

KUMPULAN SOAL & PEMBAHASAN OSK-OSP-OSN-DLL → KOORDINAT BENDA LANGIT

(By. Mariano N.)

1. Seorang pengamat di lintang 0° akan mengamati sebuah bintang yang koordinatnya $(\alpha, \delta) = (16^h 14^m, 0^\circ)$ pada tanggal 2 Agustus. Sejak jam berapa hingga jam berapa pengamat itu bisa melakukan pengamatan?

Jika pengamatan dilakukan di 110° BT (WIB = UT + 7), jam berapakah bintang itu terbit dan terbenam dalam WIB ?

JAWAB :

- ⇒ Karena pengamat ada di lintang 0° , Matahari akan terbit dan terbenam secara tegak lurus horizon dalam waktu tepat 12 jam setiap hari (koreksi refraksi atmosfer dan semidiameter Matahari diabaikan). Hal yang sama berlaku di semua tempat hanya dua hari saja dalam setahun, yaitu di tanggal 21 Maret dan 23 September saja (disebut waktu equinoks – Matahari tepat berada di ekuator). Jadi Matahari terbit jam 6 pagi (jam 06.00) dan terbenam jam 6 sore (jam 18.00).
- ⇒ Karena peredaran semu bintang lebih cepat 4 menit dari peredaran semu Matahari dalam satu hari, maka waktu terbit-terbenam bintang sekitar 12 jam kurang 2 menit hanya terjadi di ekuator saja atau di tempat lain hanya saat equinoks. (kadang-kadang disamakan 12 jam untuk keperluan praktis).
- ⇒ Langkah pertama adalah mencari asensiorekta Matahari. Cara mencari asensiorekta Matahari $(\alpha \cdot)$:

$$\begin{aligned}\alpha \odot &= (\text{selisih hari dengan 21 Maret}) \times \frac{24h}{365,25} \\ &= (\text{selisih hari dengan 21 Maret}) \times 3^m 56^s\end{aligned}$$

Perlu diperhatikan bahwa acuan diambil pada saat 21 Maret, yaitu ketika Matahari tepat berimpit dengan titik Aries, dan setiap hari Matahari bergeser sejauh (terlambat) sekitar $3^m 56^s$ terhadap titik Aries sehingga α -nya positif (ingat bahwa menghitung asensiorekta ke arah 'belakang' titik Aries), dan juga ini hanya nilai rata-rata saja karena kecepatan Bumiketika mengelilingi Matahari berbeda karena lintasan orbit Bumi yang elips, sehingga 'lebih aman' jika mengambil ketelitian sampai satuan menit saja (perubahan $\alpha \cdot = 4$ menit/hari) .

- ⇒ Jadi pada tanggal 2 Agustus (selisih , $\alpha \cdot = 134 \times 24/365,25 = 8^j 48^m$)
- ⇒ Selisih asensiorekta Matahari dengan bintang menyatakan selisih waktu terbit dan selisih waktu terbenam, yaitu : $16^h 14^m - 8^j 48^m = 7^j 26^m$
- ⇒ Yang lebih dulu terbit Matahari atau bintang? Jawabannya adalah semakin kecil asensiorekta maka benda itu yang lebih dulu terbit. Jadi lebih dulu terbit Matahari.
- ⇒ Maka bintang akan terbit pukul $06.00 + 7^j 26^m = 13.26$

- ⇒ Karena waktu terbit-terbenam bintang di ekuator 12 jam kurang 2 menit, maka bintang terbenam setelah : $13.26 + 11.58 = 25.24 = 01.24$
- ⇒ Jadi bintang terbit pukul 13.26 dan terbenam pukul 01.24
- ⇒ Tetapi yang ditanya dalam soal bukan waktu terbit dan terbenam bintang, tetapi kapan bintang bisa diamati. Tentu saja bintang akan bisa diamati jika langit sudah gelap, atau Matahari sudah terbenam, yaitu setelah pukul 18.00, jadi pengamatan bintang adalah dari pukul 18.00 – 01.24.
- ⇒ Tetapi dalam kenyataan sebenarnya, bintang tidak mungkin diamati pada pukul 18.00, mengapa? Karena pukul 18.00 belum benar-benar gelap – disebut senja. Jika kita ingin memperhitungkan senja, maka perlu mengetahui kapan langit benar-benar gelap.
- ⇒ Dalam astronomi, dikenal 3 jenis senja atau fajar (diistilahkan dengan : twilight), yaitu :
 - 1) Civil twilight → Kondisi langit masih cukup terang untuk manusia melakukan aktivitasnya di luar rumah, batasnya ketika Matahari berada 6° di bawah horizon
 - 2) Nautical twilight → Kondisi langit cukup gelap untuk dapat mengamati bintang-bintang yang terang tetapi kondisi langit masih cukup terang untuk dapat mengamati horizon. Biasanya digunakan oleh pelaut untuk menentukan tinggi bintang untuk keperluan navigasi. Batasnya ketika Matahari berada 12° di bawah horizon ($-6^{\circ} - -12^{\circ}$).
 - 3) Astronomical twilight → Kondisi langit masih cukup terang tetapi sudah cukup gelap untuk pengamatan bintang secara astronomis. Batasnya ketika Matahari berada 18° di bawah horizon ($-12^{\circ} - -18^{\circ}$).
- Untuk perhitungan fajar juga sama, tinggal dibalikkan saja.
- ⇒ Jika matahari sudah lebih dari 18° di bawah horizon, maka disebut astronomical darkness, yaitu pengaruh cahaya Matahari di langit benar-benar habis. Khusus untuk daerah khatulistiwa, maka saat Matahari mencapai -18° waktunya adalah sekitar 1 jam 12 menit setelah pukul 18.00. Untuk daerah non-khatulistiwa nilai ini akan jauh lebih besar karena Matahari tidak terbenam secara tegak lurus, tetapi miring sesuai lintang tempat tersebut.
- ⇒ Maka dengan memperhitungkan astronomical darkness, pengamatan bintang secara aman bisa dilakukan sejak pukul $18.00 + 01.12 = 19.12$ sampai maksimal pukul 01.24. (Nilai maksimal ini berarti bintang sudah tepat di horizon pengamat).
- ⇒ Waktu yang diukur ini adalah waktu lokal (Local Time – LT), yang selisihnya dengan waktu UT (Universal Time atau Greenwich Mean Time – GMT) adalah tergantung bujur pengamat (secara tepat) yang selisihnya sebesar 1 jam tiap 15° bujur terhadap bujur nol (Greenwich).
- ⇒ WIB adalah penetapan waktu untuk rentang lokasi bujur yang berdekatan tetap memiliki waktu yang sama meskipun bujurnya berbeda, jadi waktu yang diukur di Medan-Sumatera Utara akan sama

dengan waktu yang diukur di Bandung dalam WIB. Penetapan ini tergantung negara yang bersangkutan.

- ⇒ Jika ditanyakan waktu terbit dan terbenam bintang dalam WIB, berarti harus dilakukan koreksi. Pengamatan dilakukan di bujur 110° , jadi selisih waktu terhadap UT adalah : $110^{\circ}/15^{\circ} = 7$ jam 20 menit
- ⇒ Selisih UT dan WIB ditetapkan adalah 7 jam, jadi pengamatan dalam waktu WIB adalah

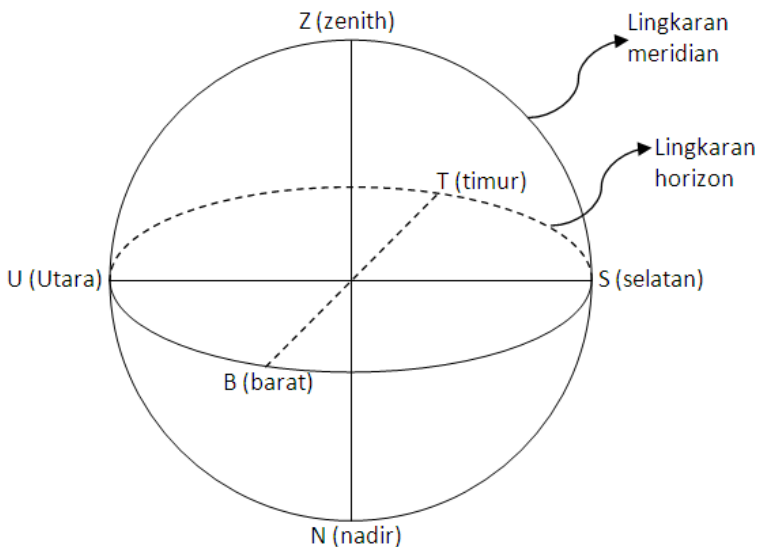
Bintang terbit \rightarrow WIB = 13.26 - 07.20 + 07.00 = 13.06 WIB

Bintang terbenam \rightarrow WIB = 01.24 - 07.20 + 07.00 = 01.04 WIB

2. (OSK 2010) Sebuah bintang “X” di belahan langit selatan mempunyai Asensio Rekta = 14 jam. Pada tanggal 23 September ia akan melewati meridian Jakarta sekitar
- a. Pukul 14 Waktu Indonesia bagian Tengah
 - b. Pukul 15 Waktu Indonesia bagian Tengah
 - c. Pukul 16 Waktu Indonesia bagian Tengah
 - d. Pukul 02 Waktu Indonesia bagian Tengah
 - e. Pukul 03 Waktu Indonesia bagian Tengah

JAWAB : B

- ⇒ Besar asensiorekta bintang dapat dinyatakan sebagai waktu yang dibutuhkan bintang itu untuk menyusul/menggantikan titik Aries pada lingkaran meridian (tidak harus pada titik yang sama, tetapi pada lingkaran yang sama). Jika asensiorekta 14 jam, maka bintang itu akan melewati meridian 14 jam sesudah titik Aries melewati meridian.
- ⇒ Lingkaran meridian adalah lingkaran yang menghubungkan titik Utara - Zenith - Selatan - Nadir. Pada lingkaran ini juga terletak titik kutub utara dan kutub selatan langit (KLU dan KLS).



- ⇒ Jika benda langit melewati meridian atas, maka disebut transit (atau sedang kulminasi atas), dan biasanya dinyatakan dalam istilah sudut jam (Hour Angle - HA) yang diukur dari meridian ke arah Barat sesuai arah pergerakan harian benda langit. Jika HA = 0, artinya tepat di meridian (transit - kulminasi atas), jika HA = 4 jam, artinya sudah transit 4 jam yang lalu, jika HA = -2 jam artinya akan transit 2 jam kemudian.

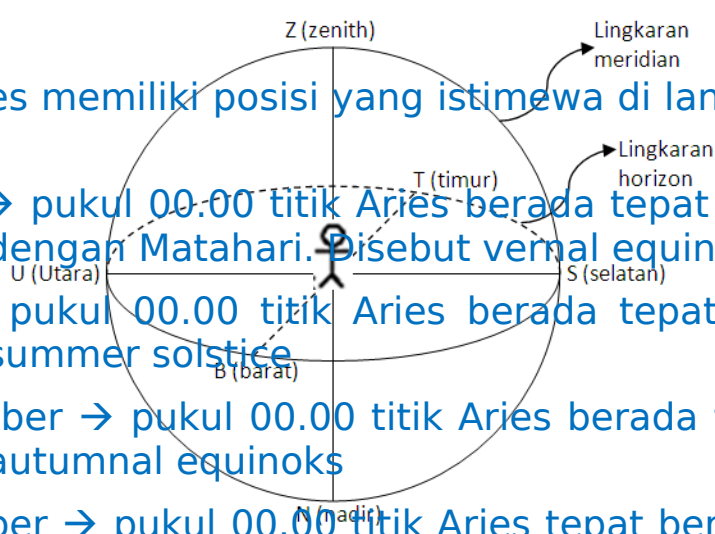
⇒ Titik Aries memiliki posisi yang istimewa di langit pada empat tanggal tertentu :

21 Maret → pukul 00.00 titik Aries berada tepat di Nadir, yaitu berimpit dengan Matahari. Disebut vernal equinoks.

22 Juni → pukul 00.00 titik Aries berada tepat di titik Timur, disebut summer solstice

23 September → pukul 00.00 titik Aries berada tepat di Zenith, disebut autumnal equinoks

22 Desember → pukul 00.00 titik Aries tepat berada tepat di titik Barat, disebut winter solstice



⇒ Titik Aries (titik Hamal atau titik vernal equinoks atau titik musim semi) adalah suatu titik khayal di langit, tidak ada benda langit apapun di titik tersebut. Titik ini merupakan salah satu titik dari dua titik perpotongan bidang ekuator langit (perpanjangan ekuator Bumi ke langit) dengan bidang ekliptika (bidang orbit Bumi mengelilingi Matahari). Titik pertemuan ini terjadi pada tanggal 21 Maret dan 23 September.

⇒ Titik ini menjadi titik acuan (0° , 0°) bagi kerangka koordinat ekuator. Dahulu titik ini diambil sebagai acuan karena di belahan langit utara musim semi dimulai tepat ketika titik Aries telah menempuh transit.

⇒ Letak titik ini sekarang ada di rasi Pisces, dulu titik ini ada di rasi Aries. Titik Aries mengalami pergeseran di bidang ekliptika karena presisi Bumi dengan kecepatan rata-rata $50'',3$ dengan arah positif (searah jarum jam). Karena revolusi Bumi terjadi dalam arah negatif (berlawanan jarum jam), maka Bumi kembali ke titik Aries (disebut tahun tropis) sedikit lebih cepat daripada pergerakannya satu putaran penuh – menempuh 360° (disebut tahun sideris). Lama tahun tropis rata-rata 365,2422 hari, sedangkan lama tahun sideris rata-rata 365,2564 hari, jadi ada selisih sekitar 20 menit.

⇒ Kembali ke soal, karena terjadi pada tanggal 23 September, maka titik Aries melewati meridian pada pukul 00.00 waktu lokal (di Jakarta). Maka bintang X dengan asensiorekta 14 jam tentu akan melewati meridian 14 jam kemudian, jadi pada sekitar pukul 14.00 WIB. Jika diubah ke dalam Waktu Indonesia Tengah, maka tambahkan satu jam lagi, jadi pukul 15.00 Waktu Indonesia Tengah.

3. (OSP 2010) Dilihat dari tempat dengan lintang 41 Lintang Utara, semua bintang sirkumpolar mempunyai

- a) Deklinasi lebih kecil dari $+49$
- b) Deklinasi lebih besar $+49$
- c) Asensiorekta lebih besar dari 14^h
- d) Deklinasi lebih kecil dari $+41$
- e) Deklinasi lebih besar $+41$

JAWAB : B

- ⇒ Bintang sirkumpolar adalah bintang yang tidak pernah terbit dan tidak pernah tenggelam di langit, selalu berada di atas horizon pengamat.
- ⇒ Untuk pengamat di belahan bumi utara, deklinasi bintang (δ) sirkumpolar haruslah memenuhi hubungan : $\delta \geq 90^\circ - \text{Lintang pengamat}$
- ⇒ Untuk pengamat di belahan bumi selatan, deklinasi bintang (δ) sirkumpolar haruslah memenuhi hubungan : $\delta \leq - 90^\circ + |\text{Lintang pengamat}|$
- ⇒ Jadi deklinasi bintang sirkumpolar di 41° Lintang Utara adalah : $\delta \geq 90^\circ - 41^\circ \geq + 49^\circ$

4. (OSP 2010) Pada tanggal 21 Desember 2010 di wilayah Indonesia berlangsung gerhana bulan total mulai pukul 20:34 WIB, maka koordinat equatorial, yaitu asensiorekta dan deklinasi Bulan adalah

- a) $05^h 57^m$ dan $+23^\circ 45'$
- b) $03^h 50^m$ dan $+18^\circ 25'$
- c) $05^h 57^m$ dan $-23^\circ 45'$
- d) $03^h 50^m$ dan $-18^\circ 25'$
- e) $10^h 38^m$ dan $+28^\circ 44'$

JAWAB : A

- ⇒ Gerhana Bulan Total terjadi ketika Bulan berada pada fase oposisi. Pada fase oposisi yang terjadi gerhana Bulan Total (Bulan-Bumi – Matahari segaris lurus), maka kita dapat menentukan koordinat Bulan karena berhubungan dengan koordinat Matahari, yaitu :

$\alpha \text{ bulan} = |\alpha \text{ } \blacksquare - 12h|$

$\delta \text{ bulan} = - \delta \text{ } \blacksquare$

Catatan : Belum tentu setiap kali Bulan berada pada fase oposisi (Purnama) terjadi Gerhana karena bulan memiliki inklinasi orbit sebesar $5,1^\circ$ terhadap ekliptika, maka rumus deklinasi di atas tidak berlaku untuk fase non-gerhana, tetapi rumus asensiorekta tetap berlaku.

- ⇒ Cara mencari asensiorekta Matahari ($\alpha \text{ } \blacksquare$) → Lihat penjelasan soal no. 1
- ⇒ Cara menghitung deklinasi Matahari ($\delta \text{ } \blacksquare$) adalah dengan mengingat bahwa dalam setahun Matahari beredar secara periodik naik-turun di sekitar garis ekuator bumi/langit dengan amplitudo $23,45^\circ$ (jarak sudut ke ekuator adalah acuan untuk menghitung deklinasi), maka kita bisa menggunakan tabel berikut :

	Asensiorekta Matahari ($\alpha \text{ } \blacksquare$)	Deklinasi Matahari ($\delta \text{ } \blacksquare$)
21 Maret	0	0° (Matahari berimpit dengan ekuator)
22 Juni	6 h	$+ 23,45^\circ$ (Matahari di titik balik utara)

23 September	12 h	0° (Matahari berimpit dengan ekuator)
22 Desember	18 h	- 23,45° (Matahari di titik balik selatan)

Jika kita mau menghitung δ secara praktis, maka dapat dilihat bahwa selama setahun Matahari menempuh lintasan sudut sejauh $23,45^{\circ} \times 4 = 93,8^{\circ}$, jadi selama sehari perubahan deklinasi matahari adalah $93,8^{\circ}/365,25 \text{ hari} = 0,2568^{\circ} \approx \frac{1}{4}^{\circ} / \text{hari}$, maka secara praktis, kita dapat menentukan deklinasi Matahari setiap hari meskipun nilai sebenarnya tidak tepat karena alasan yang sama dengan cara menghitung α .

- ⇒ Kembali ke soal, pada tanggal 21 Desember pukul 20.30 (hanya ~ 3,5 jam menuju tanggal 22 Desember), maka $(\alpha, \delta) = (18\text{h}, -23,45^{\circ})$, dengan demikian kita dapat menentukan koordinat bulan, yaitu $(6\text{h}, +23,45^{\circ})$, tentu saja α akan kurang sedikit pada jam 20.30.

5. (OSP 20110) Pada suatu hari, dua hari setelah purnama, Bulan melintas Pleiades. Saat itu asensiorekta Matahari 14h30m. Jika periode sideris Bulan adalah 27,33 hari, berapa asensiorekta Pleiades?

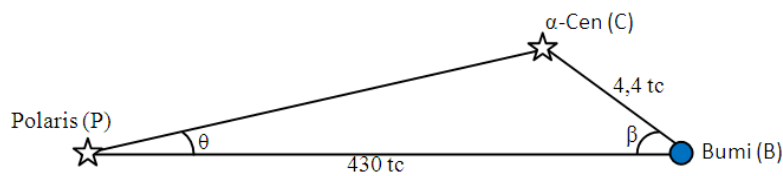
JAWAB :

- ⇒ Dua hari setelah purnama, $\alpha = 14\text{h } 30\text{m}$, jadi dua hari sebelumnya, $\alpha = 14\text{h } 30\text{m} - (4' \times 2) = 14\text{h } 22\text{m}$. (Perubahan α matahari setiap hari adalah +4 menit). → lihat penjelasan soal sebelum ini.
- ⇒ Karena pada saat bulan purnama (BP), bulan berada pada fase oposisi, maka asensiorektanya berselisih 12 jam dengan matahari, jadi :
 $\alpha \text{ Bulan Purnama} = 14\text{h } 22\text{m} - 12\text{h} = 02\text{h } 22\text{m}$
- ⇒ Pergerakan bulan di langit setiap hari adalah : $24 \text{ jam} / 27,33 \text{ hari} = 52\text{m } 41\text{s} / \text{hari} \approx + 53 \text{ menit/hari}$ (ambil dalam ketelitian menit)
- ⇒ Pergerakan bulan setelah dua hari adalah $2 \times 53 \text{ menit} = 106 \text{ menit} = 1\text{h } 46\text{m}$
- ⇒ Jadi asensiorekta bulan dua hari setelah purnama $= \alpha = 02\text{h } 22\text{m} + 1\text{h } 46\text{m} = 04\text{h } 08\text{m}$
- ⇒ Nilai ini sama dengan asensiorekta Pleiades karena Bulan melintasi Pleiades

6. (OSP 2010) Koordinat α -Centaury adalah $\alpha = 14 \text{ jam } 40 \text{ menit}$, $\delta = 60^{\circ}50'$ dan jaraknya 4,4 tahun cahaya. Hitung jarak sudut antara Matahari dan α -Centaury, dilihat dari Bintang Polaris yang berjarak 430 tahun cahaya dari Bumi

JAWAB :

- ⇒ Gambar ketiga benda tersebut (α -Cen – Polaris – Bumi) :



⇒ Karena bintang Polaris berada di Kutub Langit Utara (90° terhadap ekuator atau $\delta_P = 90^\circ$), maka jarak sudut bintang α -Cen terhadap Polaris dilihat dari Bumi adalah : $\beta = \delta_P - \delta_{\alpha\text{-Cen}} = 90^\circ - 60^\circ 50' = 29^\circ 10' = 29,17^\circ$

⇒ Jadi gunakan aturan cosinus untuk mendapatkan jarak PC :

$$PC^2 = 4,4^2 + 430^2 - 2 \cdot 4,4 \cdot 430 \cdot \cos 29,17 \rightarrow PC = 426,16 \text{ tc}$$

⇒ Gunakan aturan sinus untuk mendapatkan θ :

$$\frac{4,4}{\sin \theta} = \frac{430}{\sin 29,17} \rightarrow \sin \theta = 0,004987 \rightarrow \theta = 0,286^\circ \times 60 = 17,15 \text{ menit busur}$$

7. (OSP 2010) Pecat sawed (dalam bahasa Jawa) adalah saat posisi Matahari cukup tinggi (tinggi bintang, $h = 50$ derajat dari cakrawala timur) dan hari sudah terasa panas. Para petani di Jawa biasanya beristirahat dan melepaskan bajak dari leher kerbau (melepas bajak dari leher kerbau = pecat sawed). Jika para petani melihat gugus bintang Pleiades ($\alpha = 3^h 47^m 24^s$, $\delta = +24^\circ 7'$) berada pada posisi pecat sawed pada saat Matahari terbenam (sekitar pukul 18:30 waktu lokal), maka saat itu adalah waktu untuk menanam padi dimulai. Tentukan kapan waktu menanam padi dimulai (tanggal dan bulan)! Petunjuk : petani berada pada posisi lintang 7°LS dan bujur 110°BT .

JAWAB :

⇒ Diketahui :

Sudut jam Matahari (HA_\odot) $\rightarrow 06.30$ (pukul 18.30 LT)

Sudut jam Pleiades (HA_P) \rightarrow negatif (arah ke Timur)

Koordinat geografis petani = $(\theta, \phi) = (+ 110^\circ, -7^\circ)$

Koordinat ekuator Pleiades = $(\alpha, \delta) = (3^h 47^m 24^s, +24^\circ 7')$

Koordinat horizon Pleiades = $(A, h) = (A, 50^\circ) \rightarrow \text{jarak zenit} = z = 90 - h = 40^\circ$

⇒ Sudut jam (HA) diukur dari meridian ke arah Barat

⇒ Yang harus dicari pertama kali adalah sudut jam Pleiades. Untuk itu gunakan rumus segitiga bola (transformasi koord. Ekuator ke koord. Horizon) untuk Pleiades :

$$\cos z = \sin \delta \cdot \sin \phi + \cos \delta \cdot \cos \phi \cdot \cos HA_P$$

$$\cos 40^\circ = \sin 24^\circ 7' \cdot \sin -7^\circ + \cos 24^\circ 7' \cdot \cos -7^\circ \cdot \cos HA_P$$

$HA_P = 25^\circ 46' / 15^\circ/\text{jam} = 1 \text{ j } 43 \text{ m } 4 \text{ s} \rightarrow$ Jangan lupa nilainya negatif karena arah Timur!

⇒ Kemudian gunakan hubungan LST (Local Siderial Time - Waktu Bintang) dengan asensiorekta bintang : $LST = HA + \alpha$. Terapkan persamaan ini untuk Matahari dan Pleiades :

$$LST = HA_\odot + \alpha_\odot = HA_P + \alpha_P$$

$$LST = 06.30 + \alpha \cdot \Delta t = -01.43.04 + 03.47.24$$

Diperoleh $\alpha \cdot \Delta t = -04.25.40 + 24j = 19j \ 34m \ 20s$ (α tidak bisa negatif)

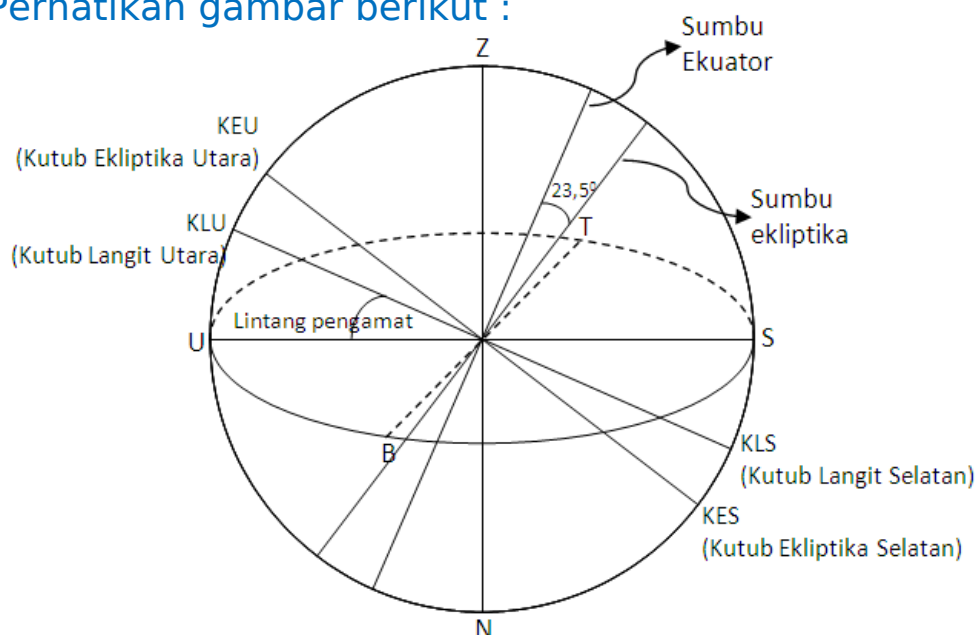
- ⇒ Dengan tabel di pembahasan soal no. 4, maka nilai $\alpha \cdot \Delta t$ ini pasti terjadi setelah 22 Desember ($\alpha \cdot \Delta t = 18j$). Selisih $\alpha \cdot \Delta t$ dengan bulan Desember adalah : $19j \ 34m \ 20s - 18j = 1j \ 34m \ 20s$.
- ⇒ Karena pergerakan $\alpha \cdot \Delta t$ di langit adalah 3m 56s tiap hari, jadi selisih tersebut artinya sudah $1j \ 34m \ 20s / 3m \ 56s = 23,98$ hari ≈ 24 hari sejak tanggal 22 Desember, yang kalau dihitung adalah pada tanggal 15 Januari → posisi pecat sawed, waktu untuk menanam padi dimulai.

8. Ekliptika membentuk sudut $23^{\circ},5$ dengan ekuator langit. Maka deklinasi kutub utara Ekliptika adalah

- a. $23^{\circ},5$
- b. $-23^{\circ},5$
- c. 0°
- d. 45°
- e. $66^{\circ},5$

JAWAB : E

⇒ Perhatikan gambar berikut :



Langkah-langkah untuk menggambar bola langit :

- 1) Gambar dulu seperti gambar bola langit dasar seperti di pembahasan soal no. 2.
- 2) Gambar garis sumbu kutub langit dengan sudut terhadap U-S sama dengan lintang pengamat. Jika pengamat di lintang utara, maka KLU di atas titik utara, demikian sebaliknya. Pada gambar di atas diandaikan bahwa pengamat ada di lintang utara.
- 3) Gambar sumbu ekuator langit, tegak lurus terhadap sumbu kutub langit.
- 4) Gambar sumbu ekliptika dengan sudut $23,5^{\circ}$ (tepatnya $23,45^{\circ}$) terhadap sumbu ekuator langit, karena matahari hanya maksimum sejauh $23,5^{\circ}$ dari ekuator. Sumbu ekliptika bisa digambar 'di atas' sumbu ekuator atau 'di bawah' sumbu ekuator.

5) Gambar sumbu ekliptika langit tegak lurus terhadap sumbu ekliptika

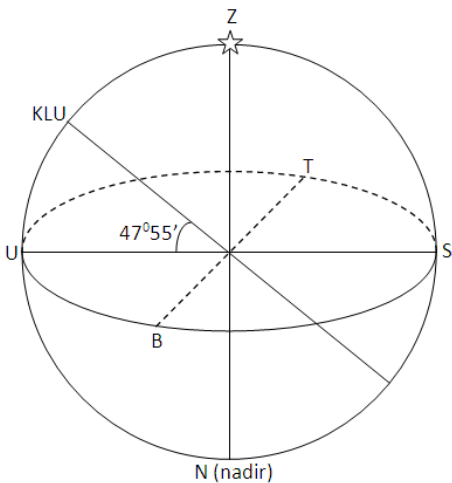
⇒ Perhitungan deklinasi adalah sudut terhadap ekuator langit, jadi deklinasi KEU adalah sudutnya dengan sumbu ekuator

⇒ Perhatikan gambar baik-baik, maka sudutnya adalah : $90^{\circ} - 23,5^{\circ} = 66,5^{\circ}$

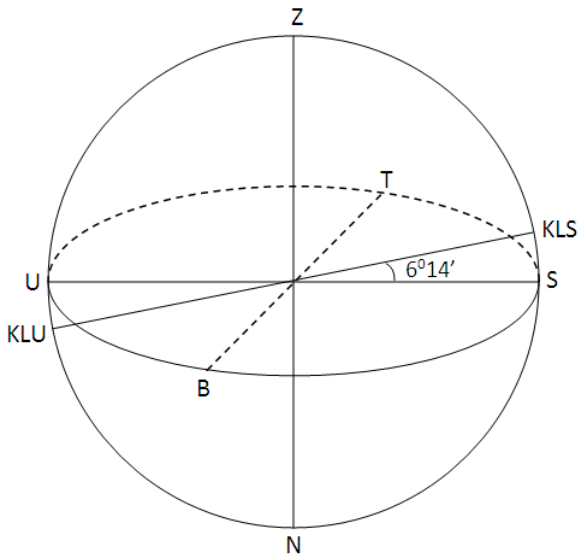
9. Pada suatu malam sekitar jam 21:00, seseorang yang ada di Ulanbator (Mongolia) yang berada pada bujur yang sama dengan Jakarta, melihat bintang Vega di atas kepalanya. Apabila pada saat yang sama seseorang yang berada di Jakarta juga melihat bintang tersebut, berapakah ketinggian bintang Vega dilihat dari Jakarta pada jam yang sama. (Kedudukan Ulanbator, $\phi = 47^{\circ} 55'$ Lintang Utara, sedangkan Jakarta $\phi = 6^{\circ} 14'$ Lintang Selatan, bujur kedua kota dianggap sama yaitu sekitar 106° bujur timur)

JAWAB :

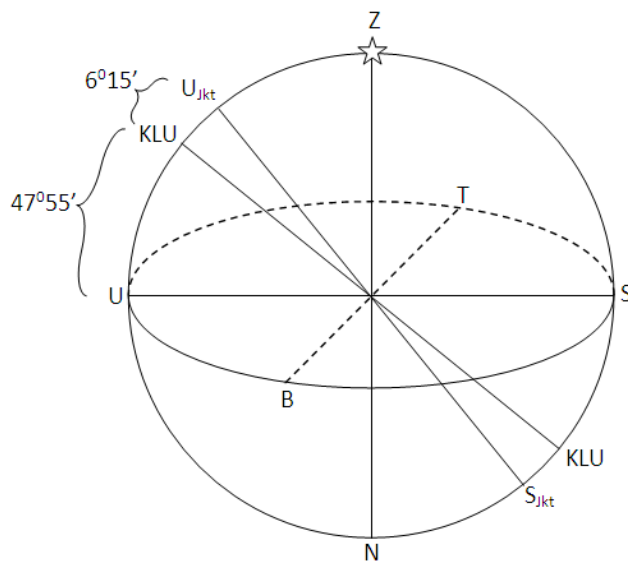
⇒ Gambarkan bola langit untuk Ulanbator dengan bintang Vega tepat di Zenitnya :



⇒ Gambarkan bola langit untuk Jakarta :



⇒ Gabungkan kedua bola langit tersebut dengan menyamakan sumbu kutub langitnya :



⇒ Jadi ketinggian bintang dilihat dari Jakarta adalah jarak U_{jkt} sampai Z, maka :

$$h = 90^\circ - 6^\circ14' - 47^\circ55' = 35^\circ49'$$

10.(OSP 2008) Diketahui jarak α -Centarury A dari Matahari adalah 4,4 tahun cahaya dan magnitudo semu Matahari dilihat dari Bumi adalah, $m = -26$. Koordinat ekuatorial α -Centaury A adalah $(\alpha, \delta) = (14h 39,5m, -60^\circ50')$. Seorang astronot dari Bumi pergi ke bintang itu kemudian melihat ke arah Matahari. Jika astronot itu menggunakan peta bintang dari Bumi dan menggunakan sistem koordinat ekuatorial Bumi dengan acuan bintang-bintang yang sangat jauh, berapakah koordinat ekuatorial dan magnitudo matahari menurut astronot itu ?

JAWAB :

⇒ Jika pengamat pergi ke bintang α -Centarury A, maka koordinat Bumi adalah sama prinsipnya dengan koordinat bulan dan matahari ketika fase gerhana saat oposisi (lihat pembahasan soal no. 4), yaitu hubungannya :

$$\alpha_{bumi} = |\alpha_{bintang} - 12h| = |14h 39,5m - 12h| = 02h 39,5m$$

$$\delta_{bumi} = -\delta_{bintang} = -(-60^\circ50') = +60^\circ50'$$

⇒ Jadi koordinat bumi dilihat dari bintang α -Centarury A adalah $(\alpha, \delta) = (02h 39,5m, +60^\circ50')$

⇒ Untuk mencari magnitudo Matahari dilihat dari α -Centarury A, maka perlu mengetahui dulu magnitudo mutlak Matahari karena besar magnitudo mutlak tidak bergantung pada jarak.

⇒ Gunakan rumus modulus jarak (Jarak bumi matahari = 1 AU = 1/206265 Parsek) :

$$m - M = -5 + 5 \log d$$

$$-26 - M = -5 + 5 \log (1/206265)$$

$$M = 5,57$$

⇒ Gunakan kembali rumus modulus jarak untuk matahari tetapi dengan pengamat ada di bintang α -Centarury A (jarak bintang - Matahari = 4,4 ly = 4,4/3,26 = 1,35 Pc)

$$m - M = -5 + 5 \log d$$

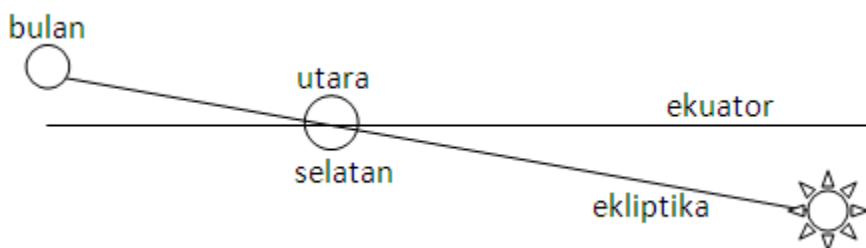
$$m - 5,57 = -5 + 5 \log (1,35)$$

$$m = 1,22$$

11. Bulan Purnama tanggal 24 Desember 2007 dapat disaksikan
- a) Di kutub Utara
 - b) Di kutub Selatan
 - c) Tidak mungkin disaksikan di kedua tempat, kutub Utara maupun kutub Selatan
 - d) Dapat disaksikan di kutub Utara maupun kutub Selatan
 - e) Hanya sebagian diamati di kutub Selatan

JAWAB :

- ⇒ Tanggal 22 Desember Matahari berada di titik garis balik selatan (winter solstice), jadi dua hari kemudian tanggal 24 Desember Matahari masih berada di selatan ekuator.
- ⇒ Karena gerhana adalah fase ketika matahari dan bulan segaris, maka bulan sedang berada di daerah utara ekuator, jadi gerhana ini pasti bisa disaksikan di daerah kutub utara sementara kutub selatan tidak dapat menyaksikan peristiwa ini. (kutub selatan sedang mengalami siang selama 6 bulan). Perhatikan gambar berikut :



12.(SOP 2007) Kamu berada di sebuah pulau kecil yang dilalui garis khatulistiwa bumi, dan melihat sebuah bintang XYZ terbit pukul 19.30. arah titik terbit bintang itu di horizon membentuk sudut 130° dengan arah utara. Jika kita tidak memperhitungkan pengaruh atmosfer bumi pada cahaya bintang, perkirakanlah waktu terbenam bintang itu !

- a) pukul 7.30 tepat !
- b) pukul 4.30 tepat !
- c) pukul 7.30 kurang sedikit !
- d) pukul 4.30 lebih sedikit
- e) pukul 4.30 kurang sedikit

JAWAB : C

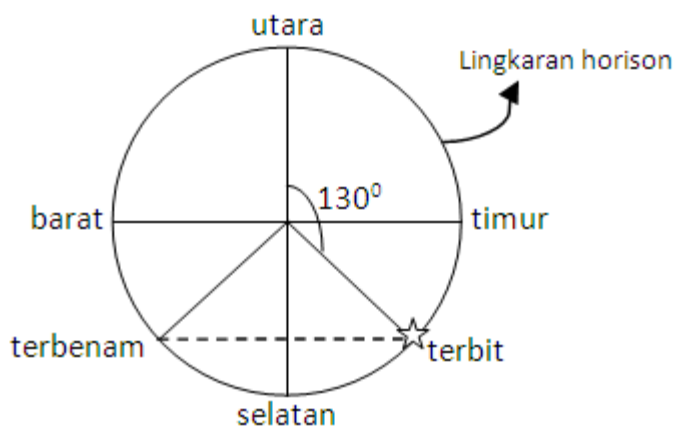
- ⇒ Pulau kecil yang dilalui garis khatulistiwa artinya lintasan semu harian Matahari (termasuk semua benda langit) adalah 12 jam setiap harinya.
- ⇒ Lintasan semu harian bintang di langit memiliki periode 23j 56m dalam waktu matahari (selisih 4 menit lebih cepat setiap hari), jadi dari terbit sampai terbenamnya bintang tidaklah tepat 12 jam, tetapi ada selisih sekitar 2 menit lebih cepat.
- ⇒ Jika bintang terbit pukul 19.30, maka akan terbenam setelah $19.30 + 11.58 = 07.28$.

13.(SOP 2007) Perkirakanlah titik terbenamnya bintang XYZ di horizon dalam soal diatas!

- a) 130° dari arah Utara ke Timur
- b) 130° dari arah Selatan ke Barat
- c) 50° dari arah Selatan ke Timur
- d) 40° dari arah Utara ke Timur
- e) 50° dari arah Selatan ke Barat

JAWAB : E

⇒ Untuk pengamat di khatulistiwa, maka lintasan semu harian Matahari memiliki sumbu yang tepat sejajar dengan garis Timur – Barat, demikian juga dengan lintasan semu harian semua benda langit. Perhatikan gambar di bawah ini :



⇒ Dilihat dari gambar, maka option yang tepat adalah E

14.(SOP 2007) Seorang ilmuwan Jepang yang tinggi tubuhnya 168 cm sedang survey di Papua, berkomunikasi dengan koleganya di Tokyo melalui telpon genggam untuk mengetahui koordinat geografisnya. Komunikasi dilakukan tepat pada saat bayangan tubuh ilmuwan itu di tanah kira-kira paling pendek dan arahnya ke Selatan, dengan panjang bayangan 70 cm. Tayangan di Tokyo saat itu bayangan benda-benda yang terkena sinar matahari juga terpendek, dan ketinggian matahari saat itu 68°. Jika koordinat geografis Tokyo adalah 139° 42' BT dan 35°37', tentukanlah koordinat geografis tempat ilmuwan Jepang itu berada !

- a) 139° 42' BT, 9° LU
- b) 139° 42' BT, 9° LS
- c) 109° 42' BT, 9° LU
- d) 109° 42' BT, 9° LS
- e) tidak ada yang benar

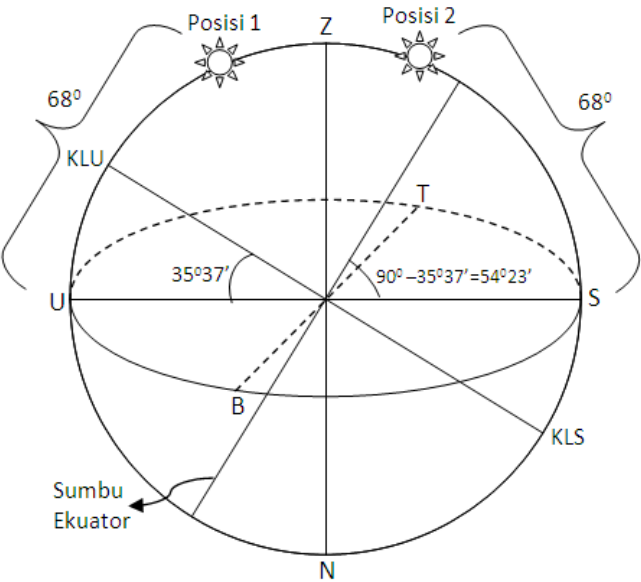
JAWAB : B

⇒ Prinsip bayangan oleh Matahari → Jika bayangan pada hari itu adalah bayangan yang paling pendek, maka pada saat itu Matahari tepat berada di meridian (sedang transit).

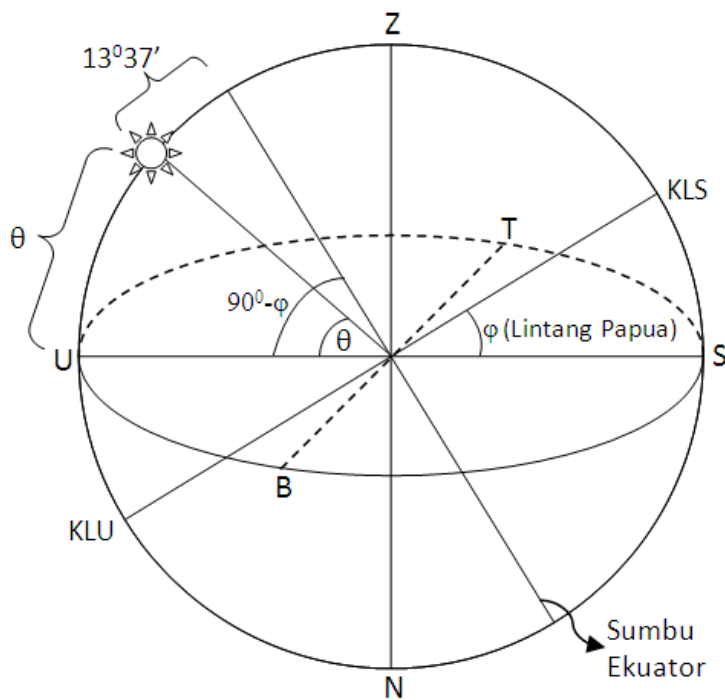
⇒ Karena di Papua dan Tokyo mengalami bayangan terpendek pada saat yang sama, artinya Matahari sedang berada di meridian Tokyo dan meridian Papua, maka Tokyo dan Papua pasti memiliki garis

bujur di Bumi yang sama sebab meridian langit adalah perpanjangan lingkaran bujur pengamat di Bumi.

- ⇒ Jadi bujur Papua = bujur Tokyo = $139^{\circ} 42'$ BT, maka jawabannya pasti A atau B. Karena Papua secara geografis berada di selatan khatulistiwa, maka lintangnya pasti lintang selatan, maka jawabannya B!
- ⇒ Meskipun demikian, mari kita coba mencari letak lintang pengamat di Papua.
- ⇒ Gambarkan bola langit untuk pengamat di Tokyo :



- ⇒ Ketinggian Matahari adalah 68° di Tokyo, maka ada dua kemungkinan yaitu posisi 1 atau posisi 2. Posisi mana yang benar? Dapat diketahui melalui menghitung deklinasi Matahari. Deklinasi adalah sudut Matahari terhadap lingkaran ekuator, karena matahari di meridian maka sama saja dengan sudut matahari ke sumbu ekuator langit.
Posisi 1 $\rightarrow \delta \blacksquare = 180^{\circ} - 68^{\circ} - 54^{\circ}23' = 57^{\circ}37' \rightarrow$ Tidak mungkin karena deklinasi matahari hanya berada pada rentang $-23,45^{\circ}$ sampai $+23,45^{\circ}$.
Posisi 2 $\rightarrow \delta \blacksquare = 68^{\circ} - 54^{\circ}23' = 13^{\circ}37' \rightarrow$ mungkin
- ⇒ Jadi matahari pasti ada di posisi 2 dengan deklinasi positif (di daerah utara ekuator)
- ⇒ Gambar bola langit di Papua :



⇒ Pertama cari dulu sudut θ melalui keterangan bayangan ilmuwan :

$$\tan \theta = \frac{168}{70} \rightarrow \theta = 67^{\circ}22'48''$$

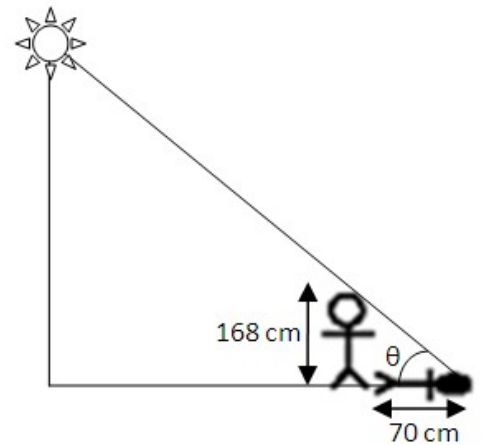
⇒ Maka dari gambar bola langit Papua, diperoleh persamaan :

$$90^{\circ} - \varphi = \theta + 13^{\circ}37'$$

$$90^{\circ} - \varphi = 67^{\circ}22'48'' + 13^{\circ}37'$$

$$\varphi = 9^{\circ}00'12'' \text{ (lintang selatan karena KLS ada di atas titik selatan)}$$

⇒ Sebenarnya ada kemungkinan kedua, yaitu membuat KLU ada di atas titik Utara pada bola langit Papua, dan kemudian menghitung lagi, tetapi jawabannya tidak mungkin (coba sendiri ya..)



15. (SOP 2007) Dari soal diatas, dapat disimpulkan bahwa matahari saat itu berada diatas suatu tempat yang lintang geografisnya :

- 23° 30' LU
- 23° 30' LS
- 22° 37' LU
- 22° 37' LS
- 13° 37' LU

JAWAB : E

⇒ Lintang geografis Bumi di mana Matahari berada tepat di atasnya (di zenith) akan sama dengan deklinasi Matahari pada hari itu, maka menurut pembahasan soal di atas, jawabannya adalah E (deklinasi Matahari saat itu).

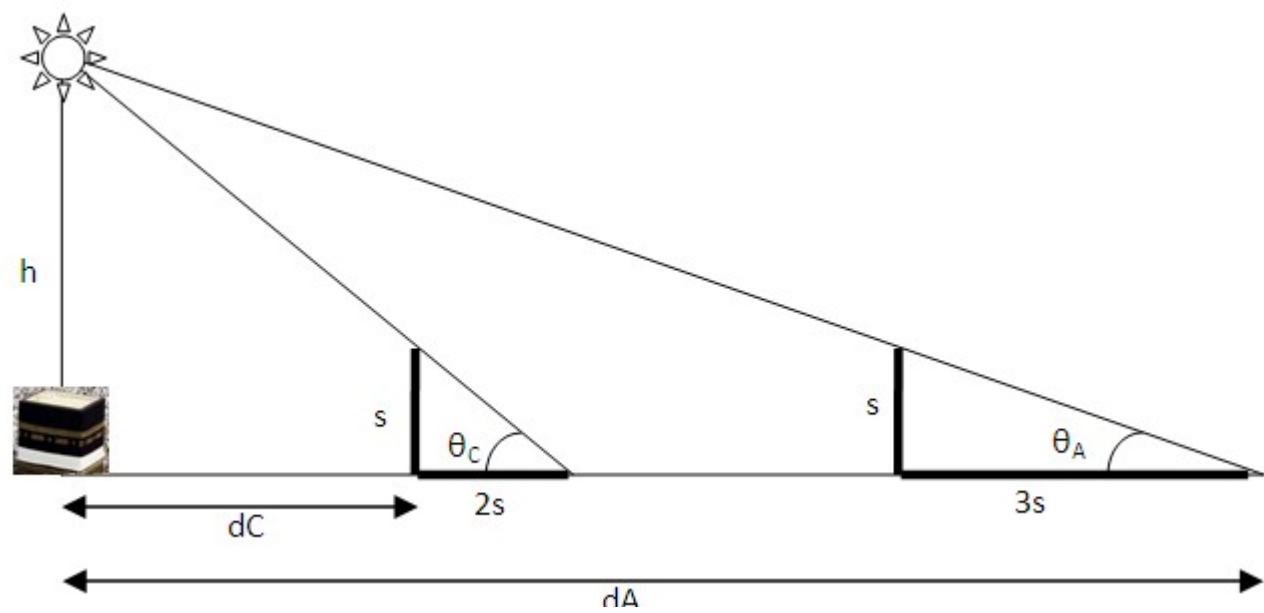
16. Diketahui pada tanggal 16 Juli, Matahari berada di zenit kota

Mekah. Ahmad dan Cahyana melakukan pengamatan panjang bayang - bayang di dua tempat yang berbeda, di tempat Ahmad pada momen Matahari di atas Mekah menunjukkan panjang bayang - bayang 3 kali panjang tongkat lurus yang berdiri tegak lurus, sedang di tempat Cahyana pada momen Matahari di atas Mekah menunjukkan panjang bayang - bayang 2 kali panjang tongkat lurus yang berdiri tegak lurus, bila d_A jarak tempat Ahmad ke Mekah dan d_C jarak tempat Cahyana ke Mekah maka d_A/d_C adalah

- a) 1,50
- b) 0,67
- c) 1,13
- d) 2,00
- e) 1,00

JAWAB : A

⇒ Gambarkan soal tersebut :



⇒ Dengan anggapan bahwa $d_C \gg 2s$ dan $d_A \gg 3s$, maka nilai tangen masing-masing sudut adalah :

$$\tan \theta_c = \frac{h}{d_C} = \frac{s}{2s} \rightarrow h = \frac{1}{2} d_C$$

$$\tan \theta_A = \frac{h}{d_A} = \frac{s}{3s} \rightarrow h = \frac{1}{3} d_A$$

⇒ Jadi diperoleh :

$$\frac{d_C}{2} = \frac{d_A}{3} \rightarrow \frac{d_A}{d_C} = \frac{3}{2}$$

17. Pada jam 20:00 WIB, ketika Ahmad sedang berada di Surabaya ia melihat sebuah satelit melewati meridian dengan latar belakang Centaurus. Jika satelit itu mempunyai periode 10 jam. Pukul berapa satelit itu akan melewati kembali meridian Ahmad dengan latar belakang rasi Centaurus?

JAWAB :

⇒ Ahmad sebagai pengamat melihat satelit dan rasi Centaurus sama - sama beredar di langit dengan periode yang berbeda. Periode rasi

Centaurus tentu sama dengan gerakan semu harian bintang, yaitu 23j56m, sedangkan periode satelit adalah 10j.

⇒ Kapan satelit dan rasi Centaurus akan memiliki fase yang sama kembali? Konsepnya sama saja dengan periode sinodis fase planet, jadi rumusnya :

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_{\text{satelit}}} - \frac{1}{T_{\text{Centaurus}}} \quad (\text{Karena periode satelit lebih cepat})$$

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{10j} - \frac{1}{23j\ 56m}$$

$$T = 17j\ 10m\ 37s$$

⇒ Jadi satelit itu akan melewati meridian Ahmad kembali setelah : 20:00 + 17:10:37 = 37:10:37 -24:00 = 13:10:37 WIB (terjadi siang hari besoknya)

18. Pada tanggal 23 September jam 12 WIB panjang bayang-bayang sebuah tongkat oleh Matahari di kota Bonjol Sumatera (lokasi di ekuator)

- a. hampir nol
- b. seperempat panjang tongkat
- c. setengah panjang tongkat
- d. sama dengan panjang tongkat
- e. Jawaban A, B, C dan D salah

JAWAB : A

⇒ Dengan lokasi di ekuator (lintang 0°) dan terjadi pada tanggal 23 September, yaitu dimana deklinasi Matahari juga 0° . Karena lintang lokasi sama dengan deklinasi matahari, artinya hari itu di tengah hari, Matahari pasti berada tepat di zenith pengamat, maka panjang bayang-bayang tentu akan nol.

19. Arah kedudukan tahunan Matahari di langit bila diamati oleh pengamat dari Bumi

- a) melewati seluruh rasi bintang
- b) hanya melewati kawasan 13 rasi bintang
- c) melewati lebih dari 15 kawasan rasi bintang
- d) hanya melewati 6 rasi utama di ekliptika
- e) paling banyak melewati 24 rasi bintang

JAWAB :

⇒ Jumlah rasi bintang di seluruh langit yang disepakati ada 88 buah, fungsi utamanya adalah untuk membagi-bagi langit menjadi daerah-daerah yang kecil dan hal ini akan mempermudah pengamat untuk mencari lokasi dari benda-benda langit.

⇒ Karena Matahari beredar di langit hanya pada rentang $\pm 23,45^\circ$ dari ekuator langit dalam setahun, maka tentu saja tidak semua rasi bintang dilewati oleh Matahari (berada di belakang Matahari).

- ⇒ Dulu jumlah rasi bintang yang dilewati Matahari hanya ada 12 buah setiap tahunnya dan ke-12 rasi yang istimewa ini disebut dengan Zodiak, dan banyak dihubungkan dengan kehidupan manusia melalui astrologi.
- ⇒ Karena sumbu rotasi Bumi mengalami presesi, perlahan demi perlahan orientasi ekuator langit akan ikut bergeser, hingga saat ini Matahari melintasi 13 rasi bintang setiap tahunnya (tambahannya adalah rasi Ophiucus).
- ⇒ Karena zodiak tertentu selalu berada di belakang matahari pada selang waktu tertentu, maka rasi zodiak pada waktu tertentu tersebut tidak pernah bisa kita amati pada malam hari

20. Seorang pengamat di suatu tempat mencatat bahwa Matahari terbit jam 05^h dan terbenam jam 17^h GMT. Berapa bujur tempat pengamat itu berada? (Abaikan persamaan waktu)

- a. 15° bujur timur
- b. 35° bujur timur
- c. 75° bujur timur
- d. 105° bujur barat
- e. 15° bujur barat

JAWAB :

- ⇒ Waktu yang ada di soal diukur dalam GMT (Greenwich Mean Time) atau sama saja dengan UT (Universal Time), yaitu waktu yang diukur dari kota Greenwich di tempat meridian nol (bujur 0).
- ⇒ Setiap pertambahan meridian (bujur) 15° dari Greenwich maka waktu akan bertambah sebesar 1 jam jika ke Timur dan berkurang 1 jam jika ke arah Barat Greenwich. (waktu di tempat lain disebut LT - Local Time). Bujur terbesar adalah 180° BT (bujur timur) dan 180° BB (bujur barat). Jadi selisih waktu terbesar dengan greenwich adalah ± 12 jam
- ⇒ Misalnya Bandung dengan bujur 107°35' BT, akan memiliki perbedaan waktu dengan Greenwich sebesar : $107^{\circ}35' / 15^{\circ} = + 7$ jam 10 menit LT (tandanya + karena bujur Timur). Jika di Greenwich pukul 07.00, maka di Bandung pukul 14.10 LT (bukan WIB). Lihat juga penjelasan waktu di soal no. 1.
- ⇒ Dalam soal persamaan waktu diabaikan, jadi anggap matahari terbit pukul 06 GMT dan terbenam pukul 18 GMT, jadi di suatu tempat yang tersebut di soal, ada pengurangan sebesar satu jam dengan GMT, artinya lokasi tersebut berada di 15° bujur barat

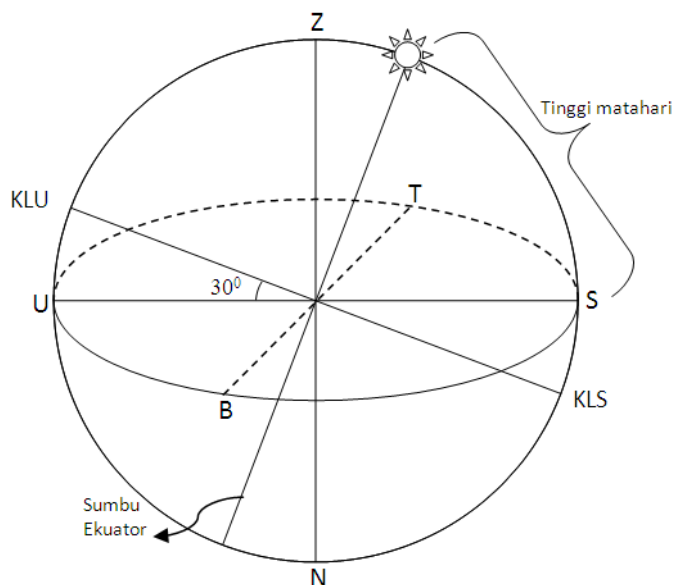
21. Jika kita tinggal di tempat dengan lintang 30° LU, maka tinggi Matahari pada tengah hari lokal saat vernal equinox adalah

- a. 15°
- b. 30°
- c. 45°
- d. 60°

e. 75°

JAWAB : D

- ⇒ Pada saat vernal equinoks, yaitu tanggal 21 Maret, Matahari memiliki deklinasi 0° , artinya matahari berada di ekuator.
- ⇒ Tengah hari adalah saat matahari ada di lingkaran meridian atau sedang transit, maka gambarkan bola langit untuk pengamat di lintang 30° LU :



- ⇒ Dari gambar tersebut, maka ketinggian matahari adalah : $90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$

22. Dari sebuah lokasi, sebuah planet terlihat (dengan mata telanjang) cemerlang di langit malam sekitar tengah malam, hampir tepat di zenit. Maka kemungkinan itu adalah planet:

- a) Merkurius
- b) Venus
- c) Jupiter
- d) Neptunus
- e) Pluto

JAWAB : C

- ⇒ Planet inferior (Merkurius dan Venus) di langit selalu bergerak tidak jauh dari Matahari, yang terjauh adalah Venus pada saat elongasi maksimum yaitu di langit Venus dan Matahari akan terlihat terpisah sejauh sekitar 48° . Jadi pada malam hari planet Venus paling tinggi hanya 48° saja, itupun ketika Matahari sedang terbenam (ada di horizon) dan Venus sedang berada pada fase elongasi maksimum. Artinya tidak mungkin planet inferior bisa berada di zenit pengamat (ketinggian 90°) di tengah malam.
- ⇒ Jadi planet yang sangat mungkin untuk berada di posisi zenit di tengah malam hanyalah planet superior (Mars – Neptunus) dan jika planet berada pada posisi ini disebut sedang berada pada fase oposisi.
- ⇒ Dari lima buah planet Superior, hanya tiga yang bisa tampak dengan mata telanjang, yaitu Mars, Jupiter dan Saturnus. Melihat Uranus dan Neptunus harus memakai teleskop.

23. Matahari paling lama berada di atas horizon bila:

- a. pengamat berada di ekuator pada tanggal 21 Maret
- b. pengamat berada di kutub Selatan pada tanggal 22 Desember
- c. pengamat berada di kutub Utara pada tanggal 22 Desember
- d. pengamat di kutub Utara pada tanggal 21 Maret
- e. pengamat berada di ekuator pada tanggal 22 Desember

JAWAB :

- ⇒ Matahari akan lebih lama di atas horizon artinya siang lebih panjang daripada malam.
- ⇒ Ada dua faktor yang mempengaruhi hal ini agar terjadi, yaitu faktor lintang pengamat dan faktor deklinasi matahari. Kedua faktor ini dirumuskan dalam salah satu rumus di segitiga bola, yaitu :

$$\cos HA = -\tan \delta_{\odot} \cdot \tan \varphi$$

HA = Hour Angle Matahari, artinya setengah dari panjang siang

δ = Deklinasi Matahari saat itu (bisa negatif atau positif)

φ = lintang pengamat, positif jika LU atau negatif jika LS

Catatan :

- 1) Rumus ini tidak memperhitungkan semidiameter matahari dan koreksi refraksi atmosfer
 - 2) Rumus ini bisa diterapkan untuk terbit dan terbenamnya bintang (HA = setengah dari panjang terbit-terbenam) tanpa harus dikoreksi terhadap semidiameter maupun refraksi atmosfer
- ⇒ Praktisnya :
- ➔ Jika pengamat di lintang positif dan matahari berdeklinasi positif, maka siang hari lebih dari 12 jam, jika matahari berdeklinasi negatif, maka siang hari lebih pendek dari 12 jam.
 - ➔ Jika pengamat di lintang negatif dan matahari berdeklinasi negatif, maka siang hari lebih dari 12 jam, jika matahari berdeklinasi positif, maka siang hari lebih pendek dari 12 jam
 - ➔ Siang terpanjang di lintang positif jika deklinasi matahari mencapai $+23,45^{\circ}$ (terjadi pada tanggal 22 Juni)
 - ➔ Siang terpanjang di lintang negatif jika deklinasi matahari mencapai $-23,45^{\circ}$ (terjadi pada tanggal 22 Desember)
 - ➔ Jika deklinasi matahari 0° , maka siang hari sama di semua tempat di Bumi, yaitu 12 jam

→ Jika lokasi di ekuator, maka berapapun deklinasi matahari, panjang siang selalu sama, yaitu 12 jam

→ Jika di kutub ($\pm 90^\circ$), maka rumus di atas akan memberikan hasil error. Prinsipnya adalah :

- jika matahari berdeklinasi positif, maka matahari tidak pernah terbenam di kutub utara (selama 6 bulan siang terus, dari 21 Maret – 23 September)
- jika matahari berdeklinasi negatif, maka matahari tidak pernah terbenam di kutub selatan (selama 6 bulan malam terus, dari 23 September – 21 Maret)
- jika matahari berdeklinasi 0° , maka matahari selalu ada di horizon pengamat (beredar di sepanjang horizon, hanya pada sekitar tanggal 21 Maret dan 23 September)
- Jika memperhitungkan semidiameter dan refraksi atmosfer pada matahari, waktu siang di kutub bisa bertambah sekitar 1 hari (sampai ujung atas bulatan matahari tepat di bawah horizon)
- Jika memperhitungkan fajar/senja (sampai benar-benar gelap – astronomical twilight – lihat pembahasan soal no. 1), maka waktu yang terang di kutub bisa diperpanjang sekitar 3 – 4 bulan, masing-masing sekitar dua bulan sebelum 21/3 dan sekitar dua bulan setelah 23/9)

⇒ Jika rumus di atas diterapkan pada bintang, karena deklinasi bintang selalu tetap maka nilai HA selalu tetap untuk lintang tertentu, jadi tidak ada perbedaan terbit dan terbenam di setiap harinya (selalu sama panjangnya tiap hari) – tetapi tidak selalu pada jam yang sama karena selisih 4 menit/hari dengan jam matahari

⇒ Dari pembahasan di atas, dan nilai deklinasi matahari tiap hari (lihat tabel di pembahasan soal no. 4) maka option yang paling tepat adalah B

24. Jika di sebuah lokasi, saat sekitar tengah hari, tongkat yang dipancangkan tegak lurus di tanah tidak memiliki bayangan (matahari tepat berada di atasnya), maka dapat ditarik kesimpulan:

- a) Lokasi itu berada tepat di khatulistiwa
- b) Lokasi itu berada di bumi selahan utara
- c) Lokasi itu berada di bumi belahan selatan
- d) Lokasi berada antara $23,5^\circ$ LS dan $23,5^\circ$ LU
- e) Saat itu adalah tanggal 21 Maret atau 23 September

JAWAB :

⇒ Syarat Matahari berada di zenit untuk suatu lokasi adalah : Deklinasi Matahari = Lintang pengamat ($\delta = \phi$), pada waktu tengah hari!

⇒ Dalam setahun, lokasi diantara $-23,45^\circ < \phi < +23,45^\circ$, Matahari ada zenit pengamat hanya 2 kali (kecuali di lintang tepat $\pm 23,45^\circ$).

⇒ Untuk lintang yang lebih tinggi dari $\pm 23,45^\circ$, matahari tidak pernah mencapai zenith pengamat

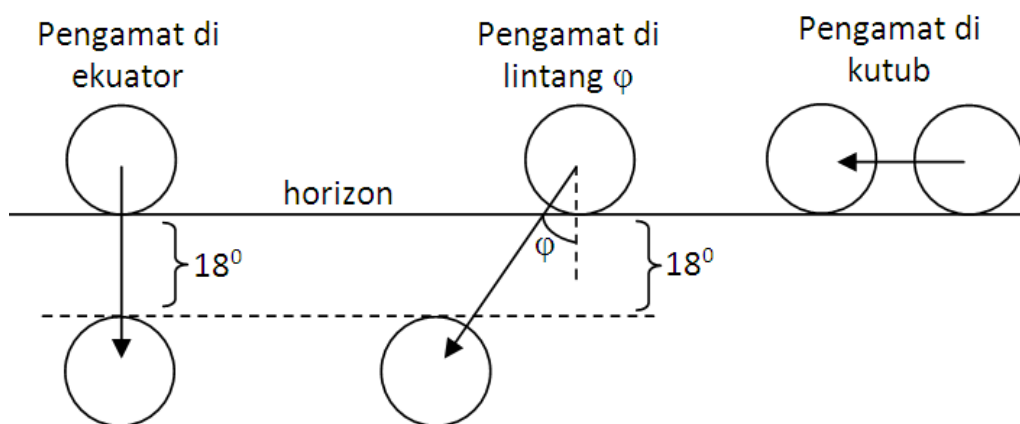
⇒ Jadi jawabannya D

25. Di antara pengamat berikut, manakah yang mengalami senja terpendek?

- a) Pengamat berada di ekuator pada tanggal 21 Maret
- b) Pengamat berada di kutub Selatan pada tanggal 22 Desember
- c) Pengamat berada di kutub Utara pada tanggal 22 Desember
- d) Pengamat di kutub Utara pada tanggal 21 Maret
- e) Pengamat berada di $23,5^\circ$ LU pada tanggal 22 Desember

JAWAB : A

- ⇒ Pembahasan tentang 3 macam senja ada di pembahasan soal no. 1
- ⇒ Jadi senja tergantung seberapa jauh Matahari telah meninggalkan horizon. Jika kita ambil batas paling bawah yang masih bisa disebut senja (senja astronomi) adalah ketika Matahari berada 18° di bawah horizon.
- ⇒ Berapa lamakah matahari mencapai batas 18° di bawah horizon? Jawabannya tergantung lintang pengamat, karena semakin tinggi lintang pengamat, maka posisi matahari terbenam semakin miring. Perhatikan gambar ini :



- ⇒ Bisa dilihat dari gambar di atas, Matahari mencapai ketinggian di bawah 18° dari horizon waktunya akan lebih lama di lintang yang lebih tinggi, senja yang paling lama ada di kutub (Matahari hanya 'turun' atau 'naik' perubahannya rata-rata $\frac{1}{4}^\circ$ tiap hari), jadi di kutub matahari akan turun deklinasinya sejauh 18° setelah sekitar 2 bulan.
- ⇒ Di Kutub Utara hal ini terjadi pada tanggal 23 September dan di Kutub Selatan hal ini terjadi tanggal 21 Maret)
- ⇒ Senja yang terpendek tentu saja terjadi di ekuator, karena setiap hari matahari terbenam secara tepat tegak lurus horizon sehingga untuk mencapai jarak 18° di bawah horizon, Matahari membutuhkan waktu terpendek (sekitar 1 jam 12 menit setelah pukul 18.00).

26. Di lokasi A matahari mencapai titik zenit di langit. Pada saat yang sama di lokasi B, matahari terlihat hanya beberapa belas derajat dari horizon. Dapat disimpulkan bahwa:

- a) B berada di Timur A
- b) B berada di Barat A
- c) B berada di Utara A
- d) B berada di Selatan A
- e) tidak ada kesimpulan yang bisa diambil

JAWAB : E

- ⇒ Pertama kita melihat dari segi bujur Bumi dulu. Jika di bujur 0° , matahari sedang berada di zenit (sedang tengah hari), maka pada bujur terjauh : $+180^\circ$ atau -180° selisih perbedaan waktunya adalah 12 jam, matahari sedang kulminasi bawah (sedang tengah malam). Jadi kemungkinan di suatu bujur tertentu antara 0° dan $\pm 180^\circ$ melihat matahari hanya beberapa belas derajat dari horizon adalah mungkin. Bisa di sebelah timur (Matahari akan terbenam) atau di baratnya (Matahari baru terbit)
- ⇒ Kemudian kita lihat dari segi lintang Bumi. Daerah paling utara dimana matahari masih bisa ada di zenit hanyalah di lintang $23,45^\circ$ LU dan pada saat itu haruslah tanggal 22 Juni (Matahari memiliki deklinasi sebesar $+23,45^\circ$ juga). Pada bujur yang sama (supaya Matahari tetap dalam keadaan transit – di Meridian langit) di lokasi terjauh, yaitu di kutub Selatan, kita akan melihat Matahari berada pada $23,45^\circ$ di bawah horizon – coba gambarkan bola langitnya sendiri (artinya sedang malam hari). Jadi ada tempat diantaranya yang melihat matahari beberapa belas derajat di atas horizon.
- ⇒ Jadi jawabannya tidak ada kesimpulan yang dapat diambil.

27. Bujur ekliptika Matahari pada tanggal 21 Maret adalah 0° . Pada tanggal 6 Mei bujur ekliptika Matahari adalah sekitar:

- a) sama setiap saat
- b) 45°
- c) 90°
- d) 135°
- e) 180°

JAWAB : B

- ⇒ Koordinat ekliptika mirip dengan koordinat ekuatorial, hanya berbeda lingkaran besar acuannya saja. Koordinat ekuatorial menggunakan lingkaran *ekuator langit*, maka koordinat ekliptika menggunakan bidang *ekliptika*, yaitu bidang edar bumi mengelilingi matahari, yang memiliki kemiringan $23,5^\circ$ dari ekuator. Sistem koordinat ekliptika memiliki dua buah koordinat yaitu :
 - 1) Lintang Ekliptika atau lintang langit (β) : Pengukuran sama dengan deklinasi (δ), jika deklinasi adalah jarak bintang ke bidang ekuator, kalau lintang ekliptika adalah jarak bintang ke bidang ekliptika. Positif jika ke arah kutub utara ekliptika (KUE), negatif jika ke arah kutub selatan ekliptika (KSE). Dari bidang ekliptika ke kutub besarnya $\pm 90^\circ$

2) Bujur ekliptika atau bujur langit (λ) : Pengukuran sama dengan asensiorekta (α), jika asensiorekta adalah jarak kaki bintang di ekuator diukur terhadap titik Aries, maka bujur ekliptika adalah jarak kaki bintang di ekliptika diukur terhadap titik Aries. Arah pengukuran adalah dari titik Aries ke kaki bintang sepanjang lingkaran ekliptika mengarah berlawanan dengan gerakan benda langit di ekliptika

⇒ Matahari dalam koordinat ekliptika memiliki koordinat sebagai berikut :

1) Koordinat lintang ekliptika Matahari

Matahari selalu berada di lintasan ekliptika, karena itu lintang ekliptikanya selalu nol setiap saat

2) Koordinat bujur ekliptika Matahari

Matahari tepat berimpit dengan titik Aries hanya pada tanggal 21 Maret pukul 00.00. Keesokan harinya Matahari tertinggal oleh titik Aries sejauh 4 menit, artinya bujur ekliptika Matahari bertambah +4' tiap hari. Atau bisa menggubakan tabel perbandingan koordinat ekuator dan koordinat ekliptika dari Matahari berikut ini :

Tanggal	λ (jam)	β (°)	α (jam)	δ (°)	Lokasi
21 Maret	0	0	0	0	Titik Musim Semi
22 Juni	6	0	6	+ 23.27	Titik Musim Panas
23 September	12	0	12	0	Titik Musim Gugur
22 Desember	18	0	18	- 23.27	Titik Musim Dingin

⇒ Kembali ke soal, tanggal 6 Mei, bujur ekliptika Matahari adalah :

$$\lambda = (\text{selisih 6 Mei dengan 21 Maret}) \times \frac{24}{365,25}$$

$$\lambda = 46 \times \frac{24}{365,25} = 3j\ 01m\ 21s \times \frac{15^0}{jam} = 45^0 20' 20''$$

28. Bagi pengamat di ekuator Bumi, hasil pengamatan titik Aries sepanjang tahun adalah:

- a) titik Aries terbit dan terbenam di titik yang sama di horizon
- b) titik Aries terbenam di titik Barat hanya pada tanggal 21 Maret dan 23 September
- c) titik Aries tidak pernah terbenam kecuali pada tanggal 21 Maret
- d) titik Aries tidak pernah terbit kecuali pada tanggal 23 September
- e) titik Aries selalu terbenam di titik Barat dan terbit tidak selalu di titik Timur

JAWAB : A

- ⇒ Titik Aries adalah titik koordinat acuan (0,0) untuk koordinat ekuator langit
- ⇒ Titik ini terletak dan beredar di sepanjang ekuator langit, yang merupakan perpanjangan ekuator Bumi.
- ⇒ Lingkaran ekuator langit adalah lingkaran besar yang menghubungkan titik Timur, dan Barat, tepat di atas ekuator Bumi.
- ⇒ Jadi bagi pengamat di ekuator, titik Aries setiap hari selalu terbit tegak lurus horizon tepat di titik Timur, mencapai zenit dan selalu terbenam tegak lurus horizon tepat di titik Barat

29. Apakah perbedaan yang dirasakan oleh mereka yang tinggal di lintang rendah dan lintang tinggi?

- a) Senja di lintang tinggi selalu lebih panjang dibandingkan di lintang rendah
- b) Panjang siang selalu lebih panjang di daerah lintang tinggi
- c) Panjang malam selalu lebih panjang di daerah lintang tinggi
- d) Perbedaan panjang siang dan panjang malam di lintang rendah, lebih kecil dibandingkan di lintang tinggi
- e) Perbedaan panjang siang dan panjang malam di lintang rendah, lebih besar dibandingkan di lintang tinggi

JAWAB : A dan D

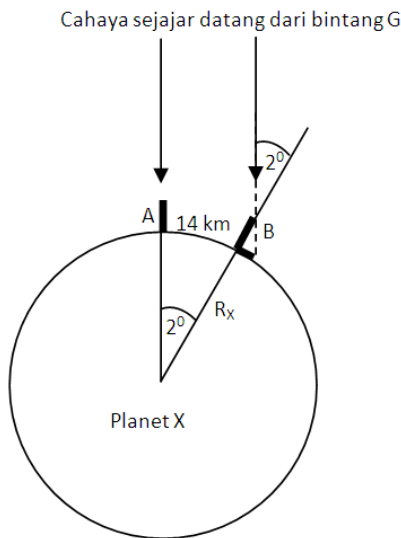
- ⇒ Senja dan fajar di lintang lebih tinggi akan lebih panjang daripada senja dan fajar di lintang yang lebih rendah (lihat pembahasan soal no. 25).
- ⇒ Panjang siang dan panjang malam akan bervariasi di semua tempat di Bumi kecuali tepat di ekuator (lihat pembahasan soal no. 23).
- ⇒ Perbedaan panjang siang dan malam di lintang lebih tinggi tentu akan lebih besar dari pada di lintang yang lebih rendah.
- ⇒ Jadi jawaban yang tepat ada dua optiodn, yaitu A dan D

30. Awak wahana antariksa melakukan eksperimen di sebuah planet X yang mengorbit bintang G yang identik dengan Matahari. Ketika bintang G tepat di atas tongkat A, kedudukan bintang G mempunyai posisi 2 derajat dari zenit tongkat B. Tongkat A dan B terpisah pada jarak 14 km . Dari hal tersebut dapat disimpulkan bahwa radius planet X sekitar:

- a. 400 km
- b. 1000 km
- c. 1500 km
- d. 200 km
- e. 1400 km

JAWAB : A

- ⇒ Pertanyaan ini adalah cara Erathostenes (matematikawan Yunani) di abad ke 2 SM untuk mengukur jari-jari Bumi.
- ⇒ Dua buah tongkat (A dan B) ditancapkan terpisah di tanah pada jarak 14 km dengan posisi bintang G tepat di zenit tongkat A (tidak ada bayangan tongkat A). Perhatikan gambar di bawah ini :



- ⇒ Dengan gambar tersebut, maka mencari jari-jari planet X tidak begitu sulit. Manfaatkan perbandingan sudut dengan seluruh lingkaran berikut :

$$\frac{2^\circ}{360^\circ} = \frac{14}{2.\pi.R} \rightarrow R = 401,07 \text{ km}$$

31. Pengaruh refraksi pada saat Matahari terbit/terbenam adalah:
- bentuk bundar Matahari terdistorsi
 - kedudukan Matahari lebih tinggi dari yang seharusnya
 - pengaruhnya terlalu kecil sehingga bisa diabaikan
 - Matahari tampak menjadi merah
 - tidak ada jawaban yang benar

JAWAB :

- ⇒ Ketika matahari terbit atau terbenam, ada 3 macam koreksi, yaitu koreksi semidiameter, koreksi refraksi dan koreksi dip. Secara standar, diameter sudut matahari kira-kira adalah 30', tetapi koreksi ketika matahari mendekati daerah horizon ini menyebabkan matahari menjadi lebih besar dari seharusnya. Matahari dikatakan terbenam jika piringan atas matahari sudah terbenam di horizon dan Matahari dikatakan terbit jika piringan atas matahari sudah tampak di horizon. Perhitungan yang teliti akan terbit dan terbenamnya Matahari harus melibatkan ketiga koreksi ini. Kita akan bahas satu demi satu secara singkat.
- ⇒ Koreksi semidiameter : Koreksi ini adalah koreksi piringan matahari pada saat terbit atau terbenam ketika mendekati horizon. Pada saat itu matahari/bulan tampak lebih besar dari biasanya. Dalam perhitungannya, koreksi ini adalah 16'
- ⇒ Koreksi Refraksi

Efek refraksi merupakan salah satu efek yang menyebabkan tinggi benda langit di sekitar horizon (tinggi semu) tidak sesuai dengan

tingginya yang sebenarnya. Efek ini disebabkan oleh cahaya melewati medium atmosfer Bumi yang memiliki nilai indeks bias yang berbeda-beda (berlapis-lapis). Kecepatan cahaya di udara bergantung kepada temperatur dan tekanannya, sehingga indeks refraksi udara bervariasi untuk tiap lapisan atmosfer yang berbeda. Pada temperature dan tekanan standar, refraksi di horizon (disebut refraksi horizontal) memiliki nilai pendekatan sebesar 34'. Jika benda sebenarnya sudah mencapai horizon, pengamat masih melihatnya setinggi 34' dari horizon. Semakin tinggi dari horizon, efek ini semakin kecil. Perhatikan tabel ini :

Lintang Tampak	Sudut Refraksi
0°	35' 21"
1°	24' 45"
2°	18' 24"
3°	14' 24"
4°	11' 43"
10°	5' 18"
30°	1' 41"
60°	0' 34"
90°	0' 00"

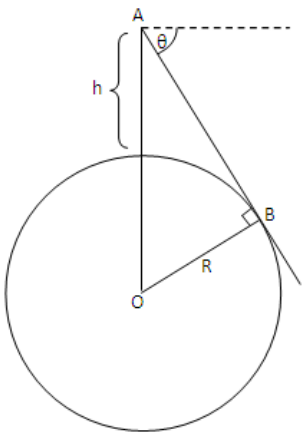
Dengan sudut refraksi di horizon 34' dan semidiameter Matahari 16', maka ketinggian matahari pada waktu terbenam bukanlah 0⁰, tetapi 50' dibawah horizon. Rumus untuk koreksi ini adalah :

$$\Delta HA = \frac{51}{15} \sec \varphi \sec \delta \operatorname{cosec} HA \quad (\text{menit})$$

ΔHA adalah koreksi tambahan untuk setengah panjang siang (dalam satuan menit), φ lintang pengamat, δ deklinasi matahari saat itu, HA adalah setengah panjang siang yang dihitung pakai rumus : $\cos HA = -\tan \varphi . \tan \delta$

Jadi panjang siang sebenarnya adalah : $t = 2. (HA + \Delta HA)$

⇒ Koreksi dip : Adalah koreksi dari ketinggian. Pada bujur yang sama tetapi ketinggian yang berbeda, makat tentu pengamat di ketinggian h akan melihat matahari lebih dulu terbit daripada pengamat di ketinggian 0. Perhatikan gambar di bawah ini :



Didefinisikan jarak ke horizon adalah AB, dengan rumus : $AB = \sqrt{h(2R + h)}$

Jika $h \ll R$, maka persamaan bisa didekati menjadi : $AB = 3570\sqrt{h}$ meter

Didefinisikan sudut kedalaman (angle of dip) : $\theta \text{ (rad)} = \sqrt{\frac{2h}{R+h}}$

Jika $h \ll R$, maka persamaan di atas bisa didekati menjadi : $\theta(^{\circ}) = 1930\sqrt{h}$

⇒ Kembali ke soal, efek refraksi pada Matahari tentu akan menyebabkan piringan Matahari akan tampak lebih besar, jadi jawabannya E.

32. Bagi pengamat di ekuator Bumi, orientasi ekliptika sepanjang tahun adalah:

- A. berpotongan pada horizon di dua titik yang tetap
- B. berpotongan pada horizon di dua titik di sekitar titik Barat dan titik Tirnur dalam rentang kurang dari 25 derajat
- C. berpotongan pada horizon di titik Barat dan titik Timur pada tanggal 22 Desember
- D. tidak berpotongan dengan horizon
- E. sejajar dengan horizon

JAWAB : B

- ⇒ Ekliptika adalah lintasan semu Matahari di langit
- ⇒ Pengamat di ekuator akan mengamati Matahari terbit dan terbenam tepat tegak lurus terhadap horizon
- ⇒ Ekuator langit bagi pengamat di ekuator adalah lingkaran besar tegak lurus horizon yang melalui Timur – Zenit – Barat
- ⇒ Deklinasi Matahari adalah maksimal $\pm 23,45^{\circ}$ terhadap ekuator
- ⇒ Jadi Matahari akan terbit tiap hari di Timur dalam rentang $\pm 23,45^{\circ}$ dari titik Timur
- ⇒ Jadi Matahari akan terbenam tiap hari di Barat dalam rentang $\pm 23,45^{\circ}$ dari titik Barat

33. Dari pernyataan berikut, manakah yang BENAR?

- A. siklus Matahari bertemu dengan titik Aries lebih pendek daripada siklus Matahari bertemu dengan bintang tetap
- B. asensiorekta titik Aries tidak nol karena pengaruh presesi Bumi
- C. pada tanggal 23 September posisi Matahari sama dengan posisi titik Aries
- D. lintang ekliptika titik Aries selalu nol
- E. A, B, C, dan D tidak benar

JAWAB : A

- ⇒ Kita analisis setiap option :

- A. Siklus Matahari bertemu dengan titik Aries lebih pendek daripada siklus Matahari bertemu dengan bintang tetap → Lihat penjelasan titik Aries di pembahasan soal no. 2, maka pernyataan ini benar, karena ada selisih sekitar 20 menit lebih cepat Matahari untuk bertemu titik Aries setiap tahun daripada bertemu bintang tetap yang jauh
- B. asensiorekta titik Aries tidak nol karena pengaruh presesi Bumi → Presesi Bumi menyebabkan titik Aries selalu bergeser tiap tahun, tetapi nilai koordinat ekuator titik Aries tetap 'dipaksakan' harus (0,0) sehingga koordinat bintang-bintang lain yang harus dikoreksi, dikenal sebagai epoch. Pernyataan salah!
- C. pada tanggal 23 September posisi Matahari sama dengan posisi titik Aries → Posisi Matahari sama dengan titik Aries hanya di tanggal 21 Maret saja, tetapi deklinasi Matahari sama dengan titik Aries pada dua tanggal, yaitu 21 Maret dan 23 September. Pernyataan salah!
- D. lintang ekliptika titik Aries selalu nol → Yang selalu nol adalah bujur ekliptika titik Aries, sementara lintang ekliptika titik Aries berubah setiap hari, paling besar adalah $\pm 23,45^\circ$. Pernyataan salah!

34. Bila ada pengamat berada pada lintang $+54^\circ 09'$, maka malam terpendek dan terpanjang yang akan dialami pengamat tersebut adalah:

- A. 3 jam 31 menit dan 20 jam 29 menit
- B. 5 jam 31 menit dan 15 jam 29 menit
- C. 2 jam 31 menit dan 12 jam 29 menit
- D. 3 jam 31 menit dan 15 jam 29 menit
- E. 4 jam 31 menit dan 7 jam 29 menit

JAWAB : Tidak ada! (Mungkin B ?)

⇒ Untuk penjelasan panjang siang bisa dilihat pada pembahasan soal no. 23, yaitu gunakan rumus turunan dari segitiga bola :

$$\cos HA = -\tan \delta_\odot \cdot \tan \varphi$$

⇒ Malam terpendek artinya siang terpanjang yang terjadi hanya pada tanggal 22 Juni ketika $\delta_\odot = 23,45^\circ$ (karena lokasi di lintang utara), terapkan ke rumus :

$$\cos HA = -\tan 23,45^\circ \cdot \tan 54^\circ 09' \rightarrow HA = 126^\circ 53' 39''$$

Jadi siang terpanjang adalah : $2 \times HA = 253^\circ 47' 18'' / 15^\circ/\text{jam} = 16\text{ j } 55\text{ m } 9\text{ s}$

Maka malam terpendek adalah $24 - 16\text{ j } 55\text{ m } 9\text{ s} = 7\text{ j } 04\text{ m } 51\text{ s}$

Coba kita terapkan koreksi semidiameter dan refraksi pada piringan matahari (lihat penjelasan soal no. 31), gunakan rumus :

$$\Delta HA = \frac{51}{15} \sec \varphi \sec \delta \operatorname{cosec} HA \text{ (menit)}$$

$$\Delta HA = \frac{51}{15} \sec 54^{\circ}09' \sec 23,45^{\circ} \operatorname{cosec} 126^{\circ}53'39'' \rightarrow \Delta HA = 7\text{m } 55\text{s}$$

Panjang siang sebenarnya = $2 \times (HA + \Delta HA) = 2 \times ((126^{\circ}53'39''/15) + 7\text{m } 55\text{s}) = 17\text{j } 10\text{m } 59\text{s}$.

Jadi panjang malam terpendek sebenarnya = $24 - 17\text{j } 10\text{m } 59\text{s} = 6\text{j } 49\text{m } 01\text{s}$

- ⇒ Malam terpanjang artinya siang terpendek yang terjadi hanya pada tanggal 22 Desember ketika $\delta = -23,45^{\circ}$ (karena lokasi di lintang utara), terapkan ke rumus :

$$\cos HA = -\tan -23,45^{\circ} \cdot \tan 54^{\circ}09' \rightarrow HA = 53^{\circ}06'21''$$

Jadi siang terpendek adalah : $2 \times HA = 106^{\circ}12'42'' / 15^{\circ}/\text{jam} = 7\text{j } 04\text{m } 51\text{s}$

Maka malam terpanjang adalah $24 - 7\text{j } 04\text{m } 51\text{s} = 16\text{j } 55\text{m } 9\text{s}$ (kebalikan dari kasus malam terpendek)

Coba kita terapkan koreksi semidiameter dan refraksi pada piringan matahari (lihat penjelasan soal no. 31), gunakan rumus :

$$\Delta HA = \frac{51}{15} \sec \varphi \sec \delta \operatorname{cosec} HA \text{ (menit)}$$

$$\Delta HA = \frac{51}{15} \sec 54^{\circ}09' \sec -23,45^{\circ} \operatorname{cosec} 53^{\circ}06'21'' \rightarrow \Delta HA = 7\text{m } 55\text{s} \text{ (sama saja dengan kasus malam terpendek)}$$

Panjang siang sebenarnya = $2 \times (HA + \Delta HA) = 2 \times ((53^{\circ}06'21''/15) + 7\text{m } 55\text{s}) = 7\text{j } 20\text{m } 41\text{s}$.

Jadi panjang malam terpanjang sebenarnya = $24 - 7\text{j } 20\text{m } 41\text{s} = 16\text{j } 39\text{m } 19\text{s}$

- ⇒ Jawabannya tidak ada yang cocok! Mungkin yang paling mendekati point B!

35. Diketahui Matahari terbenam pada pukul 18:00 WIB, dan bintang X terbenam pukul 20:15 WIB. Beda sudut jam bintang X dan Matahari dari tempat pengamatan itu adalah :

- 2 jam 15 menit 0 detik
- 2 jam 14 menit 37.8 detik
- 2 jam 15 menit 22.2 detik
- 2 jam 11 menit 04 detik
- A, B, C, dan D tidak benar

JAWAB :

- ⇒ Bintang X terbenam 2j 15m setelah Matahari terbenam, artinya beda asensiorektanya adalah 2j 15m.
- ⇒ Yang mana yang asensiorektanya lebih kecil? Tentu Matahari, karena Matahari terbenam lebih dulu!

36. Dua bintang memiliki asensiorekta yang sama, dan deklinasi yang besarnya sama tapi tandanya berlawanan. Jika bintang A berada di utara ekuator langit dan bintang B di selatan ekuator langit, maka:

- A. bintang A lebih dulu terbit bila diamati dari Tokyo
- B. bintang A lebih dulu terbit bila diamati dari Sydney
- C. bintang A lebih dulu terbit bila diamati dari khatulistiwa
- D. bintang B lebih dulu terbit bila diamati dari khatulistiwa
- E. dari daerah di lintang lebih besar dari 23,5 derajat (baik utara maupun selatan) kedua bintang akan diamati terbit secara bersamaan

JAWAB : A

- ⇒ Dua buah bintang dengan asensiorekta yang sama artinya akan mencapai transit dalam waktu yang sama, tetapi belum tentu terbitnya bersamaan
- ⇒ Waktu terbit sangat dipengaruhi oleh lintang pengamat dan deklinasi bintang.
- ⇒ Pengamat di lintang utara tentu akan melihat bintang berdeklinasi lebih positif terbit lebih cepat
- ⇒ Pengamat di lintang selatan akan melihat bintang berdeklinasi lebih negatif terbit lebih cepat
- ⇒ Jadi jawaban yang paling tepat adalah A

37. Titik terbenam Bulan bagi pengamat di ekuator

- A. bisa berada di selatan Matahari walaupun Matahari berada di titik paling selatan
- B. selalu di utara titik terbenam Matahari ketika Matahari berada di titik paling selatan
- C. maksimal berada pada titik terbenam Matahari ketika Matahari berada di titik paling selatan
- D. titik terbenam Bulan dalam rentang 5 derajat di sekitar titik Barat
- E. titik terbenam Bulan sama dengan titik terbenam titik Aries

JAWAB :

- ⇒ Bulan memiliki sudut inklinasi 5° terhadap Matahari, jadi bisa membentuk sudut terjauh sebesar 5° di langit dengan ekliptika
- ⇒ Jadi jika Matahari sudah berada paling selatan ($\delta = -23,45^\circ$), bulan tentu bisa berada 5° lebih selatan lagi

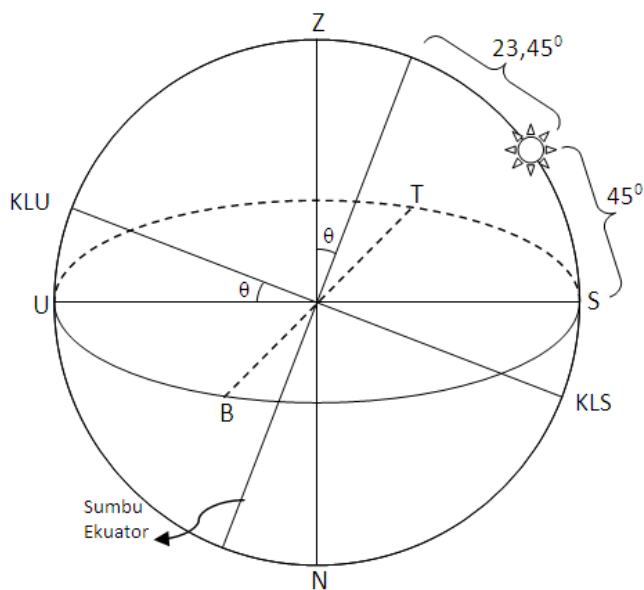
38. Pengamat yang berada di belahan Bumi selatan dapat mengamati bintang mulai dari terbit hingga terbenam selama lebih dari 12 jam. Kapan dan di daerah langit manakah bintang tersebut dapat dilihat? Jelaskan!

JAWAB :

- ⇒ Di daerah langit selatan dapat melihat bintang selama lebih dari 12 jam, artinya malam lebih dari 12 jam, hal ini tentu saja terjadi ketika Matahari sedang berada di Selatan khatulistiwa, atau dari tanggal 23 September sampai 21 Juni

JAWAB :

- ⇒ Dari Jakarta ke Kobe di Jepang tentu mengarah ke Timur - Utara, jadi kemungkinan besar kapal yang karam tersebut berada di lintang utara dan berada di sebelah Timur dari Jakarta.
- ⇒ 3 hari setelah 19 Desember adalah 22 Desember, artinya Matahari berada di titik balik selatan ($\delta \text{ }^\circ = -23,45^\circ$)
- ⇒ Panjang bayangan terpendek artinya Matahari sedang transit (berada di Meridian) → pukul 12.00 LT (Local Time)
- ⇒ Panjang bayangan dayung terpendek sama dengan panjang bagian dayung yang ada di atas tanah, artinya ketinggian matahari saat itu 45°
- ⇒ Gambarkan bola langit awak kapal itu (anggap berada di lintang utara)



- Page
- 31**
- of
- 32**

- ⇒ Untuk mencari bujur pengamat, perhatikan bahwa saat Matahari transit (pukul 12.00 LT) ternyata adalah pukul 10.30 WIB, berarti ada selisih 1,5 jam ke arah timur
- ⇒ Karena selisih WIB dan UT adalah 7 jam ($\text{WIB} = \text{UT} + 7 \text{ jam}$), maka selisih waktu UT dengan pengamat adalah $7 + 1,5 = 8,5 \text{ jam}$
- ⇒ Karena selisih 1 jam berarti selisih 15° bujur, maka bujur awak kapal adalah : $8,5 \times 15^\circ = 127,5^\circ$ Bujur Timur
- ⇒ Jadi koordinat awak kapal yang karam adalah : $21,55^\circ \text{ LU}$ dan $127,5^\circ \text{ BT}$

40. Rasi Gemini dalam horoskop diperuntukkan bagi mereka yang lahir dalam bulan Juni, tetapi mengapa malam hari di bulan Juni kita tidak bisa melihat rasi Gemini tersebut? Kapankah kita dapat melihat rasi Gemini dengan baik?

JAWAB :

- ⇒ Lihat pembahasan soal no. 19
- ⇒ Rasi Gemini di bulan Juni sedang berada di belakang Matahari, sehingga tentu saja kita tidak bisa melihatnya pada malam hari
- ⇒ Kapan bisa melihat rasi Gemini? Tentu 6 bulan kemudian, ketika rasi Gemini terlihat di langit malam.