



Astronomi

Sabar Nurohman

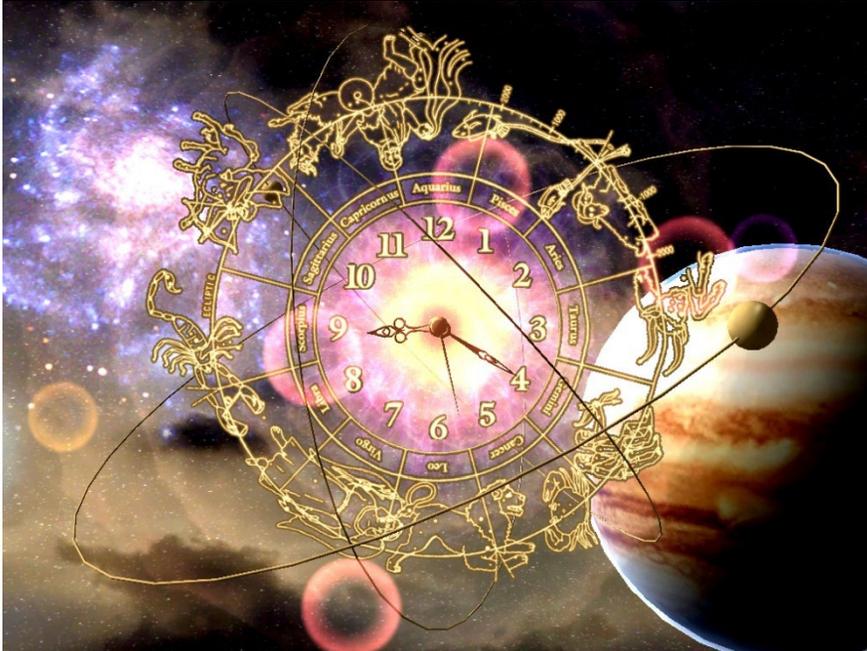
Prodi Pendidikan IPA FMIPA UNY

Dafatar Isi

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



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

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.

Bintang Timur

Manfaat Astronomi:

1. Penunjuk Waktu:

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

2. Penunjuk Arah:

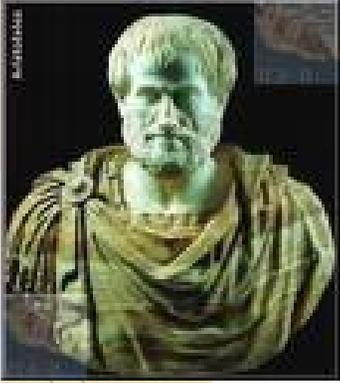
Perhitungan/Patokan Arah bagi para nelayan tradisional. Dipakai terutama pada malam hari, dengan berpatokan pada rasi bintang.

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.



Sejarah singkat pemikiran manusia tentang bumi dan langit

- Abad VI SM, pemikir Yunani kuno (Aristoteles, 35 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.



Lanjutan: Sejarah...

- 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.



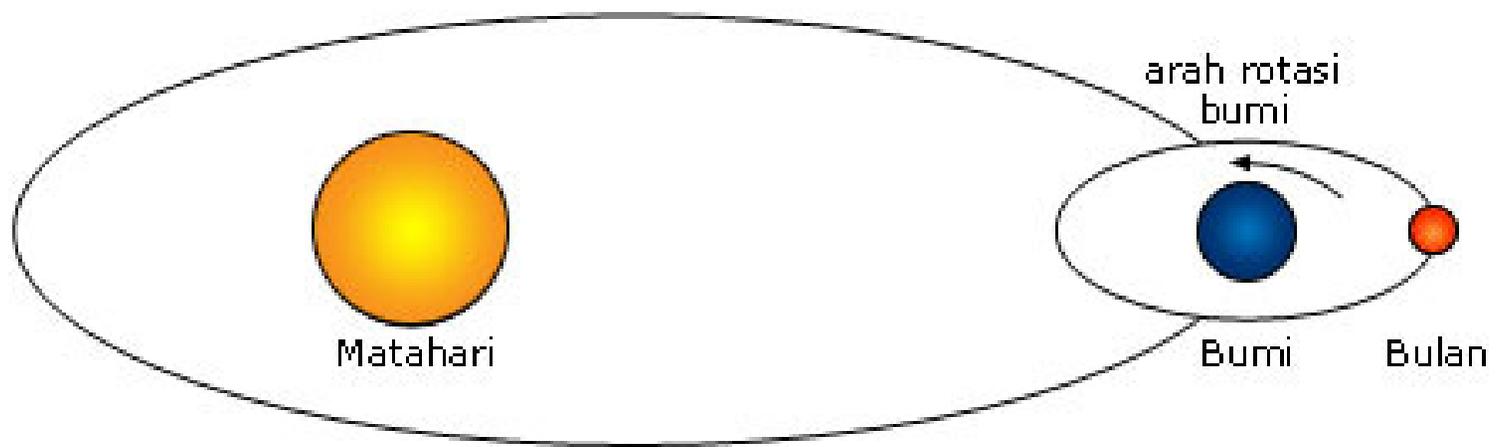
Bumi dan Gerak Benda Langit

- 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

- Bumi kita berputar seperti gasing. Gerak putar Bumi pada sumbu putarnya ini dinamakan gerak rotasi.
- Untuk menyelesaikan satu putaran (satu periode rotasi), dibutuhkan waktu 23 jam 56 menit 4.1 detik. Gerak rotasi Bumi inilah yang menyebabkan terjadinya siang dan malam dan pergerakan semu benda-benda langit.

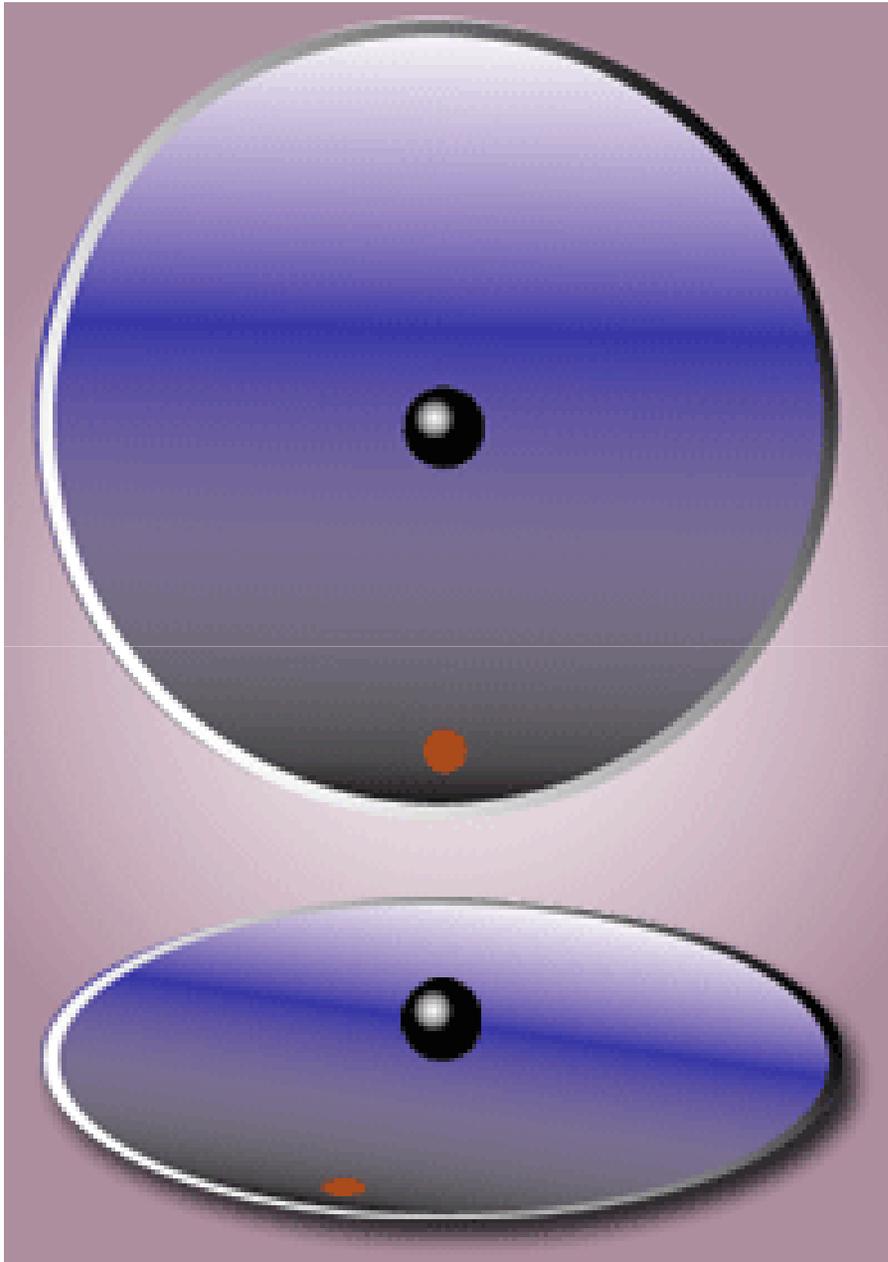
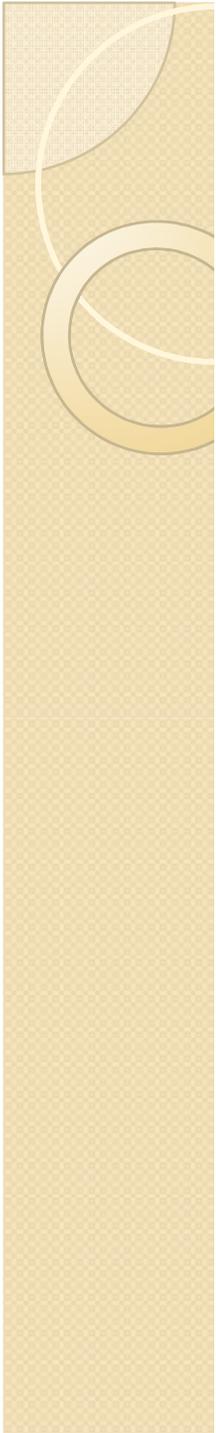


Gambar rotasi bumi yang menyebabkan siang dan malam



Akibat Rotasi Bumi:

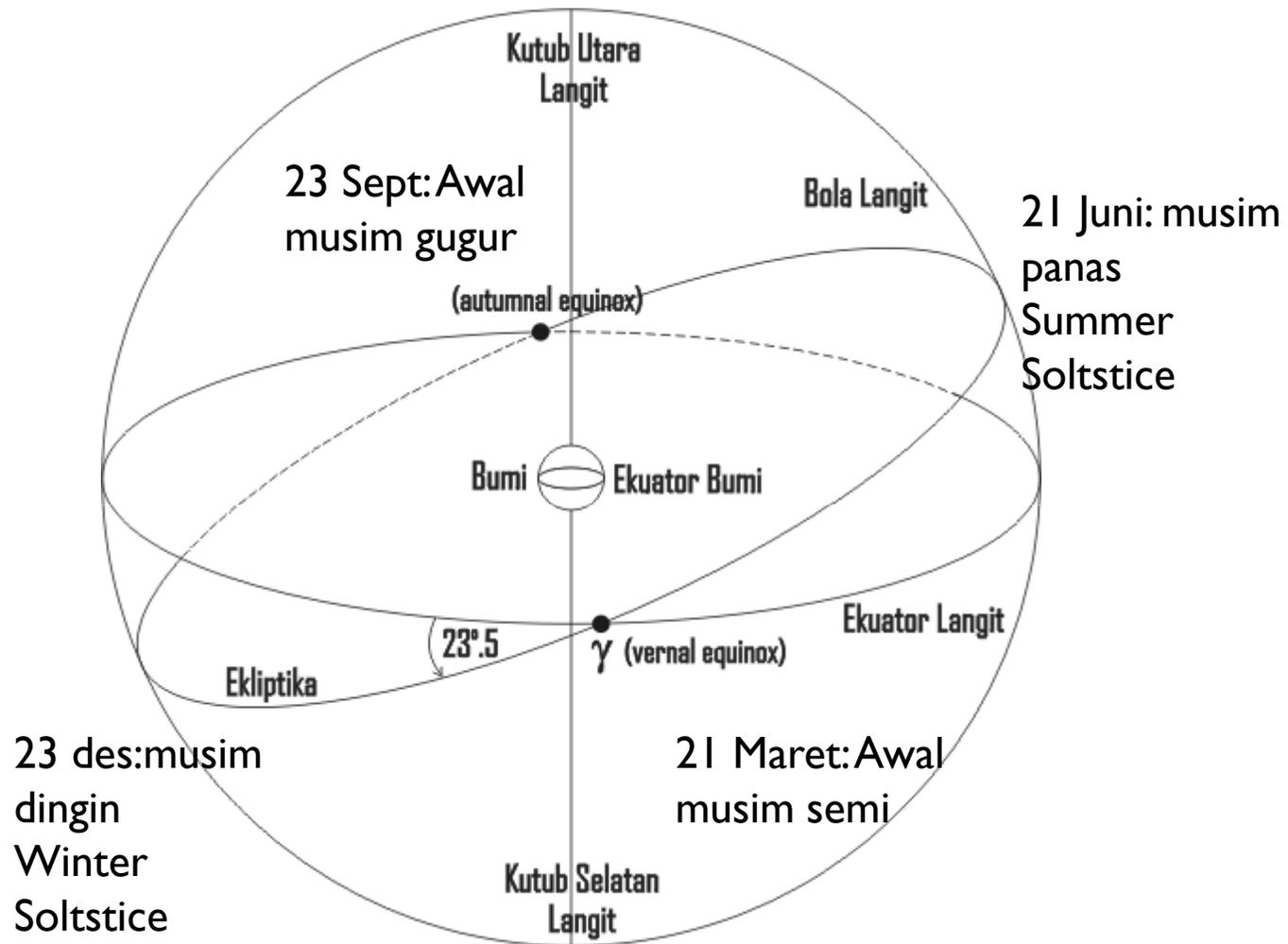
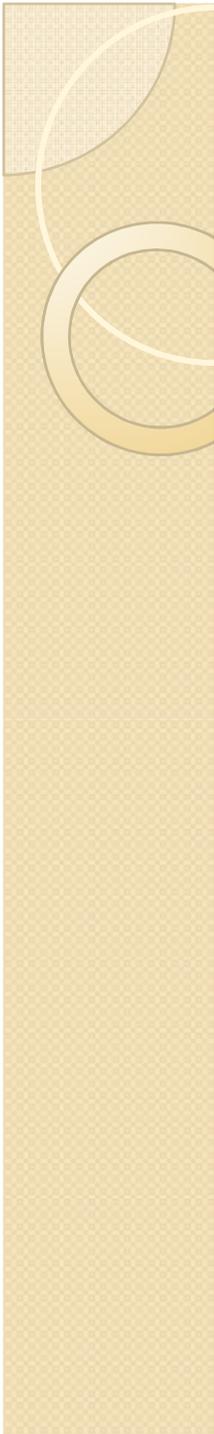
- Gerak harian benda langit dari timur ke barat (terbit di timur, terbenam di barat, dan terjadinya pergantian siang malam).
- Terjadi pepatan bumi di arah kutubnya (momentum sudut lebih besar pada daerah equator)
- Efek coriolis:
 - pada arah angin.
 - Perubahan arah ayunan bandul.
 - Perubahan arah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





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.

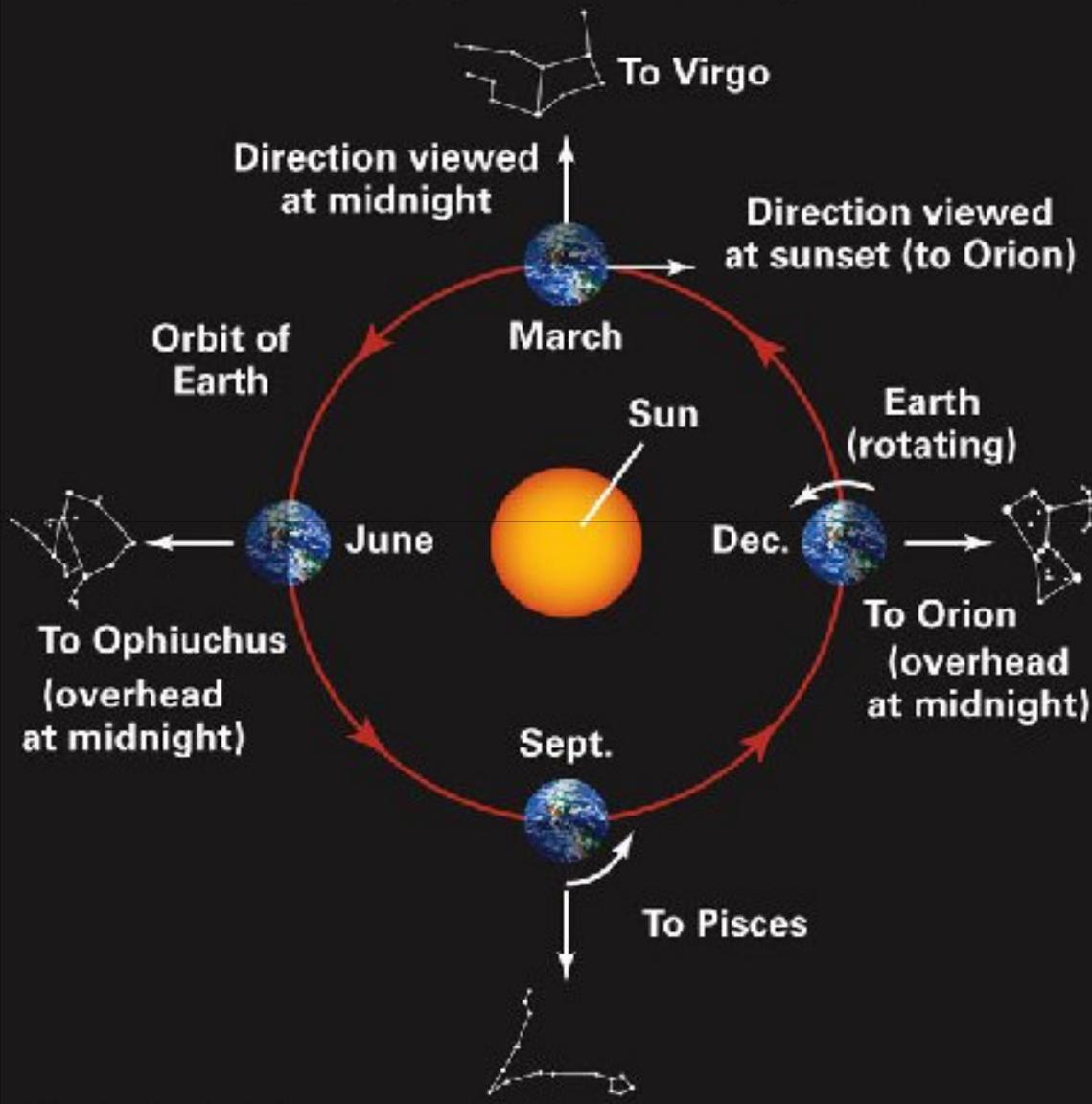




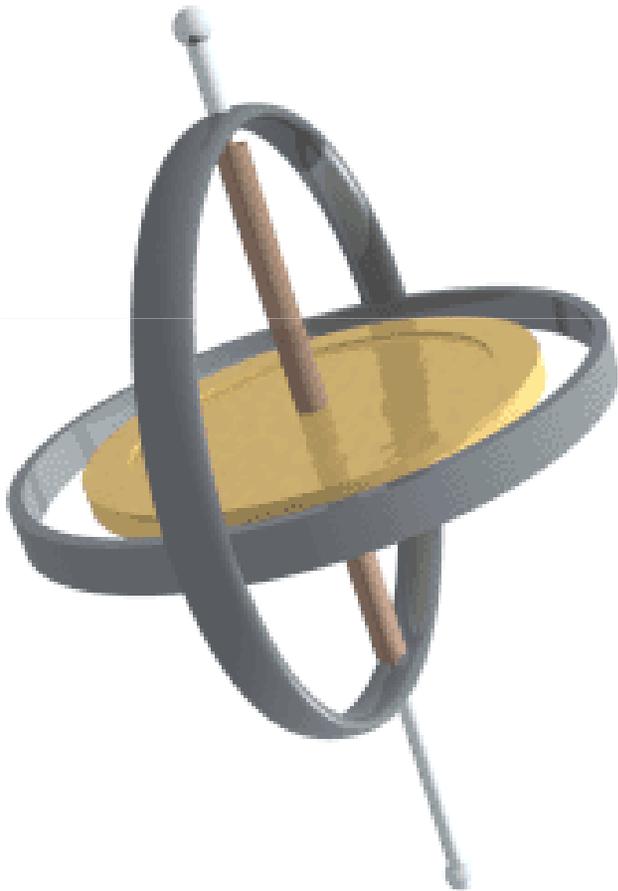
Akibat Revolusi Bumi :

- 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

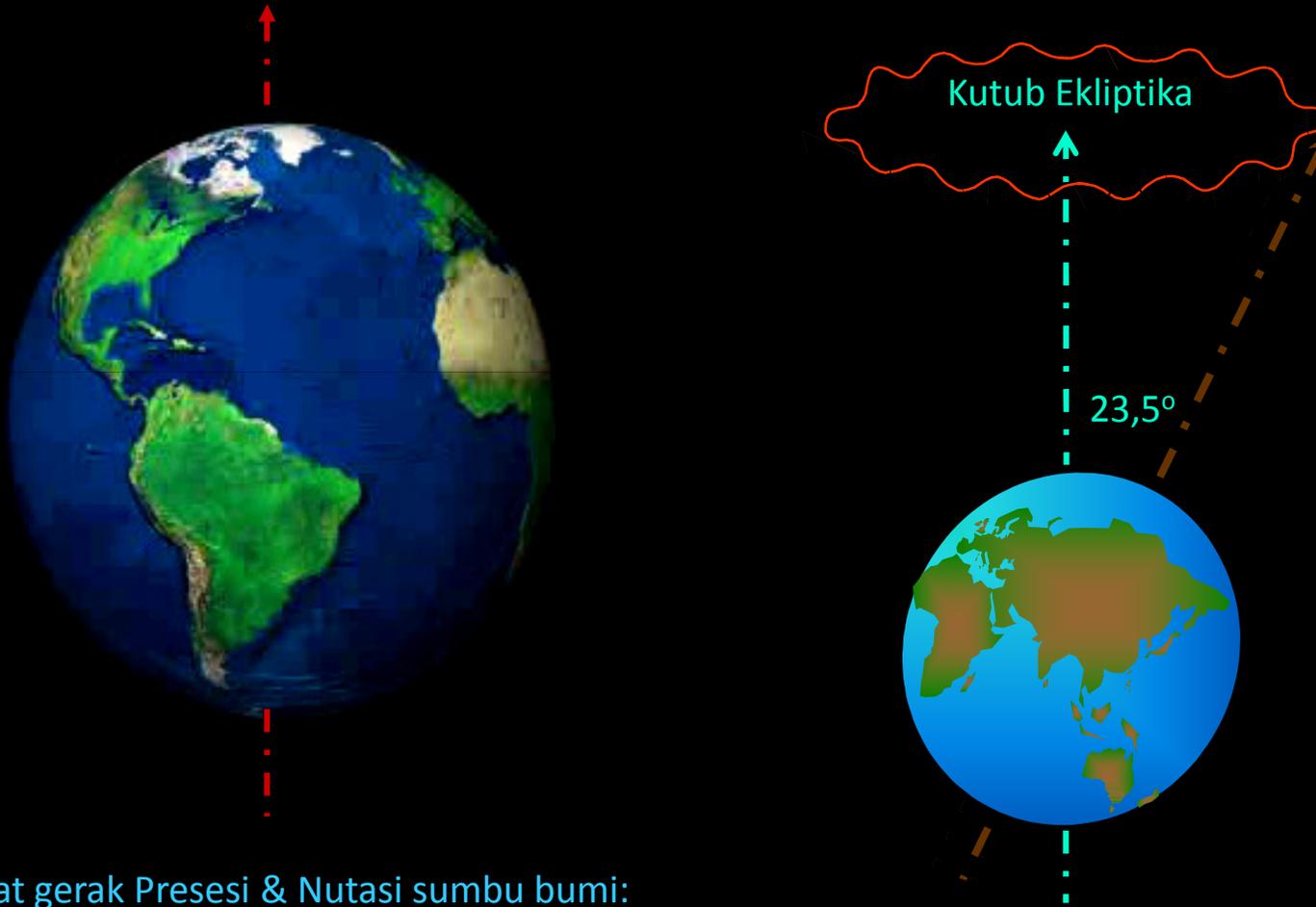


Gerak Presesi



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

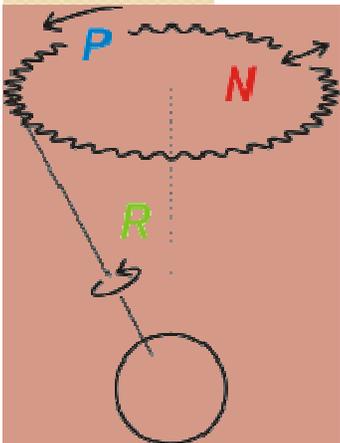
GERAK PRESESI (GERAK GASING) SUMBU BUMI
PERIODE PRESESI (LINGKARAN PENUH) = 26.000 TAHUN
DAN NUTASI (GELOMBANG KECIL) = 19 TAHUN



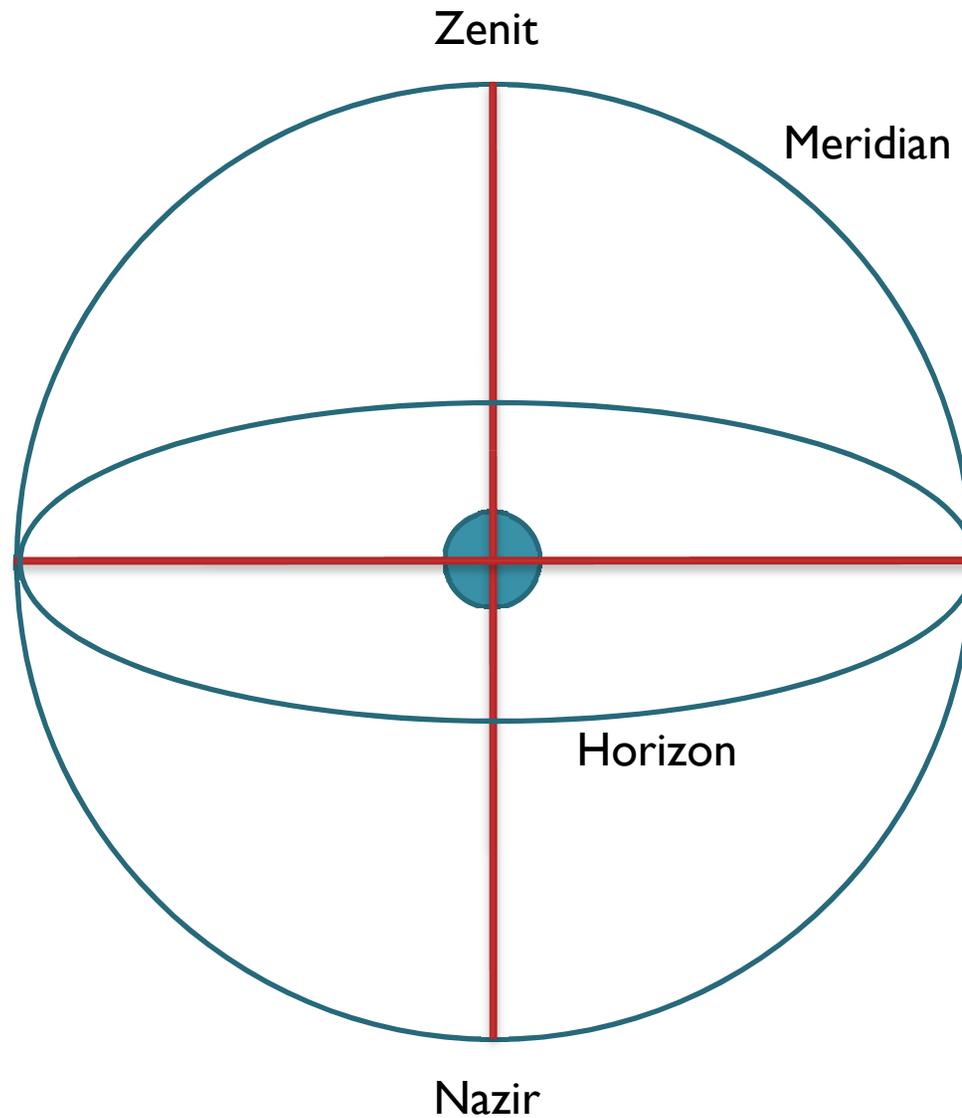
Akibat gerak Presesi & Nutasi sumbu bumi:
pergeseran titik Hammal(titik Aries) ke arah barat (mundur) sekitar 50" /tahun

Gerak Nutasi

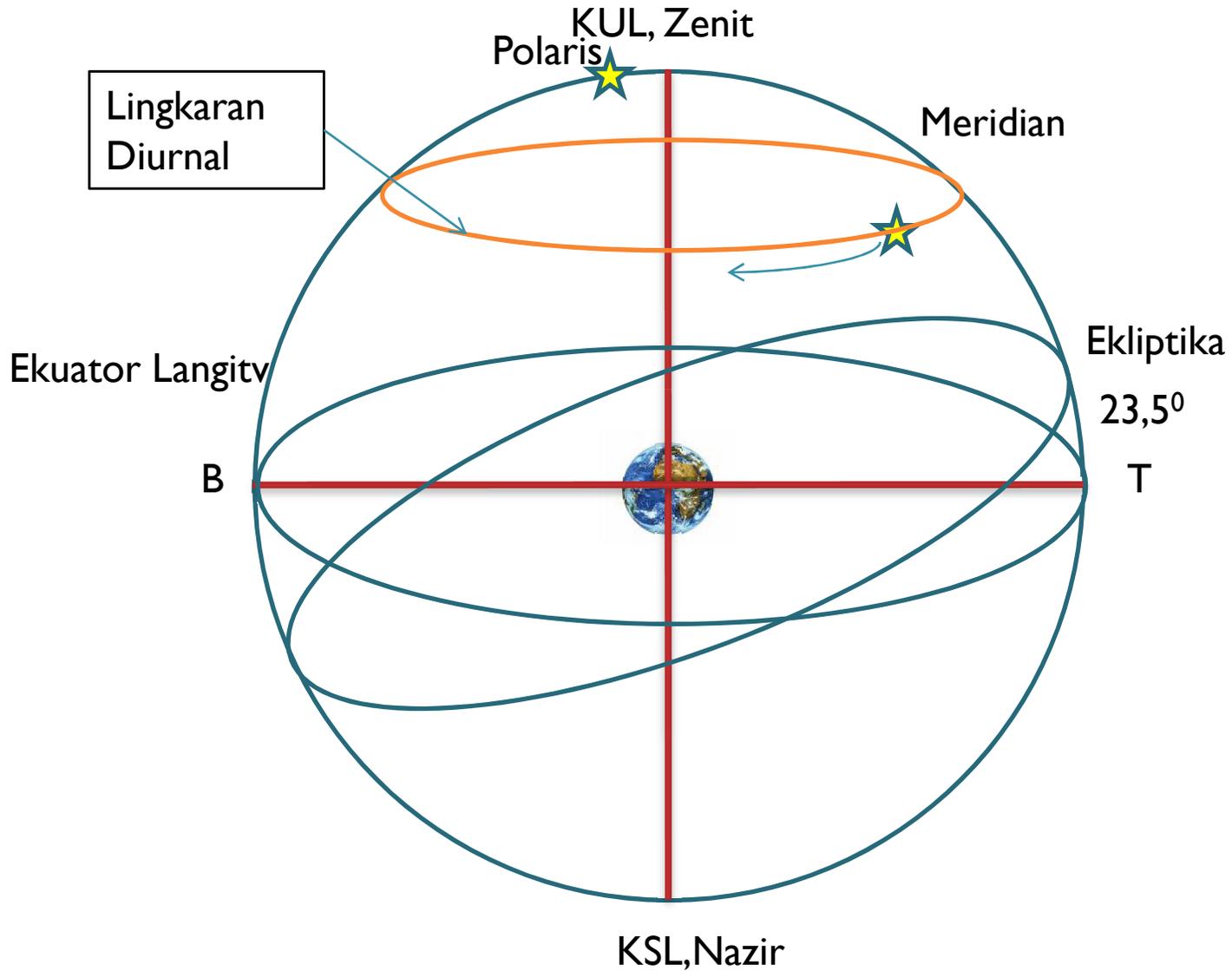
- Lingkaran gerak presesi bumi tidak mulus, melainkan bergelombang dengan periode gerak gelombangnya 19 tahun.
- Gerak nutasi terjadi akibat pengaruh bulan yang berusaha menarik bumi ke bidang orbit bulan.
- Bidang orbit bulan miring $5^{\circ} 12'$ terhadap ekliptika.



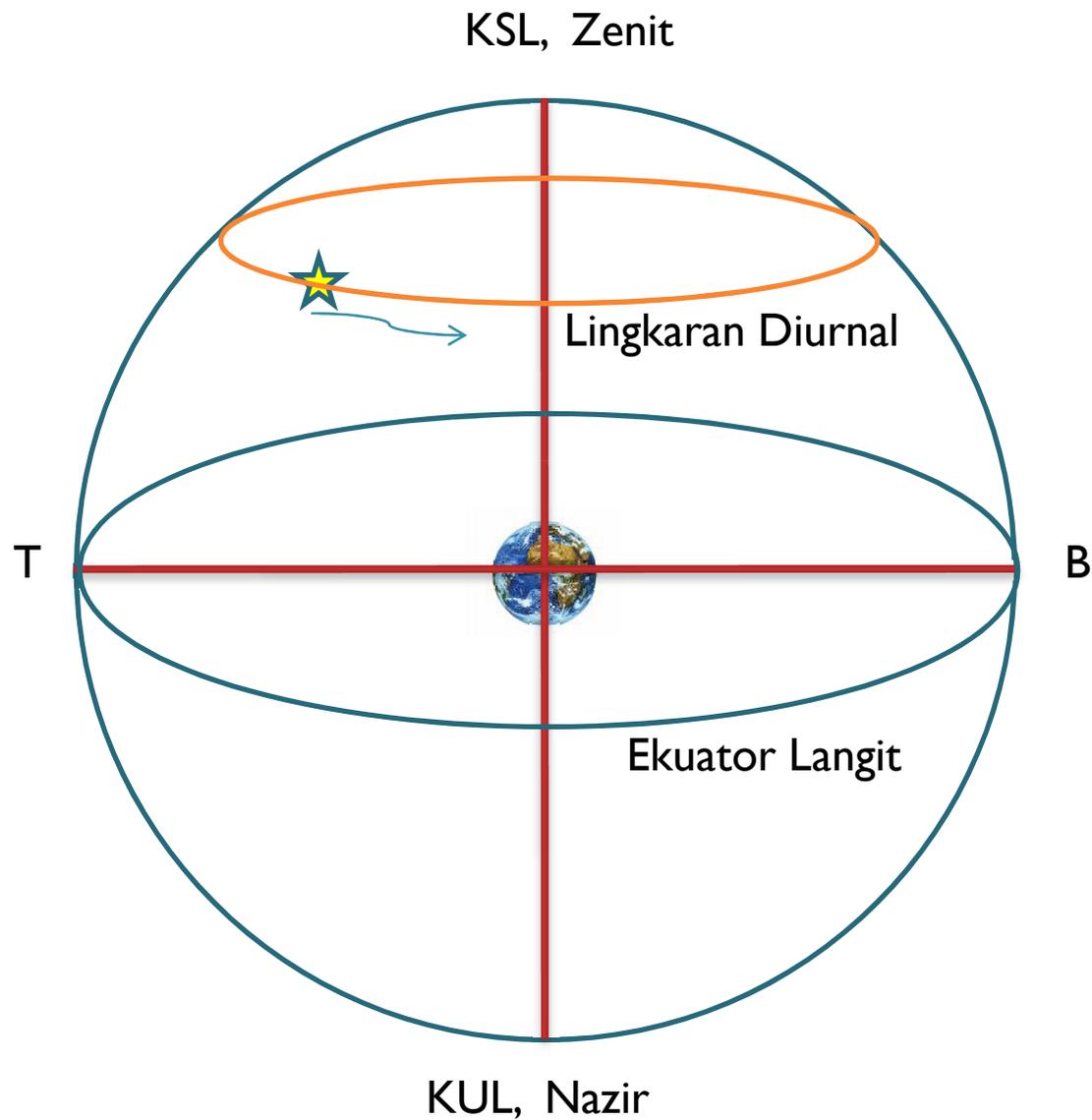
Kedudukan dalam Bola Langit



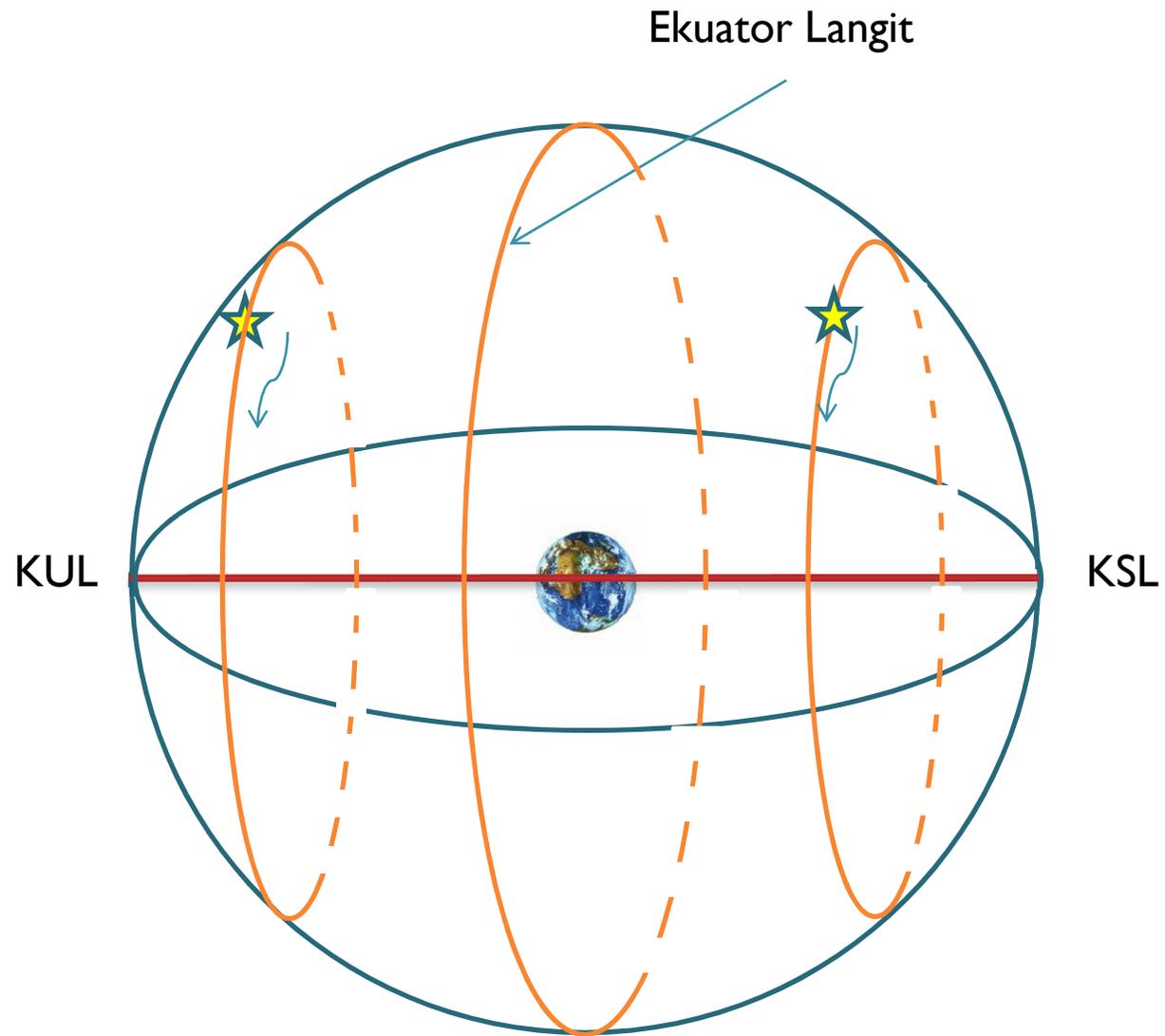
Pengamat di Kutub Utara



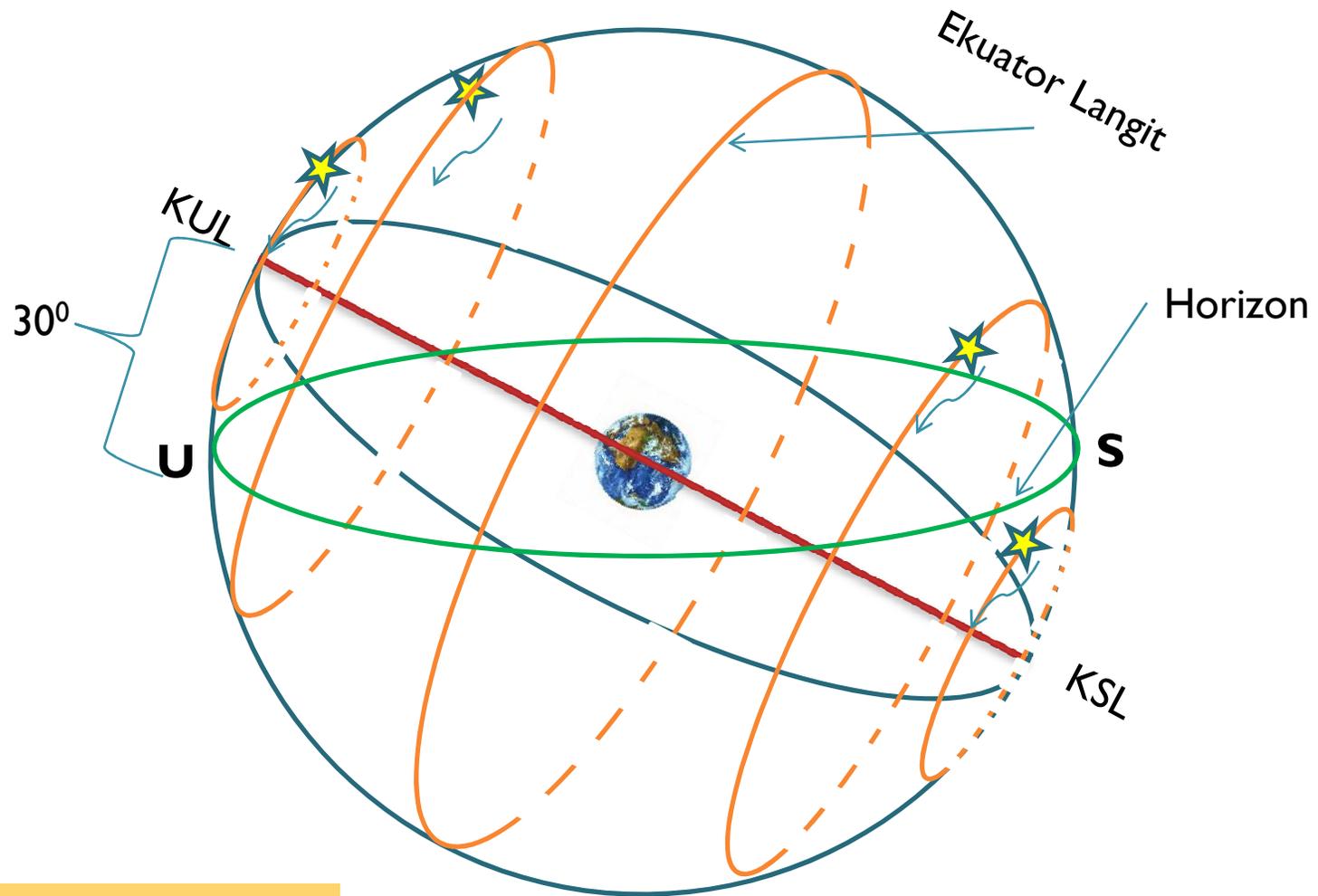
Pengamat di Kutub Selatan



Pengamat di Ekuator



Pengamat di Lintang Antara



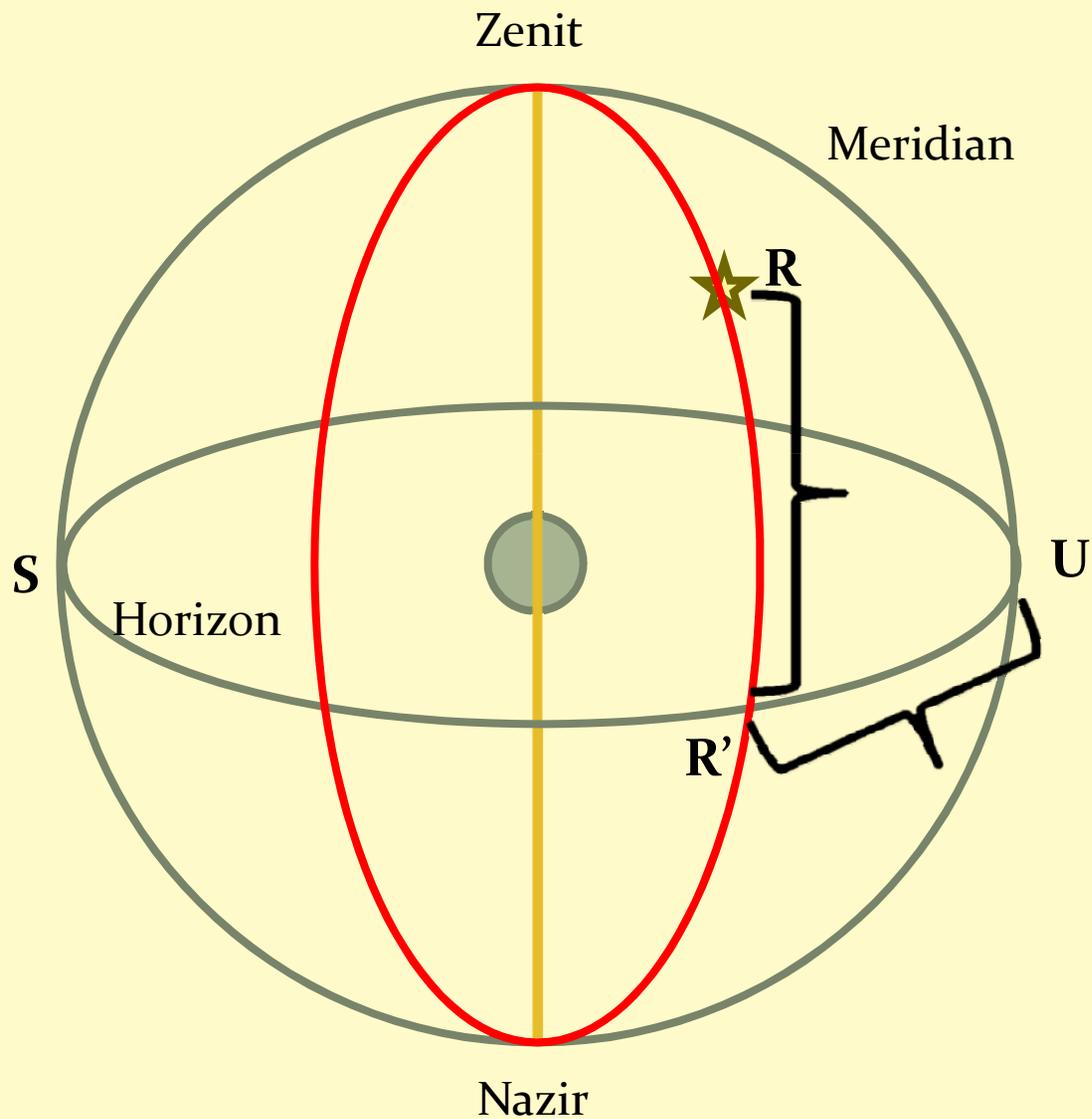
Pengamat Berada pada posisi 30° lintang utara

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:

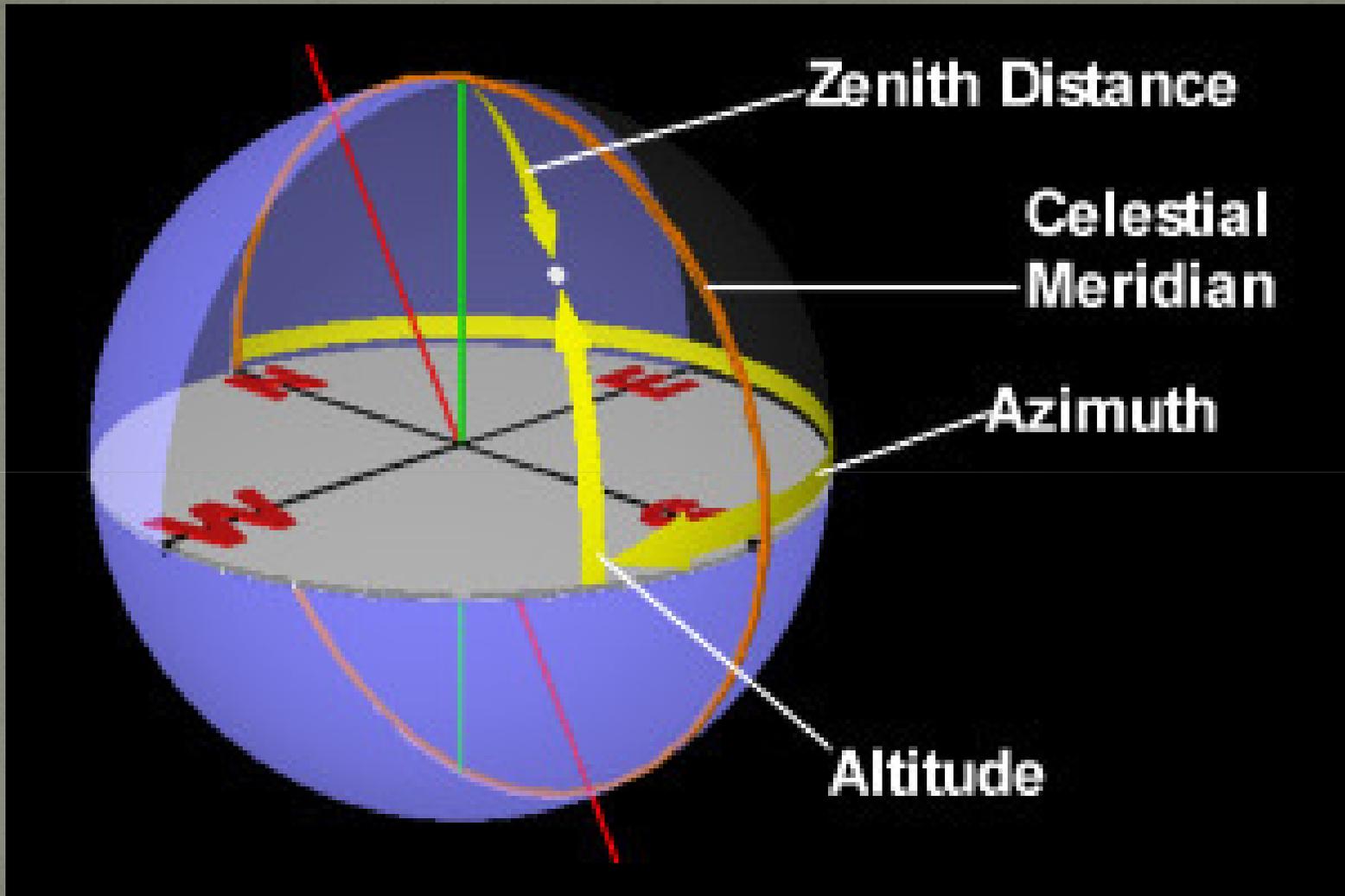
R : Kedudukan Bintang

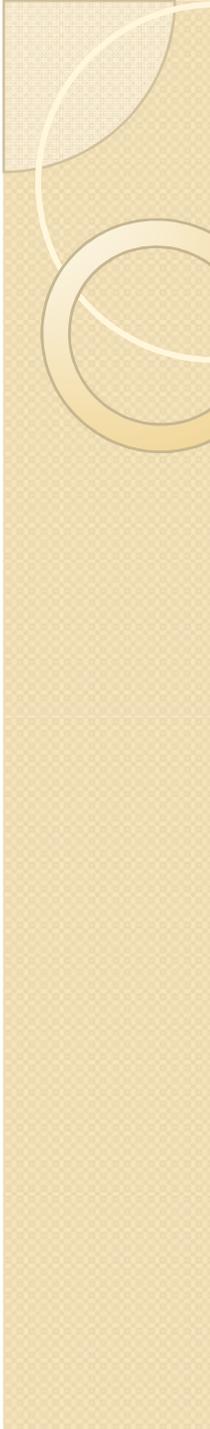
RR' : Tinggi Bintang
(t)/Altitud

UR' : Azimuth (A)

RZ : Jarak Zenit (Z)

$Z = 90^\circ - t$



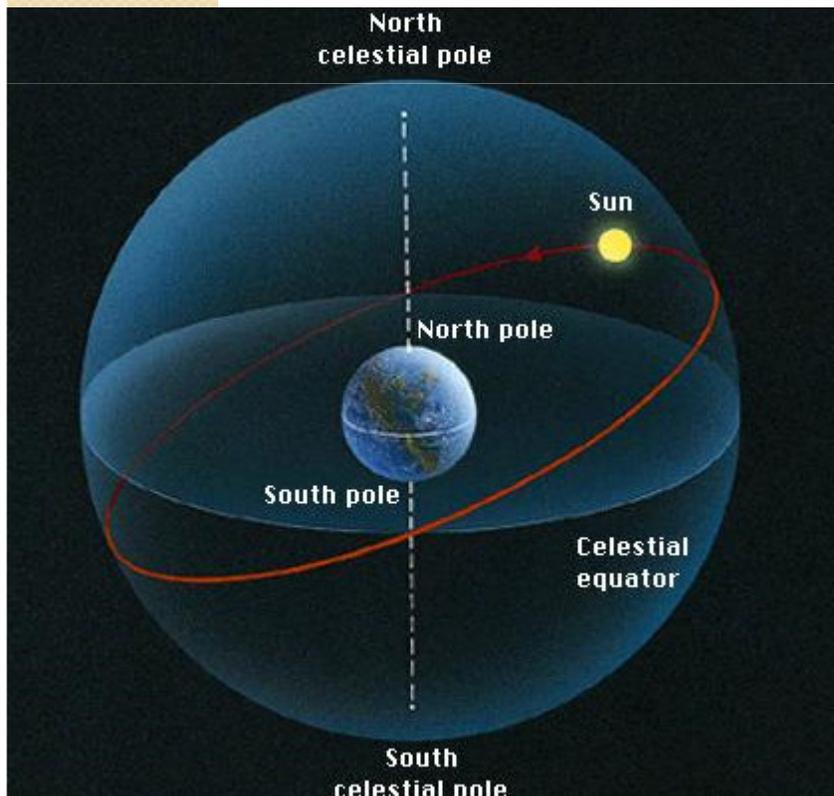


Kelemahan Koordinat Horizon:

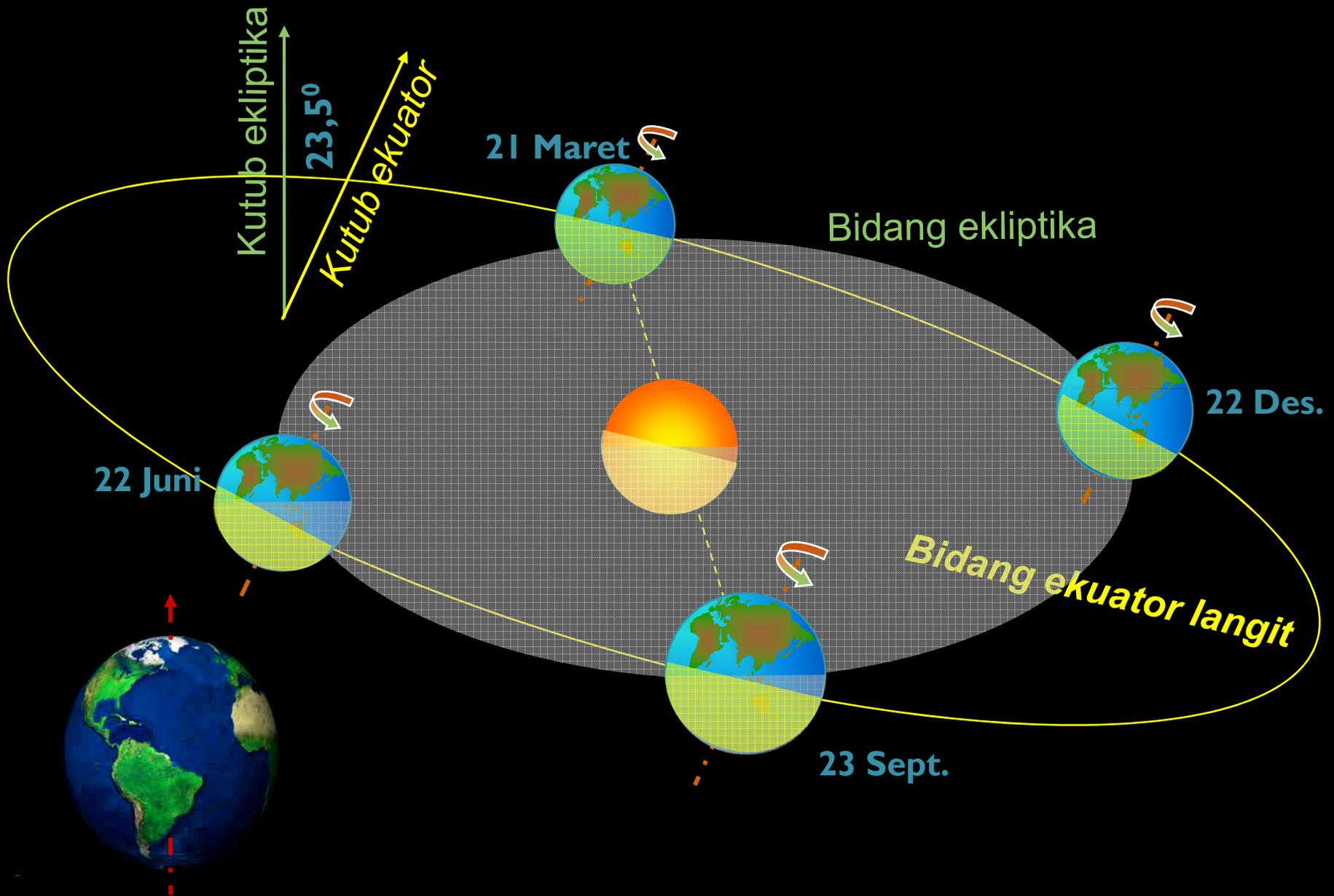
- Tinggi bintang t selalu berubah (bersifat sesaat),
- Kedudukan Horozon tergantung pada letak geografis pengamat

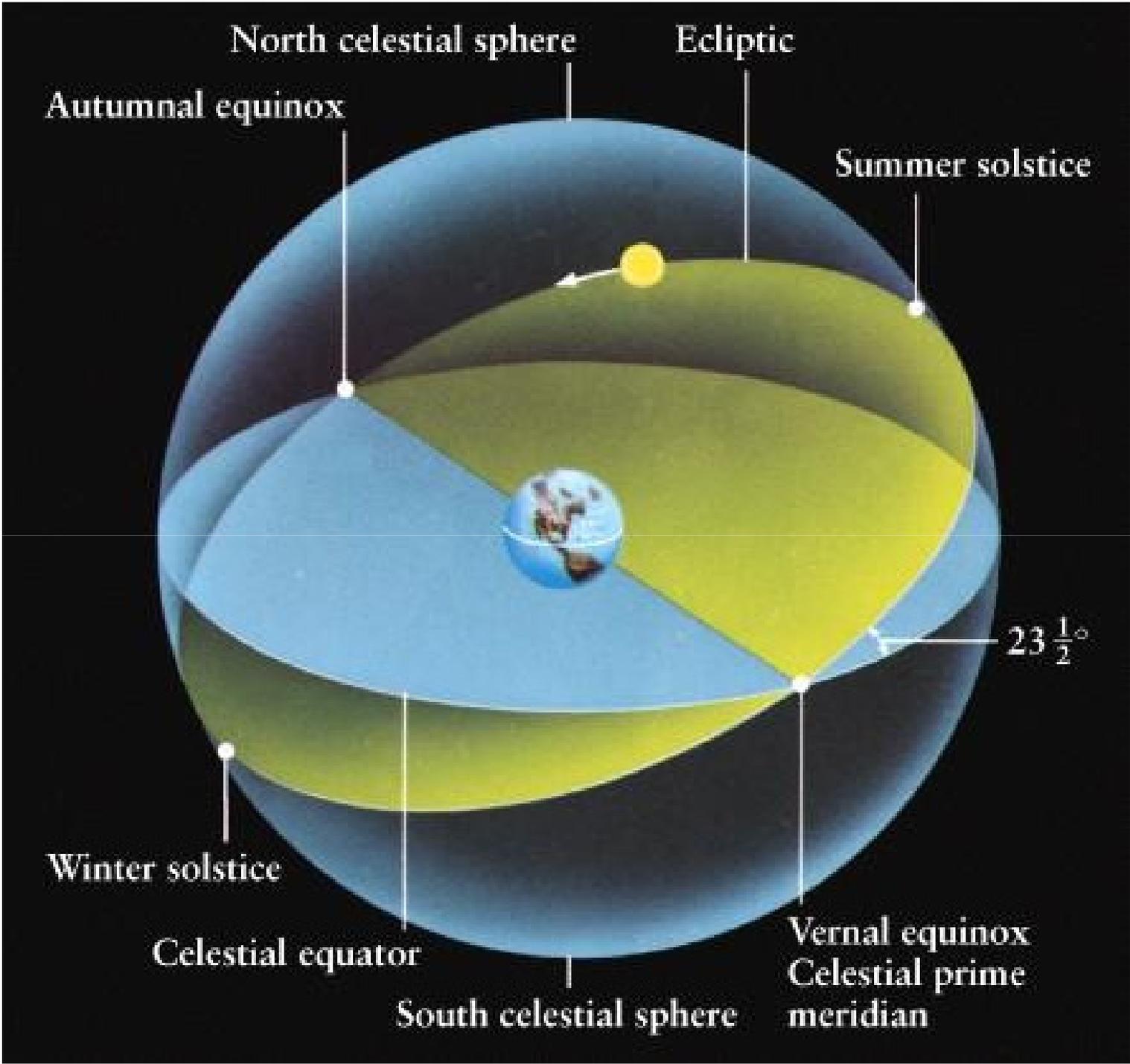
Tata koordinat Ekliptika

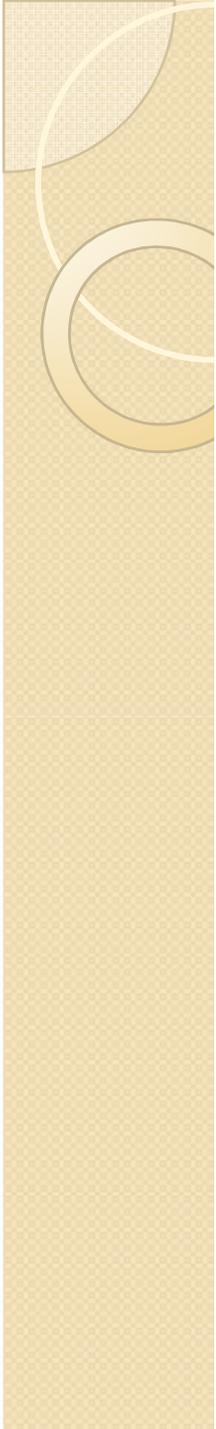
- Ekliptika merupakan lingkaran besar yang merupakan jalur pergerakan matahari pada bola langit selama satu tahun.



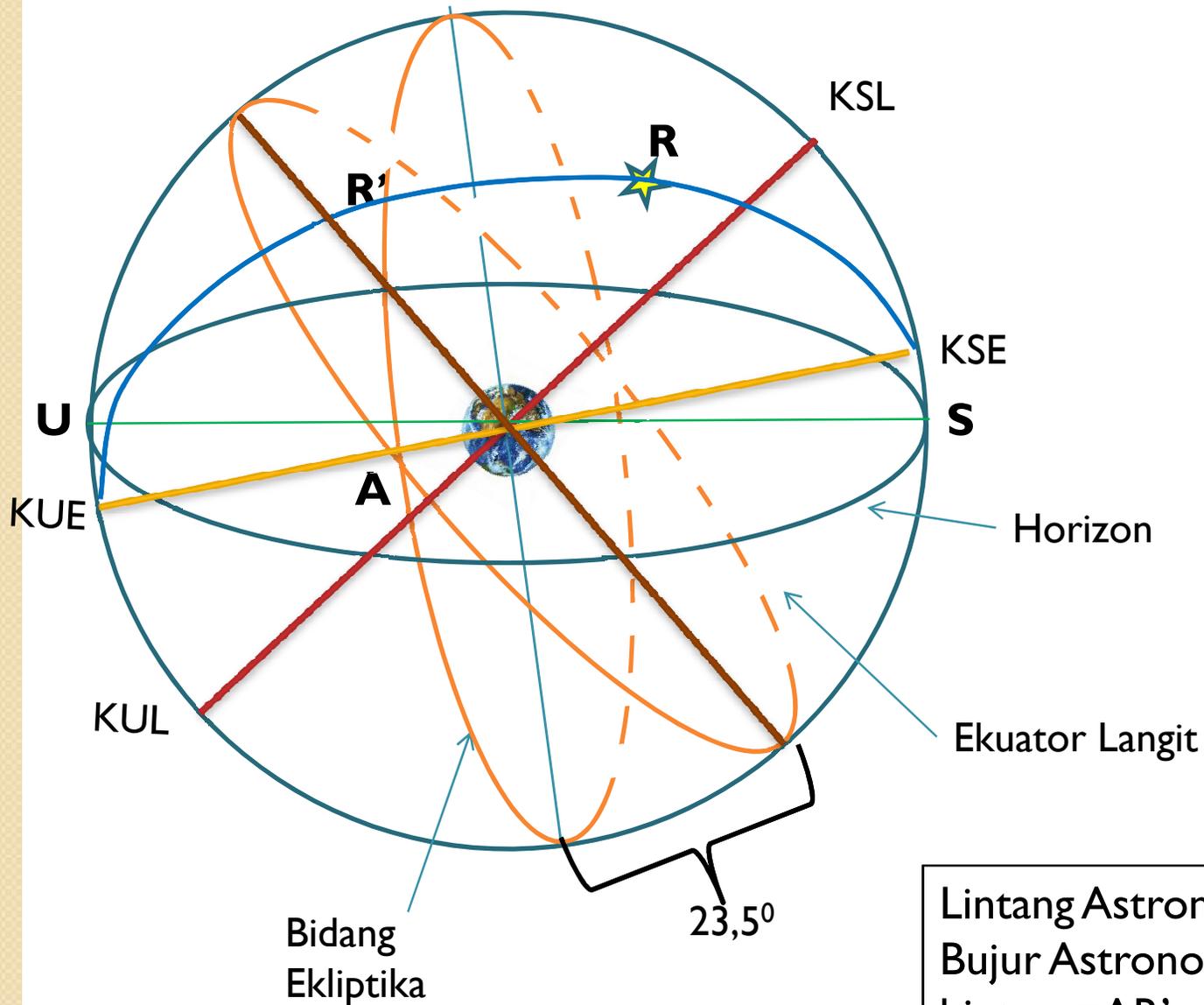
Gerak revolusi bumi mengitari matahari (gerak tahunan bumi)
Periode = 365,25 hari





- 
- Koordinat ekliptika terdiri dari:
 - Bujur Astronomis Bintang (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)

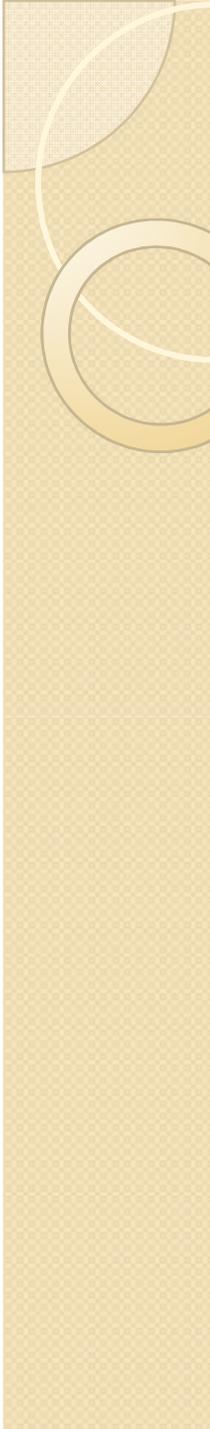
Posisi bintang dalam koordinat EKliptika



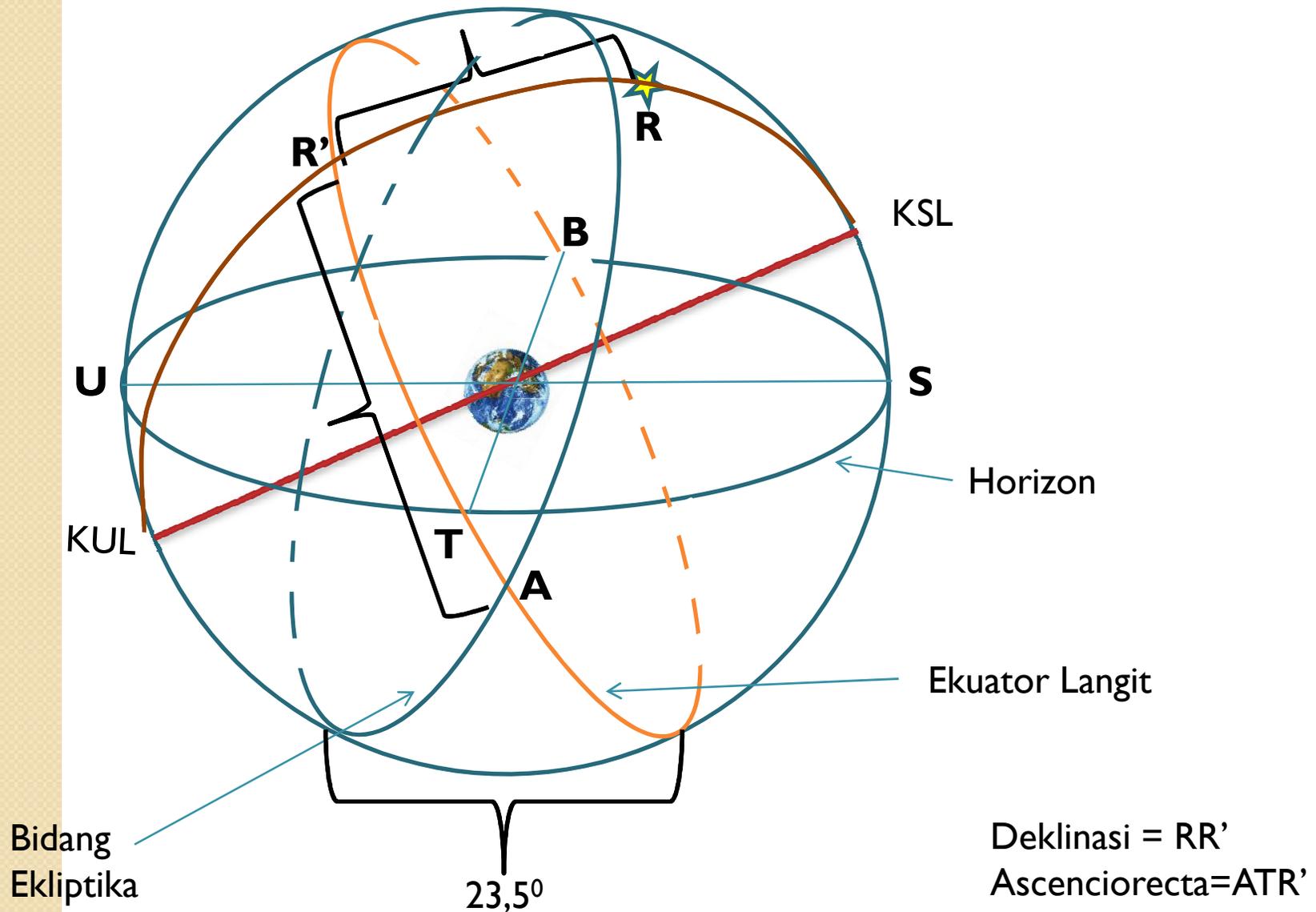
Lintang Astronomis = RR'
Bujur Astronomis bintang = AR'

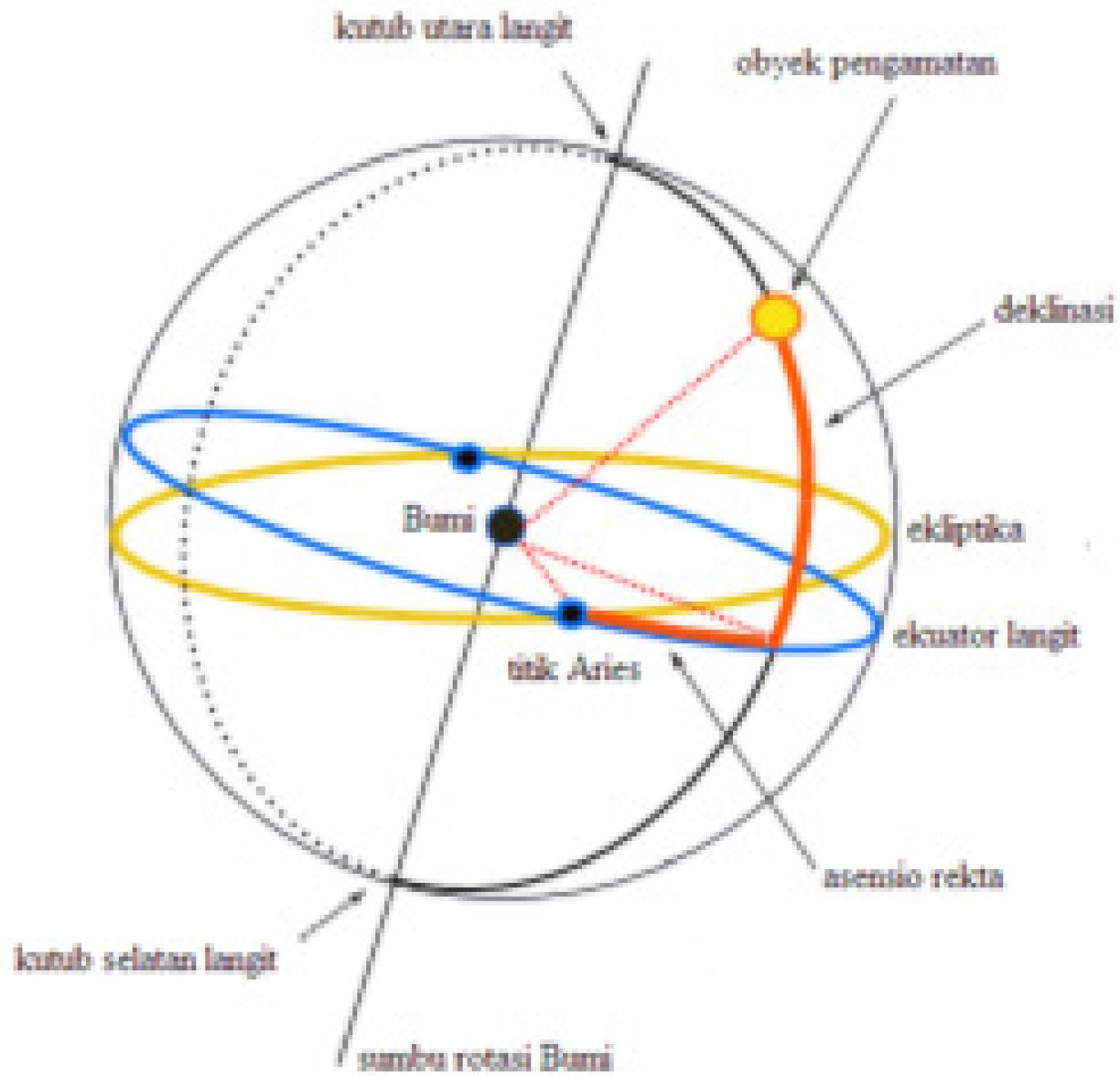
Tata Koordinat Ekuator

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

- 
- *Ascencio recta* dinyatakan dalam jam (h) atau derajat.
 - $1 \text{ h} = 15^\circ$

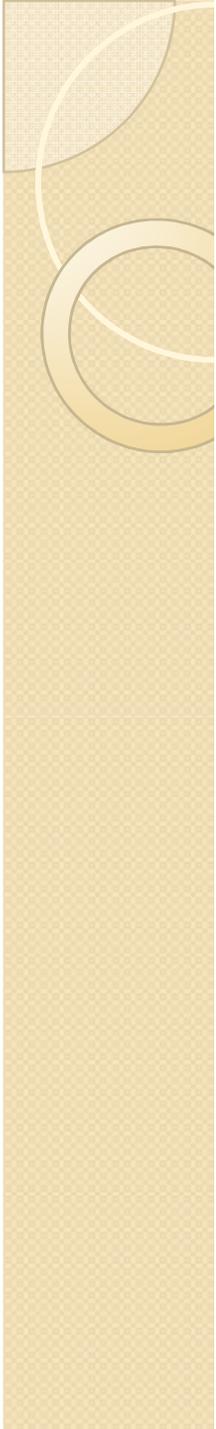
Posisi bintang dalam koordinat Ekuator





Penentuan Waktu

- Penentuan waktu yang digunakan dalam aktivitas manusia bersumber pada dua fenomena gerak:
 - Hari : ditentukan berdasarkan rotasi bumi
 - 1 kali rotasi dibagi menjadi 24 jam, satu jam dibagi dalam 60 menit, dan satu menit dibagi dalam 60 detik
 - Tahun : ditentukan berdasarkan periode revolusi bumi mengelilingi matahari.
 - 1 kali revolusi dibagi dalam 12 bulan (terdiri dari 4 musim).



Waktu sideris dan waktu surya

- Ada tiga jenis perhitungan waktu:
 - Waktu Vernal equinox (VE) atau titik aries
 - Waktu Surya nampak (waktu surya benar),
 - Waktu Surya rerata



Waktu Surya Benar (h)

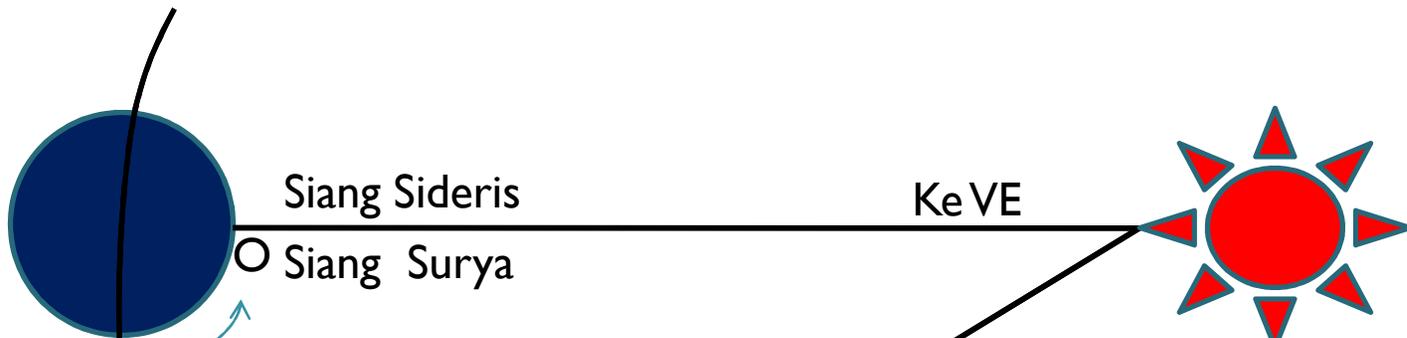
- Waktu surya benar ditentukan oleh kedudukan sebenarnya matahari di bola langit
- Hari surya benar dimulai ketika matahari mencapai meridian bawah, sehingga saat itu waktu surya benar menunjukkan pukul 0.00
- Satu hari surya benar dibagi dalam 24 jam

Waktu Sideris (θ)

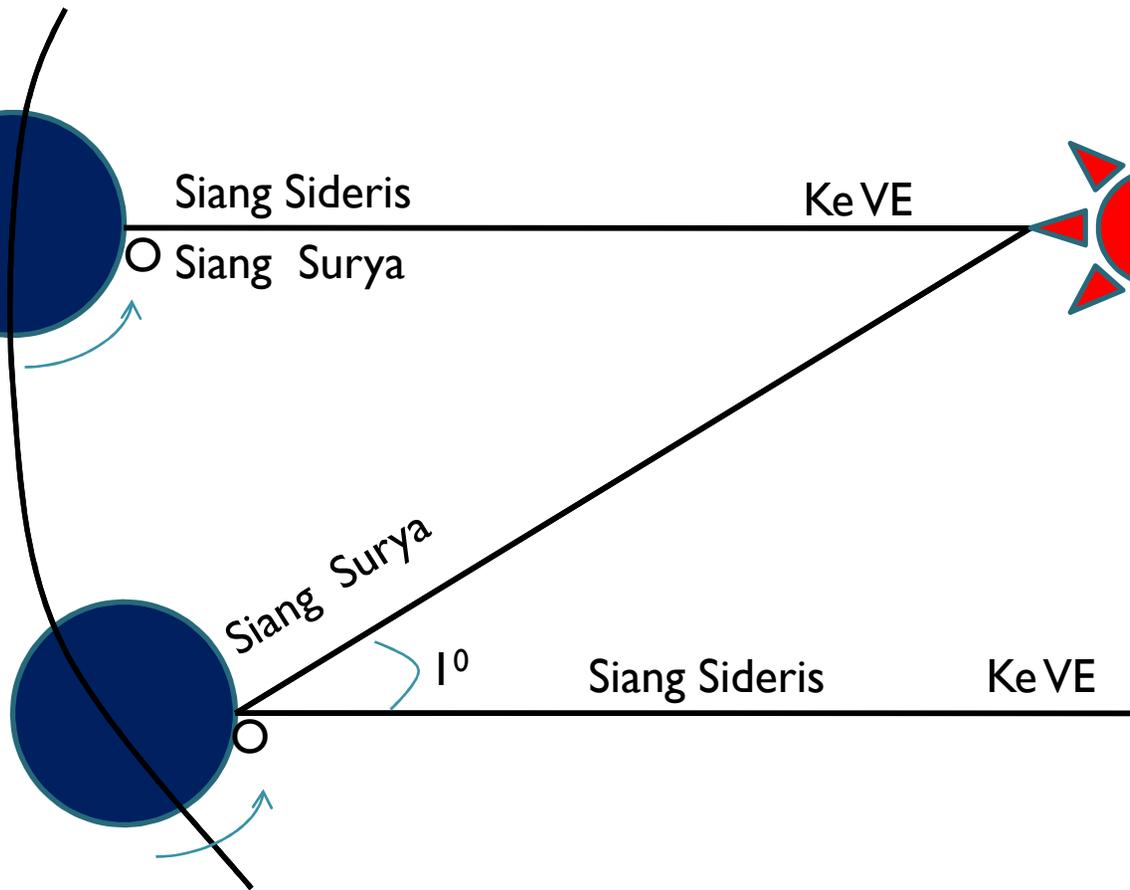
- Waktu yang menggunakan vernal Equinox/titik aries sebagai acuannya
- Satu hari sideris= 23 jam, 56 menit, 4,091 detik



21/03

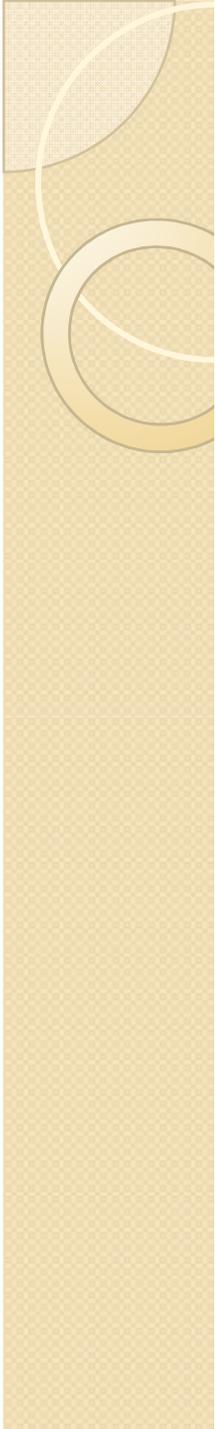


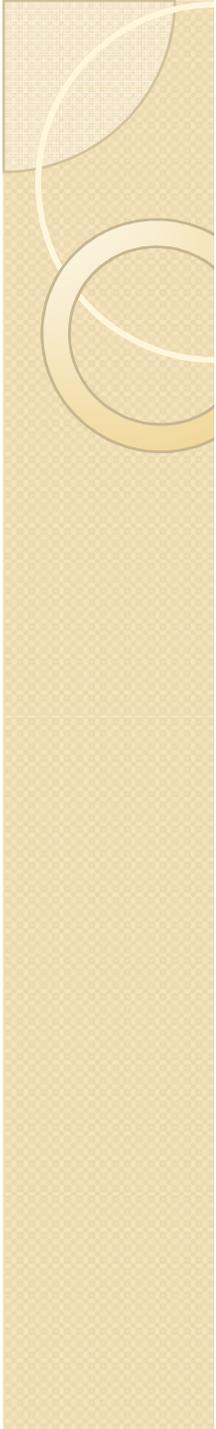
22/03



- 
- Gambar bag. Atas memperlihatkan posisi bumi tanggal 21 maret. Saat itu matahari berada pada posisi yang sama dengan VE
 - Saat itu siang sideris bersamaan dengan siang surya menurut pengamat di O
 - Setelah bumi berotasi satu putaran penuh, maka titik O kembali menghadap VE
 - Namun pada saat yang sama, bumi telah berevolusi terhadap matahari dan berpindah posisinya terhadap matahari.

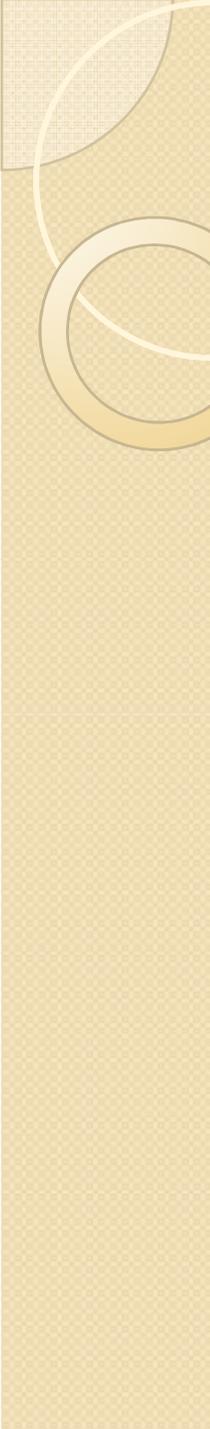
- 
- Pada posisi ini (setelah bumi berputar satu kali), bumi telah mencapai siang sideris (VE melewati meridian pengamat di O)
 - Namun siang surya belum terjadi, bumi masih harus berotasi sekitar $360^{\circ} / 365,25$ atau kurang dari sekitar 1° agar mencapai siang surya.
 - Bumi berotasi 15° dalam satu jam, atau 1° dalam 4 menit, maka hari sideris lebih pendek 4 menit daripada hari surya.

- 
- Waktu sideris akan kembali sama dengan waktu surya pada Tanggal 21 Sept dan setelah itu kembali waktu sideris mendahului waktu surya 2 jam tiap bulan. Sehingga dalam setahun, waktu sideris mendahului waktu surya sebesar 24 jam.



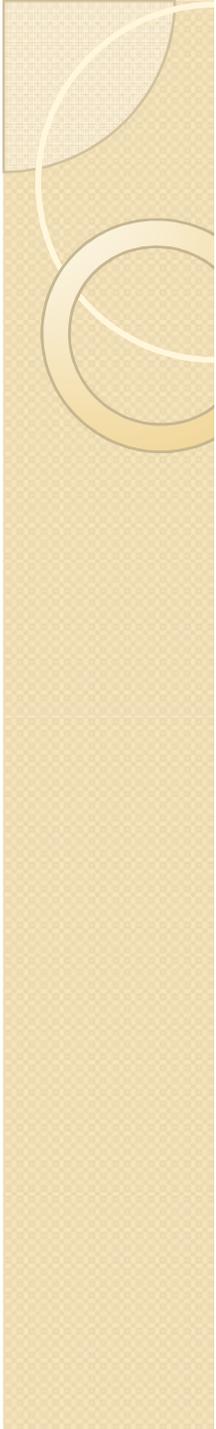
Waktu Surya Rerata

- Waktu surya tidak selalu sama setiap harinya, karena:
 - Orbit bumi berbentuk elips sehingga kecepatan bumi mengelilingi matahari tidak tetap (Hk Kepler II):
 - Pengaruh kemiringan ekliptika



Orbit bumi berbentuk elips sehingga kecepatan bumi mengelilingi matahari tidak tetap (Hk Kepler II):

- Saat bumi berada pada perihelium (bulan januari), kecepatan bumi lebih cepat dari biasanya, waktu surya benar memiliki panjang maksimum.
- Saat bumi berada pada aphelium (bulan juni), gerak bumi lambat, jarak yang ditempuh perhari sangat pendek, sehingga waktu surya benar mencapai panjang minimum

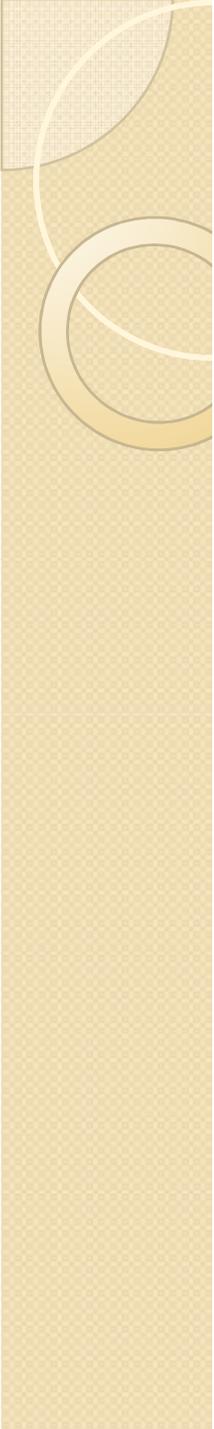


Pengaruh kemiringan ekliptika

- Hari surya benar terpendek pada equinox
- Hari surya benar terpanjang pada titik balik (Soltstice)

Waktu Surya Rerata

- Mengingat panjang surya benar tidak sama setiap hari, maka dibutuhkan satuan yang lebih konsisten
- Waktu Surya Rata-rata: Upaya pengandaian bahwa bumi mengelilingi matahari dengan kecepatan sekitar 1° perhari (360° dalam 365,25 hari)
- Hari surya rerata dimulai saat surya rerata mencapai meridian bawah
- Waktu surya rerata yang melalui bujur pada kota Greenwich (Inggris) disebut Greenwich Mean Time (GMT).



Waktu Standar dan Waktu Daerah

- Waktu surya rerata tiap tempat berbeda-beda sesuai dengan perbedaan bujur.
- Karena rotasi bumi 360° dalam 24 jam, maka setiap perbedaan 15° akan terdapat perbedaan waktu surya rerata 1 jam.
- Karena rotasi dari barat ke timur, maka tempat yang disebelah timur waktunya lebih maju atau ditambahkan dari GMT.

The Changing View of the Night Sky

