



Astronomi

Dafatar Isi

- Bumi dalam Bola Langit
- Tata Surya
- Sistem Bumi-Bulan
- Gerak Planet dan Satelit
- Fisika Bintang
- Evolusi Bintang
- Galaksi
- Struktur Jagad Raya



Astronomi?



- **Astronomi** yang secara etimologi berarti “Ilmu Bintang”, adalah ilmu yang melibatkan pengamatan dan penjelasan kejadian yang terjadi di luar Bumi dan atmosfernya.
- Ilmu ini mempelajari asal-usul, evolusi, sifat fisik dan kimiawi benda-benda yang bisa dilihat di langit (dan di luar Bumi), juga proses yang melibatkan mereka.



Manfaat Astronomi:

1. Penunjuk Waktu:

Penentuan/perhitungan almanak, misalnya penentuan tanggal 1 Ramadhan dan penentuan tanggal 1 syawal.

2. Penunjuk Arah:

Perhitungan/Patokan Arah bagi para nelayan tradisional. Dipakai terutama pada malam hari, dengan berpatokan pada rasi bintang.

3. Penunjuk Musim:

- Perhitungan kapan terjadinya pasang surut air laut.
- Perhitungan musim tanam para petani. Di kalangan petani Jawa dikenal dengan istilah "petungan mongso".

4. Untuk tujuan Penelitian:

Misalnya perhitungan manuver wahana antariksa voyager milik USA. Untuk bermanuver, harus dihitung kapan voyager bisa memasuki track/lintasan di sekitar sebuah planet, sehingga efek lontaran ketapel bisa dicapai untuk menuju lintasan tujuan berikutnya. Untuk keperluan seperti ini semua data lengkap astronomi mutlak diperlukan, seperti massa planet, radius planet, lintasan planet terhadap matahari, dsb.

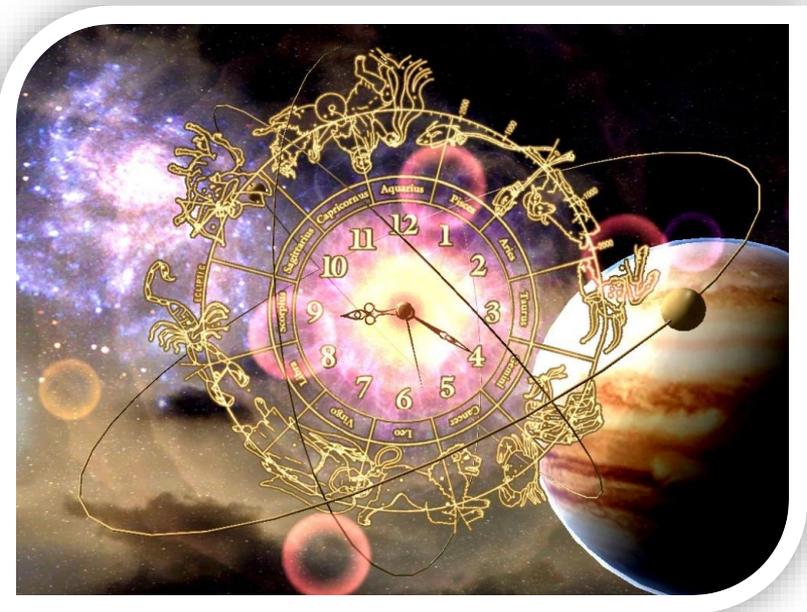
Astronomy This Week

- Rabu Tanggal 13 Jumadil Ula 1439 H. Yang Bertepatan Dengan Tanggal 31 Januari 2018 M. Akan Terjadi Gerhana Bulan Total.
- Awal Gerhana Bulan : Pukul 18:48:27 WIB.
- Mulai Total Gerhana : Pukul 19:51:47 WIB.
- Pertengahan Gerhana : Pukul 20:29:49 WIB.
- Akhir Total Gerhana : Pukul 21:07:51 WIB.
- Akhir Gerhana : Pukul 22:11:11 WIB.

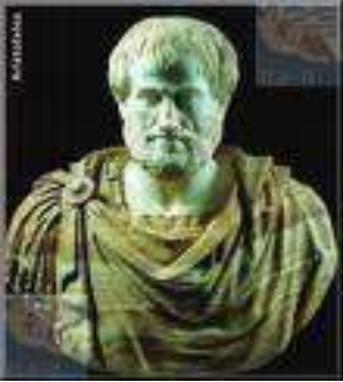
Sunah-sunah saat gerhana:

- Mulai Takbir : Pukul 18.50 WIB,
- Shalat Isya 19.30 WIB.
- Shalat Gerhana : Pukul 20.00 WIB

Bumi dan Bola Langit



- Bumi dan Gerak Benda Langit
- Kedudukan dalam bola langit
- Tata koordinat Bola Langit
 - Tata koordinat horizon
 - Tata koordinat Ekuator
 - Tata Koordinat Ekliptika
- Perhitungan Waktu
 - Waktu sideris dan Waktu Surya
 - Waktu Standar
 - Kalender



Sejarah singkat pemikiran manusia tentang bumi dan langit

- Abad VI SM, pemikir Yunani kuno (Aristoteles, 350 SM dan Ptolemeus 140 SM) berpandangan bahwa bumi merupakan bola yang diam dan merupakan pusat alam semesta (geosentris).
- Aristarchus (300 SM) menyatakan bahwa matahari sebagai pusat jagad raya, namun ia kalah pamor dengan pandangan Aristoteles.
- 18 Abad kemudian, Tahun 1500 Nicolas Copernicus mengemukakan pandangan heliosentris.



- Tycho Brahe (1546-1601) dengan data yang dimilikinya menentang kembali pandangan heliosentris, karena dia tidak melihat fenomena paralaksis,
- Kepler (1571-1630), asisten Tycho, dengan memanfaatkan data milik Tycho dan mengolahnya secara matematis, ia memperkuat gagasan heliosentris.
- Pandangan heliosentris semakin hari semakin menemukan bukti empiris maupun matematis.

Bumi dan Gerak Benda Langit

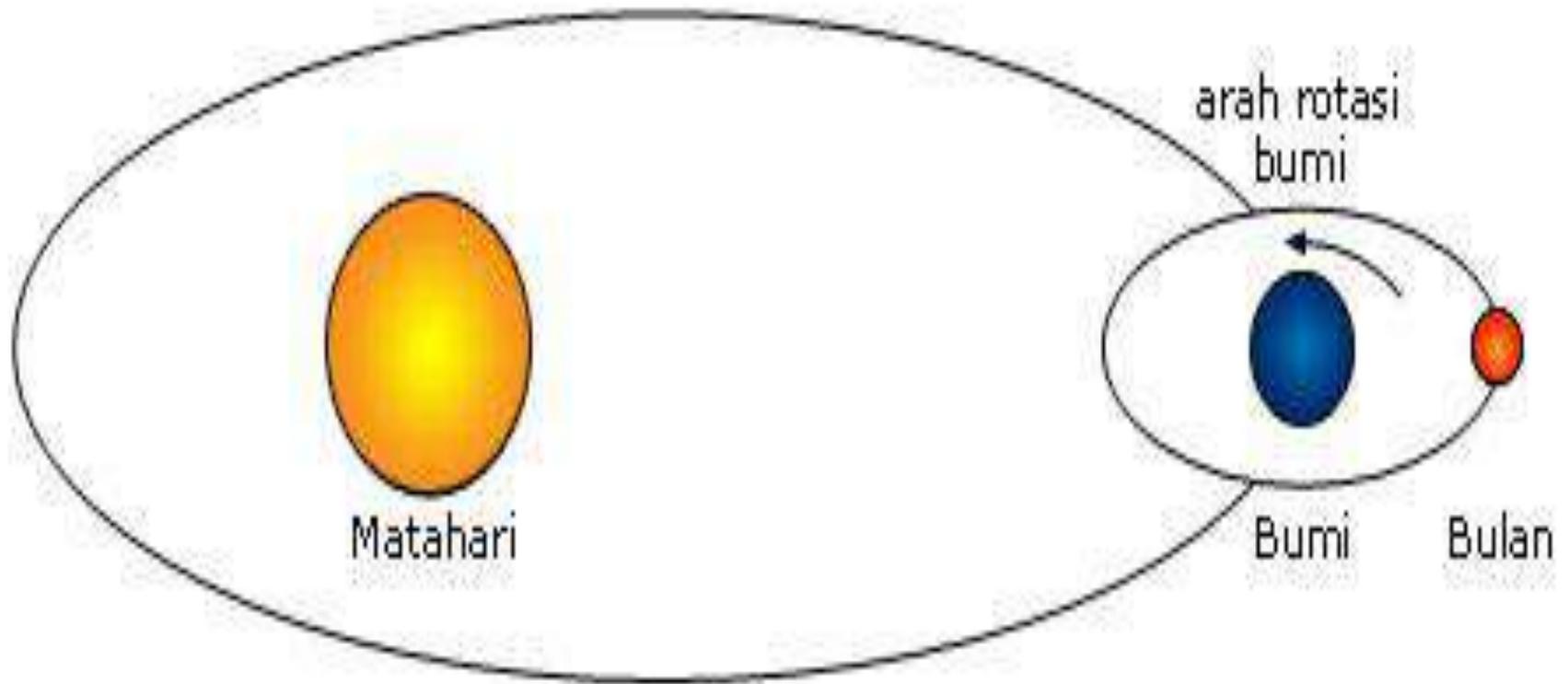
- Gerak harian benda langit:
Gerak benda-benda langit dari timur ke barat selama +/- 24 jam dalam satu kali kitaran.
- Gerak harian tersebut merupakan efek dari rotasi bumi

Rotasi Bumi

- **Rotasi bumi** adalah peredaran **bumi** mengelilingi sumbunya atau porosnya dari arah barat ke timur. Lamanya **rotasi bumi** disebut kala **rotasi** yaitu selama 23 jam 56 menit 4 detik.
- Bumi kita berputar seperti gasing.



Gerakan Bumi, Bulan terhadap Matahari



Gambar rotasi bumi yang menyebabkan siang dan malam

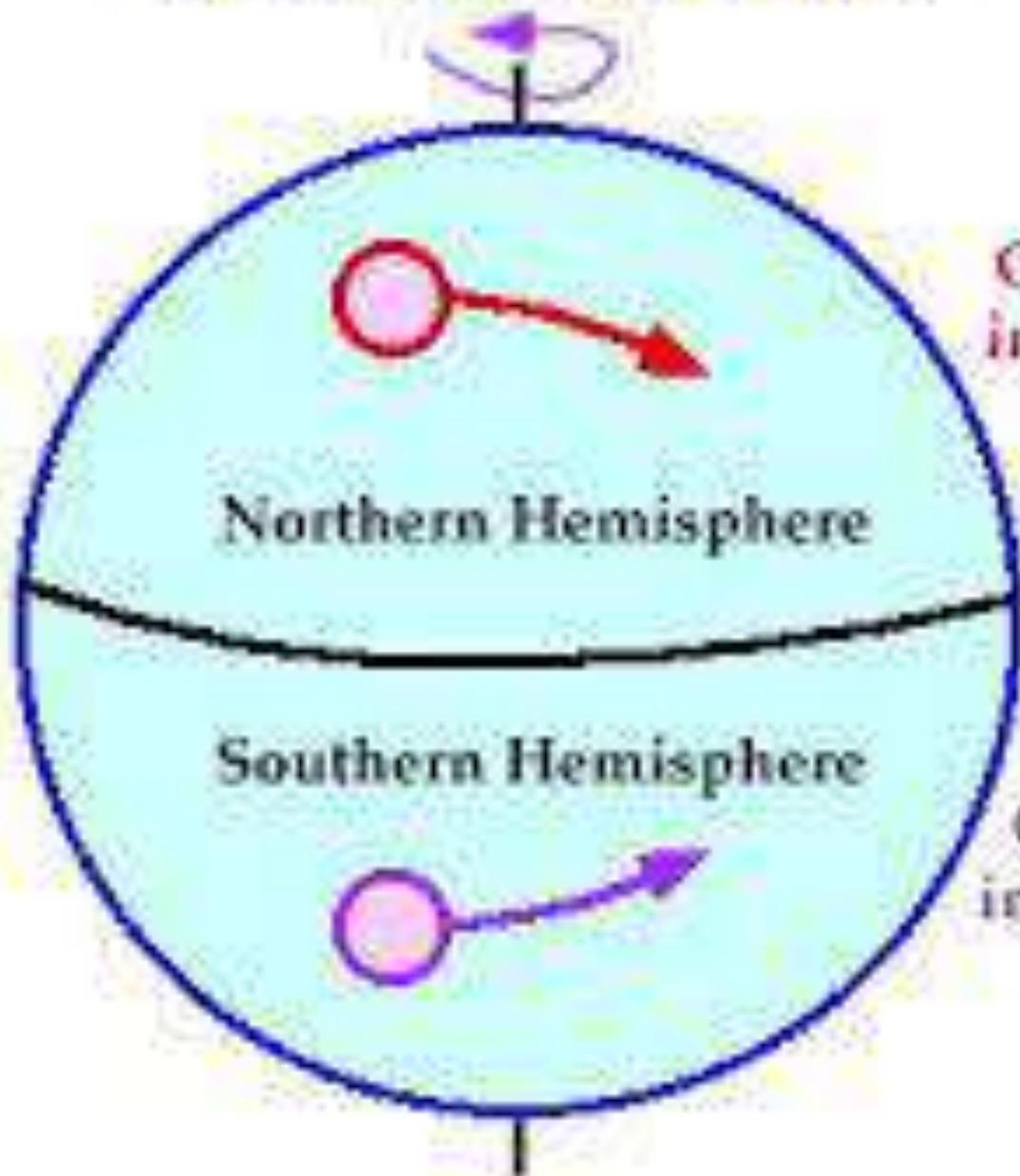
Akibat Rotasi Bumi:

- Gerak harian benda langit dari timur ke barat (terbit di timur, terbenam di barat, dan terjadinya pergantian siang malam).
- Terjadi pepatan bumi di arah kutubnya (momentum sudut lebih besar pada daerah equator)
- Efek coriolis:
 - pada arah angin.
 - Perubahan arah ayunan bandul.
 - Perubahan arah arus laut sepanjang equator bumi.





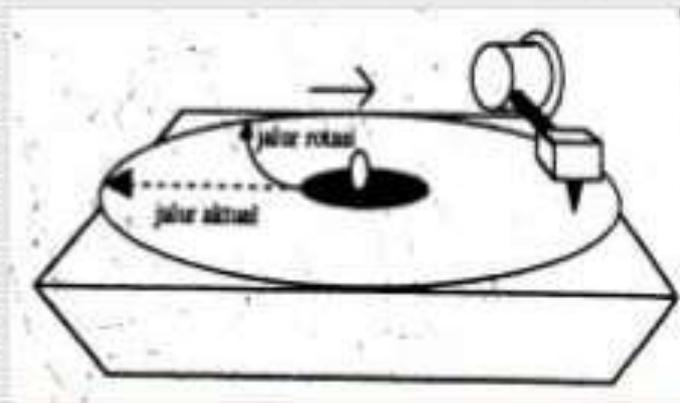
Due to the earth's rotation



Objects deflect to the right
in the northern hemisphere

Objects deflect to the left
in the southern hemisphere

Gaya Coriolis – gaya semu



- Gaya coriolis timbul karena rotasi bumi.
- Pada belahan bumi utara akan membelokkan udara yang bergerak ke kanan, sedang pada belahan bumi selatan ke kiri.
- Gaya Coriolis (F_c) dirumuskan sbb:

$$F_c = - 2\Omega v \sin \Phi = - f v$$

Ω : kecepatan sudut bumi (2n per 24 jam)

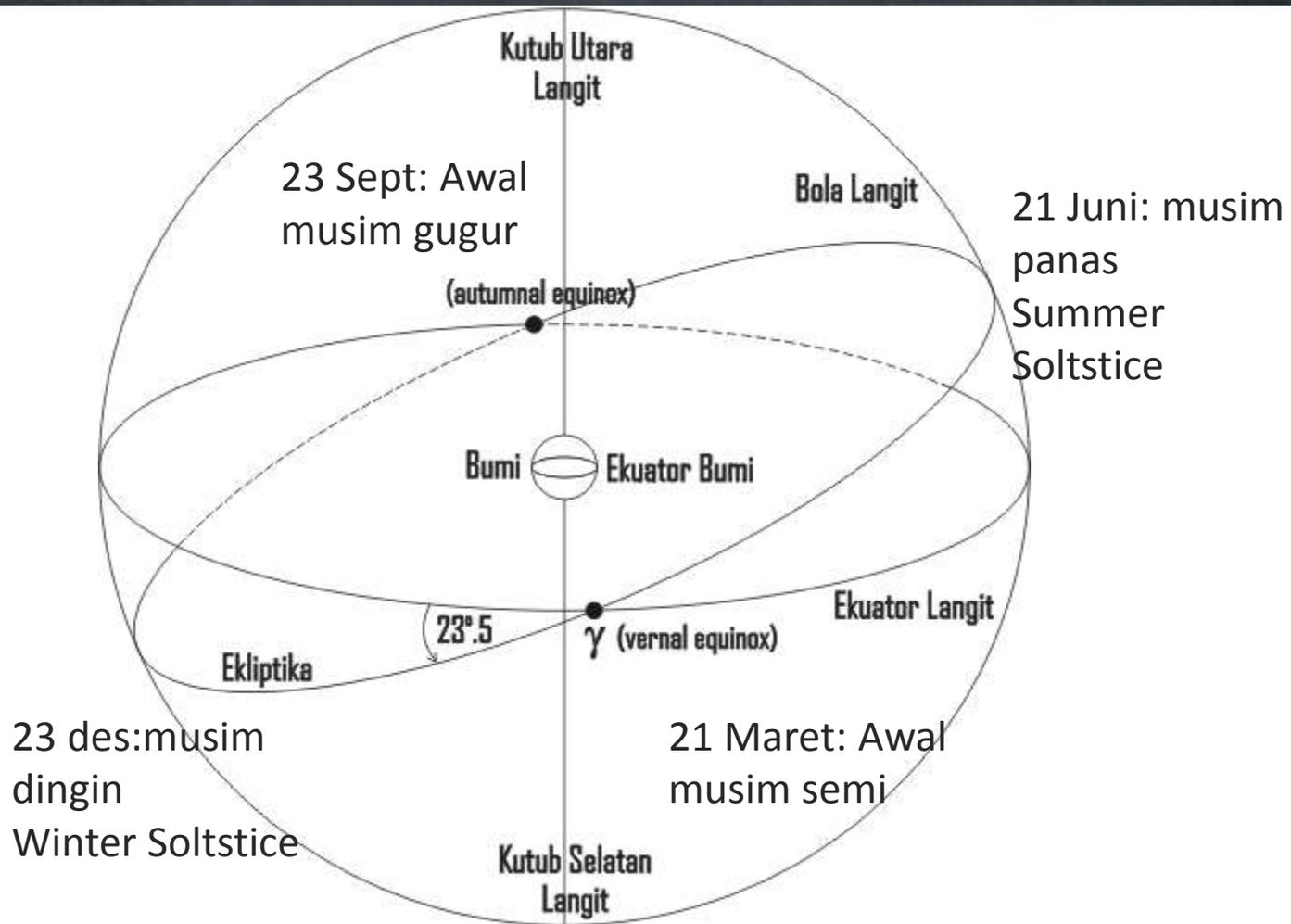
v : kecepatan angin

Φ : letak lintang

f : paramater Coriolis = $2 \Omega \sin \Phi$

Revolusi Bumi

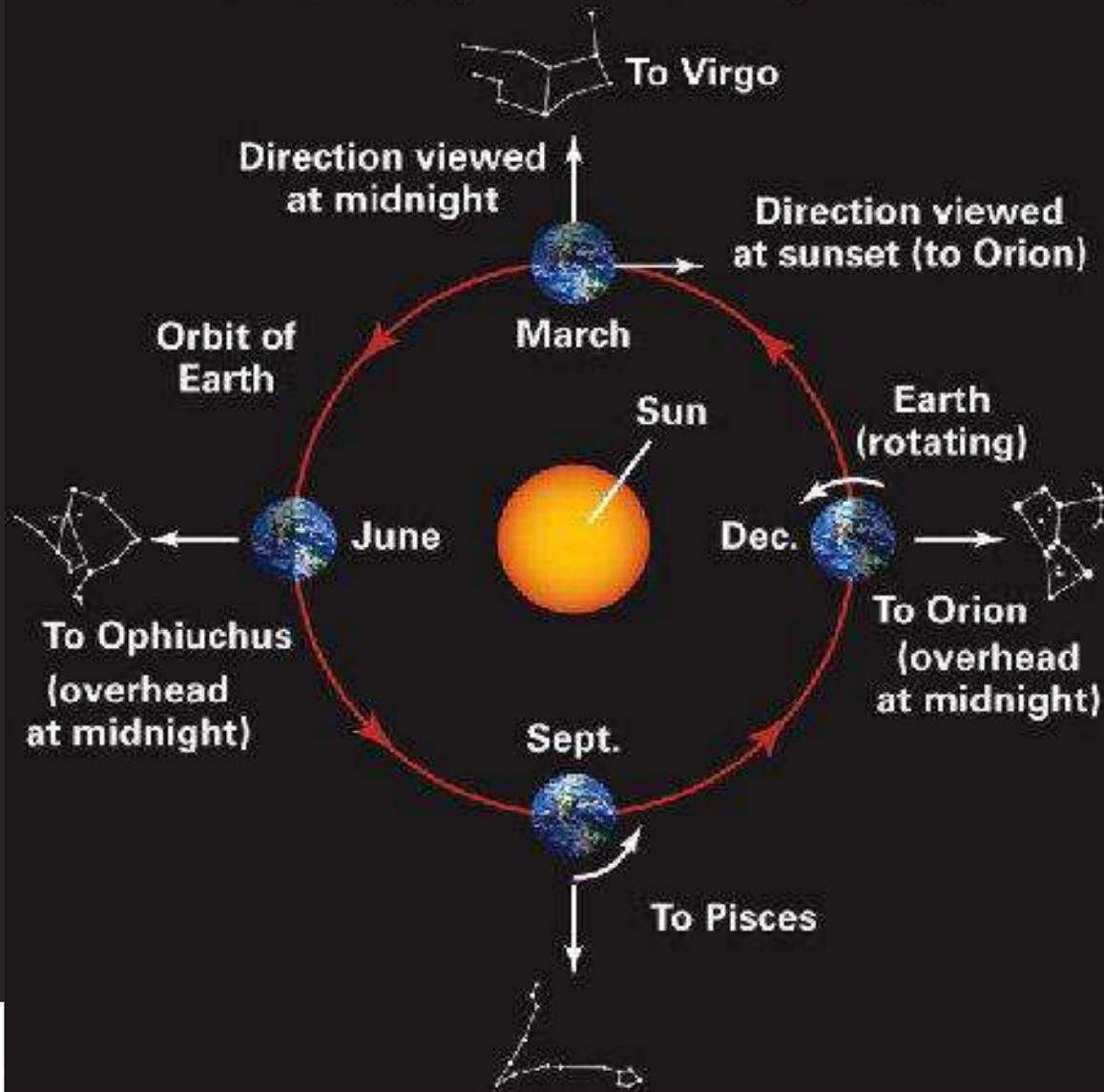
- Gerak bumi mengitari matahari disebut gerak revolusi bumi.
- Bidang orbit bumi mengitari matahari disebut bidang ekliptika.
- Letaknya miring $23,5^\circ$ terhadap bidang equator langit (perpanjangan bidang equator bumi).
- Periode revolusi bumi = 365.25 hari. Gerak revolusi bumi disebut juga gerak tahunan bumi atau gerak annual.



Akibat Revolusi Bumi :

- Pergantian musim
- perbedaan lamanya siang dan malam
- Gerak semu tahunan matahari
- Terlihatnya rasi bintang yang berbeda dari bulan ke bulan
- Terjadinya paralaks bintang.
- Terjadinya pergantian musim di permukaan bumi

The Changing View of the Night Sky



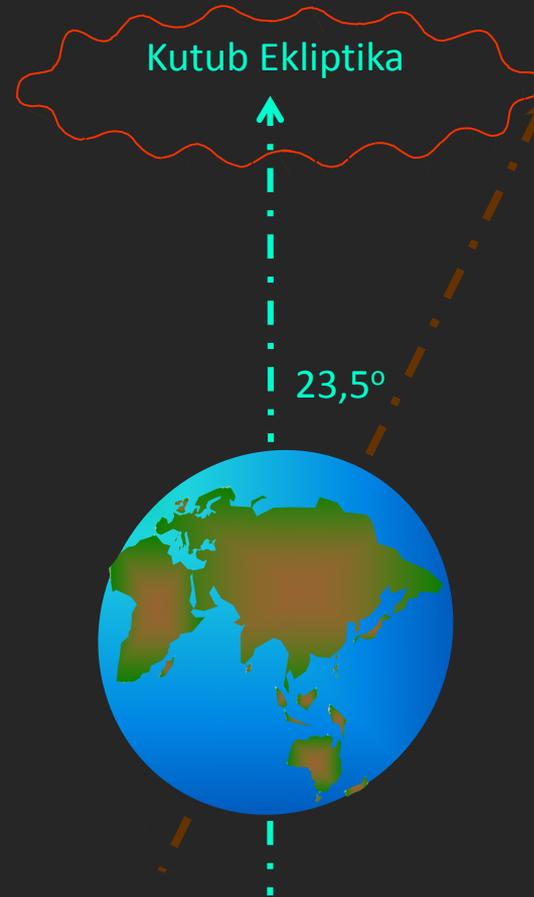
Gerak Presesi



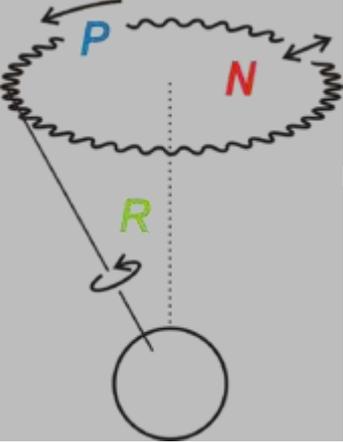
- Gerak presesi bumi disebut juga gerak gasing bumi, Maksudnya adalah perputaran sumbu rotasi bumi mengedari sumbu bidang ekliptika.
- Periode gerak presesi bumi = 26.000 tahun.
- Terjadi akibat kemiringan sumbu bumi terhadap bidang ekliptika sebesar $66^{\circ}30'$.



GERAK PRESESI (GERAK GASING) SUMBU BUMI
PERIODE PRESESI (LINGKARAN PENUH) = 26.000 TAHUN
DAN NUTASI (GELOMBANG KECIL) = 19 TAHUN



Akibat gerak Presesi & Nutasi sumbu bumi:
pergeseran titik Hammal(titik Aries) ke arah barat (mundur) sekitar 50" /tahun



Gerak Nutasi

- Lingkaran gerak presesi bumi tidak mulus, melainkan bergelombang dengan periode gerak gelombangnya 19 tahun.
- Gerak nutasi terjadi akibat pengaruh bulan yang berusaha menarik bumi ke bidang orbit bulan.
- Bidang orbit bulan miring $5^{\circ} 12'$ terhadap ekliptika.

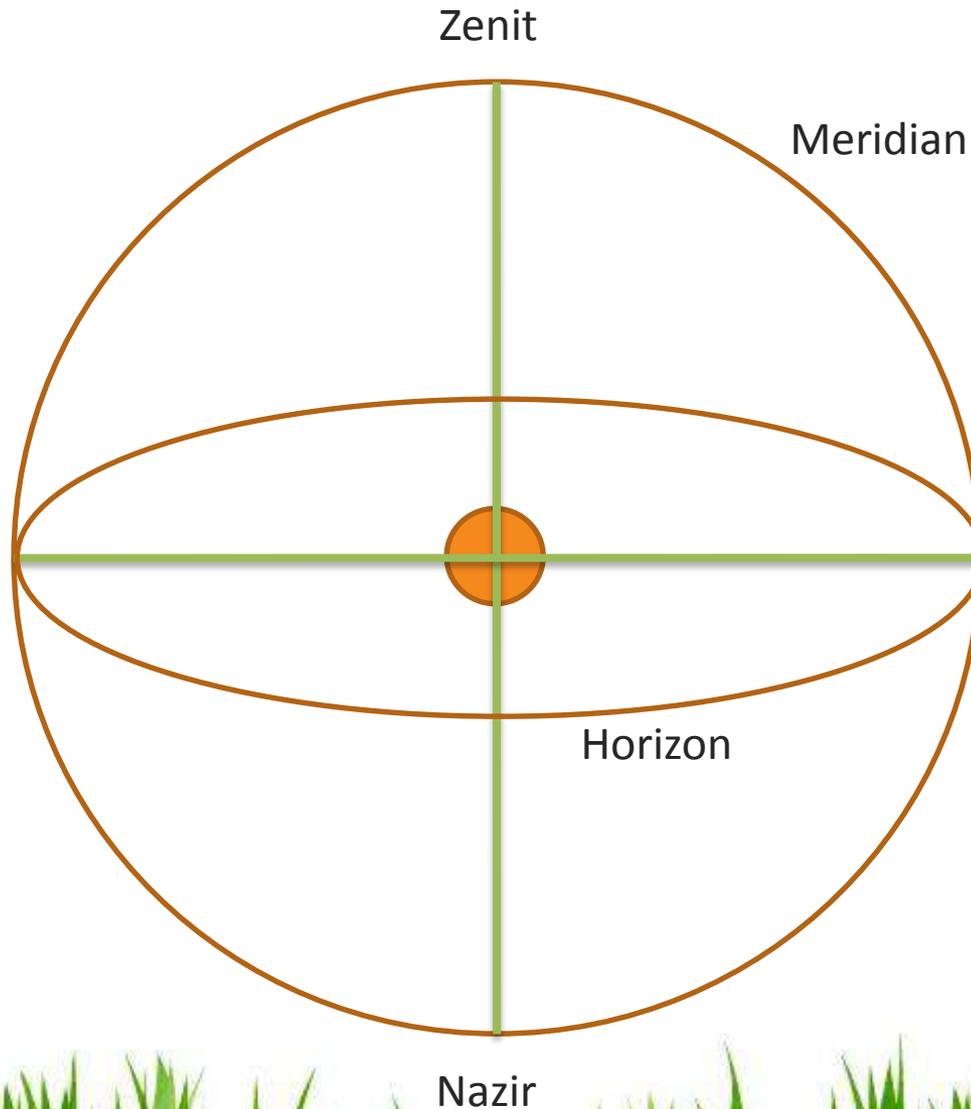
Tugas Praktikum

- Install Stellarium pada komputer, googling dengan kata kunci stellarium
- Lakukan pengamatan secara virtual terhadap rasi bintang berikut :
 - Rasi Pari/crux
 - Rasi Orion
 - Rasi Biduk
 - Rasi Scorpio
 - Rasi Andromeda
 - Rasi Aquarius
- Gambarlah dalam kertas gambar masing-masing rasi tersebut, lalu beri keterangan nama-nama bintang penyusunnya, dan deskripsikan posisi rasi tersebut di langit.

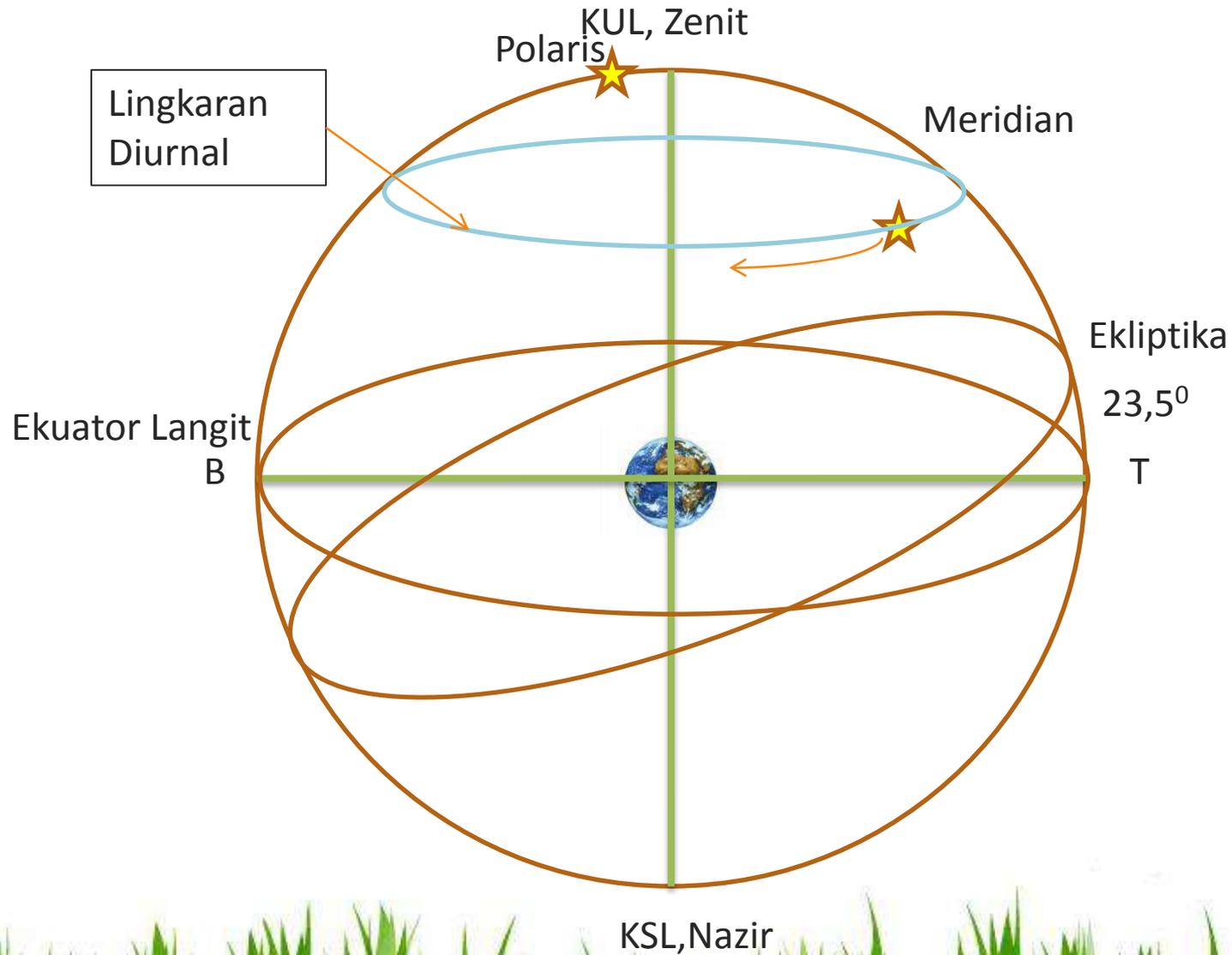
-
- **Pertemuan ke dua selesai....**



Kedudukan dalam Bola Langit

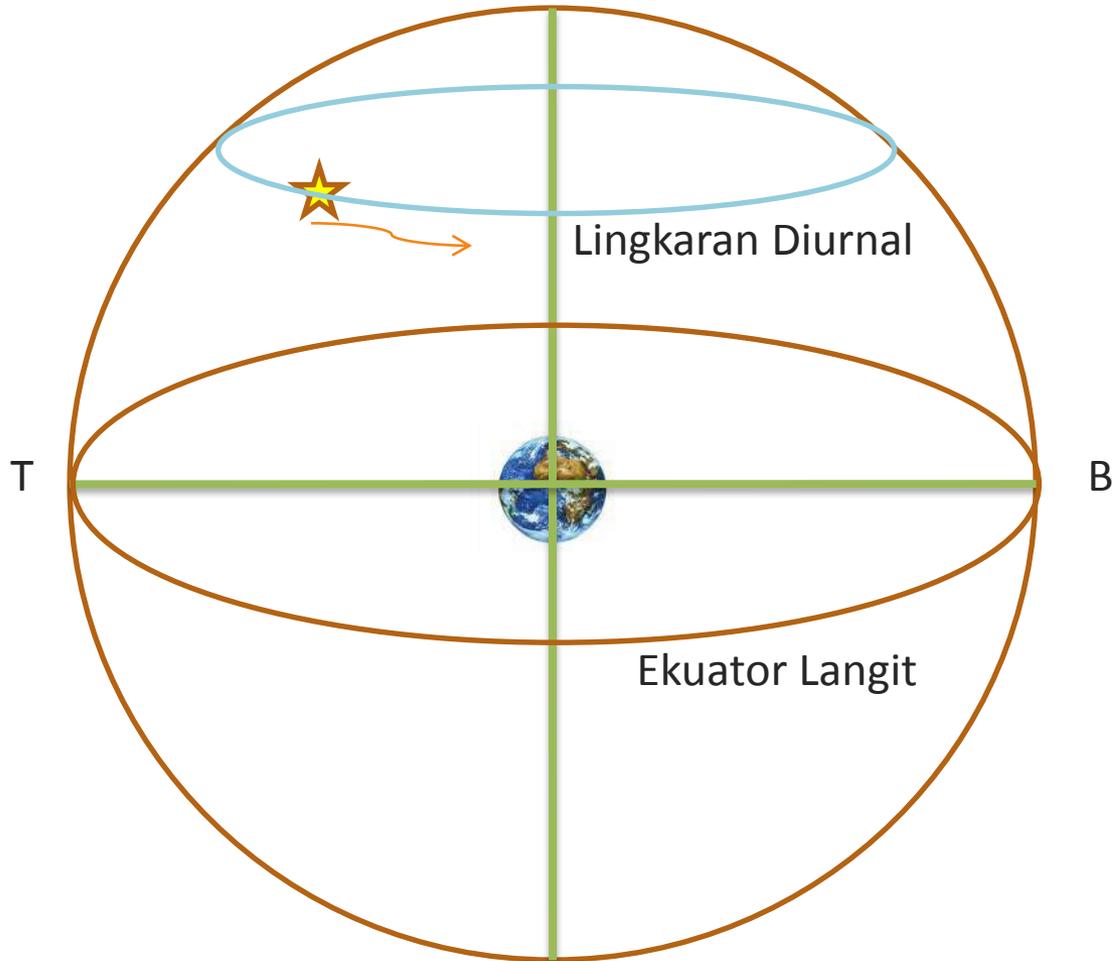


Pengamat di Kutub Utara



Pengamat di Kutub Selatan

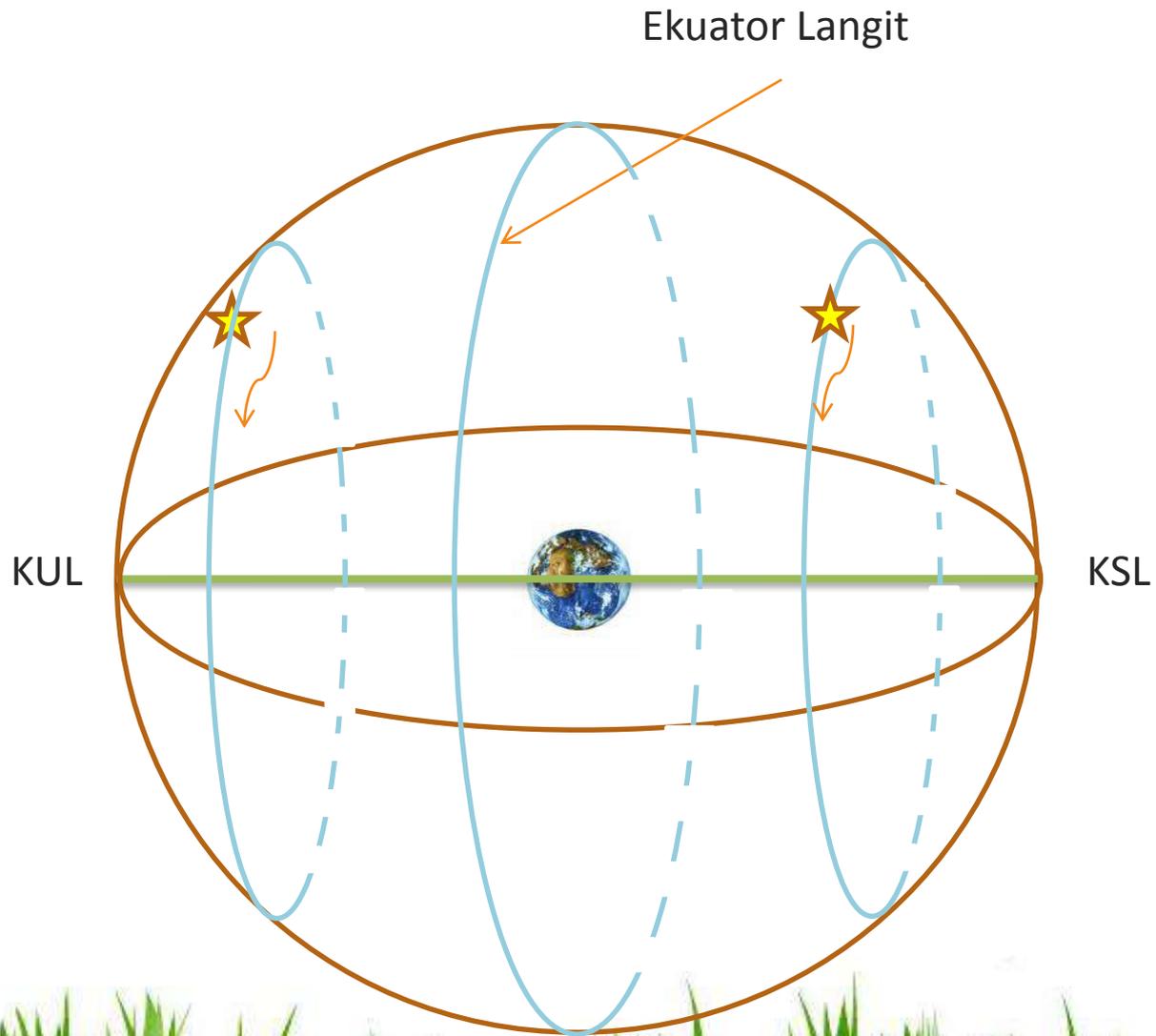
KSL, Zenit



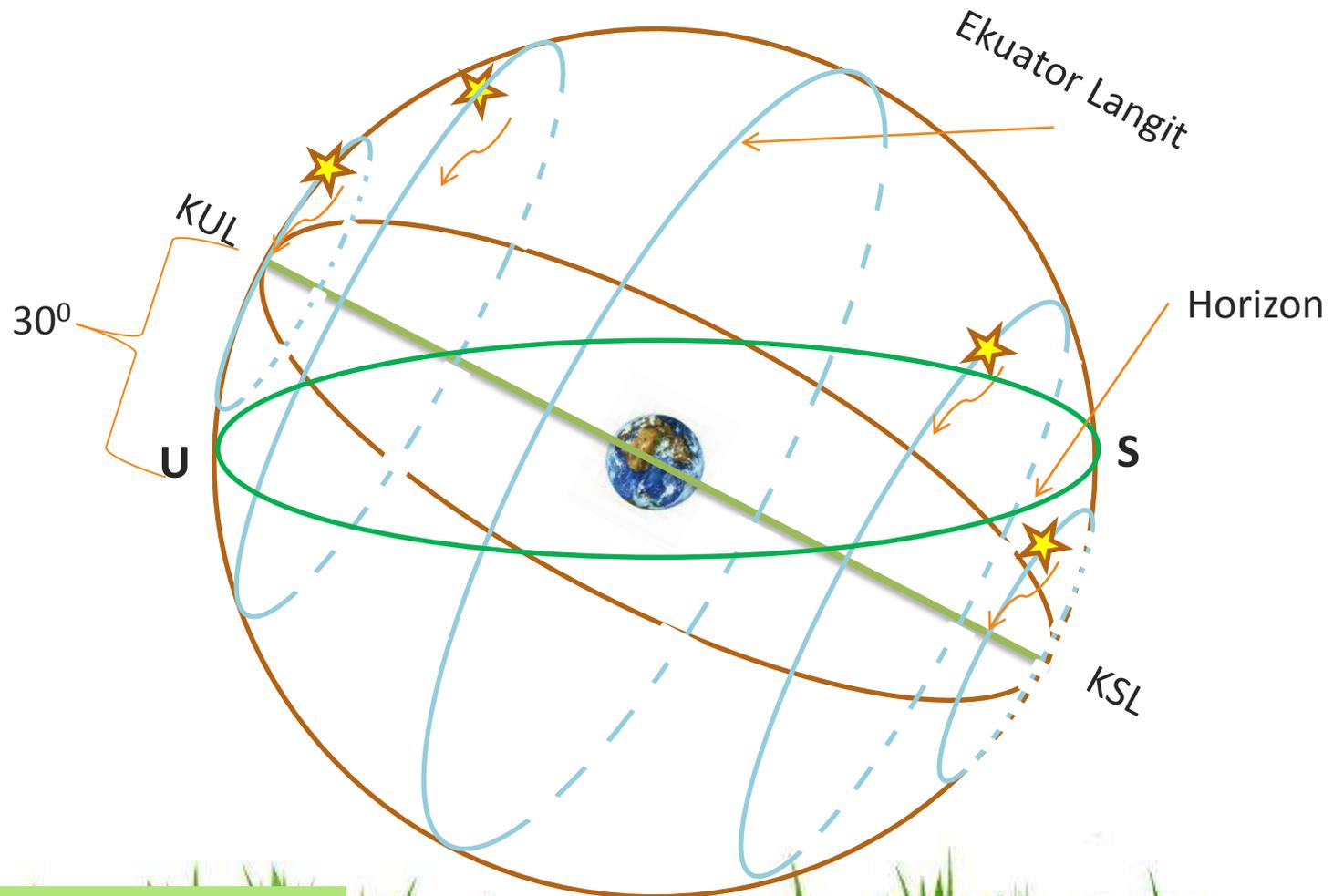
KUL, Nazir



Pengamat di Ekuator

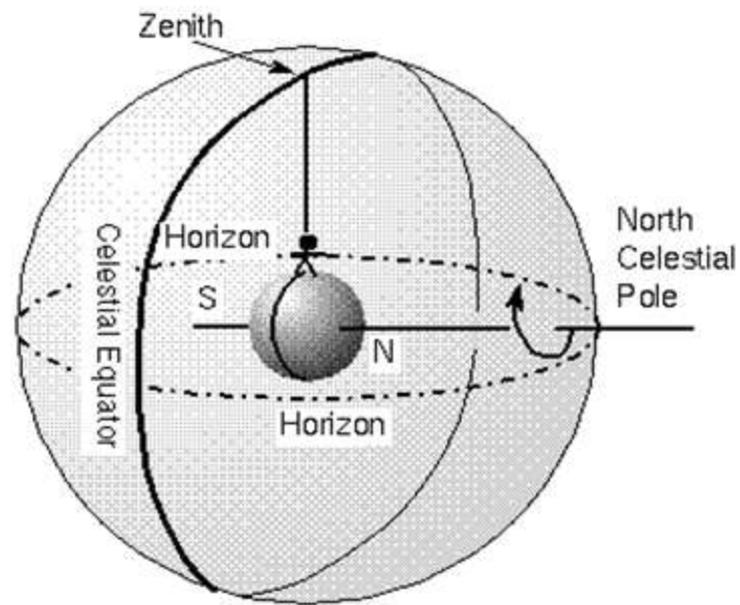


Pengamat di Lintang Antara

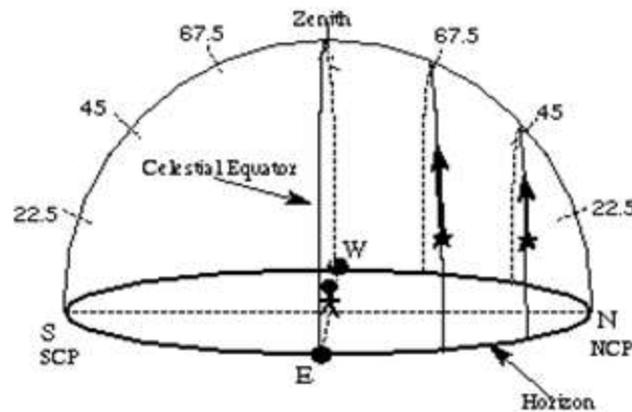


Pengamat Berada pada posisi 30° lintang utara

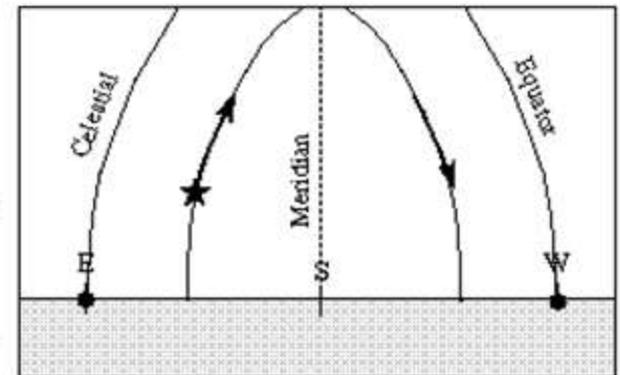
Pergerakan benda-benda langit untuk Pengamat di Equator



The celestial sphere for an observer on the Equator. The angle between the NCP and the horizon = observer's latitude. The Celestial Equator goes through the zenith.

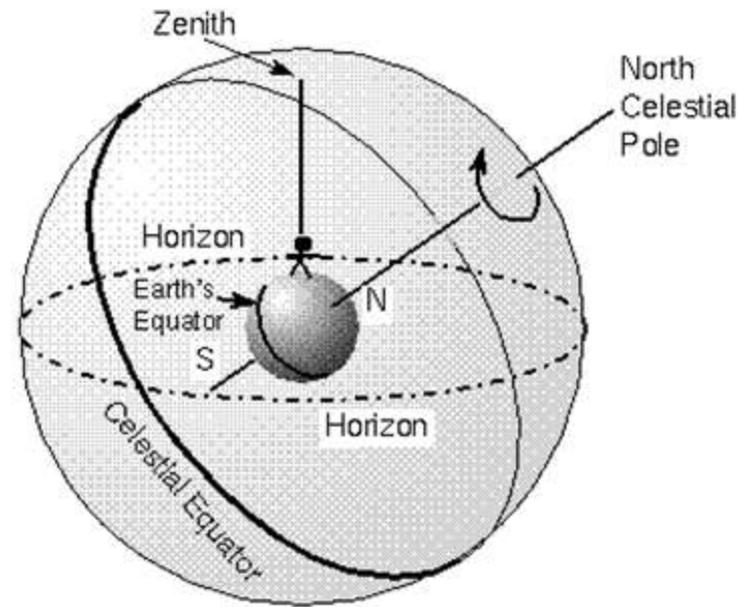


Stars motion at the Equator. Stars rotate parallel to the Celestial Equator, so they move perpendicular to the horizon here. All stars are visible for 12 hours. Both celestial poles are visible on the horizon.

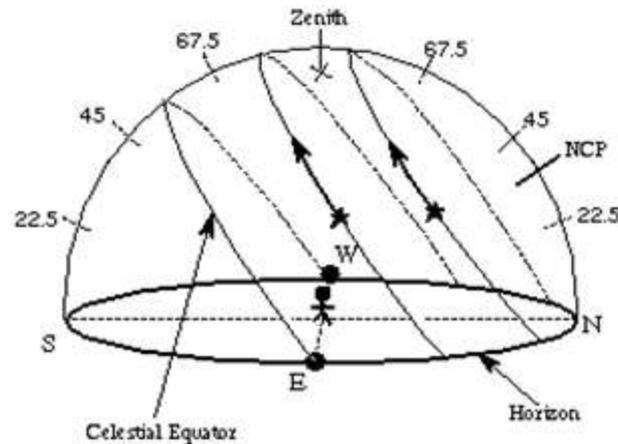


Your view from the Equator. Stars rise and set perpendicular to the horizon (a star south of the Celestial Equator is shown here). The Celestial Equator reaches zenith and goes through due East and due West on the horizon.

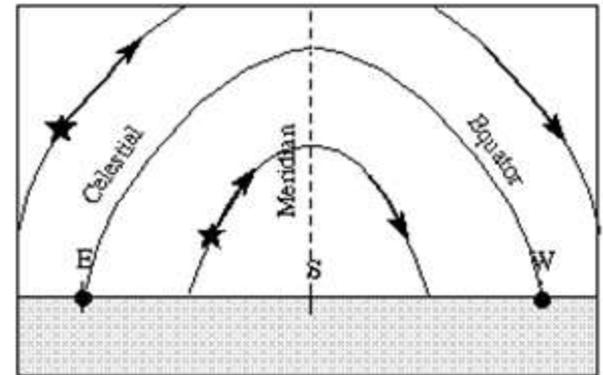
Pergerakan benda-benda langit untuk Pengamat di 34° LU



The celestial sphere for an observer in Los Angeles. The Earth's rotation axis pierces the celestial sphere at the north and south celestial poles.

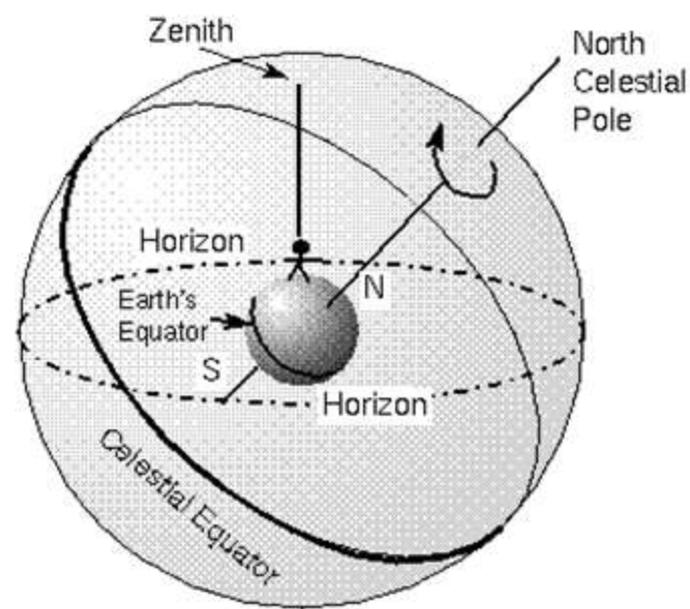


Starmotion at Los Angeles. Stars rotate parallel to the Celestial Equator, so they move at angle with respect to the horizon here. Altitudes of 1/4, 1/2, and 3/4 the way up to zenith are marked.

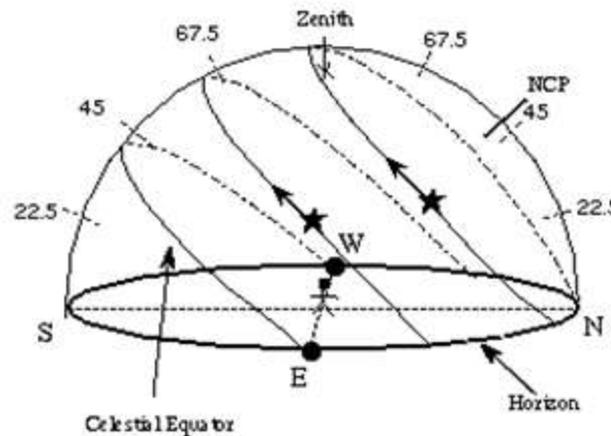


Your view from Los Angeles Stars rise in the East half of the sky, reach maximum altitude when crossing the meridian (due South) and set in the West half of the sky. The Celestial Equator goes through due East and due West.

Pergerakan benda-benda langit untuk Pengamat di 50° LU

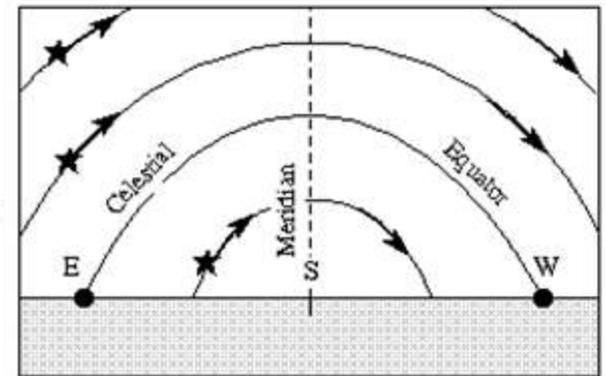


The celestial sphere for an observer in Seattle.
 The angle between the zenith and the NCP = the angle between the celestial equator and the horizon.
 That angle = $90^\circ - \text{observer's latitude}$.



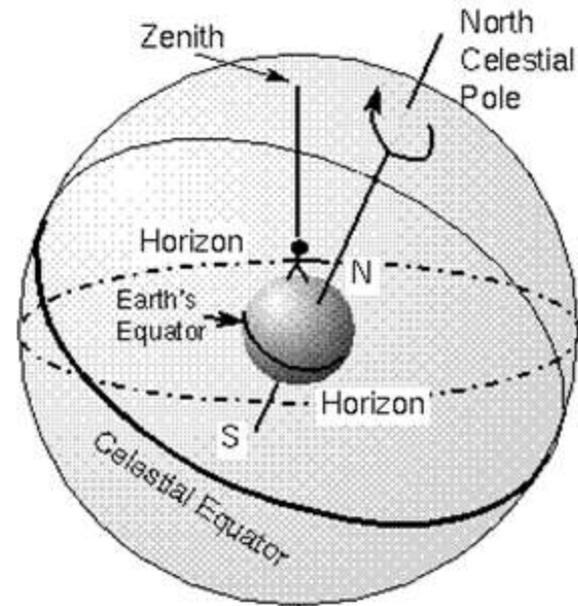
Celestial Equator

Stars motion at Seattle. Stars rotate parallel to the Celestial Equator, so they move at an angle with respect to the horizon here. Altitudes of 1/4, 1/2, and 3/4 the way up to the zenith are marked.

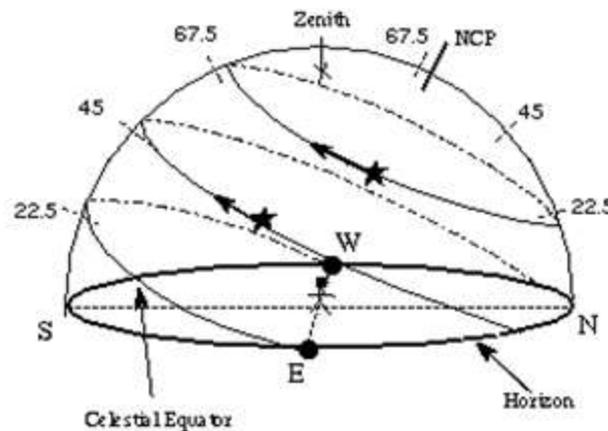


Your view from Seattle. Stars rise in the East half of the sky, reach maximum altitude when crossing the meridian (due South) and set in the West half of the sky. The Celestial Equator goes through due East and due West.

Pergerakan benda-benda langit untuk Pengamat di 65° LU

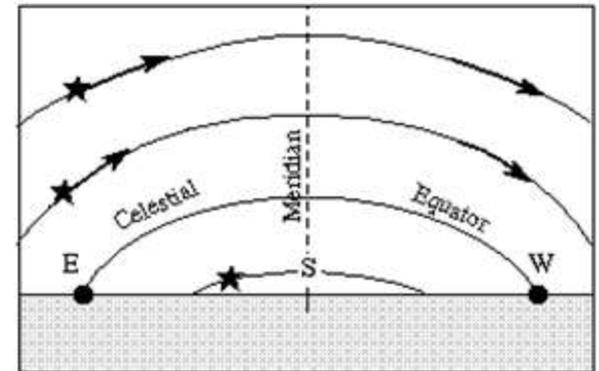


The celestial sphere for an observer in Fairbanks. The NCP is a little lower down and the celestial equator is higher. The zenith is still straight overhead.



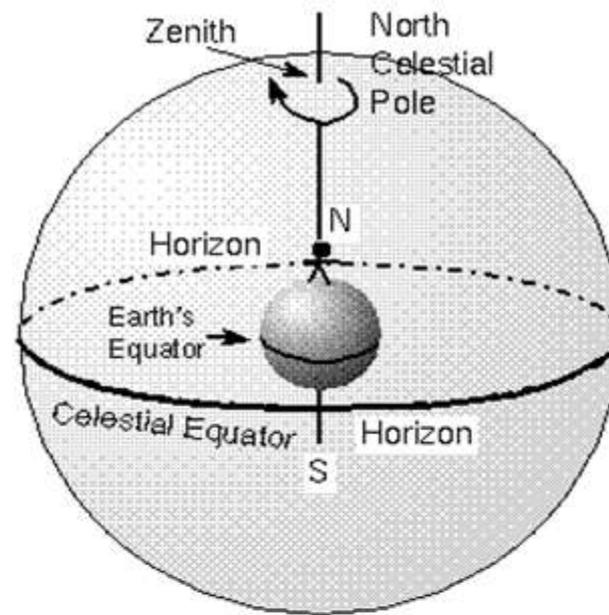
Celestial Equator

Stars motion at Fairbanks. Stars move parallel to the Celestial Equator, so they move at a shallow angle with respect to the horizon here. Many are still circumpolar.

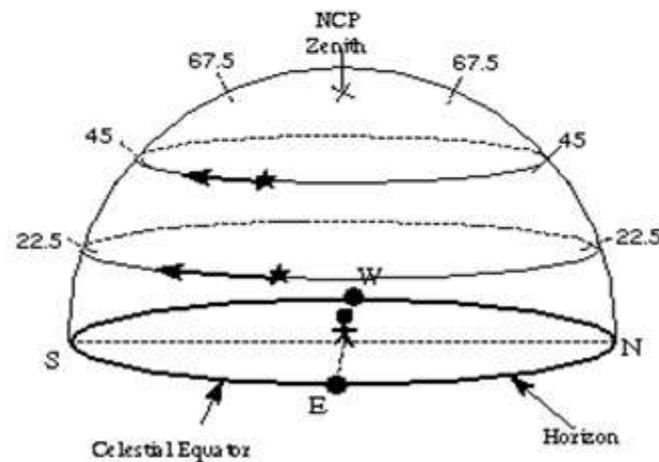


Your view from Fairbanks. For each degree closer to the Earth's equator you move, the Celestial Equator moves higher by one degree. The Celestial Equator goes through due East and due West.

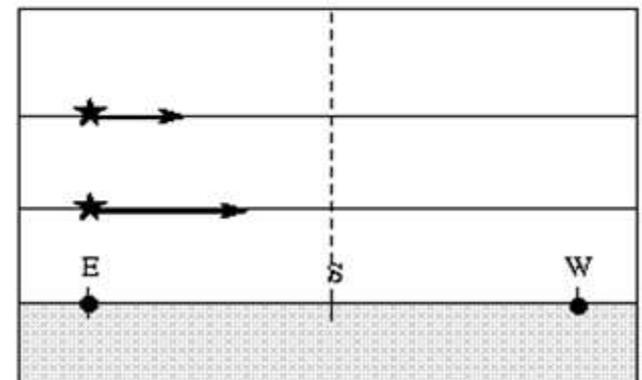
Pergerakan benda-benda langit untuk Pengamat di Kutub Utara



The celestial sphere for an observer at the North Pole. The NCP is straight overhead at the zenith and the celestial equator is on the horizon.



Stars motion at North Pole. Stars rotate parallel to the Celestial Equator, so they move parallel to the horizon here--they never set. Altitudes of 1/4, 1/2, and 3/4 the way to zenith are marked.



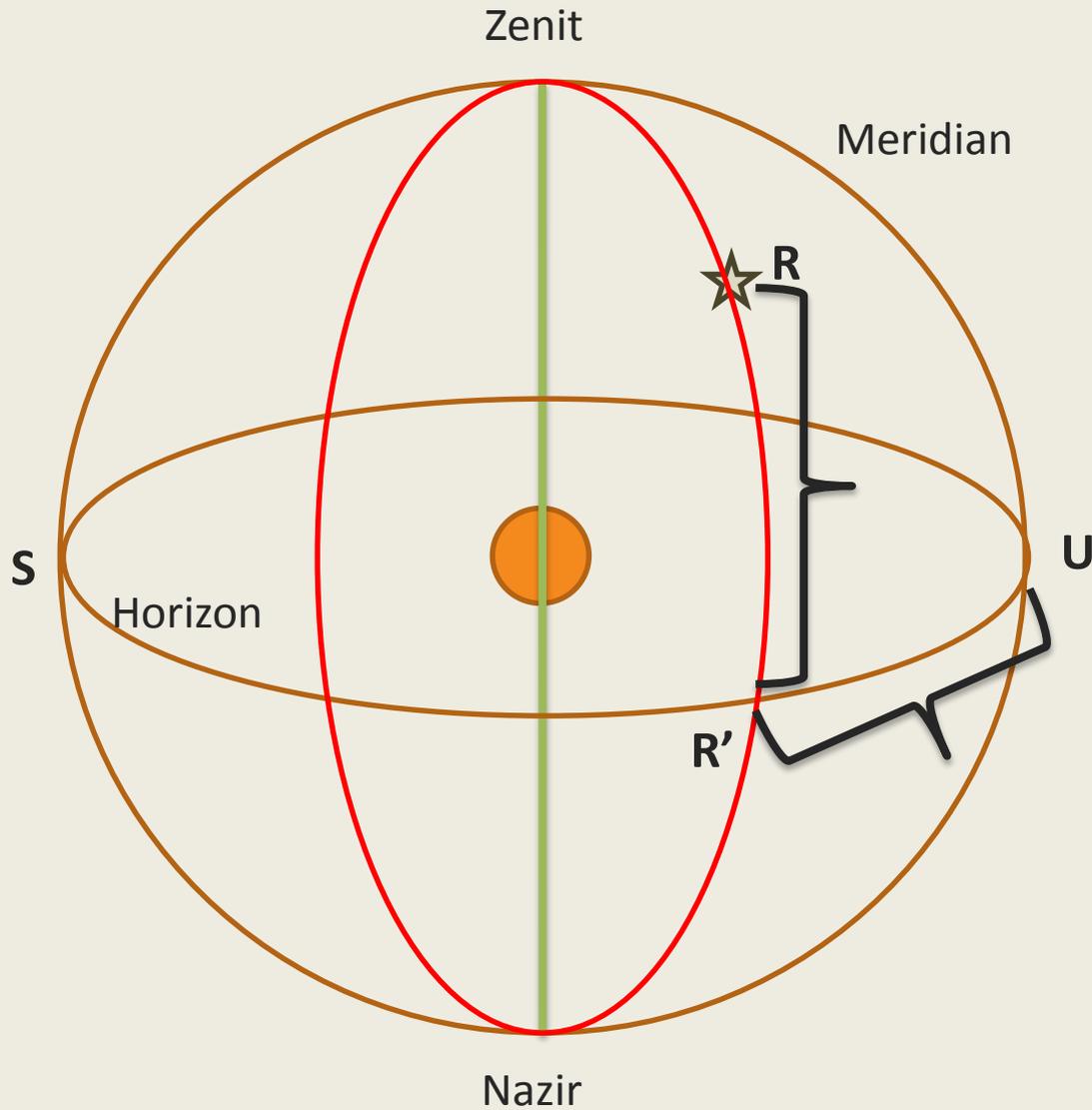
Your view from the North Pole. Stars move parallel to the horizon. The Celestial Equator is on the horizon.

Tata Koordinat Benda Langit

- Koordinat Horizon: tata koordinat yang menjadikan Horizon sebagai titik acuan
- Koordinat Ekuator: tata koordinat yang menjadikan ekuator langit sebagai acuan
- Koordinat Ekliptika: Tata koordinat yang menjadikan bidang edar matahari (ekliptika) sebagai acuan

Tata koordinat Horizon

- Pada tata koordinat Horizon digunakan lingkaran Horizon sebagai lingkaran dasar dan titik utara sebagai titik asal (awal).
- Kedudukan benda langit dinyatakan oleh dua koordinat, yaitu:
 - Tinggi (t)/Altitud
 - Azimut (A)
- Tinggi benda langit menyatakan besarnya busur vertikal yang dihitung dari benda itu sampai ke Horizon
- Azimut adalah busur pada Horizon yang dihitung dari titik asal ke arah timur sampai ke titik kaki bintang.



Keterangan:

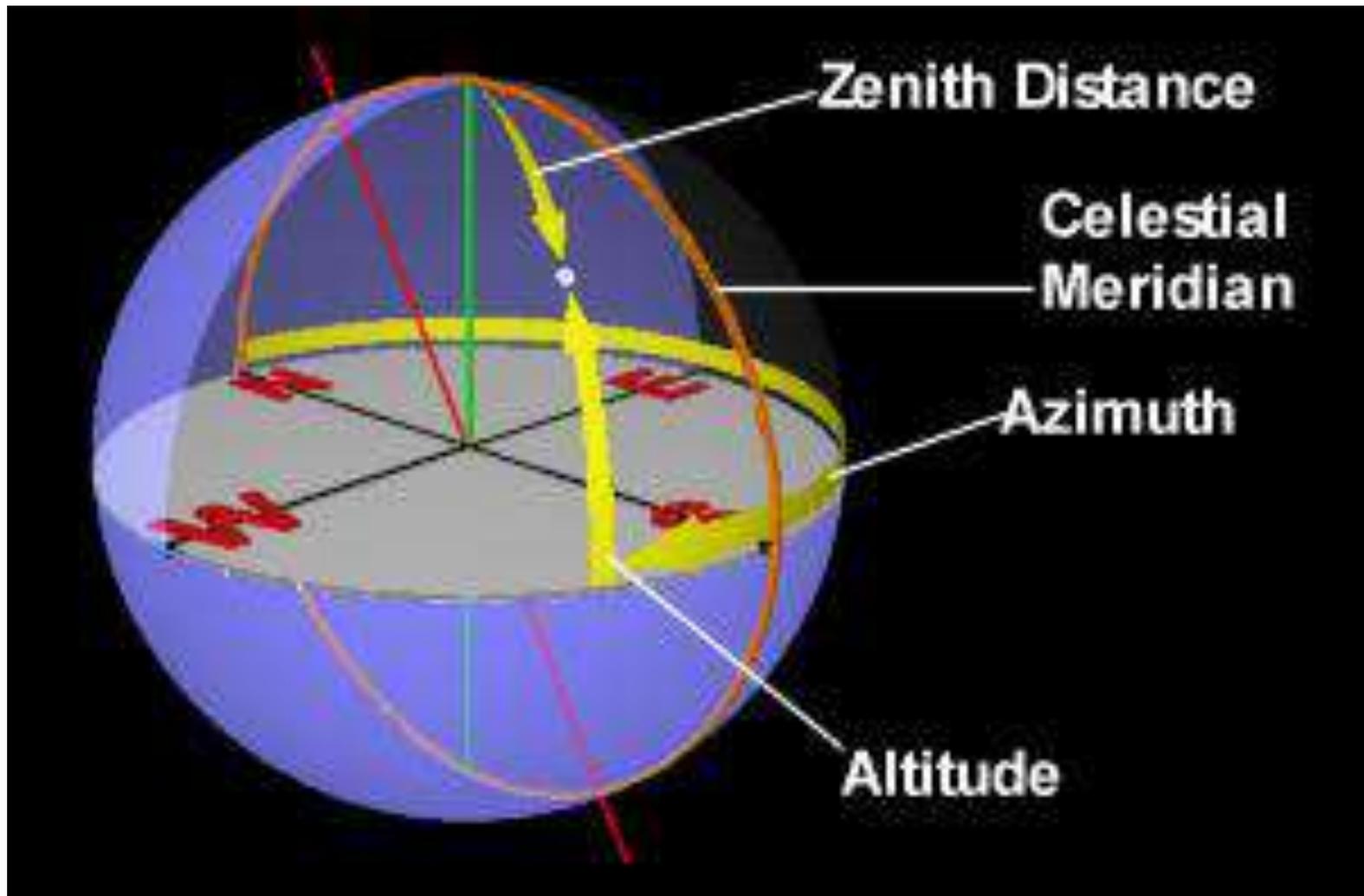
R : Kedudukan Bintang

RR' : Tinggi Bintang
(t)/Altitud

UR' : Azimuth (A)

RZ : Jarak Zenit (Z)

$$Z = 90^{\circ} - t$$

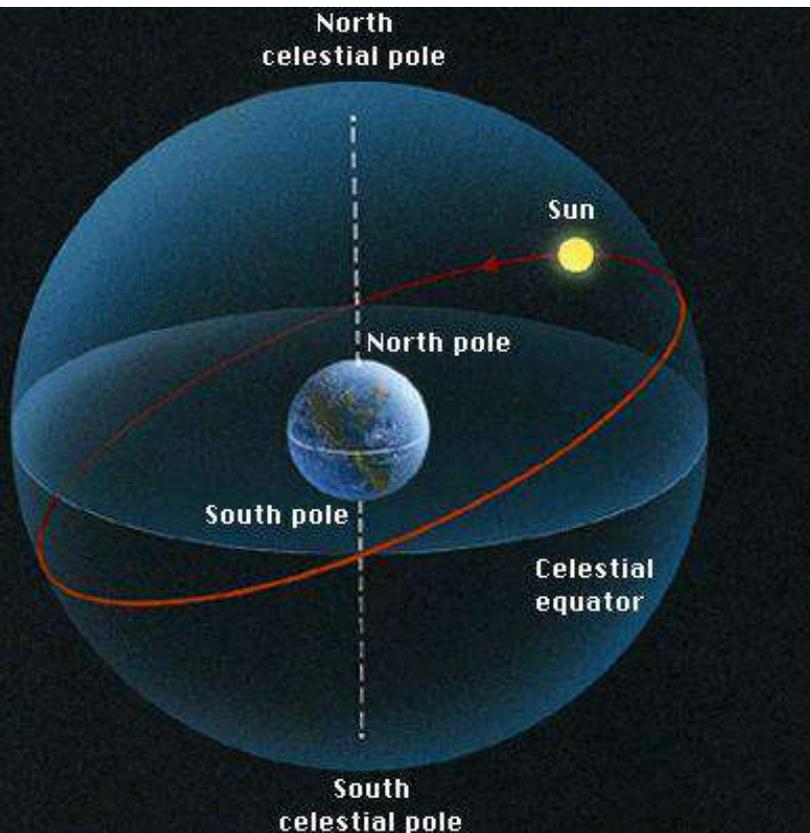


Kelemahan Koordinat Horizon:

- Tinggi bintang t selalu berubah (bersifat sesaat),
- Kedudukan Horozon tergantung pada letak geografis pengamat

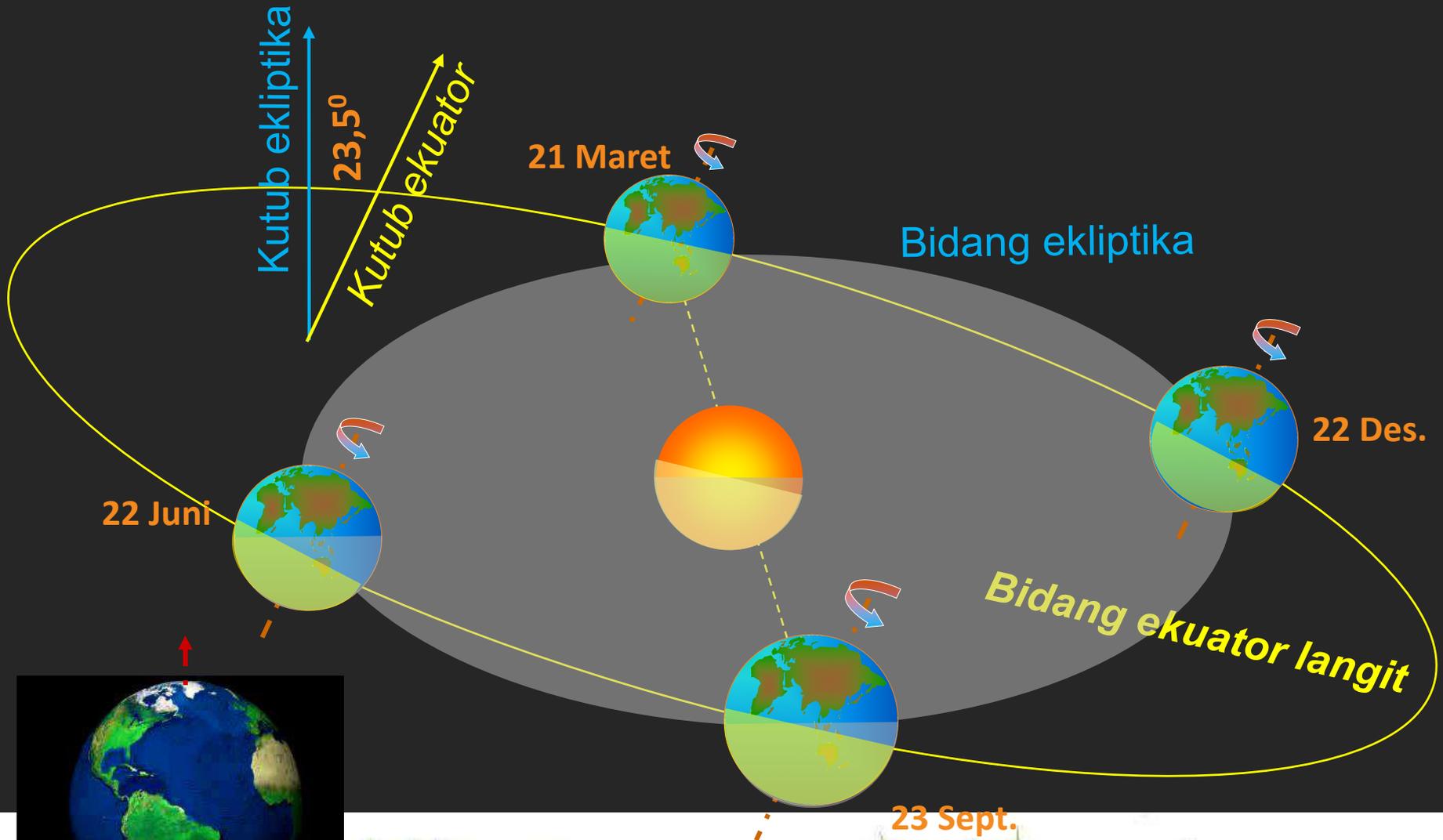
Tata koordinat Ekliptika

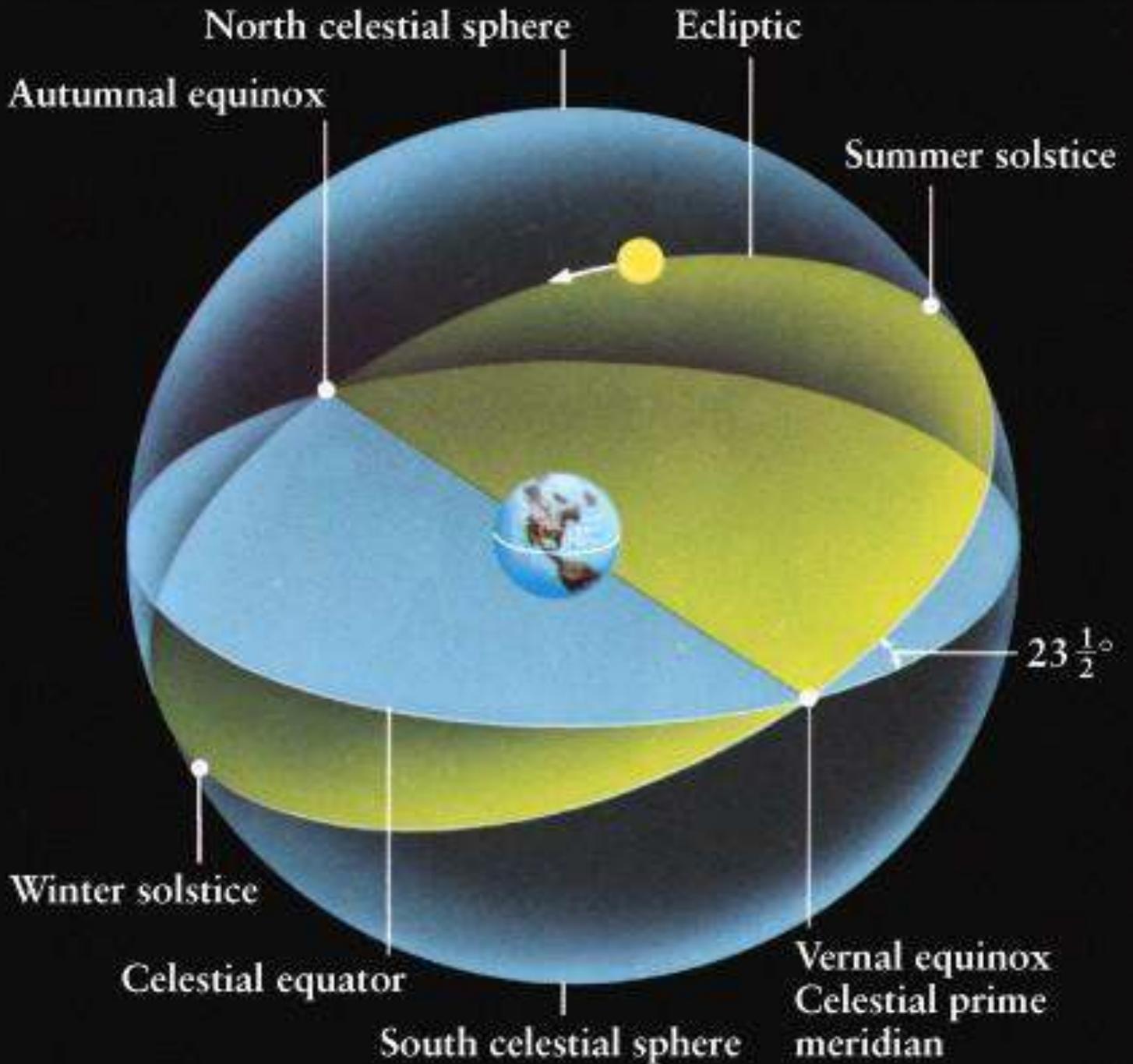
- Ekliptika merupakan lingkaran besar yang merupakan jalur pergerakan matahari pada bola langit selama satu tahun.



Gerak revolusi bumi mengitari matahari (gerak tahunan bumi)

Periode = 365,25 hari





Koordinat ekliptika terdiri dari:

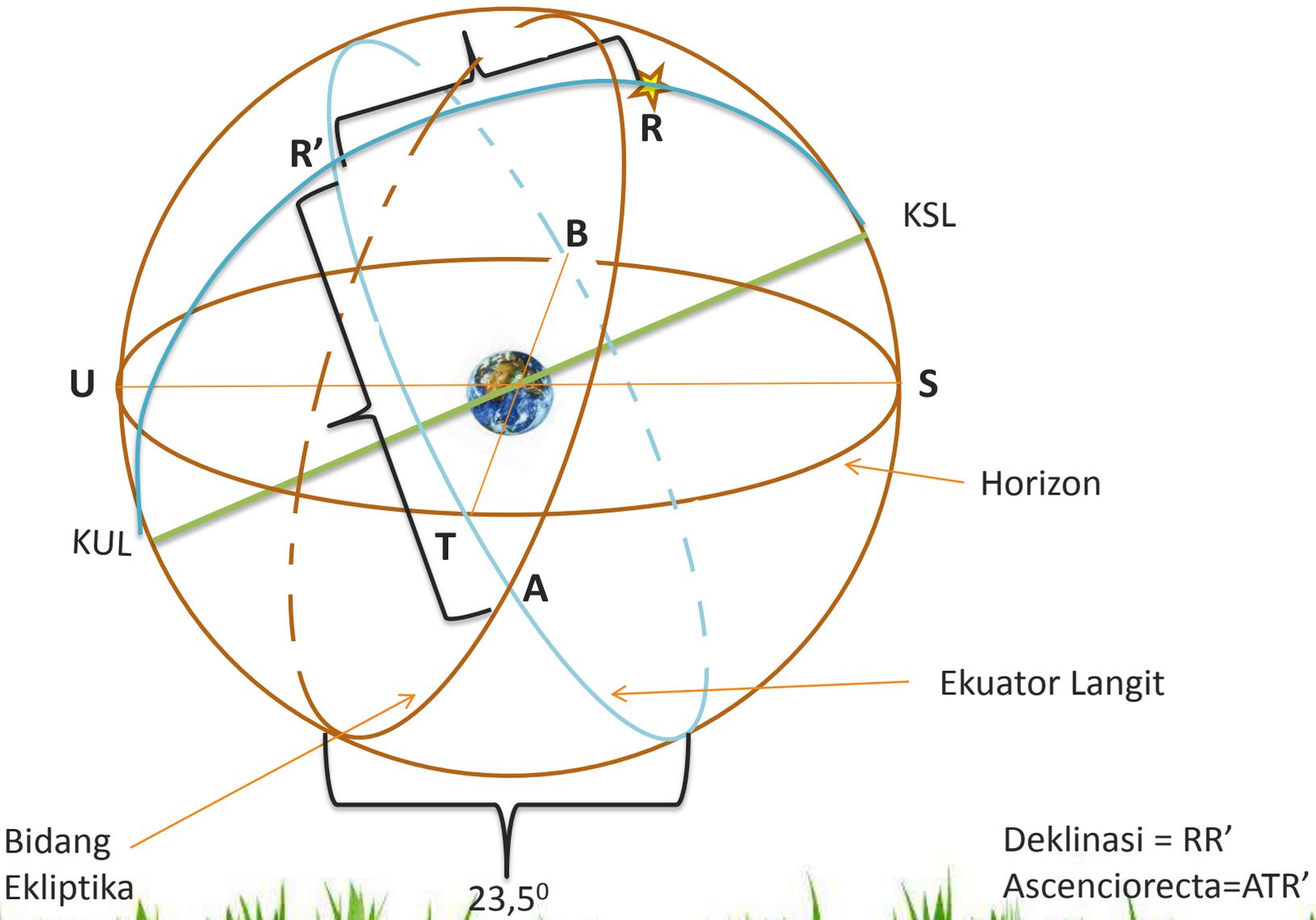
- Bujur Astronomis (λ): busur pada lingkaran ekliptika yang dihitung mulai dari titik aries sampai ke perpotongan busur yang menghubungkan Kutub Utara dan Selatan Ekliptika yang melalui bintang yang bersangkutan.
- Lintang Astronomis (β): Busur yang menghubungkan titik kaki bintang pada lingkaran ekliptika (R') sampai ke posisi bintang (R)

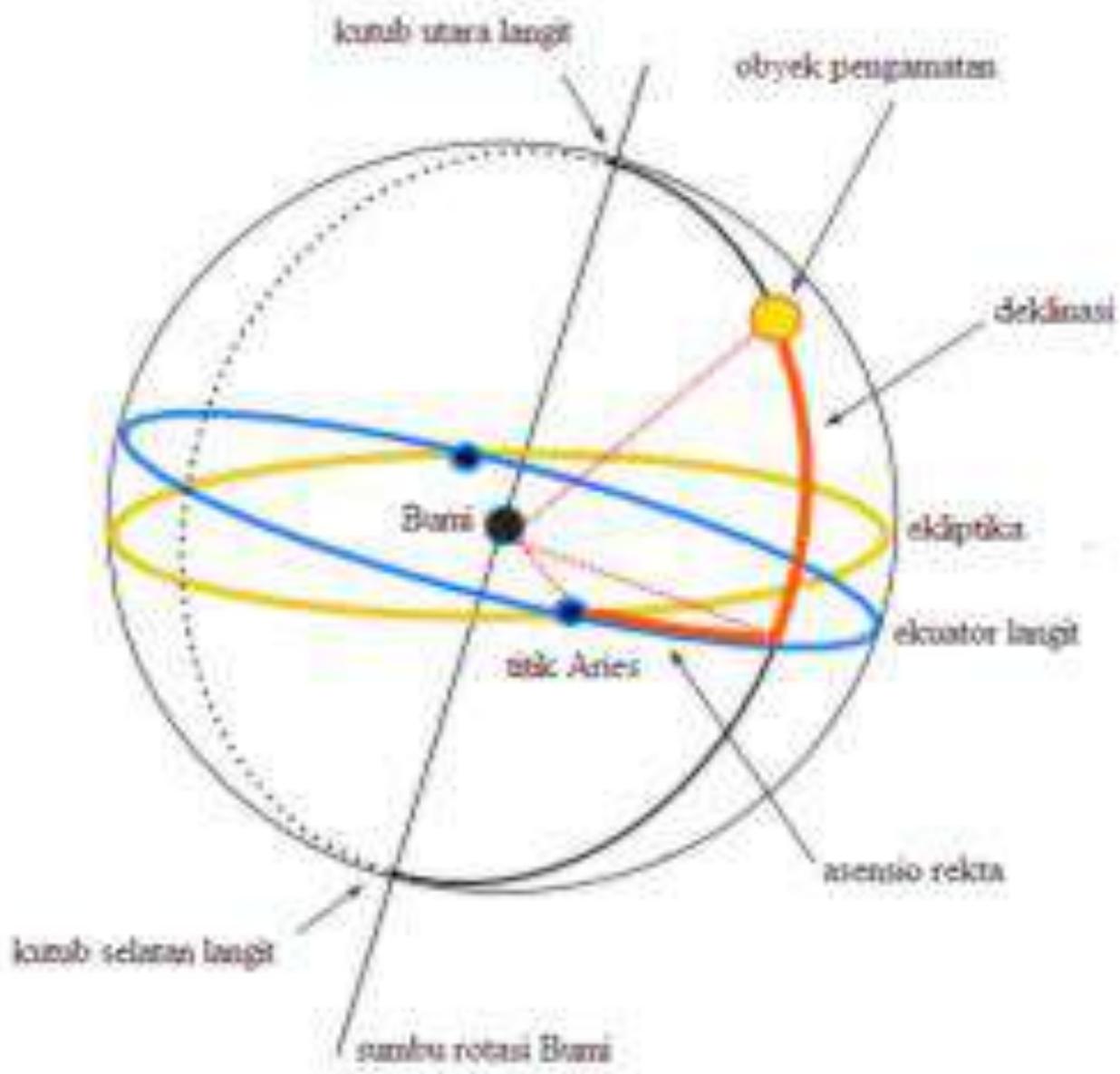
Tata Koordinat Ekuator

- Lingkaran ekuator langit digunakan sebagai lingkaran dasar dan titik vernal equinox/titik pertama aries sebagai titik asal.
- Koordinat benda langit dinyatakan dengan :
 - Sudut Deklinasi/ “ δ ” : jarak anguler bintang ke arah utara/selatan dari ekuator langit
 - *ascensio recta* (α) : besarnya busur pada ekuator langit yang dihitung mulai dari titik aries (A) arah ke timur sampai ke kaki bintang di ekuator langit (R')

-
- *Ascencio recta* dinyatakan dalam jam (h) atau derajat.
 - 1 h = 15⁰

Posisi bintang dalam koordinat Ekuator





Soal 1

- Nyatakan Azimut dan Tinggi bintang pada tempat berikut :
 - Arah timur laut tepat dan tengah-tengah antara zenit dan horizon
 - Di titik selatan pada horizon
 - Tepat di arah barat dan 80° dari zenit

Soal 2

- Berapa deklinasi dan ascensio recta dari :
 - Vernal equinox
 - Titik balik musim panas
 - Autumnal equinox
 - Titik balik musim dingin

Soal 3

- Dari tempat mana di bumi nampak keadaan seperti berikut :
 - Lingkaran bintang-bintang sejajar dengan horison
 - Kutub selatan langit 30° di atas horizon
 - Semua bintang terbit dan terbenam



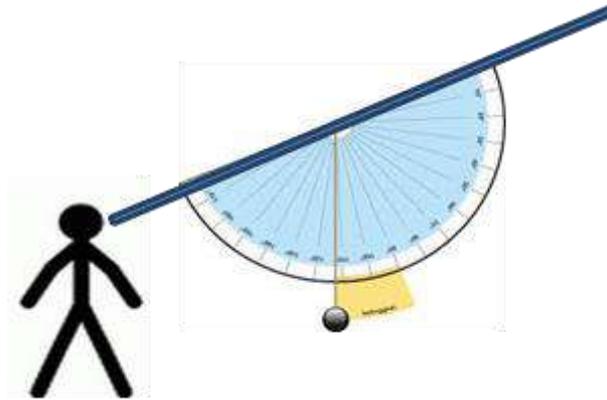
Soal 4

- Dari tempat mana di bumi nampak keadaan seperti berikut :
 - Matahari melalui zenit sekali setahun
 - Semua bintang utara dengan deklinasi 50° N adalah bintang sirkumpolar
- Sebuah bintang deklinasinya $+80^{\circ}$. Apakah ia akan tampak dari tempat dengan lintang -30° ? Bagaimana jika dilihat dari lintang $+30^{\circ}$?

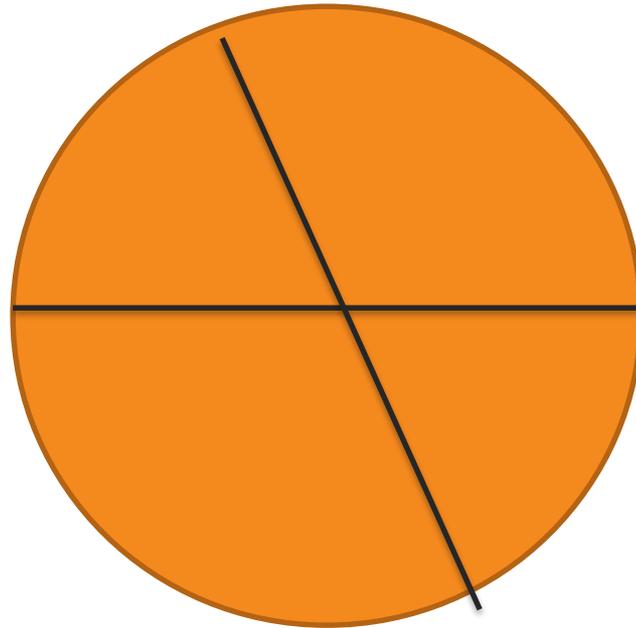
Tugas Praktik :

Mengukur Ketinggian Bintang

- Disediakan pipa/paralon berdiameter 2-5 cm dengan panjang 15-30 cm; busur derajat, tali dan bandul
- Susunlah alat dan bahan seperti gambar berikut

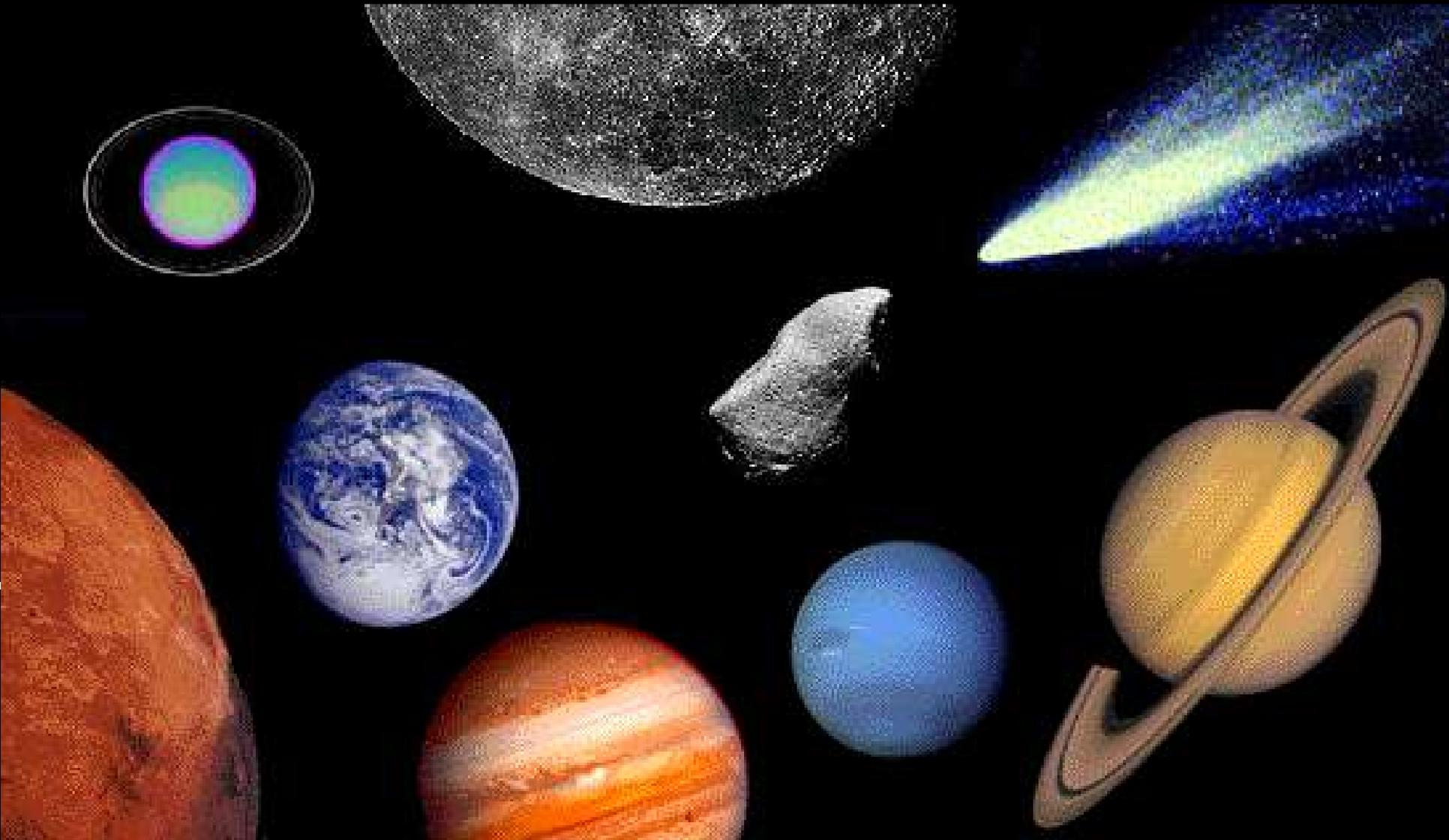


- Tentukan salah satu bintang yang cukup terang untuk diamati dengan cara “mengintai” menggunakan pipa paralon.
 - Contoh Bintang Achernar, gunakan bantuan stelarium untuk mencari posisi...
- Pada pukul 20.00, amati ketinggian bintang dengan melihat posisi bandul terhadap sudut 90^0 ,
- Lakukan langkah 1-4 pada malam berikutnya, tentukan pada pukul berapa bintang memiliki ketinggian yang sama dengan hasil amatan malam sebelumnya, (catatan: pengamatan sebaiknya dilakukan sekitar seperempat jam lebih awal dari hari sebelumnya)
- Lakukan langkah ke-5 selama satu minggu, masukan hasil amatan pada Tabel



Sabar Nurohman, M.Pd

Sistem Tata Surya



Tata Surya:

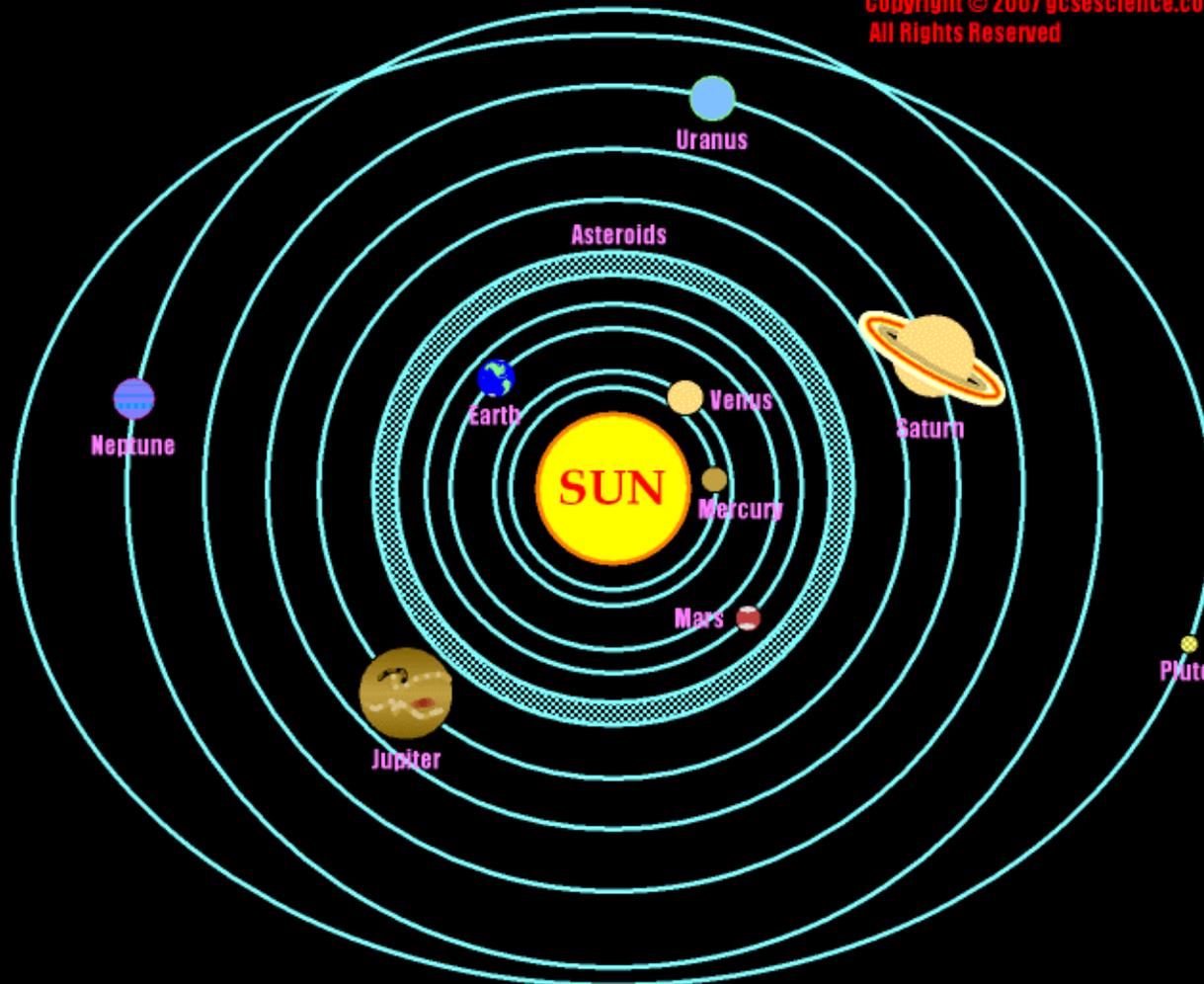
- Sistem yang terdiri dari matahari dan sejumlah benda angkasa yang terikat secara gravitasional dengan matahari, yaitu Planet-planet, satelit, komet, planet minor atau asteroid, meteroida dan gas serta partikel mikroskopik antar planet

Gambar Tata Surya



Lintasan Planet Mengelilingi Matahari

Copyright © 2007 gcsescience.com.
All Rights Reserved



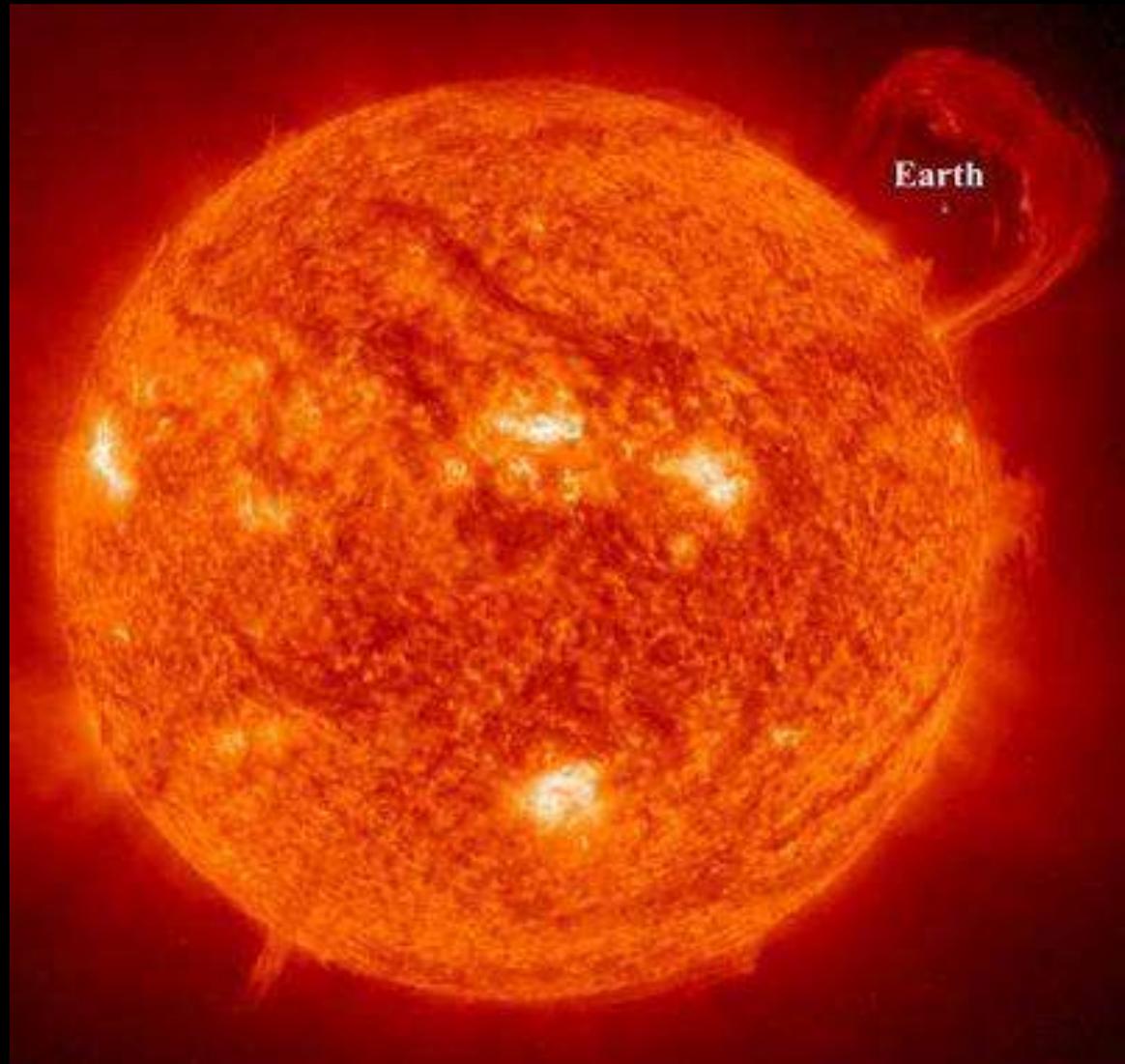
Lintasan Planet Mengelilingi Matahari (2)

- Berbentuk elips dengan eksentrisitas kecil (mendekati nol), sehingga mendekati bentuk lingkaran.
- Kecuali pluto yang memiliki eksentrisitas paling besar (0,249)
- Eksentriitas merupakan bilangan yang menunjukkan kepipihan suatu elips, semakin besar eksentrisitasnya, maka semakin pipih elipsnya. ($0 < e < 1$)

Satuan Jarak

- **Jarak Rata-rata Bumi-Matahari** adalah 149.680.000 km.
- Jarak tersebut dijadikan sebagai standar satuan jarak dalam astronomi.
- Didefinisikan bahwa $1 \text{ SA} = 149.680.000 \text{ km}$
- Jarak Bumi-Matahari kurang lebih 400 kali jarak Bumi-Bulan
- Garis tengah Matahari kurang lebih 400 kali garis tengah Bulan.
- So?

- Matahari?



Planet:

- Berdasarkan letaknya terhadap orbit bumi:
 - Planet inferior
 - Planet Superior
- Berdasarkan letaknya terhadap orbit Mars:
 - Planet dalam
 - Planet Luar
- Berdasarkan ukurannya:
 - Planet Terrestrial
 - Planet Jovian

Satelit

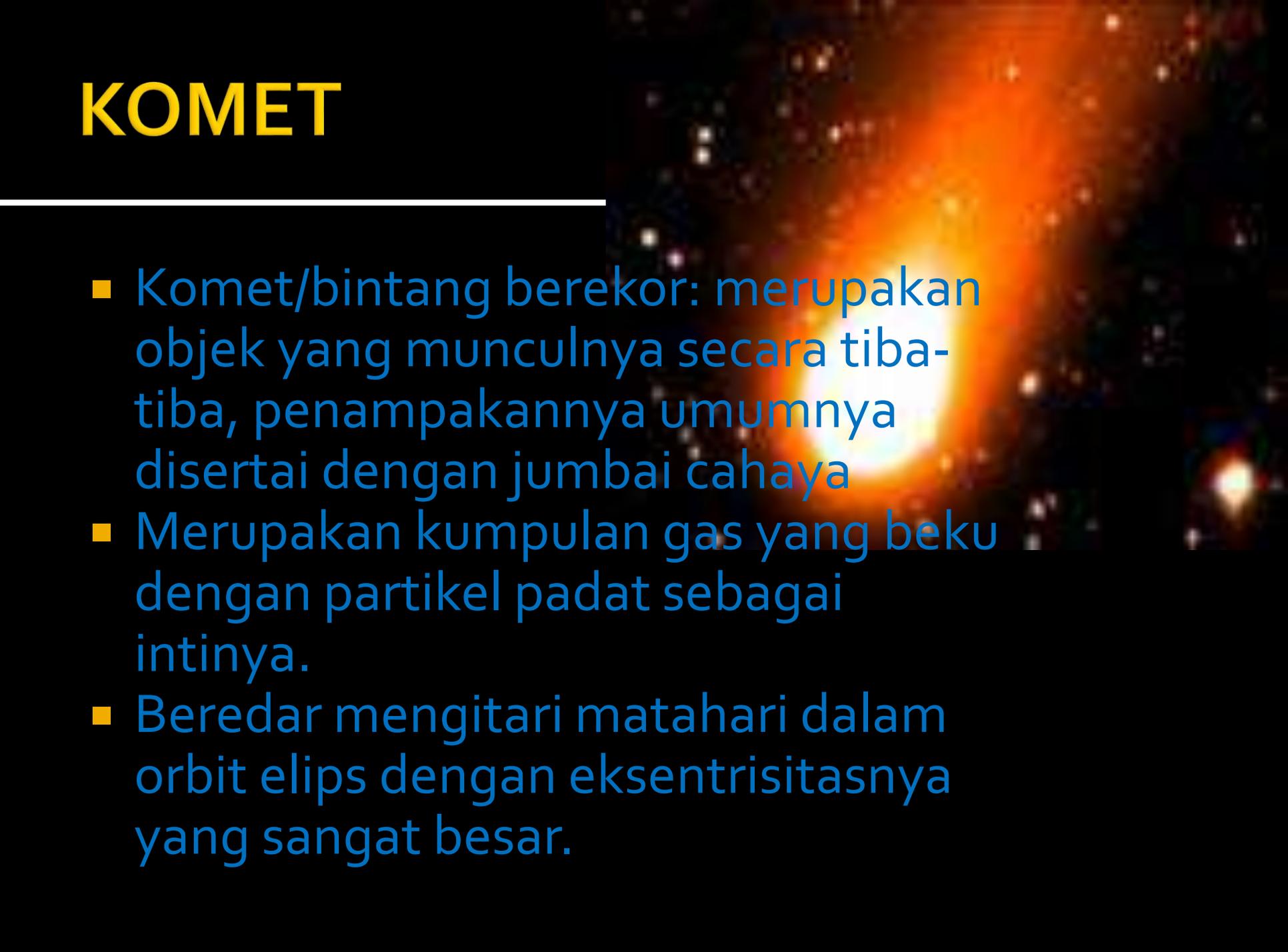
- Benda angkasa yang bergerak (berevolusi) mengitari suatu planet
- Kebanyakan satelit mengitari planet induknya **dari barat ke timur** dan bidang orbitnya ada dalam bidang ekuator satelit induknya.



Satelit

- Hampir semua planet memiliki satelit, kecuali Mercurius dan Venus
- Jupiter dan Saturnus memiliki satelit terbanyak: 16
- Uranus: 5
- Neptunus dan Mars : 2
- Total 42
- 6 satelit yang besarnya lebih besar/sama dengan bulan: Io, Europa, Ganymede dan Callisto (satelit Jupiter), Titan (satelit Saturnus), dan Triton (satelit Neptunus).
- Ganymede merupakan satelit terbesar dalam tata surya (diameter: 5270 km)
- Titan adalah satu-satunya satelit yang memiliki atmosfer.

KOMET



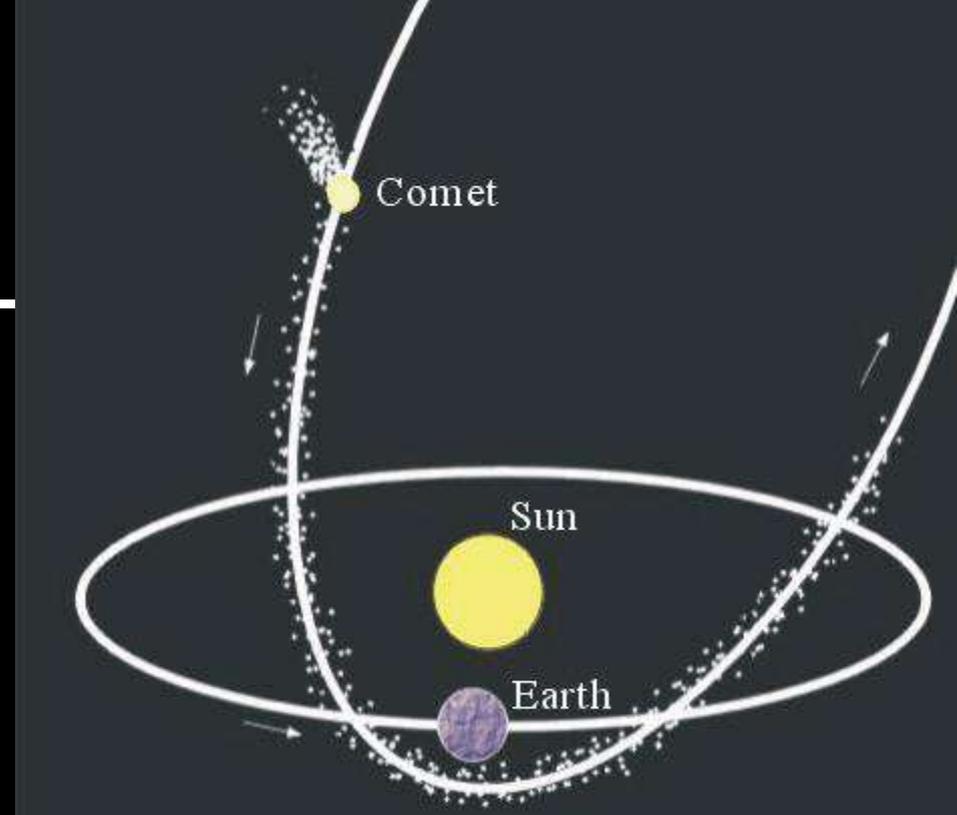
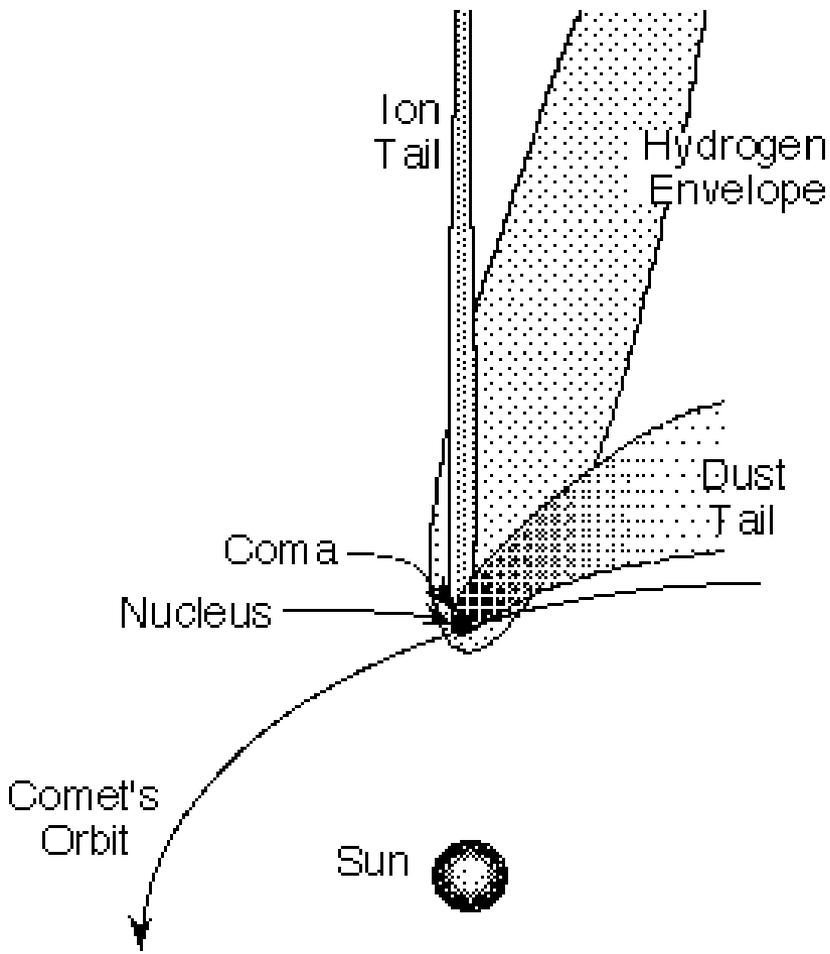
- Komet/bintang berekor: merupakan objek yang munculnya secara tiba-tiba, penampakannya umumnya disertai dengan jumbai cahaya
- Merupakan kumpulan gas yang beku dengan partikel padat sebagai intinya.
- Beredar mengitari matahari dalam orbit elips dengan eksentrisitasnya yang sangat besar.

Komet (2)

- Ketika dekat dengan matahari komet menjadi panas, sebagian materinya menguap membentuk awan gas yang bercampur debu menyelubungi inti, ini disebut *koma*.
- Partikel yang mengelilingi koma bersama inti membentuk *kepala komet*.
- Semakin dekat matahari, tekanan radiasi dan angin ion matahari mendorong partikel dan gas menjauh dan membentuk *ekor komet*.

Gambar Komet

Components Of Comets



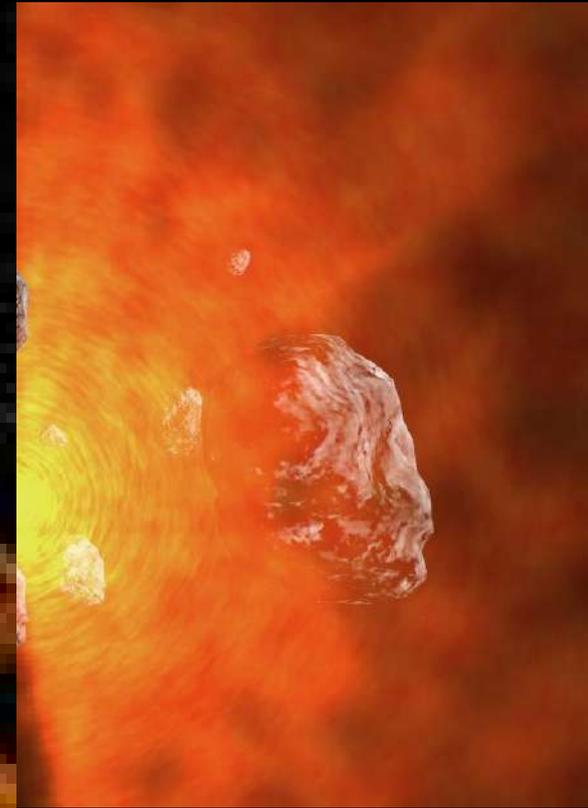
COMET



Komet (3)

- Terdapat orbit komet dengan eksentrisitas mendekati satu, menyerupai parabola, sehingga periode orbitnya hingga jutaan tahun
- Beberapa komet memiliki eksentrisitas rendah sehingga periodenya dapat ditentukan, ia disebut sebagai komet periodik:
 - Hally (76 thn), Biela (7 tahun), Encke (3,3 thn)
 - Biela ditemukan pada tahun 1772, pada kemunculannya tahun 1846 terpecah menjadi dua komet, setelah itu tidak muncul lagi.

Asteroid/Planet Minor



Asteroid/Planet Minor

- Terdiri dari puluhan ribu planet kecil dengan ukuran pada kisaran beberapa km
- Asteroid terbesar adalah Ceres (diameter: 1035 km)
- Bergerak dari barat ke timur dalam orbit elips dengan eksentrisitas hampir sama dengan bumi.
- Berada pada jarak 2,5 sampai 3 SA dari matahari dengan periode 4-6 tahun
- Terletak antara orbit mars dan jupiter

HUKUM BODE

- Keteraturan jarak suatu planet ke matahari memenuhi deret bilangan yang dikenal sebagai hukum Bode (1772) dengan rumusan:

$$D = 0,4 + 0,3 \times 2^n$$

D: jarak planet dalam SA

n = - tak hingga untuk merkurius, 0 untuk venus, dan bertambah satu untuk planet berikutnya.

- Pada urutan kelima, pada posisi antara Mars dan Jupiter yaitu angka 2,8 SA belum ada planetnya.
- Pada awal abad 19 Gauz dan Von Zach menemukan benda baru yang kemudian diberi nama Ceres, elanjutnya ditemukan benda-benda lain pada lokasi yang hampir berdekatan Pallas, Juno dan Viesta hingga akhirnya ditemukan sekitar 5000 benda kecil yang mengumpul disekitar jarak 2,8 SA. Benda ini lalu diberinama Asteroid/planet minor.

Meteorida

- Benda-benda kecil yang mengelilingi matahari, keberadaannya baru diketahui ketika benda tersebut memasuki atmosfer bumi dan memanaskan karena gesekan.
- Uap bercahaya yang dihasilkan nampak seperti bintang yang bergerak di langit, gejala ini dinamakan meteor.



- Meteor semakin banyak dijumpai setelah tengah malam, Kenapa?



Asal Mula Meteorida

- Meteorid Asteroidal/keplanetan:
 - Berasal dari pecahan asteroida, orbit elips dengan periode pendek, terjadinya sewaktu-waktu atau sporadis (tidak memiliki pola periode tertentu)
- Meteorid Kekometan:
 - Berasal dari hancuran komet dengan orbit elips yang sangat pipih dan sering berimpit dengan orbit bekas komet tertentu. Bila bumi memotong orbit kelompok meteorid ini akan terjadi hujan meteor
- Meteorid Parabolis:
 - Benda kecil yang asal mulanya belum diketahui, tetapi masuk anggota tata surya. Orbitnya mungkin terganggu oleh planet lain.

Meteorida



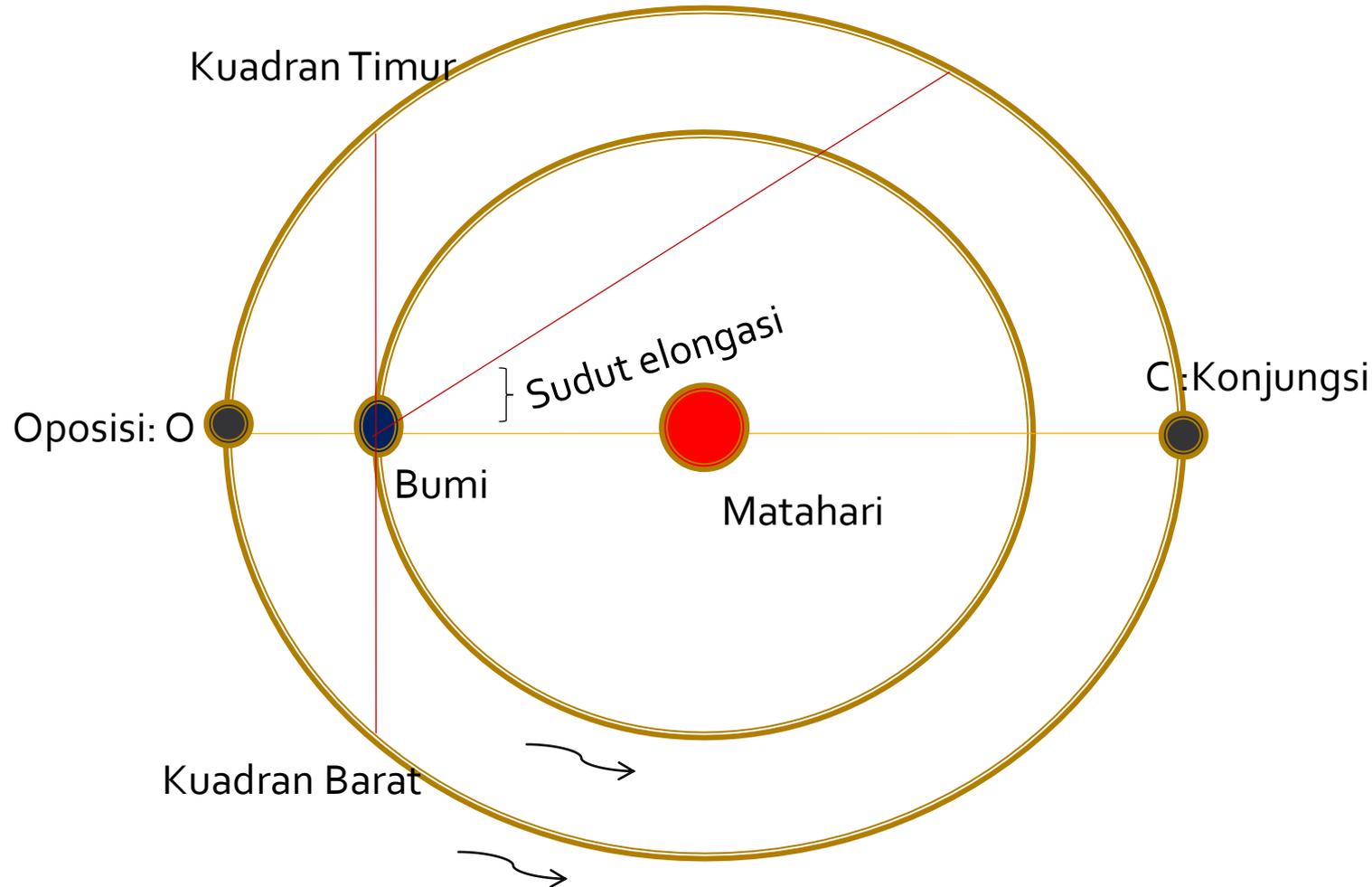
Meteor



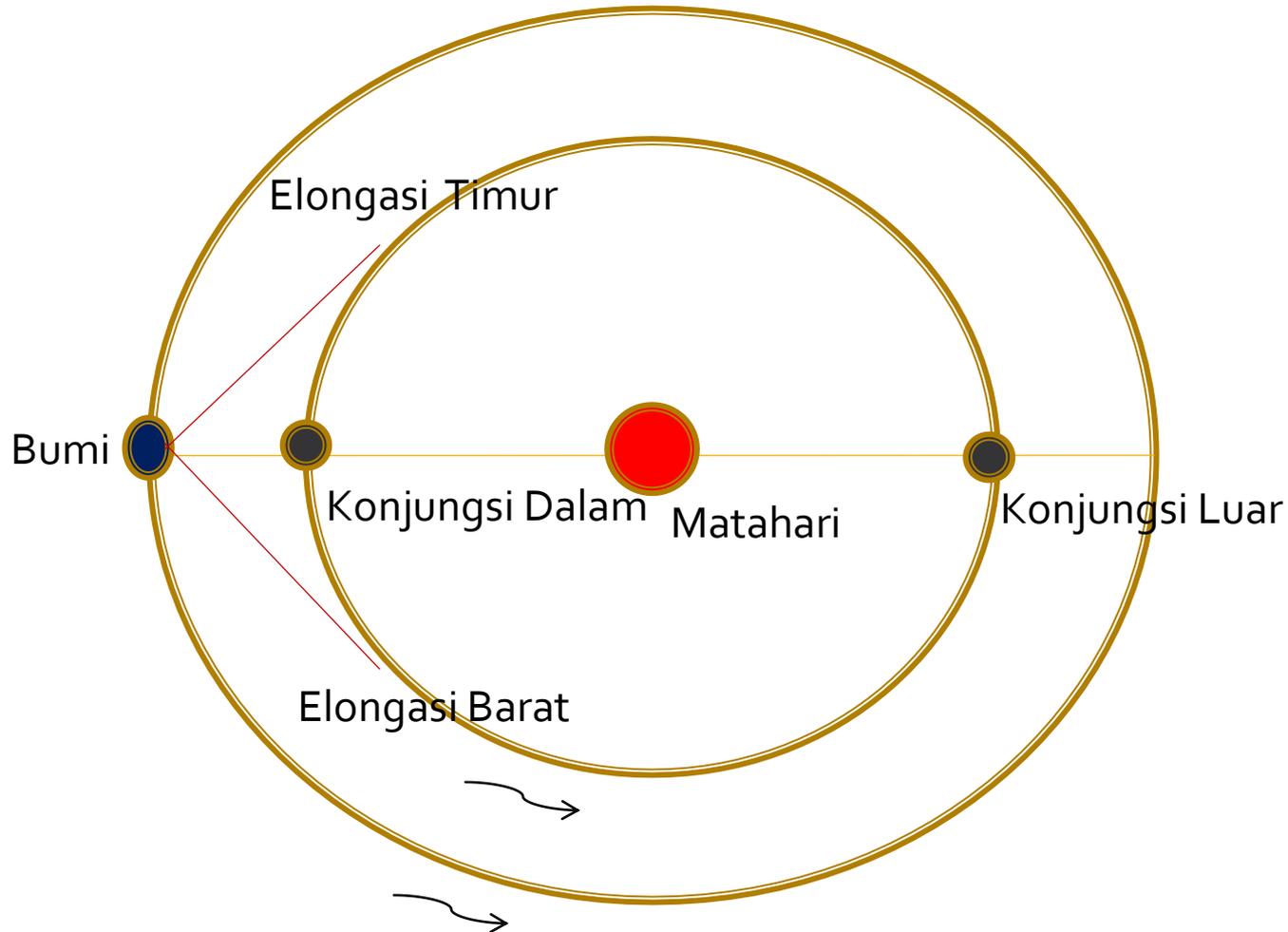
Meteorit

Asal mula tata surya?

Kedudukan Planet Superior



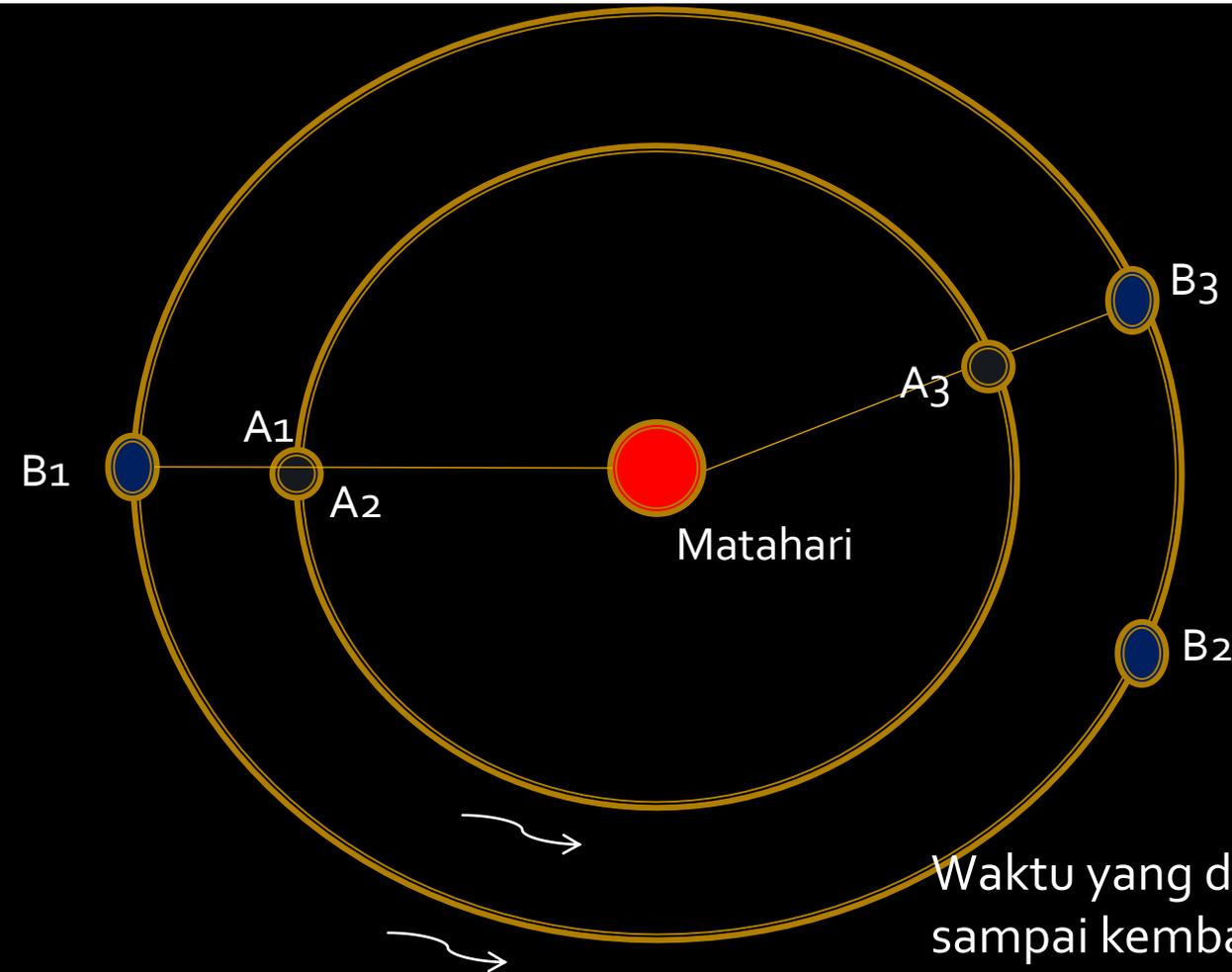
Kedudukan Planet Inferior



Periode Sideris dan Sinodis

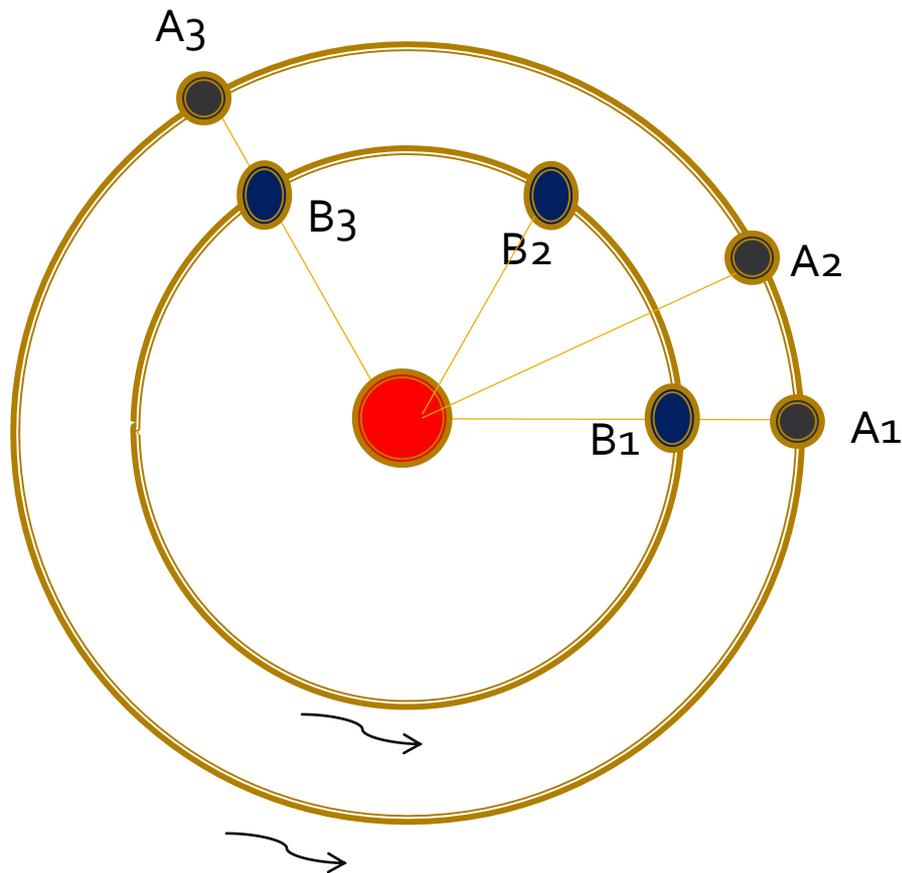
- Waktu yang dibutuhkan oleh suatu planet dalam peredarannya sampai kedudukan semula atau satu kali edar dinamakan **Periode Sideris**.
- Waktu edar planet dari suatu posisi ke posisi yang sama lagi terhadap matahari, misalnya dari kedudukan oposisi ke kedudukan oposisi berikutnya disebut **Periode Sinodis**

Contoh: Sinodis pada Planet dalam



Waktu yang dibutuhkan oleh Planet A sampai kembali mencapai posisi bertindihan dengan planet B ini disebut Periode Sinodis Planet A terhadap Planet B

Contoh kasus: Bumi dan Planet di Luarnya



Pada saat yang sama,
Suatu ketika bumi telah berada
pada posisi B2 dan menempuh
sudut:

$$\text{Sudut } B_1MB_2 = \frac{360^\circ}{P_\oplus}$$

Sedangkan Planet Luar A, telah
berada pada Posisi A2 dan
menempuh sudut:

$$\text{Sudut } A_1MA_2 = \frac{360^\circ}{P}$$

Selisih sudut antara keduanya:

$$= \frac{360^\circ}{P_\oplus} - \frac{360^\circ}{P}$$

- Setelah satu periode sinodis planet A, bumi ada di B₃ dan planet ada di A₃. Beda sudut antara bumi dan planet adalah 360°
- Sehingga kini persamaannya menjadi:

$$\left(\frac{360^{\circ}}{P_{\oplus}} - \frac{360^{\circ}}{P} \right) S = 360^{\circ}$$

$$\frac{1}{P_{\oplus}} - \frac{1}{P} = \frac{1}{S}$$

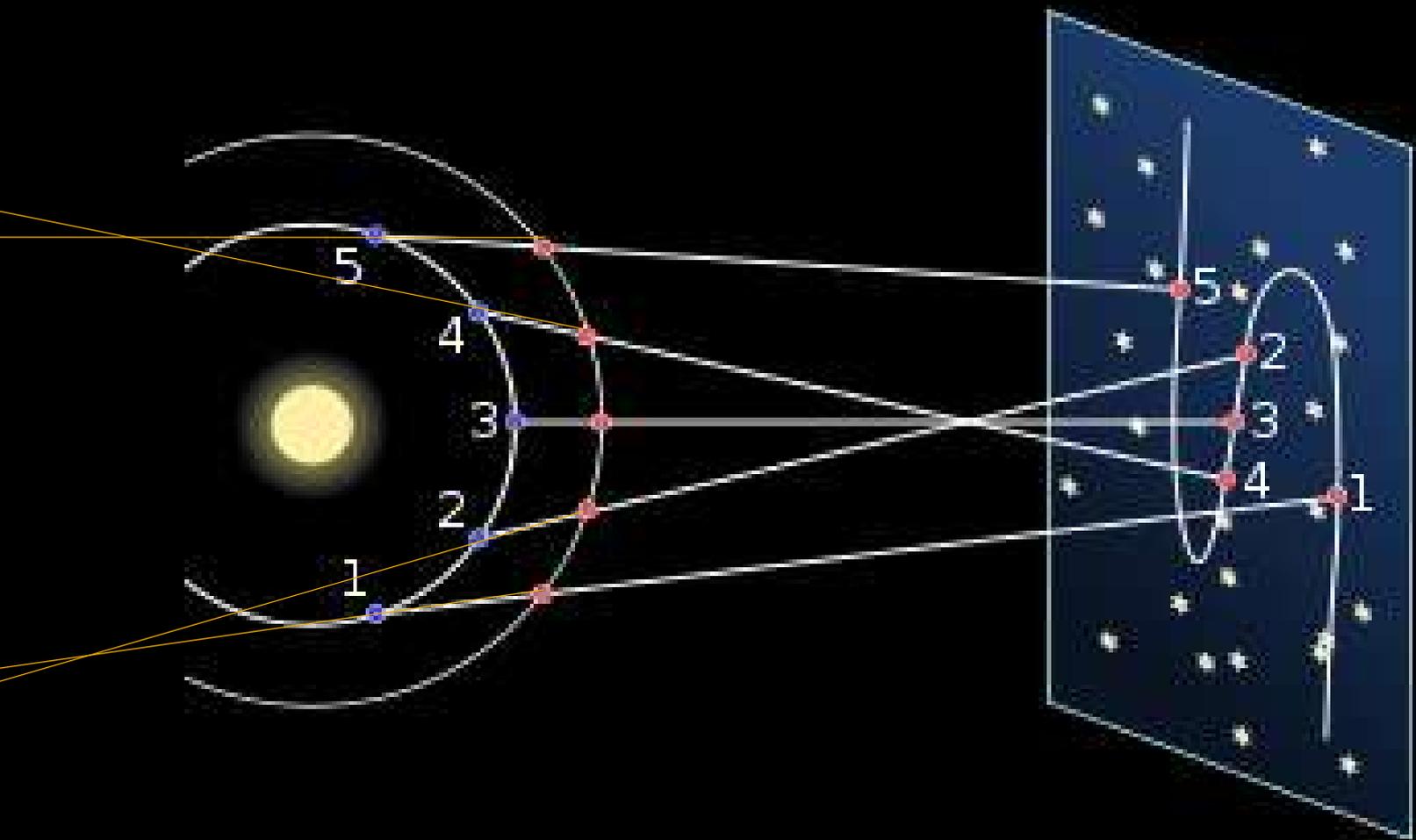
$$\frac{1}{P} = \frac{1}{P_{\oplus}} - \frac{1}{S}$$

Geak Retrogade

- Gerakan planet yang “seolah” mundur dari timur ke barat.
- Bagaimana hal itu terjadi?



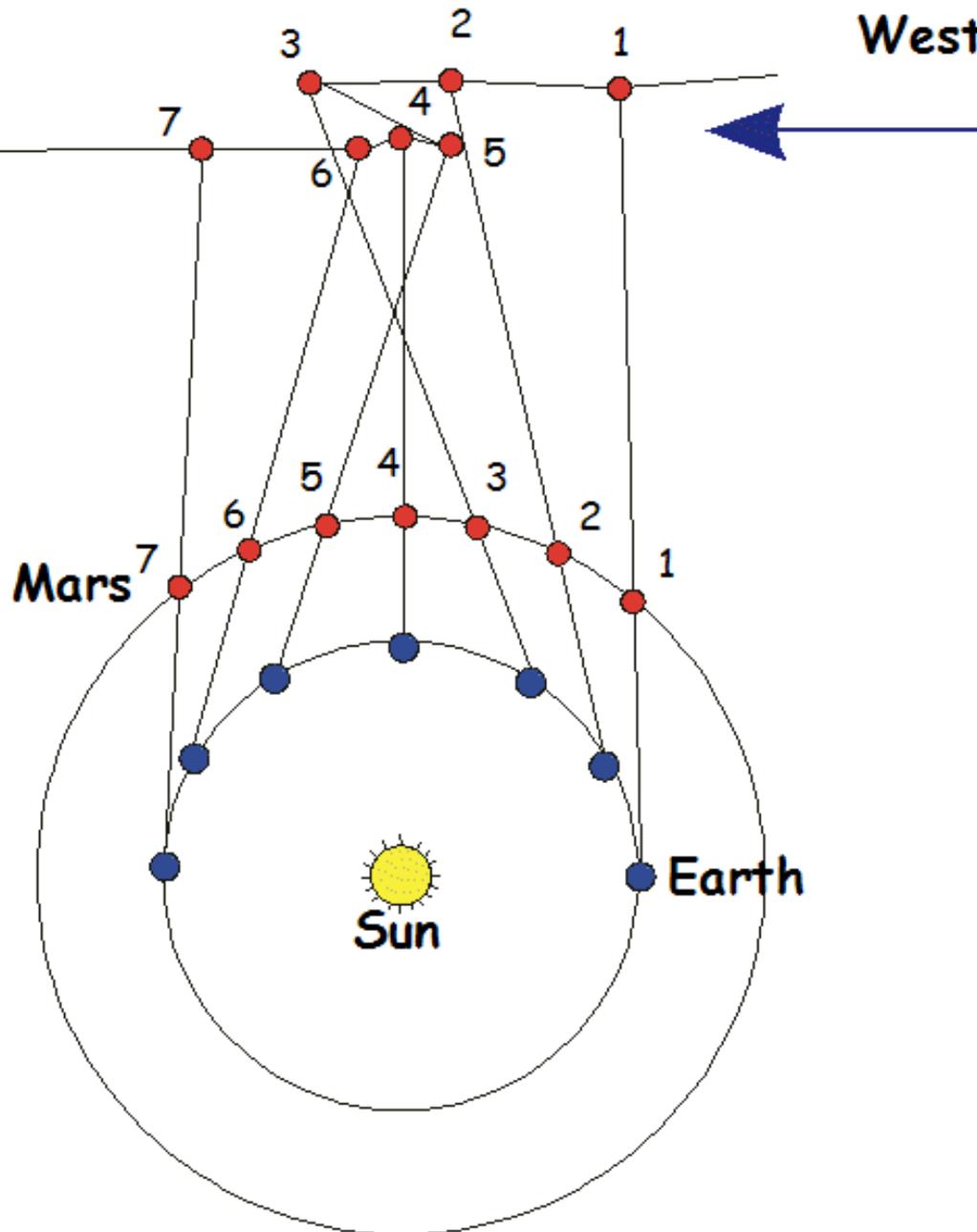
- Retrograde Motion yang terjadi pada planet Mars sebenarnya adalah gerak semu yang terjadi bila dilihat dari Bumi, gerak ini disebut gerak relatif (Hk. Einstein ttg gerak Relatif).
- Pada keadaan normal kecepatan revolusi bumi mengelilingi matahari adalah lebih cepat dibanding planet Mars, sehingga pada titik tertentu gerakan planet mars di langit seperti berbalik arah padahal gerak bumi inilah yang sebenarnya menyalip planet mars pada garis edarnya masing masing.



Fixed Starry Background

East

West



Okultasi

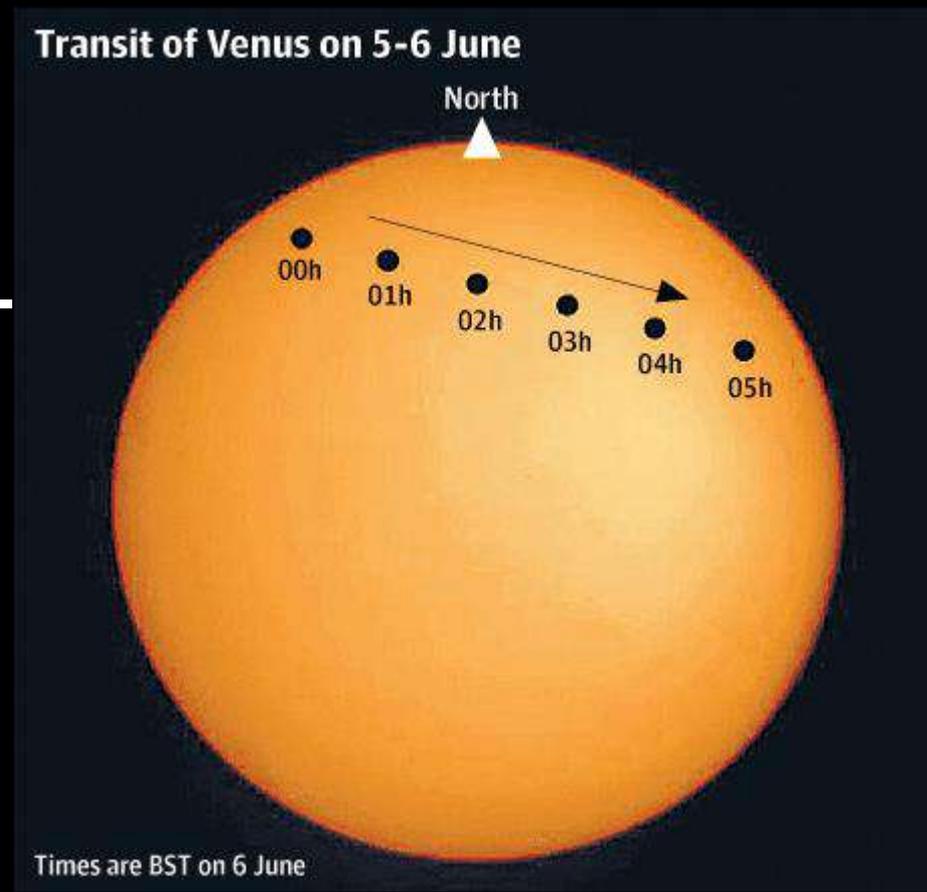
- Okultasi adalah fenomena langit saat suatu objek langit yang berdiameter tampak besar menutupi (melintas di depan) objek langit yang berdiameter tampak lebih kecil.



Okultasi Venus di balik
"permukaan" bulan-18 sept
2017

Transit

- Transit adalah fenomena langit saat suatu objek langit yang berdiameter tampak kecil menutupi (melintas di depan) objek langit yang berdiameter tampak lebih besar.



**Transif Venus pada
"permukaan" matahari-5 juni
2015**

Gerhana

- Gerhana adalah fenomena langit saat suatu objek langit yang menutupi (melintas di depan) objek langit yg berdiameter tampak sama atau hampir sama.



**Gerhana matahari -9 Maret
2016**

Merkurius

- Dimensi
- Rotasi/Revolusi
- Gravitasi
- Kecepatan Lepas
- Keberadaan Atmosfir

Pertanyaan

- Venus : Kenapa dikenal sebagai bintang fajar?
- Atmosfir merkurius dan gravitasi bumi?
- Akibat transit dan okultasi?