda bujur 1° akan berbeda 4 menit (360° : 1440 menit) atau berbeda 1 jam dalam 15° garis bujur (360° : 24 jam). Pembagian waktu berdasarkan garis bujur ditetapkan pada acuan

garis bujur 0° yang berada di kota Greenwich. Setiap garis bujur yang jauhnya 15°, di sebelah barat akan lebih lambat 1 jam sedangkan di sebelah timur akan lebih cepat 1 jam. Waktu pada bujur standar dinamakan waktu standar atau waktu lokal. Waktu yang ditunjukkan oleh bujur standar yang lebih ke barat lebih kecil daripada waktu yang ditunjukkan oleh bujur standar yang lebih ke timur. Batas penanggalan internasional ialah tempat-tempat yang terletak pada bujur 180°, di mana tempat di timur dan di barat bujur ini akan berbeda waktu satu hari.

4. ***Perbedaan percepatan gravitasi di permukaan Bumi***. Akibat rotasi Bumi, garis tengah khatulistiwa lebih besar daripada garis tengah kutub. Ini menyebabkan percepatan gravitasi di permukaan Bumi berbeda-beda. Karena percepatan gravitasi $g = \frac{GM}{R^2}$ atau g berbanding terbalik dengan radius R^2, maka percepatan gravitasi di ekuator (khatulistiwa) akan lebih kecil daripada percepatan gravitasi di kutub. Jadi, jika kita bergerak dari khatulistiwa menuju kutub, maka percepatan gravitasi akan semakin besar.
5. ***Pembelokan arah angin***. Arah angin tidak persis searah dengan arah gradien tekanan, yaitu dari daerah isobar tekanan tinggi ke isobar tekanan rendah (garis patah-patah pada gambar 2.6.). Ini disebabkan oleh adanya efek gaya Coriolis pada angin. Gaya Coriolis bukanlah gaya sebenarnya melainkan gaya semu yang timbul akibat efek dua gerakan, yaitu: (i) gerakan rotasi Bumi dan (ii) gerakan benda relatif terhadap permukaan Bumi.



Gambar 1. Efek Coriolis yang timbul karena rotasi Bumi mengakibatkan pembelokan arah angin.

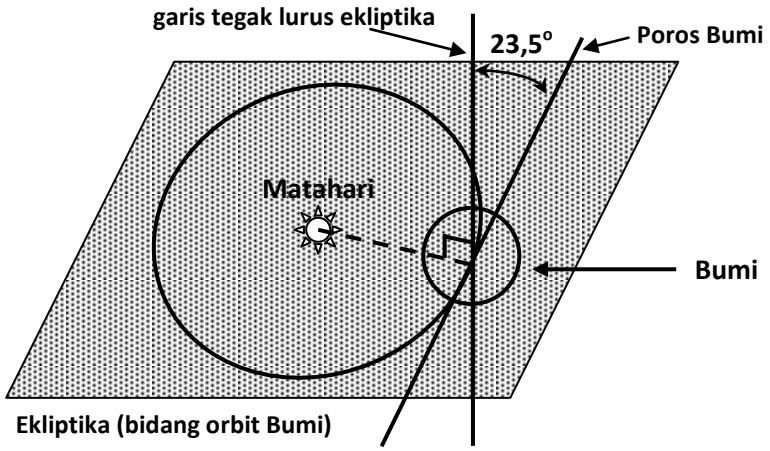
Pada gambar 1. terlihat bahwa gaya Coriolis makin besar dengan bertambahnya lintang tempat, dan di ekuator (lintang 0°), gaya Coriolis tidak ada (menuju nol). Karena itu angin yang bergerak sepanjang ekuator (garis khatulistiwa) tidak dibelokkan. Perubahan lintasan angin disimpulkan oleh Buys Ballot, disebut hukum Buys Ballot yang berbunyi sebagai berikut:

a. Udara (angin) bergerak dari daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah
b. Di belahan Bumi utara, angin berbelok ke kanan dan di belahan Bumi selatan angin berbelok ke kiri.

6. ***Pembelokan arus laut***. Karena arus-arus permukaan laut disebabkan oleh angin, maka seperti halnya angin, arus lau juga disimpangkan oleh rotasi Bumi. Arus laut dipaksa membelok searah jarum jam (ke kanan) di laut-laut belahan Bumi utara dan berlawanan arah jarum jam (ke kiri) di laut-laut belahan Bumi selatan.

REVOLUSI BUMI

Revolusi Bumi adalah gerak Bumi pada orbitnya mengelilingi Matahari. Bidang orbit Bumi mengelilingi Matahari disebut ekliptika. Selama mengitari Matahari, poros Bumi selalu miring $23,5^o$ terhadap garis yang tegak lurus ekliptika (lihat gambar 2.). Orbit planet-planet lain tidak sebidang dengan ekliptika. Sudut antara bidang orbit planet lain dengan ekliptika disebut inklinasi.

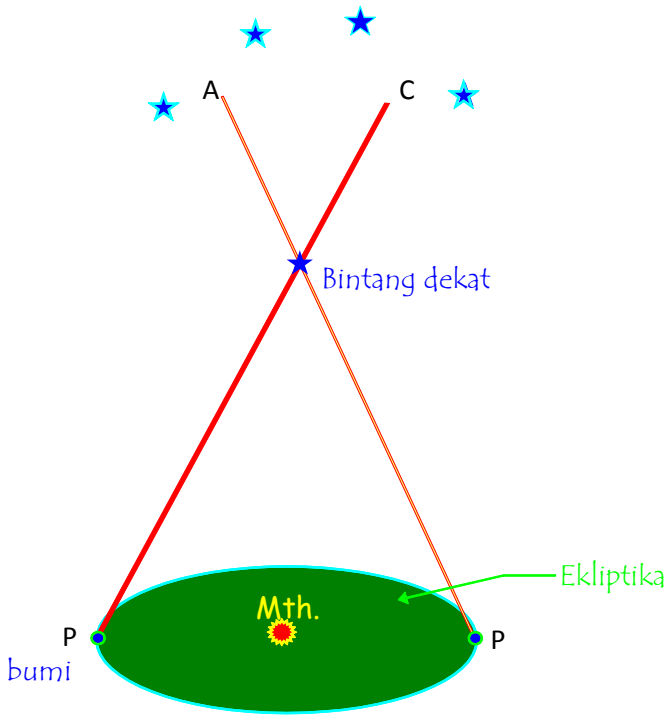


Gambar 2. Poros Bumi selalu miring membentuk sudut $23,5^o$ terhadap garis yang tegak lurus ekliptika.

Bumi berevolusi dalam arah negatif (berlawanan arah jarum jam), artinya jika kita berada dalam pesawat antariksa tepat di atas kutub utara maka kita akan melihat Bumi mengitari Matahari dalam arah yang berlawanan arah jarum jam.

Terdapat dua peristiwa yang dapat membuktikan gerak revolusi Bumi ini:

a. ***Terjadinya Paralaks Bintang***. Paralaks bintang adalah pergeseran kedudukan bintang yang dekat ke Bumi terhadap latar belakang bintang-bintang yang lebih jauh yang disebebkan oleh pengamat di Bumi telah mengubah kedudukannya. Sewaktu pengamat di P_A, pengamat melihat bintang dekat ke arah A. Enam bulan kemudian ketika pengamat di P_C, pengamat melihat bintang dekat ke arah C (lihat gambar 3.). Jelaslah paralaks bintang membuktikan bahwa Bumi berevolusi mengitari Matahari.

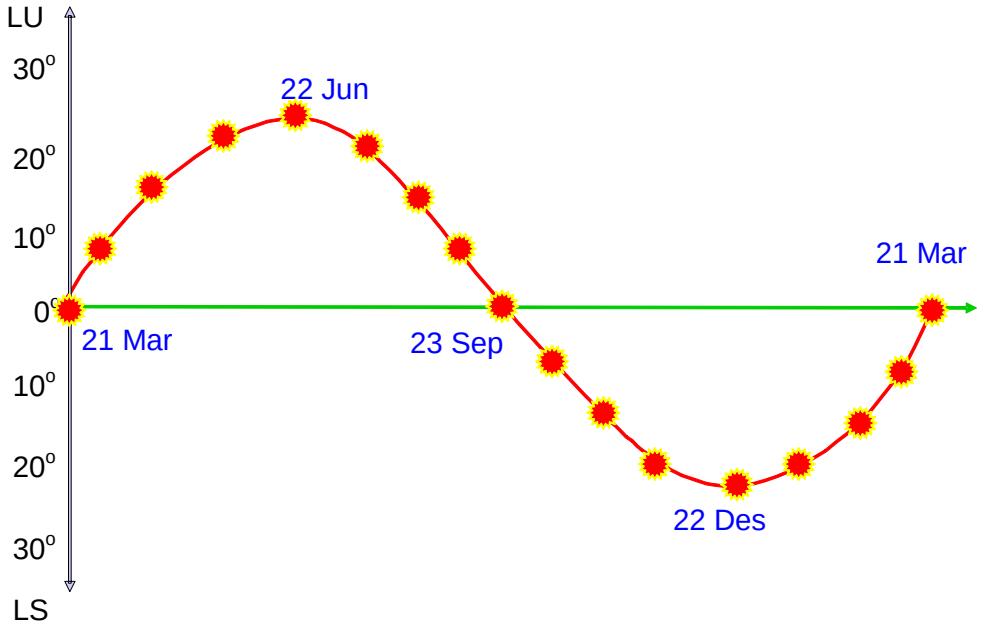


Gambar 3. Paralaks Bintang

b. ***Terjadinya aberasi cahaya bintang***. Aberasi cahaya bintang didefinisikan sebagai perpindahan yang tampak dalam arah cahaya datang dari sebuah bintang akibat gerak revolusi Bumi. Peristiwa aberasi cahaya bintang dapat dianalogikan dengan aberasi tetes-tetes hujan yang menimpa kaca depan mobil. Ketika mobil diam, pengamat dalam mobil melihat tetesan hujan jatuh tegak lurus mengenai kaca, akan tetapi ketika mobil bergerak, tetesan hujan tampak jatuh miring oleh pengamat dalam mobil. Jika aberasi tetes-tetes hujan disebabkan oleh pengamat yang berada dalam mobil yang bergerak, maka aberasi cahaya bintang tentu disebabkan oleh gerakan revolusi Bumi.

Gerak revolusi Bumi ini pun mengakibatkan beberapa peristiwa yang dapat dirasakan oleh para penghuni planet ini, diantaranya adalah:

a. ***Gerak semu tahunan matahari pada ekliptika***. Gerak semu tahuan Matahari adalah gerakan semu Matahari dari khatulistiwa bolak-balik antara 23,5^o lintang utara dan lintang selatan setiap tahun (lihat gambar 4.). Karena Matahari selalu berbalik arah setelah sampai lintang 23,5^o disebut garis balik. Garis 23,5^o LU disebut garis balik utara (GBU) dan garis 23,5^o LS disebut garis balik selatan (GBS). Garis lintang adalah garis yang sejajar dengan garis khatulistiwa.

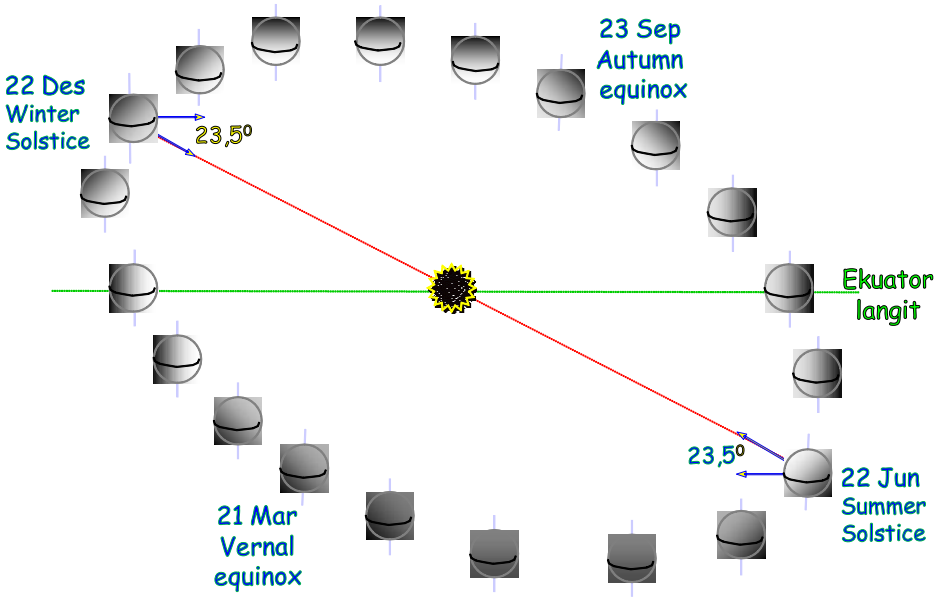


Gambar 4. Bagan gerak semu tahunan Matahari pada ekliptika

b. ***Perubahan lamanya siang dan malam***. Pada tanggal 21 Maret dan 23 September setiap tahunnya, semua tempat di Bumi (kecuali kutub) mengalami siang dan malam hari sama panjang, yaitu 12 jam. Ini karena semua tempat mendapat sinar Matahari selama 12 jam dan tidak mendapatkannya 12 jam. Tanggal 21 Juni ketika Matahari ada pada kedudukan paling utara, yakni 23,5^o LU (GBU), belahan Bumi utara mengalami siang lebih panjang daripada malam. Sebaliknya di belahan Bumi selatan, lamanya siang akan lebih pendek daripada malam. Daedah dalam lingkaran kutub utara mendapat sinar Matahari selama 24 jam, sehingga siang akan terjadi secara terus menerus pada waktu itu. Sebaliknya di daerah lingkaran kutub selatan tidak mendapat sinar matahari selama 24 jam, sehingga malam terjadi secara terus menerus pada waktu itu.

c. ***Pergantian musim***. Revolusi Bumi dan kemiringan poros Bumi terhadap ekliptika mengakibatkan terjadinya pergantian musim sepanjang tahun di daerah iklim sedang

(gambar 5.). Dalam revolusi Bumi dari 21 Maret sampai dengan 21 Juni, kutub utara makin condong ke arah Matahari, sebaliknya kutub selatan makin menjauh dari Matahari. Ini menyebabkan belahan Bumi utara mengalami musim semi (*sping*) dan belahan Bumi selatan mengalami musim gugur (*autum*). Pada tanggal 21 Juni, Matahari berada di GBU dan kutub utara menghadap ke Matahari. Belahan Bumi utara mendapat pemanasan lebih besar dari belahan Bumi selatan, sehingga di belahan Bumi utara mengalami puncak musim panas dan sebaliknya di belahan Bumi selatan akan mengalami musim dingin. Sedangkan pada tanggal 23 September sampai dengan 22 Desember, kutub utara menjauhi Matahari dan sebaliknya belahan Bumi selatan mendekati Matahari. Dalam periode ini belahan Bumi Utara akan mengalami musim dingin (*winter*) dan belahan Bumi selatan akan mengamai musim panas (*summer*).



Gambar 5. Belahan Bumi secara bergantian condong ke arah Matahari atau menjauhi Matahari, sehingga mengakibatkan terjadinya 4 musim di daerah iklim sedang

d. ***Terlihatnya rasi bintang yang berbeda dari bulan ke bulan***. Gerak revolusi Bumi juga mengakibatkan rasi bintang yang berbeda dari bulan ke bulan. Rasi bintang adalah kumpulan beberapa bintang yang membentuk pola tertentu.

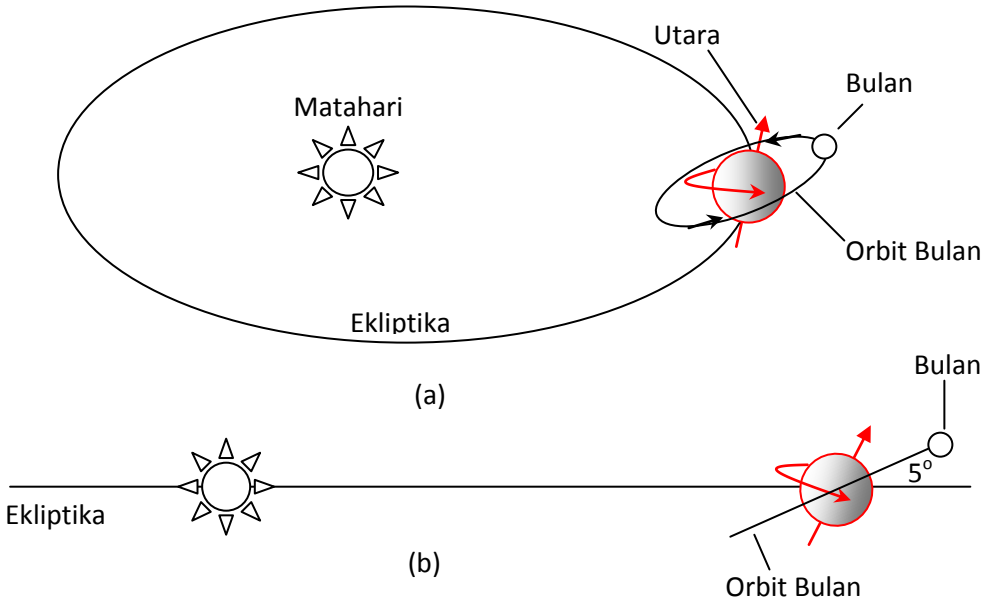
POSISI DAN PENAMPAKAN BULAN

Bulan bukanlah hanya sebagai penghias langit malam dan penerangan saat Matahari tenggelam. Objek yang dikenal sebagai satelit Bumi ini merupakan salah satu anggota tata surya yang senantiasa mengelilingi planet ketiga Matahari ini. Jarak rata-rata Bulan dari Bumi adalah

384.400 km atau 0,00258 kali jarak rata-rata Bumi dari Matahari (149.000.000 km). Hal inilah yang menyebabkan Bulan tampak berukuran hampir sama dengan Matahari jika diamati dari Bumi, karena itu pula pantulan cahaya Bulan yang berasal dari Matahari pun cukup banyak, sehingga Bulan akan tampak sebagai benda langit paling terang kedua setelah Matahari. Berikut adalah perbandingan data antara Bulan dan Bumi:

diameter Bulan	= ¼ diameter Bumi
volume Bulan	= $\frac{1}{64}$ volume Bumi
massa Bulan	= $\frac{1}{18}$ massa Bumi

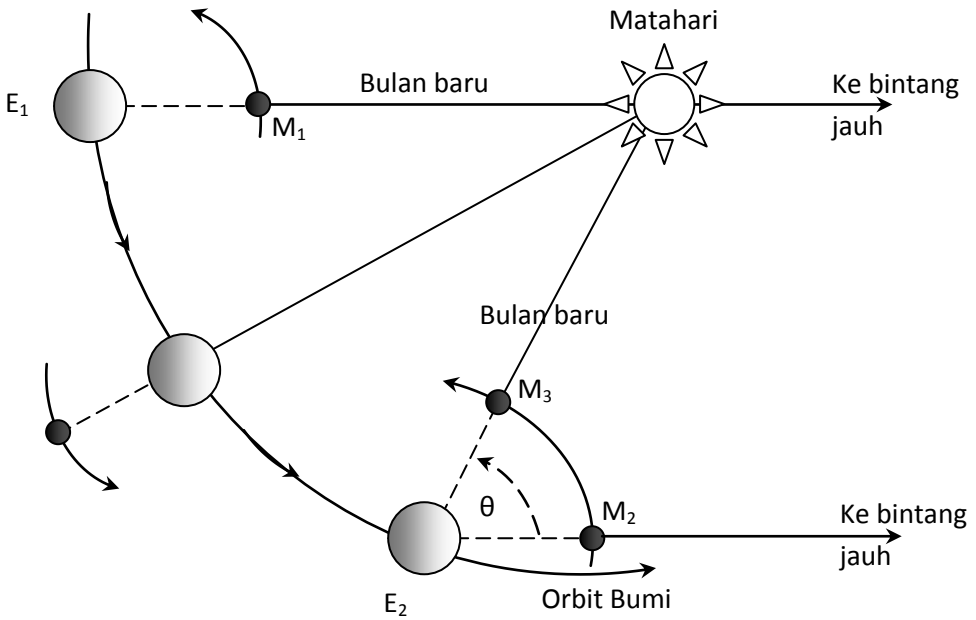
Bulan sebagai satelit alami Bumi mengalami tiga gerak sekaligus: (1) rotasi Bulan; (2) revolusi Bulan; (3) besama-sama dengan Bumi mengitari Matahari (gambar 6.(a)). Bidang orbit Bulan membentuk sudut 5° terhadap ekliptika (bidang orbit Bumi), atau secara konsep dapat dikatakan bahwa inklinasi bulan adalah 5°.



Gambar 6. Gerak relatif Bulan dan Bumi. (a) gambar dilihat dari atas bidang ekliptika. (b) gambar dilihat sejajar dengan bidang ekliptika

Sambil berevolusi dengan arah negatif, Bulan juga berotasi dengan arah negatif (gambar 6.(b)). Periode rotasi Bulan sama dengan periode revolusinya, sehingga muka Bulan yang

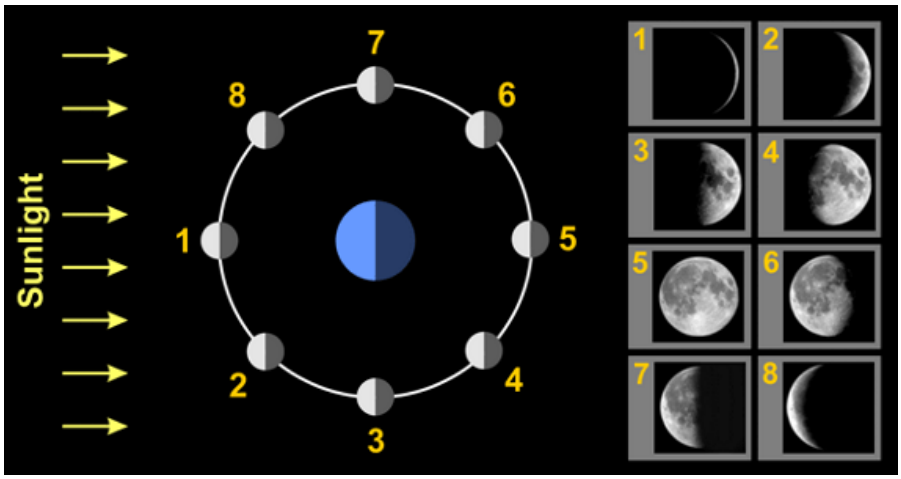
menghadap Bumi selalu hanya setengah bagian dan tetap. Orbit Bulan berbentuk elips, sehingga jarak Bulan dari Bumi berubah selama revolusi. Perigee (titik terdekat) adalah kedudukan Bulan yang terdekat dari Bumi dan Apogee (titik terjauh) adalah kedudukan Bulan yang terjauh dari Bumi. Berdasarkan acuan revolusinya, Bulan memiliki dua peiode yang berbeda. Periode siderik atau Bulan siderik adalah selang waktu yang diperlukan untuk berevolusi 360° (tepat 1 putaran) mengitari Bumi dengan mengacu ke suatu bintang. Periode siderik mendekati angka 27 $\frac{1}{3}$ hari. Periode sinodik atau Bulan sinodik adalah periode Bulan berdasarkan fase-fase Bulan, yaitu mulai dari Bulan baru sampai Bulan baru berikutnya. Periode sinodik mendekati nilai 29 ½ hari. Dalam periode sinodik, bulan berevolusi lebih dari 360° (lebih dari 1 putaran) (gambar 7.)



Gambar 7. Acuan penentuan periode revolusi Bulan. Posisi bulan M_1 ke M_2 merupakan siklus periode siderik Bulan yang berevolusi dalam satu putaran penuh (360°) dengan acuan bintang jauh yang diamati dari posisi E_1 dan E_2. Sedangkan periode sinodis digambarkan pada posisi M_1 dan M_3, dengan acuan pengamatan dari Bumi, bulan telah melengkapi satu kali siklus fasenya (bulan baru di E_1 ke bulan baru di E_2)

Fase-fase Bulan

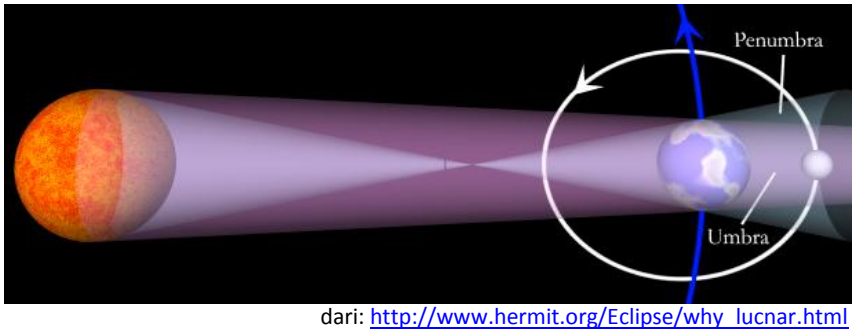
Fase Bulan adalah bentuk Bulan yang berbeda-beda saat diamati dari Bumi (sabit, kuartil, gibous, purnama). Bulan tampak bersinar karena memantulkan cahaya Matahari. Setengah bagian Bulan yang menghadap Matahari akan terang, dan sebaliknya setengah bagian yang membelakangi Matahari akan gelap. Akan tetapi fase bulan yang terlihat dari Bumi bergantung pada kedudukan relatif Matahari, Bulan, dan Bumi (gambar 8.)



Gambar 8. Fase-fase Bulan

Pada kedudukan 1, Matahari, Bulan, dan Bumi terletak pada satu bidang dan Bulan diantara Bumi dan Matahari. Kedudukan seperti ini disebut konjungsi. Pada kedudukan ini bagian terang Bulan tidak terlihat dari Bumi. Bulan pada kedudukan ini disebut Bulan baru. Pada kedudukan 2, hanya kira-kira seperempat dari bagian terang Bulan yang terlihat dari Bumi. Bulan pada kedudukan ini disebut Bulan sabit. Berurutan seterusnya hingga kedudukan 4 posisi Bulan yang relatif antara Bumi dan Matahari menunjukkan bagian yang semakin besar. Kemudian pada kedudukan 5, Matahari, Bulan, dan Bumi terletak pada satu bidang dan Bulan berada di belakang Bumi. Kedudukan seperti ini disebut oposisi. Pada kedudukan ini seluruh bagian terang Bulan terlihat dari Bumi. Bulan pada kedudukan ini berada pada fase Bulan Purnama.

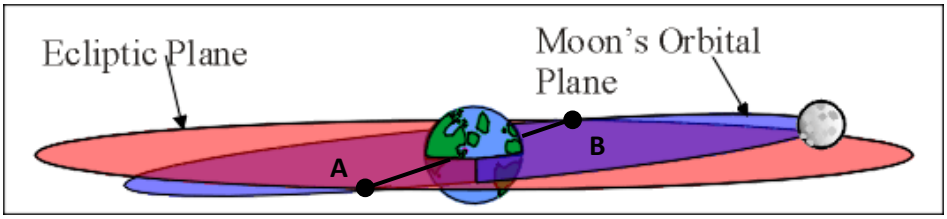
Posisi relatif Bulan, Bumi, dan Matahari ini terkadang menghasilkan fenomena lain yang lebih unik. Ada saatnya ketika Bulan, Bumi, dan Matahari berada pada posisi oposisi atau konjungsi berperilaku berbeda dari biasanya, atau yang lebih sering kita kenal sebagai gerhana. Bayangan yang dibentuk oleh Bumi atau Bulan ditunjukkan pada gambar 9. Umbra adalah bayangan inti (sempurna), berbentuk bidang kerucut sehingga makin kecil begitu menjauh dari Bumi. Penumbra adalah daerah bayangan kabur (sebagian) yang terdapat di sekeliling kerucut umbra.



dari: http://www.hermit.org/Eclipse/why_lucnar.html

Gambar 9. Bagian-bagian dari bayangan Bumi atau Bulan

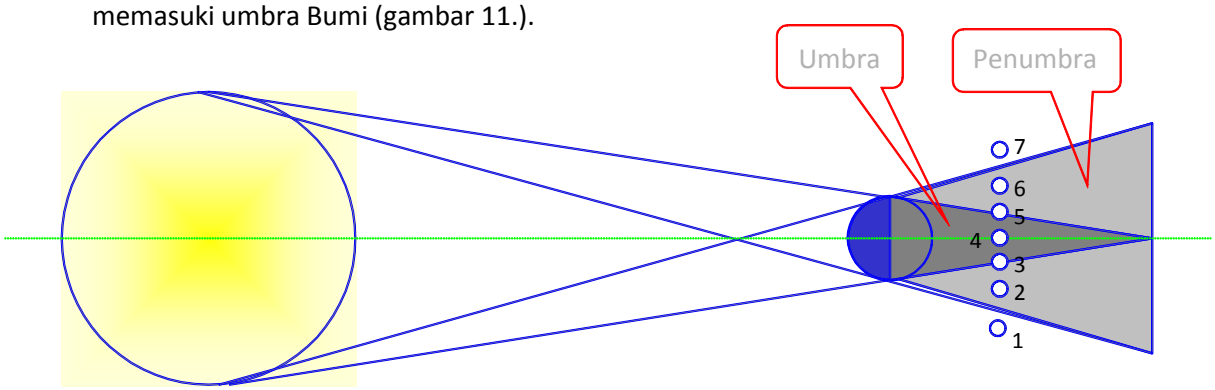
Sudut inklinasi orbit Bulan kira-kira 5° sehingga orbit Bulan akan memotong ekliptika (orbit Bumi) di dua titik selama Bulan berevolusi mengitari Bumi. Titik potong orbit Bulan dengan ekliptika disebut simpul, dan garis yang menghubungkan kedua simpul (garis AB pada gambar 10.) disebut garis simpul.



Dari

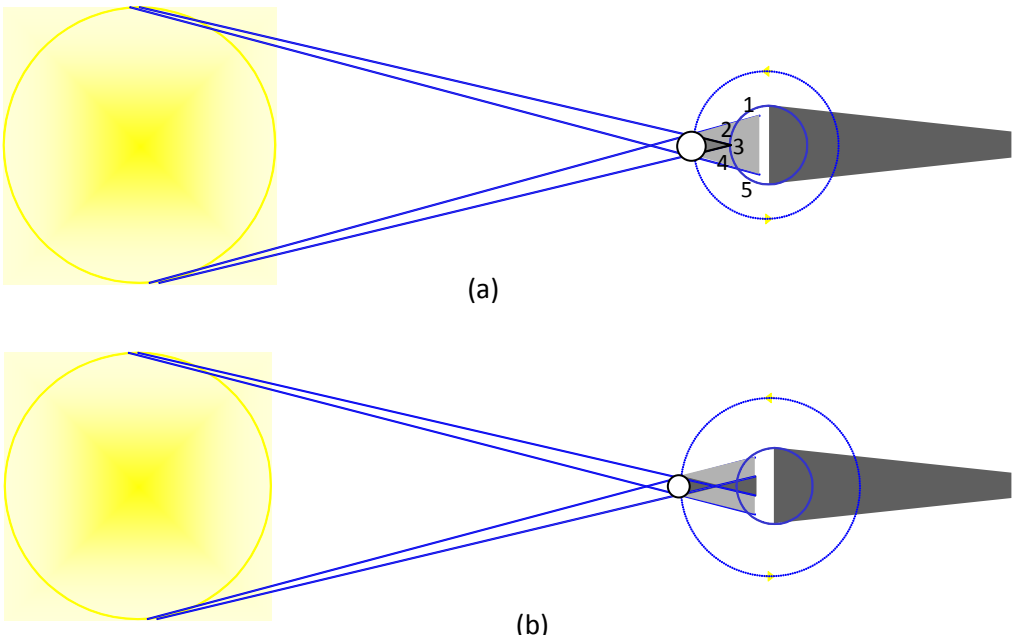
Gambar 10. Sudut inklinasi orbit Bulan terhadap ekliptika sebesar 5°

Gerhana Bulan terjadi apabila Matahari, Bumi, dan Bulan berada dalam satu garis simpul, dengan posisi Bulan membelakangi Bumi (oposisi). Tentu saja gerhana Bulan terjadi pada malam Bulan purnama. Gerhana Bulan terjadi karena Bulan memasuki umbra Bumi (gambar 11.).



Gambar 11. Bosisi Bulan saat dalam keadaan konjungsi dapat terjadi dalam 7 kemungkinan yang berbeda

Karena pengaruh inklinasi Bulan terhadap ekliptika, maka gerhana total tidak selalu terjadi pada saat Bulan purnama. Jika Bulan hanya dekat simpul, maka hanya akan terjadi gerhana penumbra. Jika Bulan sangat jauh dari simpul maka tidak terjadi gerhana Bulan pada saat Bulan purnama.



Gambar 12. Pola terjadinya gerhana Matahari

Gerhana Matahari terjadi pada saat Bulan berkonjungsi (Bulan baru) tepat pada simpul atau setidak-tidaknya mendekati simpul, dan terjadi pada siang hari. Gerhana Matahari terjadi karena umbra atau penumbra bulan menutupi Matahari. Gerhana total terjadi ketika Bulan menutupi Matahari. Gerhana Matahari total terjadi ketika umbra bulan menutupi Matahari (kedudukan 3 pada Gambar 12. (a)). Gerhana Matahari sebagian atau gerhana Matahari parsial terjadi ketika penumbra Bulan menutupi Matahari (kedudukan 2 dan 4 pada Gambar 12. (a)). Gerhana Matahari cincin (Gambar 12. (b))terjadi ketika perpanjangan umbra Bulan menutupi Matahari, fenomena ini terjadi pada saat Bulan berada pada posisi apogee (titik terjauh).

Catatan:

Untuk mempelajari lebih lanjut setiap fenomena tersebut anda dapat memanfaatkan bebarapa animasi yang tersedia dalam set materi ini. Jangan lupa sebelum anda membuka animasi tersebut, pastikan perangkat komputer anda telah memiliki software Macromedia Flash (MMFlash), jika anda belum memilikinya, silahkan lakukan instalasi dulu (file instalasi ada di dalam folder animasi). Selamat Menjelajah.