

## **PLANET BUMI (1)**

*Drs. H. Basuni Rachman, S.Pd, M.Pd.*

---

### **PENDAHULUAN**

Pada Bahan Belajar Mandiri yang lalu Anda telah mempelajari tentang Tata Surya atau *Solar System*. Berdasarkan jaraknya terhadap matahari, dalam sistem tata surya, Bumi termasuk planet dalam (planet *inferior*) yang merupakan planet ketiga setelah planet Merkurius dan planet Venus. Berdasarkan perbandingan besarnya planet, Bumi termasuk kelompok planet minor/planet terestrial (Merkurius, Venus, Bumi, Mars) yang ukuran dan massanya relatif kecil. Planet Bumi merupakan satu-satunya planet yang dihuni oleh makhluk hidup. Seperti planet lain dalam sistem Tata Surya, dari jauh Bumi tampak sebagai bola yang melayang mengedari Matahari.

Bumi mempunyai atmosfer yang terdiri dari 78% N<sub>2</sub>, 21% O<sub>2</sub> sedangkan sisanya terdiri dari Argon 0,9%, Karbondioksida 0,03% dan gas-gas mulia termasuk Ozon 0,07%. Permukaan Bumi sebagian besar tertutup air hingga 71%, komposisi dalam bumi merupakan selubung yang sebelah luarnya terdiri dari campuran Silisium dan Aluminium (Si Al), yang sebelah dalam terdiri dari campuran Silisium dan Magnesium (Si Ma). Bagian inti lebih banyak mengandung Nikel dan Ferum. Bumi hanya memiliki satu satelit yaitu Bulan atau Luna. Di Bulan tidak terdapat atmosfer, tekanannya hanya 10<sup>-9</sup> atm.

Pada Bahan Belajar Mandiri ini, Anda akan mempelajari bentuk, ukuran, massa, dan umur Bumi; rotasi dan revolusi Bumi; serta kalender surya.

Setelah Anda mempelajari Bahan Belajar Mandiri ini, secara umum diharapkan Anda mengetahui dan memahami kedudukan Bumi dalam sistem Tata Surya dan hubungannya dengan Matahari sebagai pusat Tata Surya, sedangkan secara khusus Anda dapat:

1. menjelaskan kedudukan Bumi dalam Tata Surya,
2. menjelaskan tentang bentuk Bumi dan yang mempengaruhinya,

3. menjelaskan ukuran (luas, volume, massa, densitas/massa jenis) Bumi,
4. menjelaskan perkiraan umur Bumi,
5. menjelaskan rotasi Bumi beserta pengaruh-pengaruhnya, dan
6. menjelaskan revolusi Bumi beserta pengaruh-pengaruhnya.

Untuk membantu Anda mencapai tujuan tersebut, BBM ini diorganisasikan menjadi tiga Kegiatan Belajar (KB), yaitu:

KB 1 : Bentuk, ukuran, dan umur Bumi,

KB 2 : Rotasi dan Revolusi Bumi, dan

Agar Anda mudah mempelajari sendiri Bahan Belajar Mandiri ini sebaiknya memperhatikan beberapa petunjuk di bawah ini:

1. Bacalah dengan cermat bagian pendahuluan ini sampai Anda memahami secara tuntas bagaimana mempelajari materi Bahan Belajar ini.
2. Bacalah sepintas bagian demi bagian dan temukan kata-kata kunci dari kata-kata yang dianggap baru. Carilah dan baca pengertian kata-kata kunci tersebut dalam kamus yang Anda miliki.
3. Tangkaplah pengertian demi pengertian melalui pemahaman sendiri dan bertukar pikiran dengan teman yang lain atau dengan dosen/tutor Anda.
4. Untuk memperluas wawasan, baca dan pelajarilah sumber-sumber lain yang relevan. Anda dapat menemukan bacaan dari berbagai buku sumber termasuk dari *internet*.
5. Mantapkanlah pemahaman Anda dengan mengerjakan latihan dan diskusi dalam kegiatan tutorial dengan mahasiswa lain atau teman sejawat.
6. Jawablah soal-soal yang tercantum pada setiap akhir kegiatan belajar. Hal ini berguna untuk mengetahui kemampuan Anda dalam memahami materi Bahan Belajar Mandiri ini.

**Selamat Belajar !**

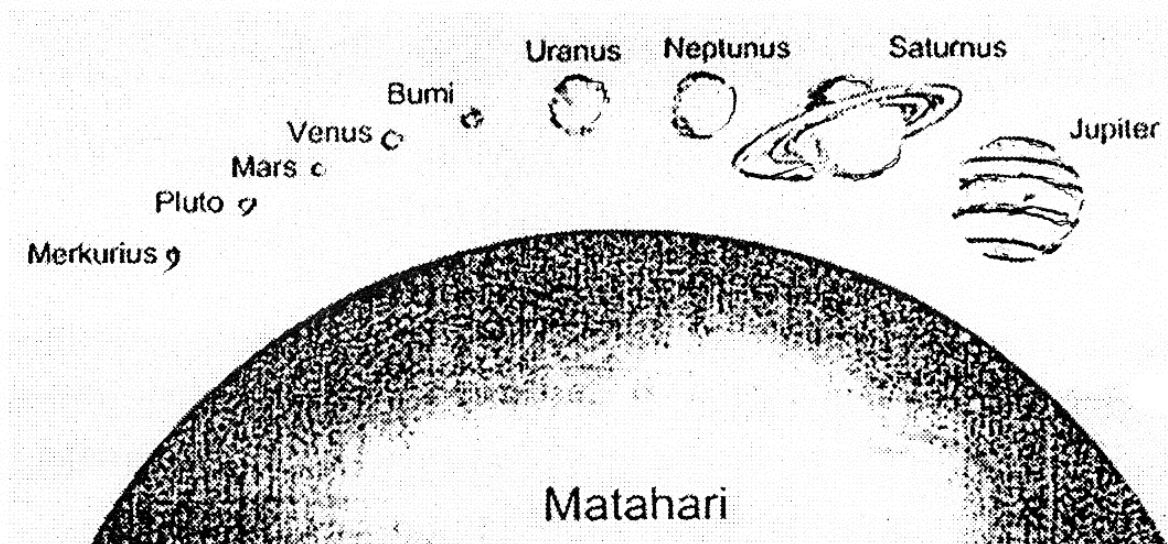
## Kegiatan Belajar 1

### BENTUK, UKURAN, DAN UMUR BUMI

---

Pada pendahuluan Bahan Belajar Mandiri ini, telah disampaikan bahwa kedudukan Bumi dalam Sistem Tata Surya (Solar Sistem) termasuk planet dalam (Planet Inferior) yang merupakan Planet ketiga dari Matahari setelah Planet Merkurius, dan Venus. Apabila dibandingkan dengan alam semesta yang tak terbatas luasnya, Planet Bumi hanyalah benda terlalu kecil sehingga dengan mudah dapat hilang dari pandangan dan hanya tampak sebagai titik yang tidak kelihatan. Meskipun demikian, sampai saat ini belum juga ditemukan tempat lain dalam jagat raya ini yang mampu dijadikan tempat kehidupan selain di Bumi ini.

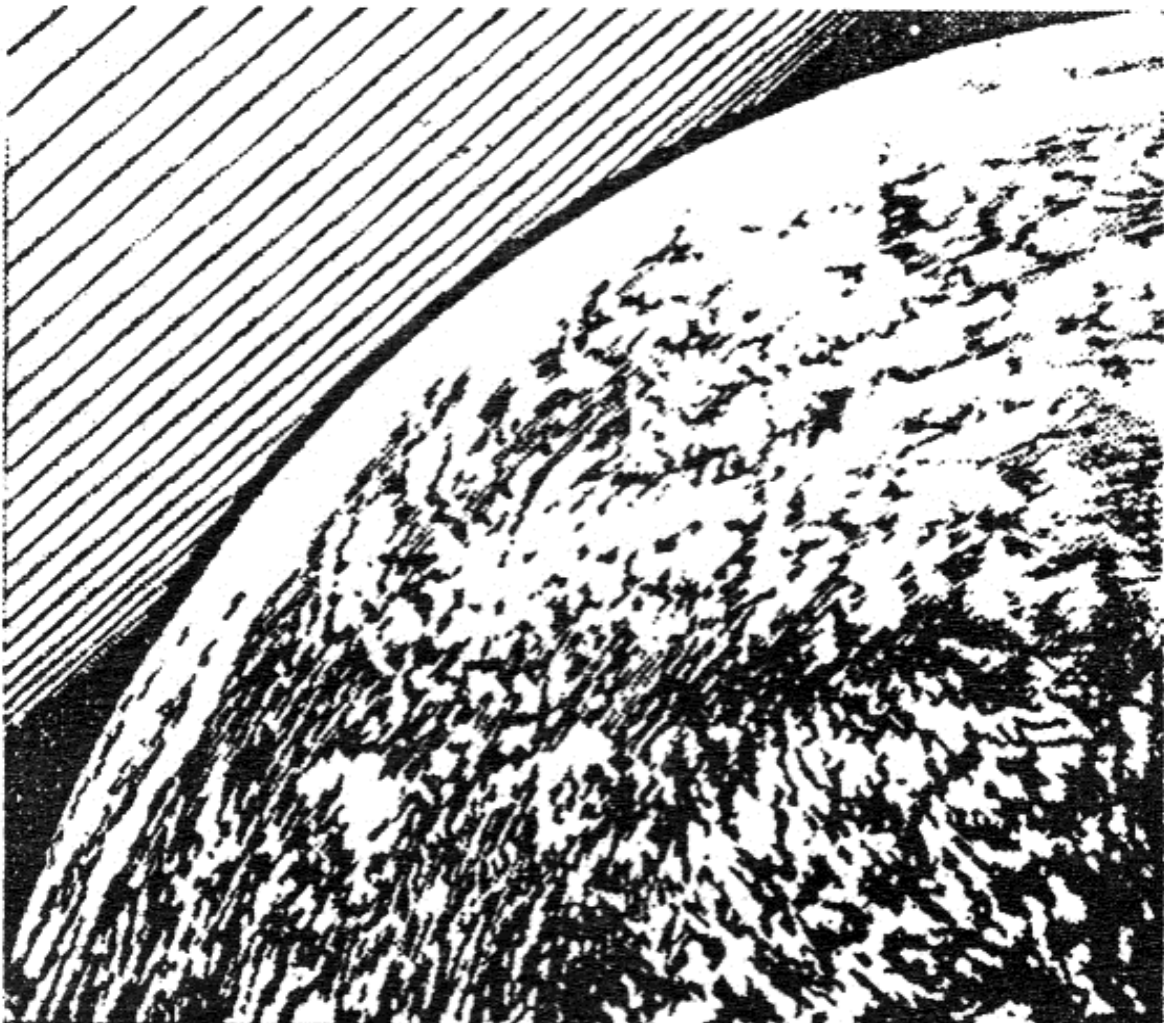
Bumi disebut juga “planet biru” karena tampak berwarna biru apabila dilihat dari luar angkasa. Planet bumi sangat unik dalam Tata Surya karena terdapat *air* dalam *tiga fasa* (padat, cair, dan gas) sehingga memiliki *lautan* dan *kutub es* serta terjadinya *siklus hidrologi* (di antaranya hujan) yang berkesinambungan. Di bumi juga berlangsung proses geologis secara aktif, yaitu terjadinya *daur (siklus) geologi* yang menyebabkan permukaan Bumi terus mengalami perubahan dan peremajaan (*rejuvenation*) sepanjang waktu (Mulyo,A., 2004: 33).



Gambar 10.1.1 : Ukuran relatif aktual planet-planet dan Matahari

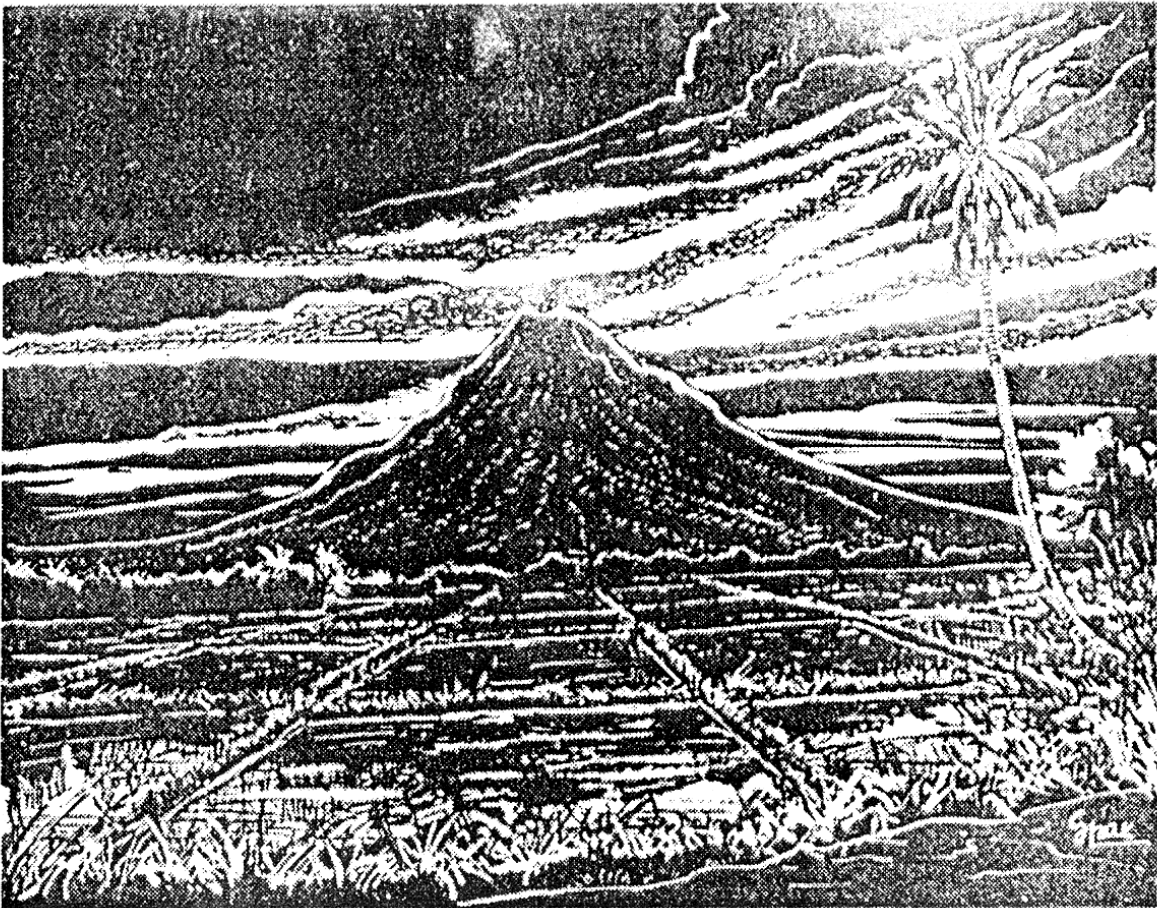
## 1. Bentuk Bumi

Berbagai bukti telah dikemukakan orang bahwa bentuk Bumi itu bulat. Bukti yang paling mutakhir adalah bentuk Bumi sebagaimana terlihat dari satelit buatan, dan kapal ruang angkasa pada abad ke-20 ini (Hidayat,B., 1978:33). Hasil pengamatan itu terlihat seperti pada gambar 10.1.2 di bawah:



Gambar 10.1.2 : Bumi bulat terlihat dari kapal ruang angkasa

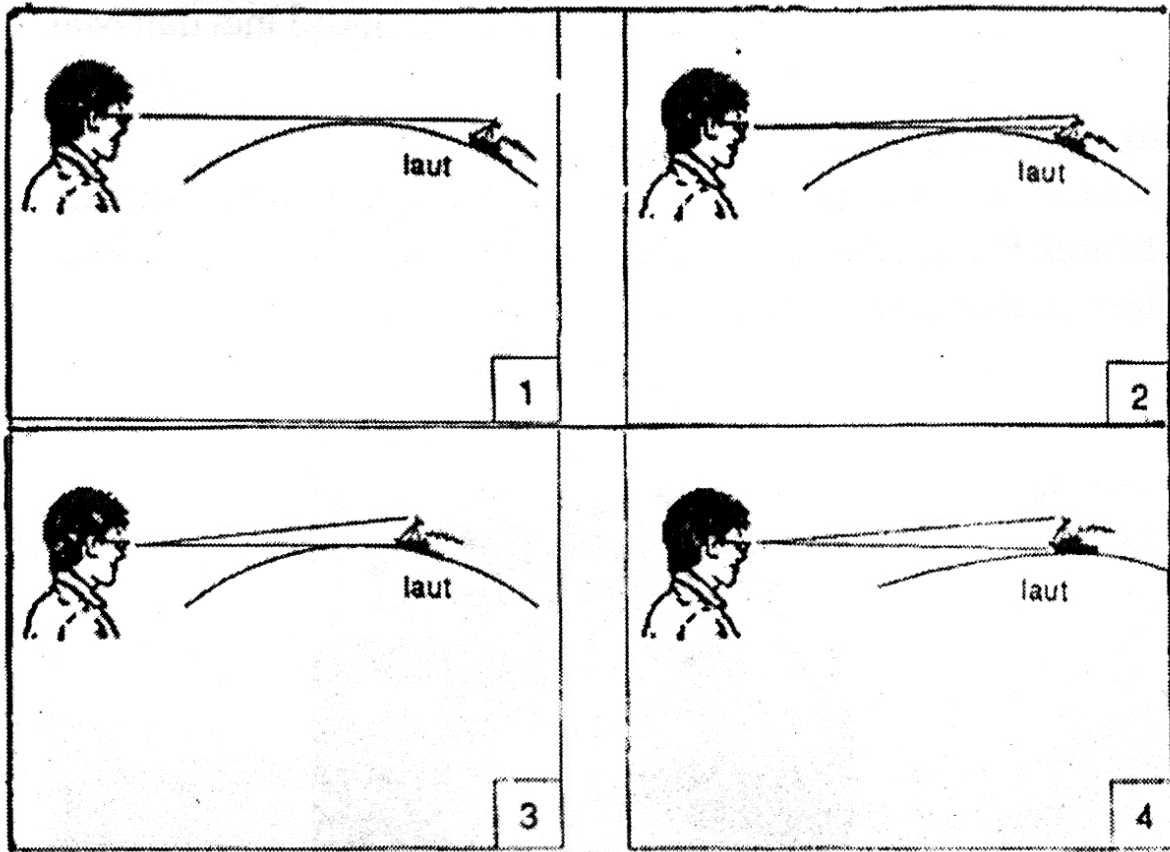
Selain itu, menurut Hidayat, B., (1978:34) bahwa Bumi bulat dan permukaannya melengkung dapat dibuktikan dengan kenyataan-kenyataan, seperti kita mengamati pada waktu matahari terbenam. Awan dan gunung yang tinggi di atas kita masih kelihatan terang, artinya masih mendapat sinar Matahari. Hal ini hanya mungkin bila permukaan Bumi melengkung. Bukti sejarah menyatakan jika kita berlayar terus ke satu arah, maka kita akan tiba kembali di tempat semula sebagaimana dilakukan oleh Magelhaens tahun 1522. Ini hanya mungkin terjadi bila Bumi bulat.



Gambar 10.1.3 : Awan dan gunung yang tinggi masih terang walaupun matahari baru terbenam

Jika Anda berdiri di tepi pantai di suatu pelabuhan memandang jauh ke laut lepas memperhatikan kapal yang datang menuju pantai. Pertama-tama Anda hanya akan

melihat bendera kapal diujung atas tiang, makin lama tampak seluruh tiang, disusul bagian atas kapal, dan akhirnya seluruh badan kapal. Keadaan itu mungkin terjadi apabila Bumi itu bulat (Didjosoemarno, S., dkk., 1991:471).

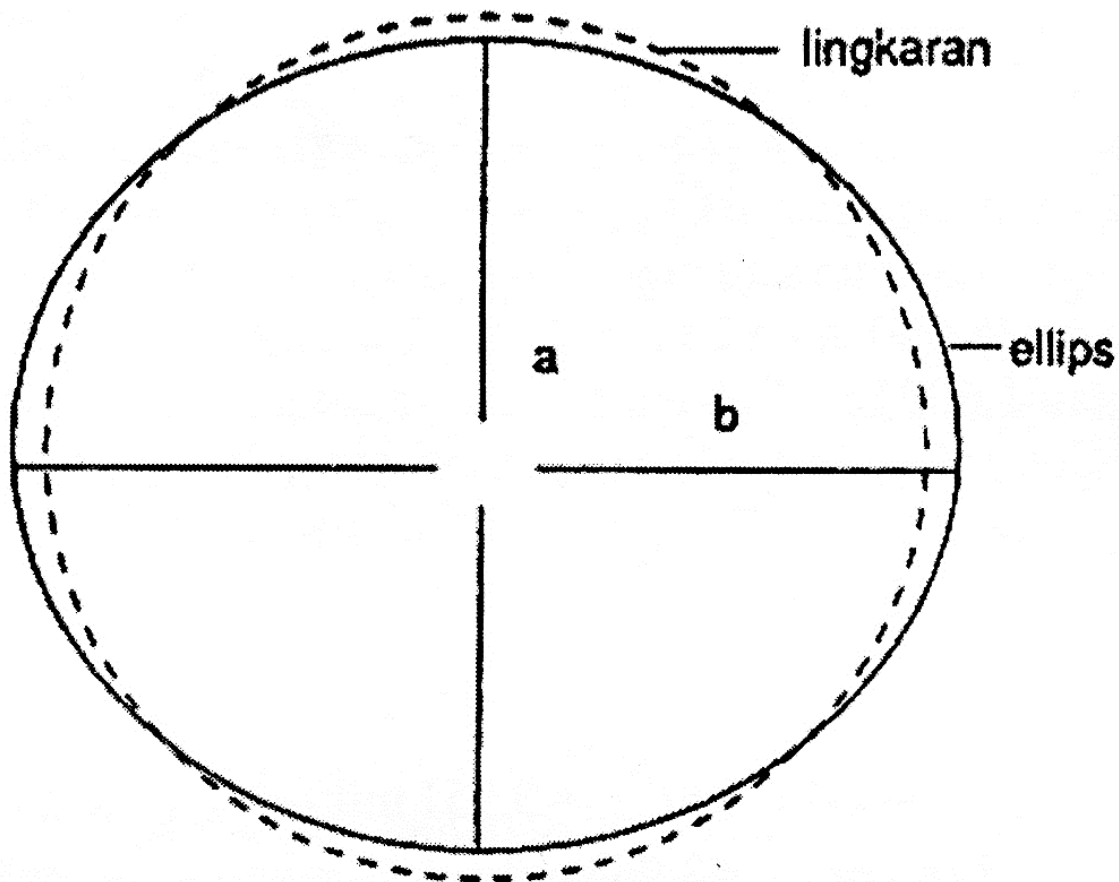


Gambar 10.1.4 : Kapal berlayar menuju pantai

Menurut Mulyo,A.,(2004:38) berdasarkan pengukuran-pengukuran yang lebih akurat menunjukkan bahwa Bumi itu tidak bulat benar-benar seperti bola, melainkan menyerupai *oblate spheroid*, yaitu agak gepat pada kutub-kutubnya. Panjang jari-jari kutub 6.356,8 km dan di ekuator 6.378,2 km dengan luas permukaan 510.100.954 km<sup>2</sup>. Bentuk seperti ini disebut *Geoid*, yaitu suatu bentuk yang berbeda dari bentuk planet-

planet lainnya, dan hanya dimiliki oleh Bumi (*ellipsoid triaxial/krasovsky ellipsoid*), dan tak dapat disamakan dengan bentuk-bentuk geometris yang manapun.

Secara teoritis pepatan bola Bumi disebabkan adanya rotasi sejak awal pembentukannya ketika Bumi belum padat. Akibatnya, pada bagian yang searah dengan sumbu rotasi akan terjadi pemampatan, sedangkan yang tegak lurus, yaitu yang searah dengan ekuator akan mengalami pengembangan. Lihat gambar 10.1.5 !



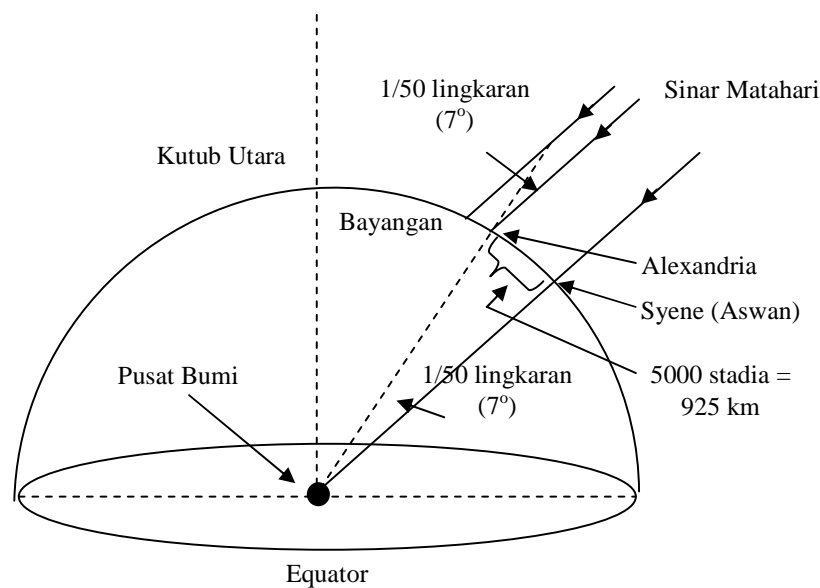
a. Garis tengah kutub : 12.713,82 km

b. Garis tengah Khatulistiwa 12.756,78 km

Gambar 10.1.5 : Bentuk bumi yang bulat pepat  
(Hidayat,P.,dkk.,1978:35)

## 2. Ukuran Bumi

Eratosthenes (276 – 194 sebelum Masehi) dari Yunani menentukan bahwa pada siang hari terpanjang pada musim panas, matahari berada tepat di atas kepala pada tengah hari (jam 12.00) di kota kuno Syne (sekarang disebut Aswan) Mesir. Pada hari yang sama pada tengah hari (jam 12.00) sebuah tiang pada Alexandria memberikan bayangan pada tanah yang panjangnya membuat sudut zenith matahari (sudut antara matahari dan vertikal) sebesar  $1/50$  lingkaran ( $7^\circ$ ). Seperti dalam gambar 10.1.6 sudut itu ( $7^\circ$ ) terbentuk oleh radius dari pusat bumi yang mengarah ke Alexandria dan Syne yang juga  $1/50$  lingkaran. Jarak dari Syne ke Alexandria diketahui 5.000 stadia atau sekitar 925 km. Erasthotenes menghitung bahwa keliling bumi harus  $50 \times 5.000 = 250.000$  stadia  $\cong 46.000$  km = 29.000 mil. Jari-jari bumi dengan mudah dihitung dari kelilingnya dan diperoleh 4.600 mil. Hasil ini hanya sekitar 15 persen lebih tinggi daripada nilai sebenarnya (Tjasyono, 2006: 93).



Gambar 10.1.6 : Perhitungan keliling Bumi menurut Eratosthenes



Selanjutnya Tjasyono (2006: 94) mengemukakan bahwa rasio (perbandingan) keliling lingkaran dengan diameternya ( $2 \times \text{radius}$ ) sama dengan 3,1416... yang disebut  $\pi$  (huruf Yunani, dibaca pi). Stadia (tunggal stadium) merupakan satuan panjang kuno, 1 stadium kira-kira 185 meter atau 605 kaki. Jadi 5.000 stadia = 925.000 m = 925 km. Tentu Anda masih ingat bahwa 1 kaki = 0,305 m dan 1 mil = 1.609 m atau 1,609 km. Sebagaimana dijelaskan di atas bahwa bentuk bumi yang sebenarnya bulat pepat/dempak (spheroid) sehingga jari-jari polar (jarak dari pusat bumi ke kutub) lebih pendek daripada jari-jari ekuator. Rujukan internasional tentang dimensi bumi yang diadopsi oleh IUGG (*the International Union of Geodesy and Geophysics*) mempunyai pendekatan sebagai berikut:

Jari-jari polar	= 6.357 km	= 3.951 mil
Jari-jari ekuator	= 6.378 km	= 3.964 mil
<b>Jari-jari rata-rata</b>	<b>= 6.371 km</b>	<b>= 3.960 mil</b>

Luas permukaan bumi dengan mudah dapat dihitung dari radiusnya, yaitu:

$$L = 4\pi r^2 = 4 \times 3,14 \times (6371 \text{ km})^2 = 510 \text{ juta km}^2 \text{ dan Volume bumi yaitu:}$$

$V = \frac{4\pi r^3}{3} = \frac{4}{3} \times 3,14 \times (6371 \text{ km})^3 = 1,08 \times 10^{12} \text{ km}^3$ . Massa total bumi dapat ditentukan dari gaya gravitasi yang dilakukan dan diperoleh  $5,98 \times 10^{27}$  gram. Densitas rata-rata bumi adalah  $5,98 \times 10^{27} \text{ gram} / 1,08 \times 10^{27} \text{ cm}^3 = 5,52 \text{ g cm}^{-3}$  (densitas air murni =  $1 \text{ g cm}^{-3}$ ).

Bumi diperkirakan lahir 4,5 milyar tahun yang lalu. Umur Bumi dapat diperkirakan dengan ditemukannya radioaktif, yang selanjutnya ditemukan pula bahwa bumi berisi unsur-unsur radioaktif. Bahan radioaktif akan meluruh (*decay*) dan memancarkan sinar alpha ( $\alpha$ ), beta ( $\beta$ ) atau gamma ( $\gamma$ ). Partikel (sinar) alpha ( $\alpha$ ) adalah inti atom helium (He), beta ( $\beta$ ) adalah elektron-elektron dengan kecepatan tinggi, dan sinar gamma ( $\gamma$ ) adalah radiasi dengan frekuensi tinggi seperti sinar x. Penyerapan radiasi ini di dalam Bumi mengubah energi radiasi menjadi panas sehingga menyebabkan temperatur yang tinggi di bawah permukaan Bumi.

Dengan adanya sinar  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$  maka unsur radioaktif secara seponatan berubah menjadi unsur lain. Transformasi (perubahan bentuk) ini terjadi dalam inti atom dan

bergantung pada sifat-sifat inti. Isotop unsur adalah atom-atom yang mempunyai sifat kimia hampir identik dan menduduki tempat yang sama dalam susunan berkala unsur-unsur kimia, akan tetapi massanya berbeda satu sama lain. Isotop berasal dari bahasa Yunani (Greek, yaitu *iso* berarti sama dan *topos* berarti tempat. Tiap unsur kimia dilukiskan oleh jumlah proton dalam intinya yang disebut bilangan atom (*atomic number*). Selain mengandung proton dan elektron, inti atom juga mengandung partikel-partikel netral yang disebut neutron. Jumlah proton dan neutron dalam inti atom disebut bilangan massa. Isotop yang berlainan mempunyai bilangan atom sama tetapi bilangan massa berbeda. Sebagai contoh:

- a) Uranium 238 adalah isotop uranium dengan bilangan atom 92 dan massanya 238, ditulis:  ${}_{92}\text{U}^{238}$
- b) Uranium 235 adalah isotop uranium dengan bilangan atom 92 tetapi massanya 235 (lebih ringan), ditulis:  ${}_{92}\text{U}^{235}$ .

Peluruhan isotop radioaktif mengakibatkan unsur tersebut berubah menjadi unsur lain, dan jika unsur ini juga radioaktif maka ia akan meluruh juga. Rantai radioaktif akan berakhir dengan isotop stabil (non radioaktif) yang tidak meluruh. Isotop radioaktif asal (original) disebut induk (*parent*) dan isotop dalam deretan peluruhan radioaktif disebut putri (*daughter*).

Setiap isotop radioaktif meluruh dengan kecepatan konstan dan biasanya dinyatakan dengan istilah *waktuparo* (*half time*) yaitu waktu yang dibutuhkan agar separo ( $1/2$ ) massa isotop radioaktif hilang karena peluruhan atau waktu yang diperlukan agar separo dari atom isotop radioaktif ditransformasikan menjadi isotop lain. Waktuparo bahan radioaktif yang ditemukan di bumi kemudian dipakai untuk mengukur umur bumi.

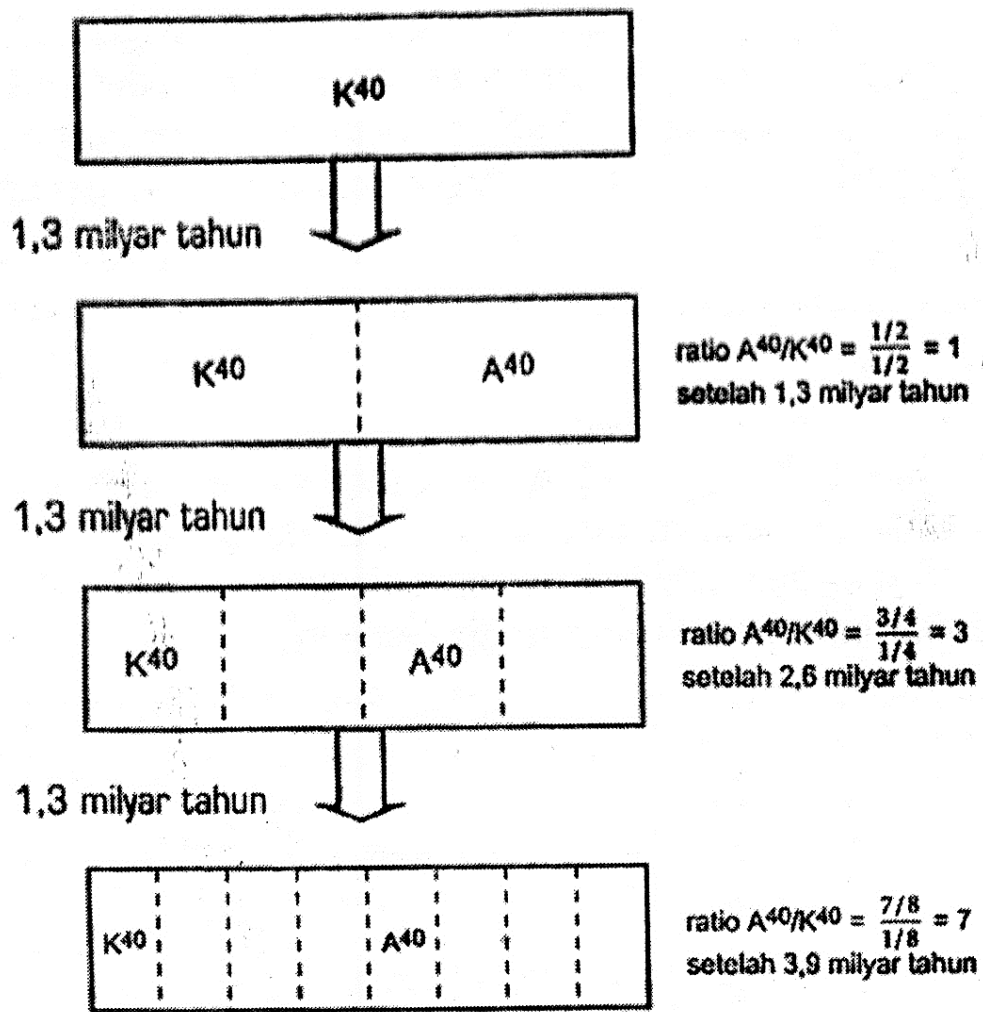
Umur batuan (*rock*) ditentukan dengan mengukur besaran relatif dari isotop induk dan putri yang dihasilkannya. Hasilnya dinyatakan dengan *perbandingan isotop* yaitu perbandingan dari besaran isotop induk yang masih tinggal. Perbandingan (*ratio*) ini bertambah dengan umur batuan. Dari perbandingan isotop dan waktuparo yang diketahui maka umur batuan dapat ditentukan. Perhatikan tabel 10.1.1 di bawah ini:

Tabel 10.1.1 : Isotop radioaktif utama di Bumi

INDUK	PUTRI (STABIL)	WAKTU PARO (MILYAR TAHUN)
Uranium 238 ( $U^{238}$ )	Timah 206 ( $Pb^{206}$ )	4,5
Uranium 235 ( $U^{235}$ )	Timah 207 ( $Pb^{207}$ )	0,7
Thorium 232 ( $Th^{232}$ )	Timah 208 ( $Pb^{208}$ )	15,0
Rubidium 87 ( $Rb^{87}$ )	Strontium 87 ( $Sr^{87}$ )	60,0
Potasium 40 ( $K^{40}$ )	Argon 40 ( $A^{40}$ )	1,3

Misalkan perbandingan Argon 40 ( $A^{40}$ ) dengan Potasium 40 ( $K^{40}$ ) dalam batuan adalah 1, maka umur batuan adalah 1,3 milyar tahun dengan anggapan bahwa tidak ada Argon yang hilang. Oleh karena waktuparo Potasium 40 = 1,3 milyar tahun artinya separo jumlah Potasium mula-mula ditransformasikan menjadi Argon sehingga pada akhir masa waktuparo jumlah Potasium dan Argon adalah sama, yaitu  $A^{40}/K^{40} = 1$ . Pada akhir masa dua kali waktuparo, maka separo ( $1/2$ ) Potasium yang tinggal meluruh menjadi Argon dan rasio  $A^{40}/K^{40}$  bertambah menjadi 3, setelah tiga kali waktu paro maka rasio  $A^{40}/K^{40}$  menjadi 7, dan seterusnya. Lihat gambar 10.1.7 .

Peluruhan umur batuan (rocks) di Bumi diperkirakan 3,4 milyar tahun tetapi umur Bumi lebih tua daripada batuan . Dari analisis jumlah berbagai isotop timah (Pb) di Bumi dan dalam meteorit telah ditentukan bahwa Bumi dibentuk menjadi rupa (keadaan) sekarang kira-kira 4,5 milyar tahun ( Tjasyono, 2006: 94-98).



Gambar 10.1.7 : Peluruhan (decay) radioaktif dari Potasium (K) menjadi Argon (A)

### LATIHAN 1

Setelah Anda mempelajari uraian di atas, untuk mengetahui tingkat pemahaman Anda jawab dengan singkat dan jelas atau kerjakan dengan baik latihan di bawah ini!

1. Mengapa dikatakan bahwa planet Bumi hanya satu-satunya yang menjadi pelabuhan kehidupan bagi makhluk hidup?

2. Planet Bumi itu dikatakan “unik” karena terdapat air *tiga fasa*. Berikan contoh bentuk air dalam *tiga fasa* di Bumi!
3. Jika Anda mengajarkan tentang bentuk Bumi kepada siswa sekolah dasar, bagaimana usaha-usaha Anda untuk meyakinkan bahwa bentuk Bumi itu bulat?
4. Apa sebabnya bentuk Bumi itu tidak bulat sempurna tetapi bulat pepat (*spheroid*)?
5. Bagaimana cara mengukur umur Bumi dengan peluruhan isotop radioaktif?
6. Umur Bumi diperkirakan telah 4,5 milyar tahun berdasarkan isotop induk: Uranium 238 ( $U^{238}$ ) tak mantap menjadi putri: Timah 206 ( $Pb^{206}$ ) yang mantap. Coba jelaskan peluruhan radioaktif tersebut!

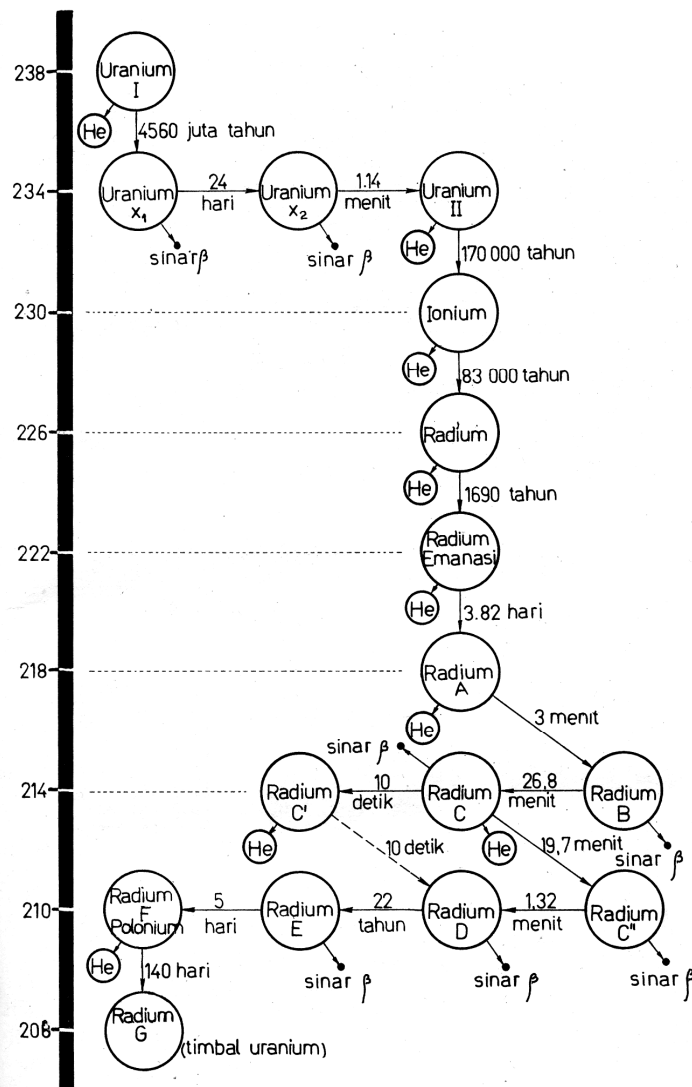
### **PETUNJUK JAWABAN LATIHAN**

Untuk menjawab soal latihan di atas, Anda harus mengikuti rambu-rambu jawaban berikut ini:

1. Untuk menjawab soal nomor 1, Anda harus mempelajari kembali tentang planet-planet lain selain planet Bumi. Adakah di sana tanda-tanda kehidupan, baik atmosfer yang menyelubunginya maupun suhu yang memungkinkan makhluk hidup bertahan hidup.
2. Untuk menjawab soal nomor 2, Anda harus mengingat kembali tentang permukaan bumi yang terdiri dari sebagian besar adalah air, misalnya di lautan dalam bentuk cair, di kutub dalam bentuk padat (es), dan dalam siklus hidrologi terjadi penguapan dalam bentuk gas.
3. Untuk meyakinkan siswa sekolah dasar tentang bentuk bumi itu bulat, Anda dapat melakukannya antara lain:
  - 1) memperlihatkan foto Bumi hasil pemotretan dari angkasa,
  - 2) menggunakan metode karyawisata dengan mengamati permukaan Bumi dari tempat yang tinggi (gunung/pegunungan),
  - 3) karyawisata ke pantai/pelabuhan untuk mengamati datang atau perginya kapal, dsb.

4. Anda harus mempelajari/mengingat kembali tentang adanya rotasi bumi sejak awal pembentukan Bumi hingga sekarang, kemudian jelaskan!
5. Untuk menjawab soal nomor 5, Anda harus mempelajari kembali tentang peluruhan unsur radioaktif. Perhatikan dan interpretasikan gambar 10.1.7 di atas!
6. Untuk menjawab soal nomor 6, Anda perhatikan bagan peluruhan radioaktif di bawah ini!

Jika Anda mendapat kesulitan dalam mengerjakan latihan di atas, mintalah bantuan tutor/dosen pembimbing Anda!



Bagan peluruhan radioaktif

## RANGKUMAN

Bumi termasuk planet minor dalam sistem tata surya. Bumi merupakan satu-satunya planet yang dapat dihuni oleh makhluk hidup.

Bumi disebut juga planet biru karena tampak dari luar angkasa berwarna biru. Air di Bumi mengalami tiga fasa, yaitu dalam bentuk cair seperti di lautan, bentuk es di kutub, dan bentuk gas dalam penguapan (siklus hidrologi). Permukaan Bumi mengalami perubahan dan peremajaan sepanjang waktu disebabkan adanya siklus (daur) geologi.

Bentuk bumi tidaklah bulat sempurna seperti bola (*sphere*), tetapi Bumi berbentuk dampak atau pepat (*spheroid*), disebabkan adanya rotasi sejak awal pembentukannya hingga sekarang. Diameter melalui ekuator sekitar 12.756 km, melalui kutub sekitar 12.714 km dengan rata-rata diameternya 12.742 km. Perbandingan keliling lingkaran Bumi dengan diameternya adalah 3,1416 (baca  $\pi$ , dari huruf Yunani pi). Luas permukaan Bumi adalah  $4\pi r^2 = 510$  juta  $\text{km}^2$  dan Volumennya adalah:  $V = \frac{4\pi r^3}{3} = 1,08 \times 10^{12} \text{ km}^3$  dengan radius rata-rata bumi 6371 km. Massa total Bumi adalah  $5,98 \times 10^{24}$  kg dan densitas rata-ratanya adalah  $5,52 \text{ g/cm}^3$  (densitas air murni =  $1 \text{ g/cm}^3$ ).

Untuk memperkirakan umur Bumi yang paling akurat adalah melalui peluruhan zat radioaktif. Zat radioaktif akan meluruh dan berubah menjadi unsur lain dengan memancarkan sinar alfa ( $\alpha$ ), beta ( $\beta$ ), dan gamma ( $\gamma$ ). Rantai zat radioaktif akan berakhir dengan isotop stabil (non radioaktif) yang tidak meluruh. Isotop radioaktif dengan kecepatan konstan yang disebut waktuparo (*half time*). Waktuparo zat radioaktif yang ditemukan di Bumi kemudian dipakai untuk mengukur umur Bumi. Dari analisis jumlah berbagai isotop timah (Pb), yaitu dari induk Uranium 238 ( $\text{U}^{238}$ ) dan putri Timah ( $\text{Pb}^{206}$ ) yang ada di Bumi, diperkirakan Bumi lahir 4,5 milyar tahun yang lalu.

## TES FORMATIF 1

*Petunjuk:* Isilah titik-titik di bawah ini dengan tepat!

1. Bumi sampai saat ini merupakan satu-satunya planet yang dapat dihuni oleh makhluk hidup, sebab ....
2. Planet Bumi dalam sistem Tata Surya merupakan planet ke- ....
3. Permukaan Bumi terus-menerus mengalami perubahan dan peremajaan. Hal ini disebabkan adanya ....
4. Yang menyebabkan bentuk Bumi bulat pempat (*spheroid*) bukan bulat sempurna (*sphere*) adalah ....
5. Orang pertama yang dapat menentukan ukuran Bumi adalah ....
6. Hasil perhitungan orang Yunani zaman dulu, jari-jari Bumi diperoleh 4600 mil. Hasil perhitungan ini 15% lebih tinggi daripada nilai sebenarnya, maka keliling sebenarnya ... km.
7. Yang menjadi rujukan internasional dalam menentukan dimensi Bumi adalah ....
8. Luas permukaan bumi ... km<sup>2</sup>, volumenya ... km<sup>3</sup>, dan densitasnya ... g/cm<sup>3</sup>.
9. Buatlah rumus/persamaan untuk mencari rata-rata densitas (massa jenis) Bumi! ....
10. Banyak cara untuk memperkirakan umur Bumi. Cara yang paling akurat adalah ....
11. Diperkirakan bumi lahir 4,5 milyar tahun yang lalu. Perkiraan ini berdasarkan ....

## BALIKAN DAN TINDAK LANJUT

Cocokkanlah hasil jawaban Anda dengan kunci jawaban Tes Formatif 1 yang ada pada bagian belakang BBM ini. Hitunglah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan rumus yang ada di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

*Rumus:*

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban Yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$



Arti Tingkat Penguasaan:

90% - 100% = Baik Sekali

80% - 89% = Baik

70% - 79% = Cukup

≤ 69% = Kurang

Kalau Anda mencapai tingkat penguasaan 80% ke atas, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2, **bagus!** Akan tetapi apabila penguasaan Anda masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum Anda kuasai.

## **Kegiatan Belajar 2**

### **ROTASI, DAN REVOLUSI BUMI**

---

Anda telah mengetahui bahwa bumi berputar pada porosnya sambil mengelilingi Matahari. Arah perputaran Bumi pada porosnya sama dengan arah bumi mengelilingi matahari, yaitu dari barat ke timur. Anggapan pada zaman dahulu semua benda langit berputar mengelilingi Bumi yang kita kenal dengan paham geosentris (geo = bumi; sentris = pusat), selanjutnya berkembang paham heliosentris (heleo = matahari; sentris = pusat) yaitu paham yang menyatakan bahwa pusat peredaran adalah Matahari.

Perputaran Bumi pada porosnya dengan arah barat timur itu tidak dapat kita saksikan. Yang kita saksikan hanyalah gerakan Matahari dan benda-benda langit yang lain dari timur ke barat, yang disebut *gerak semu harian*. Begitu juga peredaran Bumi mengelilingi Matahari tidak dapat kita saksikan. Yang kelihatan adalah seakan-akan mataharilah yang bergeser dari ekuator ( $0^0$ ) ke arah garis lintang utara ( $23,5^0$  LU) kembali lagi ke ekuator, terus ke arah garis lintang selatan ( $23,5^0$  LS) dan kembali lagi ke ekuator, dan seterusnya, yang disebut *gerak semu tahunan matahari*.

#### **1. Rotasi Bumi**

Perputaran Bumi pada porosnya mengakibatkan adanya pembagian waktu pada permukaan Bumi, terjadinya pergantian siang dan malam, penggelembungan ekuator dan pemampatan polar bumi serta terjadinya angin pasat yang semula merupakan angin Utara dan angin Selatan menuju ekuator, karena perputaran bumi pada sumbunya membiasakan angin-angin itu menjadi angin Barat Laut dan Tenggara.

Pembagian tempat di Bumi berdasarkan satu tata koordinat menimbulkan hubungan antara jarak dan waktu. Kedudukan Matahari terhadap permukaan Bumi tidak sama, hal ini erat kaitannya dengan bentuk Bumi bulat. Pembagian waktu pada permukaan Bumi didasarkan pada pembagian koordinat Bumi. Oleh sebab itu kita sering

mendapat informasi dari Arab Saudi pagi hari (pukul 06.00) di kita Pulau Jawa siang hari (pukul 10.00).

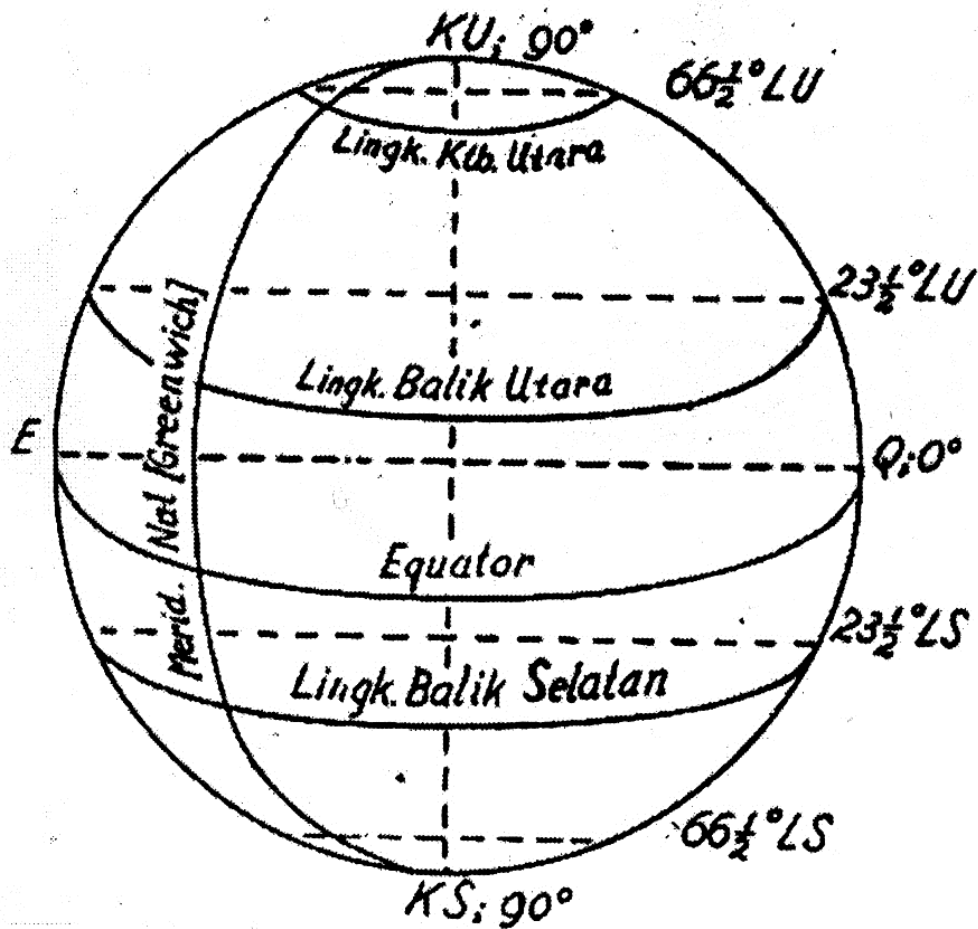
## **1.1 Pembagian Tempat di Bumi**

Anda tentu telah mengenalnya, bahwa untuk menentukan letak suatu tempat di muka Bumi yaitu dengan menentukan panjang geografi (*absis*) dan lebar geografi (*ordinat*), penerapannya dalam peta atau globe kita kenal dengan garis lintang dan garis bujur (*meridian*). Garis lintang pada peta arahnya dari kiri ke kanan (*absis/lintang*) sedangkan garis bujur arahnya dari bawah ke atas (*ordinat/bujur*).

### ***Garis Lintang***

Pada globe, Anda mendapatkan garis yang arahnya dari barat ke timur, garis ini membentuk suatu lingkaran. Garis yang membentuk lingkaran yang paling besar dan membelah tiruan Bumi menjadi dua bagian yang sama besar itu disebut garis Ekuator  $0^0$ . Garis Ekuator  $0^0$  membagi Bumi menjadi belahan Bumi Utara dan belahan Bumi Selatan. Garis khayal ini Anda ketahui melalui Kota Pontianak di Provinsi Kalimantan Barat. Kota ini terkenal dengan sebutan Kota Khatulistiwa.

Berpedoman pada garis Ekuator (lintang  $0^0$ ), kita buat lingkaran-lingkaran yang sejajar dengan Ekuator ke arah utara dan ke arah selatan. Garis-garis Lintang Utara bila berada di belahan Bumi utara dan Lintang Selatan bila terletak di belahan Bumi selatan. Lintang Utara dan Lintang Selatan dihitung dari Ekuator sampai titik Kutub Utara, demikian juga belahan Bumi selatan mulai dari Ekuator sampai titik Kutub Selatan. Perhatikan gambar 10.2.1 di bawah ini:



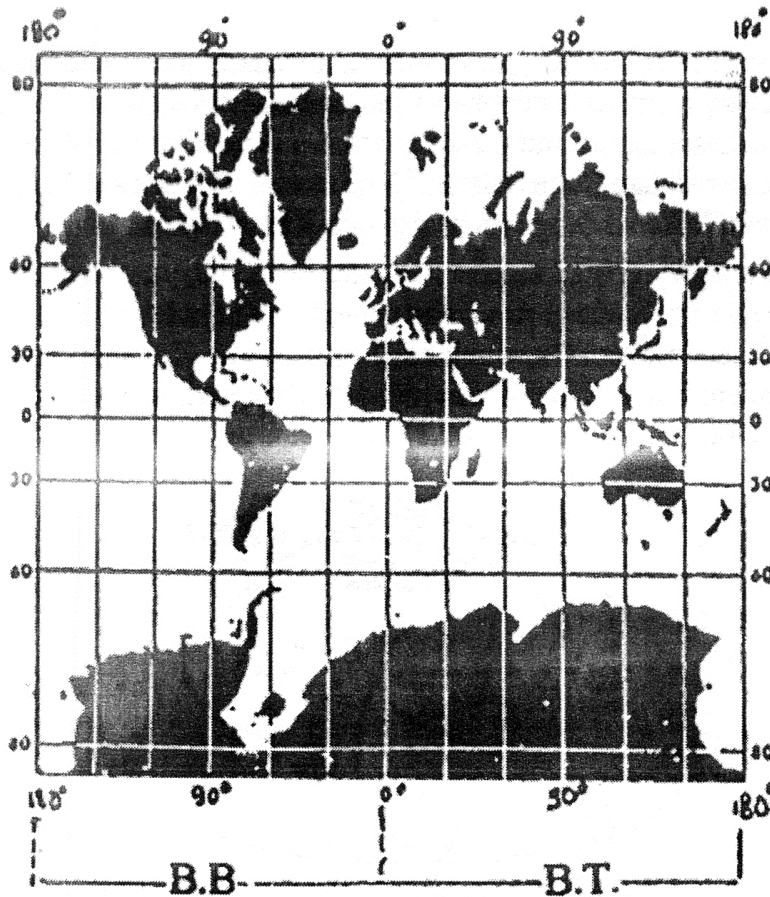
Gambar 10.2.1: Pembagian Bumi Berdasarkan Garis Lintang

Garis lintang yang membentuk lingkaran utara terletak  $23,5^{\circ}$  LU disebut Lingkaran Balik Utara sedangkan garis lintang yang membentuk lingkaran selatan terletak pada  $23,5^{\circ}$  LS disebut Lingkaran Balik Selatan. Lingkaran Kutub Utara terletak pada  $66,5^{\circ}$  LU dan Lingkaran Kutub Selatan terletak pada garis  $66,5^{\circ}$  LS.

### **Garis Bujur**

Garis yang membentuk lingkaran bukan saja dibuat secara horisontal tetapi dapat pula dibuat garis yang membentuk lingkaran arah vertikal. Apabila kita lihat garis lingkaran ini akan melalui dua titik, yaitu titik Kutub Utara dan titik Kutub Selatan.

Lingkaran ini disebut lingkaran bujur atau lingkaran meridian, sehingga garisnya disebut garis bujur atau garis meridian. Lingkaran ini membagi Bumi menjadi dua bagian yaitu belahan Timur dan belahan Barat tepat  $0^{\circ}$  (meridian nol) yang melalui kota Greenwich dekat London Inggris. Garis ini disebut garis bujur/meridian primer. Dari meridian Greenwich ini dihitung ke arah Timur sampai  $180^{\circ}$  disebut sebagai Bujur Timur (BT) dan ke arah Barat sampai  $180^{\circ}$  disebut Bujur Barat (BB). Untuk  $180^{\circ}$  Bujur Timur dan  $180^{\circ}$  Bujur Barat sebenarnya kedua garis ini berimpit sebagai patokan untuk *penanggalan*, letaknya di kepulauan Fiji bagian timur di Samudra Pasifik. Garis ini disebut juga *garis penanggalan Internasional*. Perhatikan gambar 10.2.2!

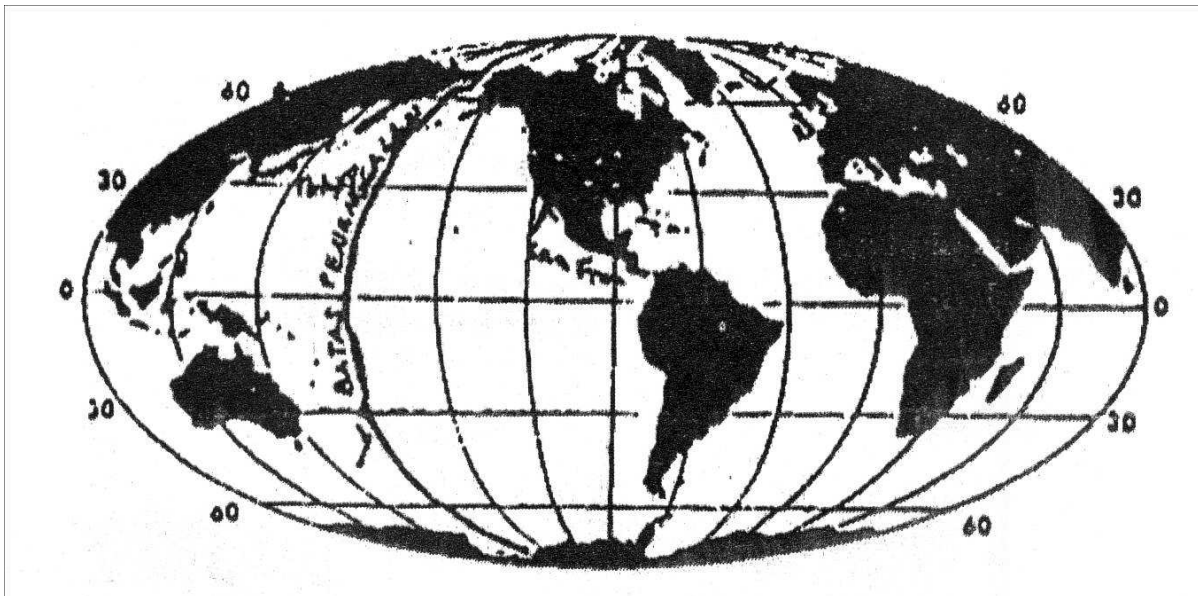


Gambar 10.2.2

Pembagian Belahan Bumi Berdasarkan Garis Meridian

### *Panjang Geografi*

Dalam penentuan pajang geografi dimulai dari  $0^{\circ}$  sampai  $180^{\circ}$  pada bujur khatulistiwa yang dimulai dari garis bujur  $0^{\circ}$  yang berpotongan dengan busur khatulistiwa. Sebagai meridian  $0^{\circ}$  ditetapkan secara Internasional yakni garis yang melalui kota Greenwich dekat London Inggris. Sebagaimana telah dikatakan di atas bahwa pembagian ke arah Timur sampai  $180^{\circ}$  disebut Bujur Timur (BT) dan ke arah barat sampai  $180^{\circ}$  disebut Bujur Barat (BB) sehingga bila ditentukan suatu kota dalam peta sebelah Barat Greenwich dinyatakan dengan Bujur Barat, contohnya kota San Fransisco  $122^{\circ}$  BB, dan yang terletak disebelah Timur disebut Bujur Timur, cotohnya kota Tokyo  $140^{\circ}$  BT. Bila kita terbang dengan pesawat dari Tokyo ke arah Timur pada tanggal 2 Februari 2007 *sore hari*, setelah melewati garis penanggalan  $180^{\circ}$  pada *malam hari*, dan sampai di San Fransisco 2 Februari 2007 *sore hari* setelah melewati garis penanggalan pada malam hari, dan sampai di Tokyo *pagi hari* tanggal 4 Februari 2007. Hal ini dapat Anda pahami karena saat di Tokyo sore hari tanggal 2 Februari 2007, di San Fransisco dini hari tanggal 2 Februari 2007. Ketika sore hari di San Fransisco tanggal 2 february 2007 maka di Tokyo telah tanggal 3 Februari 2007 dini hari. Perhatikan gambar 10.2.3 di bawah ini!



Gambar 10.2.3: Penetapan Batas Tanggal

### ***Lebar Geografi***

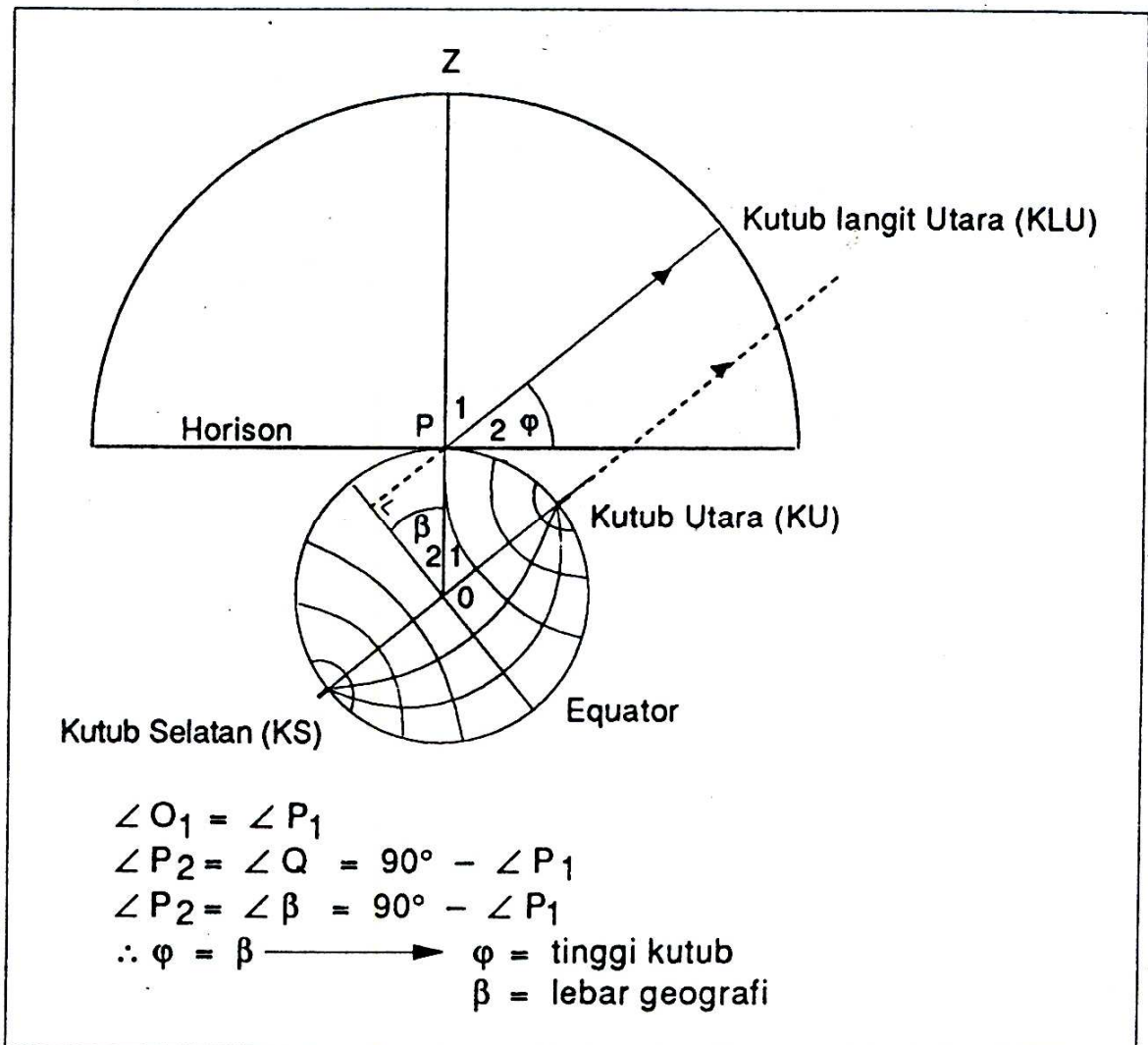
Yang dimaksud dengan lebar geografi adalah garis yang membentuk lingkaran pada muka Bumi (*globe*) yang dihitung dari  $0^0$  di Khatulistiwa sampai  $90^0$  di titik Kutub Utara atau Kutub Selatan. Garis yang membentuk lingkaran ini disebut juga garis lintang. Garis ini berguna untuk menentukan letak suatu kota atau tempat di muka Bumi dengan menyatakan derajat dan terletak di lintang. Jadi lebar geografi suatu kota atau tempat, sama dengan lintang kota atau tempat tersebut.

Dengan mengetahui lebar geografi dan panjang geografi, Anda mudah menentukan letak suatu kota atau tempat pada peta atau muka Bumi.

### ***Lebar Geografi dan Tinggi Kutub Langit***

Sebagaimana Anda ketahui bahwa orang di Bumi dalam menentukan arah berpedoman pada benda-benda langit. Oleh sebab itu lebar geografi itu sama dengan tinggi kutub langit, artinya bila kutub langit diketahui maka lebar geografi atau lintang kota atau tempat diketahui juga.

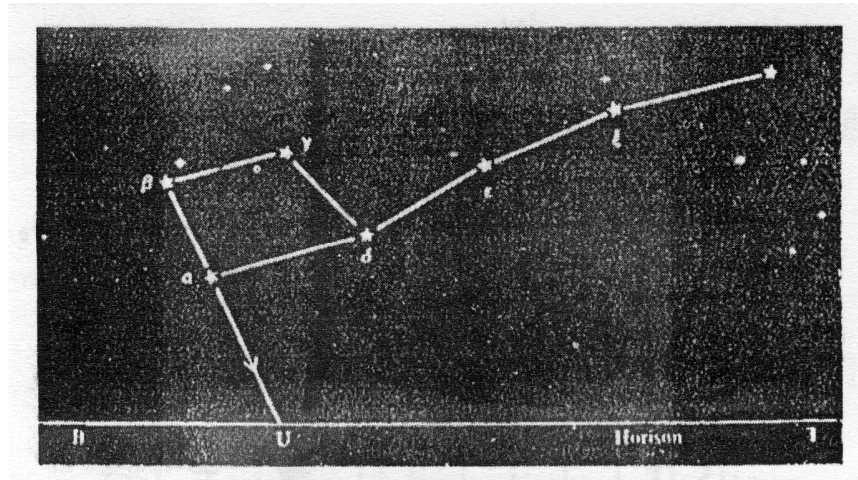
Tinggi kutub adalah busur lengkung langit yang dihitung mulai dari titik kaki langit (horizon) sampai titik kutub, baik utara maupun selatan. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar 10.2.4 berikut ini.



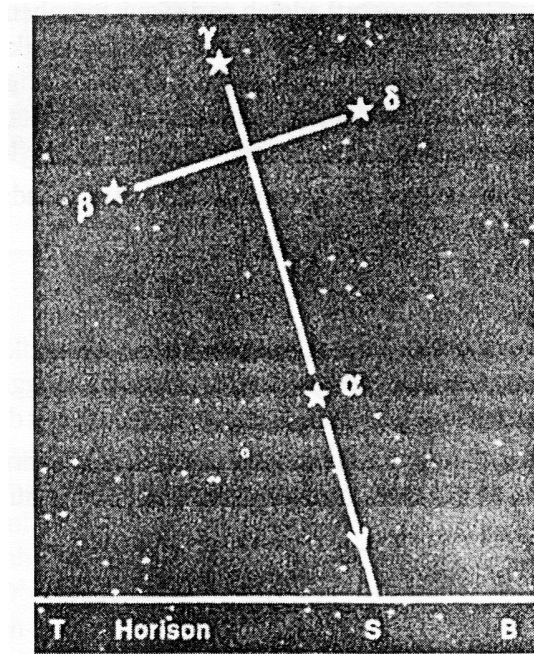
Gambar 10.2.4 : Lebar Geografi ( $\beta$ ) sama dengan Tinggi Kutub ( $\phi$ )

Dalam penggunaan ketentuan bahwa lebar geografi sama dengan tinggi kutub ini kita berpedoman pada Konstelasi Bintang. Konstelasi Bintang Ursa Mayor untuk mencari arah utara dan titik utara, Konstelasi Bintang Gux atau Pari atau Salib untuk mencari arah selatan dan titik selatan. Perhatikan gambar 10.2.5 dan 10.2.6.





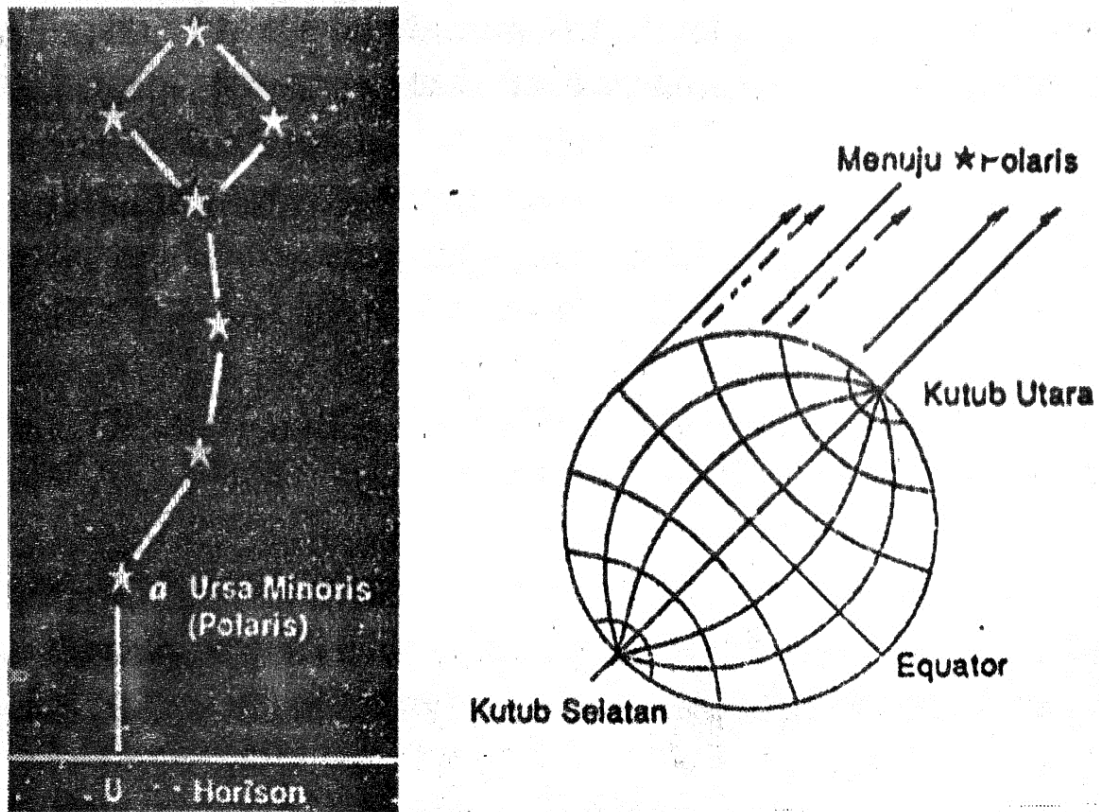
Gambar 10.2.5 : Konstelasi Bintang Ursa Mayor untuk Menentukan Arah dan titik Utara



Gambar 10.2.6 : Konstelasi Bintang Pari Menunjukkan Arah dan Titik Selatan

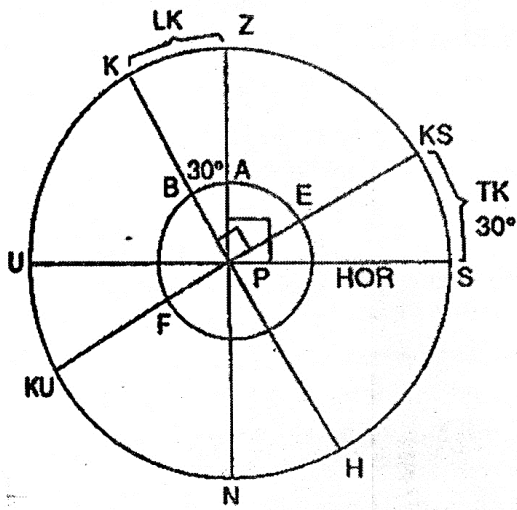
Selain Konstelasi Ursa Mayor (Beruang Besar) di bagian belahan Utara Anda akan mendapatkan pula Konstelasi Bintang Ursa Minor. Bentuk konstelasi bintang ini lebih kecil dari Ursa Mayor. Konstelasi Bintang Ursa Minor terdiri dari tujuh anggota.

Bintang "a" disebut Bintang Polaris karena bintang ini tepat berada di atas titik Polar (kutub) Utara. Untuk jelasnya, perhatikan gambar 10.2.7 berikut ini.



Gambar 10.2.7 : Konstelasi Bintang Ursa Minor dengan Bintang "a" sebagai Bintang Polaris

Misalnya bila kita ukur Bintang Polaris dengan Teodolit (pengukur tinggi Bintang) dari horizon adalah  $30^{\circ}$ , maka lebar geografis atau lintang sama dengan tinggi kutub tempat tersebut adalah  $30^{\circ}$ . Perhatikan gambar 10.2.8 di bawah ini:



- |                   |                                 |
|-------------------|---------------------------------|
| TK : tinggi kutub | Busur LK : lebar geografis (AB) |
| LK : lintang kota | Busur TK : tinggi kutub         |
| P : titik pusat   | KU : kutub langit utara         |
| U : utara         | KS : kutub langit selatan       |
| S : selatan       | Hor : horizontal                |
| Z : zenit         | EF : sumbu bumi                 |
| N : nadir         | KU-KS : sumbu langit            |

Gambar 10.2.8: Lebar Geografis sama dengan Tinggi Kutub

Sekarang bagaimana mencari meridian suatu tempat? Meridian atau garis bujur dapat ditentukan oleh sebuah alat yang disebut *chronometer* yaitu sebuah jam yang sangat teliti (sekarang banyak jam digital yang dilengkapi dengan *chronograf*). Dengan membandingkan waktu lokal dengan waktu GMT (Greenwich Mean Time) didapat perbedaan antara waktu GMT dengan waktu lokalnya ini kita bagi dengan 4 menit. Perbedaan waktu antara selisih *satu derajat* baik *Bujur Timur* maupun *Bujur Barat* adalah 4 menit. Hal ini dapat kita hitung dengan patokan  $2 \times 180^0 = 360^0$  adalah sehari semalam atau 24 jam, atau  $180^0$  adalah 12 jam. Jadi 12 jam atau 720 menit dibagi  $180^0$ , sehingga didapatkan 4 menit untuk 1 derajat. Contohnya kita berada di suatu tempat di Bujur Timur waktu setempat (lokal) pukul 12.44 sedang jam GMT (Chronometer) menunjukkan pukul 12.00 maka selisih waktu 44 menit sehingga meridiannya (selisih meridian antara Greenwich dengan tempat tersebut) adalah  $44 : 4 = 11^0$ . Letak tempat tersebut berada pada  $11^0$  Bujur Timur.

Bagi tempat-tempat yang letaknya jauh dari khatulistiwa, akan terdapat Bintang yang lintasannya di atas horizon, dengan kata lain lintasan dari benda langit tersebut tidak pernah memotong horizon atau tidak pernah tenggelam. Bintang tersebut dinamakan



Gambar 10.2.9:  
Cara Menentukan Lebar Geografis dengan Bintang Sirkumpoler

### **Penentuan Waktu**

Di atas Anda telah mempelajari bahwa rotasi Bumi dengan arah timur barat tidak dapat kita saksikan. Yang dapat kita lihat hanyalah gerakan Matahari dan benda-benda langit lainnya yang bergerak dari timur ke barat. Gerakan ini disebut gerakan semu Matahari yang dapat digunakan dalam penentuan waktu (jam).

#### *Hari Matahari*

Simamora,P.(1975: 66-72) mengemukakan bahwa satu hari matahari adalah ditentukan oleh selang waktu antara dua kulminasi. Kulminasi Atas disebut tengah hari (pukul 12.00) dan Kulminasi Bawah adalah saat tengah malam (pukul 24.00 atau pukul 00.00). Dalam pengertian kita sehari-hari, *satu hari matahari* adalah waktu yang diperlukan Matahari bergerak semu mengelilingi Bumi, terhitung mulai titik Kulminasi Atasnya hingga kembali lagi ke titik Kulminasi Atasnya lagi. Dari hasil pengamatan ternyata panjang hari matahari (semu) selama setahun berbeda-beda (tidak konstan), hal ini disebabkan:

1) Bentuk lintasan revolusi Bumi adalah elips.

Dalam perjalanan Bumi mengelilingi Matahari membuat lintasan berbentuk *elips* sehingga waktu lintasan dekat Matahari (perihelium) pergerakannya cepat dan pada waktu lintasan terjauh dengan Matahari (aphelium) pergeserannya pada ekliptika lambat. Dengan adanya kecepatan gerak Bumi mengelilingi matahari (revolusi) tidak sama sedang rotasi bumi tetap maka terjadilah pergeseran semu pada ekliptika tidak seragam, akibatnya saat Matahari mencapai kulminasinya tidak sama. Artinya panjang hari pada hari matahari setiap harinya tidak sama.

2) Inklinasi ekliptika pada ekuator langit

Oleh sebab perputaran Bumi pada sumbunya (rotasi) miring maka kedudukan bidang ekuator langit dengan bidang ekliptika membentuk sudut  $23,5^{\circ}$ . Akibat dari itu sepanjang tahun Matahari seolah-olah bergeser ke arah Utara atau ke arah Selatan. Enam bulan berada di belahan Utara dan enam bulan di belahan bumi Selatan. Gerakan tersebut menyebabkan terjadi perbedaan panjang hari terutama pada lintang geografis sedang atau tinggi baik di belahan Bumi Utara atau belahan Bumi Utara.

### ***Hari Bintang (Sidereal Day)***

Hari Bintang adalah selang waktu yang diperlukan sebuah Bintang untuk berkulminasi pada tempat yang sama pada saat berikutnya dalam meridian langit yang sama dari suatu tempat. *Satu hari bintang* (sehari semalam bintang) adalah waktu yang diperlukan sebuah bintang (lebih umum disebut titik Aries) bergerak semu mengelilingi Bumi mulai dari titik Kulminasi Atasnya sampai ke titik Kulminasi Atasnya lagi. Hari Matahari lamanya 24 jam sedangkan hari Bintang adalah 23 jam 56 menit. Jadi perbedaan antara hari Matahari dan hari Bintang adalah  $\frac{1}{365} \times 24$  jam atau  $\frac{1}{365} \times 1440$  menit yaitu *3 menit 56 detik* dibulatkan menjadi *4 menit*. Jadi pada hari berikutnya Bintang tersebut akan berkulminasi 4 menit lebih awal. Anda dapat menghitung selama 30 hari menjadi  $30 \times 4$  menit yaitu 120 menit atau 2 jam. Jadi setelah 12 bulan (1 tahun) yaitu  $12 \times 2$  jam = 24 jam. Dengan demikian setahun kemudian baru Bintang tersebut akan berkulminasi pada jam yang sama. Jadi seolah-olah langit perbintangan berputar kurang lebih  $1^{\circ}$  setiap hari. Satu tahun Bintang  $360^{\circ}$  dibagi 365,25 hari Matahari.

Sebagai contoh, pada tanggal 22 *Maret* Bintang Regulus berkulminasi pada *pukul 08.00*, pada tanggal 22 *April* bintang tersebut berkulminasi *pukul 06.00*, dan pada tanggal 22 *Mei* Bintang tersebut berkulminasi *pukul 04.00*. Dari pendataan tersebut maka:

- 1 hari bintang = 1 hari matahari dikurangi 4 menit,
- 1 jam bintang = 1 jam matahari dikurangi 1 detik.

Dari perhitungan di atas maka ada *tanggal-tanggal istimewa* untuk waktu Bintang dan waktu Matahari, yaitu:

- Tanggal 21 Maret, pukul 00.00 waktu Bintang = pukul 12.00 waktu Matahari,
- Tanggal 21 Juni, pukul 00.00 waktu Bintang = pukul 06.00 waktu Matahari,
- Tanggal 23 September, pukul 00.00 waktu Bintang = pukul 00.00 waktu Matahari,
- Tanggal 22 Desember, pukul 00.00 waktu Bintang = pukul 18.00 waktu Matahari.

Jadi hubungan antara *Lokal Siderial Times* (LST) atau waktu Bintang, dengan *Local Civil Times* (LCT) dan jumlah hari perbedaan sejak 22,7 September (dibulatkan 23 September) sampai tanggal yang ditentukan adalah:  $LST = LCT + (4.69/70) D$ .

Catatan:  $4.69/70 = 4 \times 69/70 = 3$  menit 56 Detik.

#### *Hari Matahari Menengah (Matahari Khayal) dan Perata Waktu*

Dari penjelasan diatas kita dapat mengetahui bahwa Matahari bukanlah penunjuk waktu yang sangat tepat. Oleh karena itu untuk keperluan pembagian waktu yang tepat yang kita gunakan sehari-hari, para ahlipun mendasarkan perhitungannya pada *Matahari khayal*. Matahari khayal ini adalah Matahari yang dianggap atau dimisalkan ada, yang kecepatan pergeserannya hampir serupa dengan pergeseran Matahari sebenarnya.

Perbedaannya bahwa Matahari khayal ini bergeser sepanjang ekuator langit dengan kecepatan pergeseran yang tetap (konstan) atau seragam, sehingga *panjang satu "hari matahari khayal" = panjang rata-rata "hari matahari sebenarnya"*. Oleh karena itulah *hari matahari khayal* disebut pula *hari matahari menengah*.

Pada matahari menengah inilah didasarkan pembagian waktu pada jam yang kita gunakan sehari-hari, karena setiap *hari matahari menengah* panjangnya tetap sama sepanjang tahun.

1 hari matahari menengah = 24 jam waktu matahari menengah

1 jam waktu matahari menengah = 60 menit waktu matahari menengah

1 menit waktu matahari menengah = 60 detik waktu matahari menengah

Bandingkan:

1 hari matahari menengah = 24 jam waktu matahari menengah (jam kita)

= 24 jam 4 menit waktu bintang ( 24 jam 3menit 57 detik)

1 hari bintang = 24 jam waktu bintang

= 23 jam 6 menit waktu matahari menengah (tepatnya 23 jam 56 menit 4 detik)

*Waktu matahari menengah* dimulai pada saat matahari menengah berada pada titik *Kulminasi Bawahya* (pukul 00.00 waktu matahari menengah), untuk membedakannya dari *waktu bintang* yang dimulai pada saat titik Aries berada pada titik *Kulminasi Atasnya* (pukul 00.00 waktu bintang).

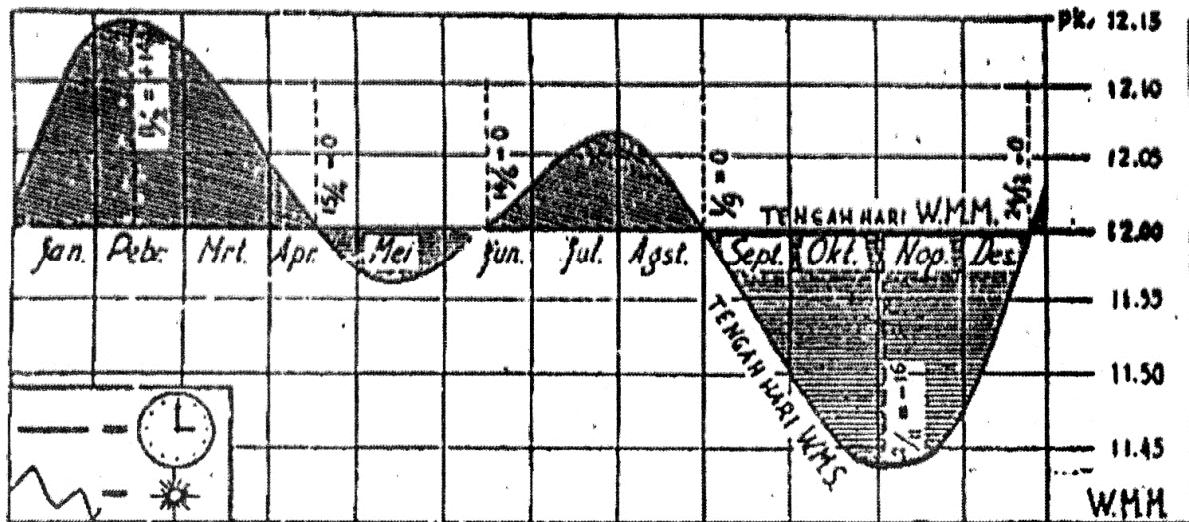
Hari Matahari Menengah kadang-kadang lebih pendek sedikit dari Hari Matahari Sebenarnya tetapi kadang-kadang lebih panjang. Perbedaan maksimal hanyalah sampai kira-kira seperempat jam. Perbedaan waktu ini disebut *Perata Waktu*, dengan rumus:

$$\text{Perata Waktu} = \text{Hari Matahari Menengah} - \text{Hari Matahari Sebenarnya}$$

(Simamora,P.,1975: 72)

Perata waktu ini dinyatakan dengan tanda positif (+) jika matahari menengah mendahului matahari sebenarnya dan tanda negatif (-) jika terjadi sebaliknya. Perata waktu terbesar terjadi pada 11 Februari, yaitu + 14 menit dan 2 November, yaitu - 16 menit. Dalam satu tahun terjadi empat kali *panjang hari matahari menengah* sama dengan *pajang hari matahari sebenarnya*, yaitu 15 April, 14 Juni, 1 September, dan 24 Desember. Pada hari-hari ini perata waktunya adalah 0 menit. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar 10.2..10 di bawah ini.





Gambar 10.2.10 Perata Waktu

Dari gambar di atas Anda dapat mengetahui pula bahwa sekitar bulan Januari, Februari, Maret, Juli, dan Agustus *matahari sebenarnya* lebih lambat sampai ke titik Kulminasi Atasnya, sehingga sore hari lebih lama terangnya.

Contoh:

Tanggal 11 Februari jam ditangan kita (waktu matahari menengah) menunjukkan pukul 12.00, tetapi Matahari di langit masih belum tiba di titik Kulminasi Atasnya, baru 14 menit kemudian hal itu terjadi, yaitu pada pukul 12.14 waktu matahari menengah. Sebaliknya, pada bulan Oktober, November, dan Desember matahari menengah lebih lambat daripada matahari sebenarnya. Pagi hari Matahari telah terbit sedangkan jam kita masih menunjukkan kurang dari pukul 06.00. Pada sore harinya pukul 06.00 sudah gelap.

Hal ini terjadi pada sekitar khatulistiwa (termasuk di Indonesia), di daerah-daerah sedang dan kutub tentunya berbeda.(Simamora, P.,1975: 66-72).

### ***Greenwich Mean Time (GMT)***

Greenwich Mean Time (GMT) adalah waktu di Greenwich tempat yang menjadi patokan waktu dunia berada. Jika ditentukan waktu GMT dengan mudah kita dapat menghitung waktu-waktu di seluruh permukaan Bumi. Bagi daerah yang berada di *belahan barat* (meridian barat) waktu setempat adalah *waktu GMT* ditambah dengan *hasil kali perbedaan meridian dengan 4 menit* sedangkan daerah yang berada di *belahan timur* (meridian timur) waktu setempat adalah *waktu GMT* dikurangi dengan *hasil kali antara selisih meridian dengan 4menit*.

Rumus:

$$\text{LMT} = \text{GMT} \pm (\text{M}.4)$$

(Dardjosoemarto, dkk.,1991: 445)

Keterangan:

LMT = Local Mean Time / Waktu Setempat

GMT = Greenwich Mean Time / waktu GMT

$\pm$  = + bila di BB dan - bila di BT

(M.4) = meridian (bujur) x 4 menit

Contoh:

1) Bila di Alaska yang terletak pada  $165^0$  BB menunjukkan pukul 0.8.15. Pukul berapa waktu GMT?

Jawab:

Posisi BB ( + )

GMT = LMT + (M.4) menit

$$\text{GMT} = 08.15 + (165 \times 4) \text{ menit}$$

$$\text{GMT} = 08.15 + 660 \text{ menit (= 11 jam)}$$

$$\text{GMT} = 08.15 + 11 \text{ jam}$$

$$\text{GMT} = 19.15$$

Jadi waktu GMT menunjukkan pukul 19.15.

2) Suatu kota terletak  $30^{\circ}$  BT waktu GMT pukul 10.15, pukul berapa waktu setempat?

Jawab: Posisi BT ( - )

$$\text{LMT} = \text{GMT} - (\text{M}.4)$$

$$\text{LMT} = 10.15 - (30 \times 4) \text{ menit}$$

$$\text{LMT} = 10.15 - 120 \text{ menit (2jam)}$$

$$\text{LMT} = 08.15$$

Jadi waktu setempat (LMT) menunjukkan pukul 08.15.

Berdasarkan penjelasan dan conto-contoh soal di atas, Anda dapat menghitung waktu di seluruh permukaan Bumi dengan berpedoman pada garis meridian/bujur.

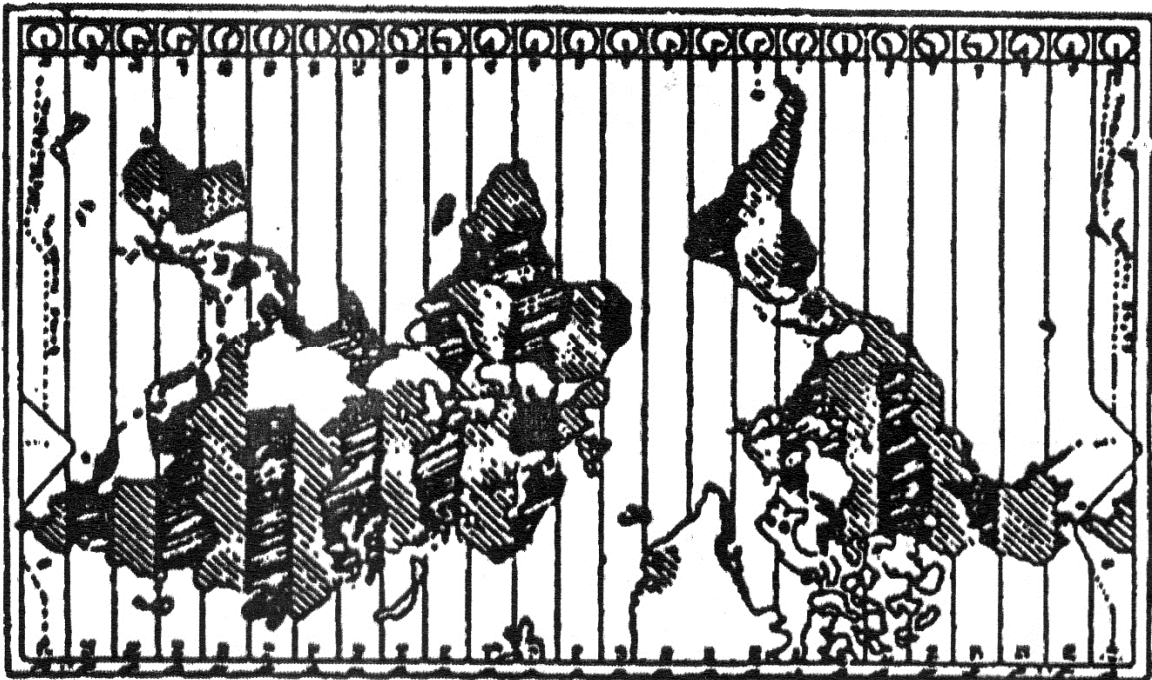
### ***Waktu Standar***

Tempat-tempat yang terletak pada garis meridian yang sama, bersamaan pula waktunya. Jika demikian, seluruh permukaan Bumi terdapat 360 waktu yang bedanya empat menit. Hal ini tentu sukar dalam kehidupan sehari-hari. Oleh sebab itu disepakatilah untuk membagi permukaan Bumi atas *24 daerah waktu* saja yang disebut *waktu standar*.

Waktu standar disebut juga *Zone Time*, yaitu waktu yang ditetapkan setiap selisih  $15^{\circ}$  adalah 60 menit (1 jam) dengan lingkup daerah yang berada pada  $0^{\circ} - 15^{\circ}$  atau  $15^{\circ} - 30^{\circ}$ , dan seterusnya baik di Bujur Timur maupun Bujur Barat.

Keputusan Kongres Internasional mengenai garis-garis meridian (International Meridian Conference) di Washington menetapkan waktu standar dunia yang dibagi menjadi 24 daerah berdasarkan perbedaan meridian  $15^{\circ}$ . Setiap daerah mempunyai selisih waktu 1 jam. Akan tetapi berdasarkan pembagian wilayah pemerintahan atau kontinen

(pulau/benua) maka ada sedikit pergeseran. Batas yang terdapat pada  $180^{\circ}$  BT dan  $180^{\circ}$  BB berupa garis yang berkelok-kelok. Perhatikan Gambar 10.2.11 di bawah ini:

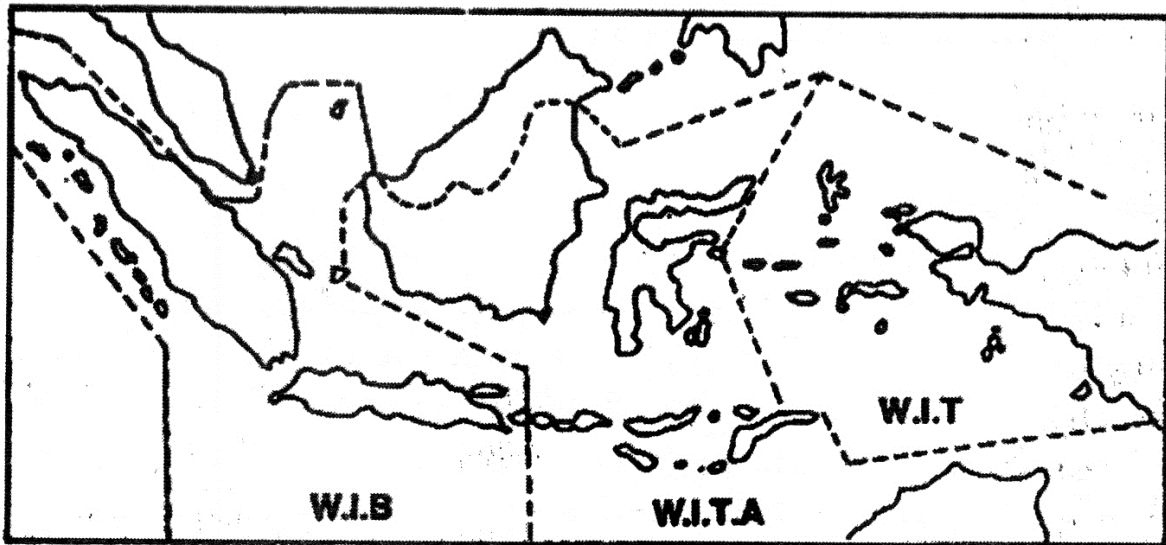


Gambar 10.2.11: Pembagian Daerah Waktu di Dunia  
(Dirdjosoemarto, dkk., 1991: 447)

Setiap negara mempunyai pembagian daerah waktu yang berbeda-beda karena letak pada meridianya berbeda. *Indonesia* terletak antara  $95^{\circ}$  BT –  $141^{\circ}$  BT.

Oleh karena *Indonesia* mempunyai rentang meridian  $141^{\circ} - 95^{\circ} = 46^{\circ}$ , maka *Indonesia* di bagi menjadi 3 daerah waktu, yakni Waktu *Indonesia* bagian Barat (WIB),

Waktu Indonesia bagian Tengah (WITA), dan Waktu Indonesia bagian Timur (WIT) dengan selisih satu jam. Untuk lebih jelasnya, perhatikan gambar 10.2.12 di bawah.



Gambar 10.2.12: Pembagian Waktu di Indonesia (mulai 1 – 1 – 1964)  
(Dirdjosoemarto,dkk.,1991: 447)

Indonesia mempunyai tiga meridian standar, yaitu meridian  $105^{\circ}$  BT untuk daerah WIB,  $120^{\circ}$  BT untuk daerah WITA, dan  $135^{\circ}$  untuk WIT . Dengan demikian waktu lokalnya (LMT) masing-masing adalah waktu Greenwich ditambah 105/15 untuk WIB, 120/15 untuk WITA, dan 135/15 untuk WIT . Jika waktu GMT pukul 12.00, maka: WIB =  $12.00 + (105/15 = 7)$  yaitu pukul 19.00, WITA =  $12.00 + (120/15 = 8)$  yaitu pukul 20.00, dan WIT =  $12.00 + (135/15 = 9)$  yaitu pukul 21.00 (Hidayat,B.,1978: 42).

Untuk mengetahui daerah waktu di negara-negara lain misalnya Amerika Serikat dan Eropa perhatika tabel 10.2.1 dan 10.2.2 di bawah ini.

Tabel 10.2.1: Daerah Waktu di Amerika Serikat

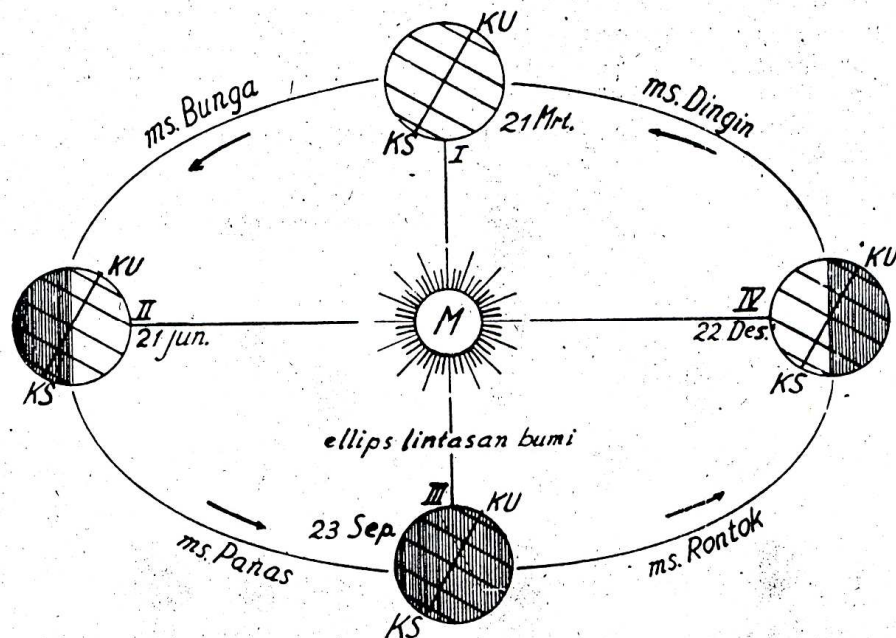
NO.	Waktu Standar	Meridian Standar
1.	Eastern Standar Time (EST)	75 <sup>0</sup> BB
2.	Central Standar Time (CST)	90 <sup>0</sup> BB
3.	Mountain Standar Time (MST)	105 <sup>0</sup> BB
4.	Pasific Standar Time (PST)	120 <sup>0</sup> BB

Tabel 10.2.2: Daerah Waktu di Eropa

No.	Waktu Standar	Meridian Standar
1.	Daerah Waktu Eropa Barat	0 <sup>0</sup>
2.	Daerah Waktu Eropa Tengah	15 <sup>0</sup> BT
3.	Daerah Waktu Eropa Timur	30 <sup>0</sup> BT

## 2. Revolusi Bumi

Sebagaimana dijelaskan di atas, bahwa Bumi itu sambil berputar pada sumbunya (berotasi) beredar pula mengelilingi Matahari (berevolusi). Selama mengedari Matahari, sumbu Bumi miring dengan arah yang sama yang besarnya 23,5<sup>0</sup> dari garis tegak lurus pada ekliptika. Untuk lebih jelasnya, perhatikan gambar 10.2.13 di bawah ini:



### Gambar 10.2.13

#### Kemiringan Sumbu Bumi Selama Mengedari Matahari

##### ***Pengaruh Revolusi Bumi***

Dalam perjalanan Bumi dari tanggal *21 Maret sampai 21 Juni*, Kutub Utara kelihatan *makin condong ke arah Matahari*, sebaliknya Kutub Selatan *makin condong menjauhi Matahari*. Oleh karena itu belahan Bumi Utara mengalami *musim semi/bunga* dan belahan Bumi Selatan mengalami *musim gugur/rontok*. Sementara itu Belahan Bumi Utara mengalami siang hari yang makin lebih panjang daripada malam harinya sedangkan Belahan Bumi Selatan mengalami siang yang makin lebih pendek daripada malamnya.

Perjalanan Bumi dari tanggal *21 Juni sampai 23 September* kecondongan Kutub Utara ke arah Matahari makin kurang, sebaliknya kecondongan Kutub Selatan makin bertambah. Oleh sebab itu belahan Bumi Utara mengalami musim panas dan belahan Bumi Selatan musim dingin. Bersamaan dengan itu Belahan Bumi Utara mengalami siang yang makin pendek tetapi tetap masih lebih lama daripada malam hari. Sebaliknya Belahan Bumi Selatan mengalami siang yang makin panjang, tetapi masih tetap lebih pendek daripada malamnya.

Dari tanggal *23 September sampai 21 Desember* Kutub Utara kelihatan makin condong menjauhi Matahari dan Kutub Selatan makin condong ke arah matahari. Oleh karena itu Belahan Bumi Utara mengalami musim gugur/rontok dan Belahan Bumi Selatan mengalami musim semi/bunga. Sementara itu Belahan Bumi Utara mengalami siang makin lebih pendek daripada malam hari, sedangkan Belahan Bumi Selatan mengalami siang yang makin lebih panjang daripada malam harinya.

Dari tanggal *21 Desember sampai 21 Maret* kecondongan Kutub Utara ke arah Matahari makin bertambah, sedangkan kecondongan Kutub Selatan makin berkurang. Oleh sebab itu *Belahan Bumi Utara* mengalami *musim dingin* dan *Belahan Bumi Selatan* mengalami *musim panas*. Bersamaan dengan itu *Belahan Bumi Utara* mengalami *siang yang makin panjang* tetapi masih tetap lebih pendek daripada malam harinya, sebaliknya

*Belahan Bumi Selatan* mengalami siang yang makin pendek tetapi masih tetap lebih panjang daripada malamnya.

Tepat pada tanggal 21 Maret dan tanggal 23 September baik Kutub Selatan maupun Kutub Utara sama jauhnya dari Matahari. Hanya letak Bumi pada orbitnya bersebrangan. Pada kedua tanggal ini panjang siang dan malam sama di seluruh permukaan Bumi.

Sebetulnya pergantian musim tersebut di atas tidak dialami oleh seluruh muka bumi, tetapi hanya oleh bagian Bumi di sebelah utara Garis Balik Utara dan di sebelah selatan Garis Balik Selatan. Tempat-tempat itu tidak pernah mengalami Matahari tepat tegak lurus di atasnya, sungguhpun selama enam bulan siangnya lebih panjang daripada malamnya. Malahan daerah sekitar Kutub Utara atau Kutub Selatan mengalami siang selama enam bulan terus-menerus. Pada tanggal 21 Maret Kutub Utara menyaksikan Matahari terbit, mencapai titik tertinggi pada tanggal 21 Juni, kemudian menurun perlahan-lahan dan terbenam pada tanggal 23 September.

Tempat-tempat yang terletak antara  $23,5^{\circ}$  Lintang Utara dan  $23,5^{\circ}$  Lintang selatan mengalami Matahari tepat di atasnya dua kali dalam setahun. Bagian ini tidak mengalami pergantian keempat musim di atas. (Hidayat,B.,dkk.,1975: 37-39).

### ***Kalender Surya***

Kalender berasal dari kata *colondro* (Yunani, *Colondro* = hari pertama). Untuk menentukan waktu manusia berpedoman pada benda-benda langit. Oleh sebab itu ada dua sistem penetapan tanggal, yaitu Kalender Surya dan Kalender Bulan (dibahas pada BBM 12).

Kalender Surya atau Tahun Syamsiah perhitungannya berdasarkan pada lamanya pergeseran semu Matahari sepanjang lingkaran ekliptika. Tentu Anda telah mengetahui bahwa Bumi mengelilingi Matahari satu kali dalam waktu 365,25 hari (tepatnya 265 hari 5 jam 48 menit 40 detik atau 365,242 hari).



Pada kesempatan ini, Anda akan mempelajari tentang Kalender Julian, dan Kalender Gregorius yang dikemukakan oleh Simamora,P. (1975: 75-76).

### ***Kalender Julian***

Kalender yang berdasarkan revolusi Bumi telah digunakan sejak tahun 45 sebelum Masehi yang disebut Kalender Julian (kalender Gaya Lama).

Ketika Julius Caesar memegang tampuk pemerintahan, di Romawi mengalami kekacauan perhitungan kalender sehingga pada tahun 45 sebelum Masehi Julius Caesar mengakhiri kekecauan itu dengan membuat perhitungan kalender sebagai berikut:

- 1) Satu tahun ditetapkan rata-rata 365,25 hari.
- 2) Tahun biasa, yaitu tiga tahun berturut-turut berjumlah 365 hari.
- 3) Tahun *kabisat*, yaitu tahun keempat ditambah satu hari menjadi 366 hari. Tambahnya dimasukkan pada bulan Februari yang pada tahun biasa 28 hari pada tahun kabisat menjadi 29 hari.
- 4) Titik permulaan musim semi/bunga ditetapkan tanggal 24 Maret.
- 5) Permulaan tahun ditetapkan pada tanggal 1 Januari (sebelumnya pada tanggal 1 Maret).

Meskipun kalender Julian sudah cukup baik pada zamannya tetapi ada cacatnya, yaitu satu tahun rata-rata Julian sesungguhnya masih terlalu panjang dari tahun tropis, terpaut  $365,25 - 365,242 = 0,0078 = 1/128$  hari atau 11 menit, artinya setelah 128 tahun perbedaannya menjadi satu hari penuh. Pada tahun 325 Masehi ketika Rapat Gereja (Konsili) di Nicea perbedaan itu telah menjadi 3 hari dengan tidak tahu seorangpun penyebabnya. Titik musim bunga pada zaman Julius jatuh pada tanggal 24 Maret, sedangkan pada waktu Konsili Nicea jatuh pada tanggal 21 Maret.

Sebelum Julius Caesar, orang-orang Romawi telah mengenal nama-nama bulan seperti:

- 1) Martius = 31 hari,
- 2) Aprilis = 29 hari,

- 3) Majus = 31 hari,
- 4) Junius = 29 hari,
- 5) Quintilis = 31 hari,
- 6) Sextilis = 29 hari,
- 7) September = 29 hari,
- 8) October = 31 hari,
- 9) November = 29 hari,
- 10) Dcember = 29 hari,
- 11) Januarius = 29 hari, dan
- 12) Februarius = 28 hari.

Jumlah hari pada setiap bulan dan awal tahun dirubah oleh Julius Caesar sehingga seperti yang kita miliki sekarang kecuali bulan Agustus, yang baru kemudian menjadi 31 hari.

### ***Kalender Gregorius***

Pada zaman Paus Gregorius XIII tahun 1582 Masehi ia menyaksikan musim bunga pada tanggal 11 Maret, bukan lagi tanggal 21 Maret seperti pada Konsili Nicea dalam Kalender Julian.

Paus Gregorius memperbaiki kalender itu dengan cara:

- 1) Titik musim bunga ditetapkan jatuh pada tanggal 21 Maret, yaitu disesuaikan dengan keadaan waktu Konsili Nicea pada Kalender Julian. Untuk itu Paus Gregorius pada tanggal 4 Oktober 1582 mengumumkan perubahan tanggal kalender yaitu tanggal 5 Oktober 1582 (gaya lama) ditetapkan menjadi tanggal 15 Oktober 1582 pada Kalender Gregorius (gaya baru) sehingga tanggal 5, 6, 7, ... 14 Oktober tidak pernah ada.
- 2) Tahun biasa berjumlah 365 hari dan tahun kabisat berjumlah 366 hari, sama dengan kalender Julian.

Meskipun demikian ada perbedaannya, yaitu semua tahun yang dapat dibagi 4, ditetapkan sebagai tahun *kabisat* kecuali tahun-tahun abad yang tidak dapat dibagi 400, seperti tahun 1700, 1800, 1900, 2100, 2200 dst. Tahun-tahun yang dapat *dibagi 4* dan

dapat *dibagi 400*, seperti tahun 1600, 2000, 2400, dst. adalah *tahun kabisat* yang pada bulan Februari menjadi 29 hari. Kalender Julian berlaku sejak tanggal 1 Januari 45 S.M. hingga tanggal 5 Oktober 1582 (gaya lama) atau 15 Oktober 1582 (gaya baru).

Kalender Gregorius lebih umum disebut *Kalender Masehi* yang jumlah hari pada setiap bulan dan penetapan awal tahun seperti yang kita miliki sekarang. *Kalender Masehi* dimulai dari tanggal 1 Januari tahun 1, pukul 00.00, yaitu bertepatan dengan tanggal lahir Kristus. Akan tetapi ada yang berpendapat bahwa Kristus lahir 4 tahun sebelum tahun Masehi.

## LATIHAN 2

Setelah Anda mempelajari uraian materi di atas, untuk mengetahui tingkat pemahaman Anda, coba jawab atau kerjakan latihan di bawah ini.

1. Bagaimana Anda menentukan sebuah titik/kota/tempat pada muka Bumi?
2. Bagaimana hubungan antara panjang geografi dengan waktu pada titik/tempat yang ditentukan?
3. Apa yang dimaksud dengan hari matahari dan hari matahari khayal?
4. Apa yang dimaksud dengan waktu standar?
5. Jika waktu Greenwich ( $0^0$ ) pukul 07.00. Pukul berapakah waktu Indonesia bagian barat WIB, waktu Indonesia bagian tengah (WITA) dan waktu Indonesia bagian timur (WIT)?
6. Sebutkan dua akibat revolusi Bumi?
7. Lengkapilah tabel di bawah ini:

Tanggal, Bulan	Belahan Utara Bumi	Belahan Selatan Bumi
-	Musim .....	Musim .....
-	Musim .....	Musim .....
-	Musim .....	Musim .....
-	Musim .....	Musim .....

## PETUNJUK JAWABAN LATIHAN 2

Untuk mengetahui kebenaran jawaban Anda dalam mengerjakan latihan, silakan Anda telaah jawaban berikut ini atau mintalah bantuan Tutor/Dosen pembimbing.

1. Sebuah titik/kota/tempat pada muka Bumi ditentukan oleh panjang geografi (garis meridian/bujur) yang dihitung mulai dari bujur  $0^0$  ke arah Timur sampai  $180^0$  yang disebut Bujur Timur dan ke arah Barat sampai  $180^0$  disebut Bujur Barat. Selanjutnya, dihitung oleh lebar geografi (garis lintang) mulai lingkaran besar (garis ekuator) yang dinyatakan  $0^0$  ke sebelah Utara sampai Kutub Utara ( $90^0$ ), demikian juga ke Selatan sampai Kutub Selatan ( $90^0$ ). Hitunglah titik/kota/tempat itu terhadap garis bujur dan garis lintangnya. Pertemuan antara kedua garis itulah adalah titik/kota/tempat yang dicari.
2. Panjang geografi berhubungan dengan waktu setempat. Satu putaran Bumi adalah  $360^0$  ditempuh selama 24 jam. Jadi setiap  $15^0$  adalah 1 jam sehingga tiap-tiap derajat ( $1^0$ ) adalah 4 menit. Waktu GMT yang menjadi patokan, ke arah Timur setiap derajat ditambah 4 menit atau 1 jam setiap  $15^0$ . Apabila bergerak ke arah Barat dikurangi 4 menit setiap  $1^0$  atau 1 jam setiap  $15^0$ .
3. Hari Matahari atau satu hari Matahari adalah waktu yang diperlukan Matahari bergerak semu mengelilingi Bumi terhitung mulai dari titik Kulminasi Atasnya sampai kembali lagi ke titik Kulminasi atas tersebut. Matahari Khayal disebut juga Matahari Menengah, yaitu Matahari yang dianggap atau dimisalkan ada, yang kecepatan pergeserannya hampir serupa dengan pergeseran Matahari yang sebenarnya. Matahari Khayal bergeser sepanjang ekuator dengan kecepatan konstan (tetap). Waktu Matahari Khayal dimulai pada saat Matahari Khayal berada pada titik Kulminasi Bawahnya (pukul 00.00).

4. Waktu Standar (*Zone Time*) yaitu waktu yang ditetapkan setiap selisih lima belas derajat ( $15^0$ ) panjang geografi adalah satu jam, sehingga Bumi dibuat mejadi 24 *Zone Time*. Dengan demikian bagi daerah yang terletak pada panjang geografi (garis meridian) mempunyai waktu yang sama.
5. Garis meridian untuk waktu Indonesia Bagian Barat (WIB) adalah  $105^0$  BT, WITA adalah  $120^0$  BT, dan WIT adalah  $135^0$  BT sehingga waktu lokalnya adalah waktu Greenwich ditambah  $105/15 = 7$  jam untuk WIB,  $120/15 = 8$  jam untuk WITA, dan  $135/15 = 9$  jam. Jika waktu Greenwich pukul 07.00 maka waktu Indonesia bagian barat (WIB) adalah pukul 07.00 maju 7 jam = pukul 14.00, WITA adalah pukul 07 maju 8 jam adalah pukul 15.00, dan WIT pukul 07.00 maju 9 jam adalah pukul 16.00.
6. Akibat revolusi Bumi dengan kemiringan sumbunya yang selalu searah adalah: 1) terjadinya pergantian musim dan 2) perubahan lamanya siang dan malam.
7. Untuk menjawab soal latihan nomor 7, Anda harus mempelajari kembali tentang terjadinya empat musim yang terjadi pada bagian Bumi di sebelah utara garis Balik Utara dan di sebelah selatan Garis Balik Selatan. Kemudian masukkanlah ke dalam tabel di atas.

## **RANGKUMAN**

Bumi berputar pada sumbunya (berotasi) dari Barat ke Timur. Dalam perputarannya Bumi menjalani 360 derajat meridian dalam waktu 24 jam sehingga setiap satu derajat ditempuh dalam waktu empat menit.

Pembagian Waktu Standar (*Zone Time*), dunia dibagi atas 24 daerah berdasarkan perbedaan meridian atau bujur 15 derajat sehingga setiap daerah mempunyai selisih satu jam (60 menit). *Greenwich Mean Time* (GMT) adalah waktu Greenwich, yaitu yang menjadi patokan waktu dunia.

Indonesia yang terletak antara  $91^0 - 141^0$  BT mulai tanggal 1 – 1 – 1964 memiliki tiga meridian standar, yaitu  $105^0$  BT untuk WIB,  $120^0$  BT untuk WITA, dan  $135^0$  BT untuk WIT dengan perbedaan waktu GMT ditambah  $105/15$ ,  $120/15$ , dan  $135/15$  (7, 8, dan 9 jam).

Waktu Matahari dan waktu bintang selalu terpaut sebesar 4 menit, tepatnya 3 menit 56 detik. Hal ini karena Bumi mengelilingi Matahari. Yang dijadikan penetapan waktu di muka Bumi adalah dengan menggunakan hari Matahari Menengah (Khayal) dengan merata waktu.

Revolusi bumi dengan kemiringan sumbunya yang selalu searah mengakibatkan terjadinya pergantian musim dan perubahan lamanya siang dan malam serta terlihatnya rasi bintang yang berbeda dari bulan ke bulan.

Kalender Surya mendasarkan perhitungannya pada lamanya pergeseran semu Matahari sepanjang lingkaran ekliptika (satu tahun = 365,25 hari). Sejak tahun 45 sebelum Masehi Kalender Surya telah digunakan Di Romawi pada zaman Julius Caesar dengan perhitungan satu tahun adalah 365 hari, sisanya yang seperempat hari akan menjadi satu hari setelah empat tahun sehingga setiap tahun keempat dijadikan 366 hari. Tahun tersebut disebut tahun *kabisat* yang pada bulan Februari berjumlah 29 hari. Tahun *kabisat* pada waktu itu adalah angka tahun yang dapat dibagi *empat*, seperti tahun 1700, 1800, dan 1900, dst.

Sebenarnya perhitungan Julius Caesar itu kelebihan 11 menit sebab tepatnya Bumi mengelilingi Matahari dalam waktu 365 hari 5 jam 48 menit 40 detik sehingga pada Zaman Paus Gregorius pada tahun 1582 menyaksikan musim bunga/semi itu bukan tanggal 21 Maret melainkan tanggal 11 Maret. Untuk menyesuaikan dengan kalender Julian, Paus Gregorius mengumumkan pada 4 Oktober 1582 bahwa Kalender Julian dipakai sejak tanggal 1 Januari 45 S.M. berakhir tanggal 5 Oktober 1582 (gaya lama) atau 15 Oktober 1582 (gaya baru), sehingga tanggal 5, 6, 7, ... 14 Oktober 1582 tidak pernah ada. Kalender Gregorian (gaya baru) berlaku sampai sekarang. Disamping itu Paus Gregorius menyempurnakan tahun *kabisat*, yaitu angka tahun yang habis dibagi empat dan angka abad habis dibagi 400.

## TES FORMATIF 2

*Petunjuk:* Pilihlah salah satu jawaban dengan memberi tanda silang (X) pada jawaban yang paling tepat!

1. Perputaran Bumi pada sumbu mengakibatkan, *kecuali* ....
  - A. pergantian siang dan malam
  - B. perbedaan waktu di setiap belahan bumi
  - C. perbedaan musim
  - D. penggelembungan Bumi di ekuator dan pemampatan pada polar.
2. Garis lintang  $0^0$  atau garis ekuator melintasi negara kita, tepatnya melalui kota ....
  - A. Tarakan
  - B. Banjarmasin
  - C. Palangkaraya
  - D. Pontianak
3. Garis Balik semu Matahari terletak pada garis lintang ....
  - A. 0 derajat
  - B. 23,5 derajat
  - C. 66,5 derajat
  - D. 90 derajat.
4. Batas penanggalan ditentukan oleh dua garis meridian yang berimpit, yaitu ....
  - A. 0 derajat
  - B. 0 derajat dengan 0 derajat
  - C. 180 derajat BT dengan 180 derajat BB
  - D. 180 derajat BT
5. Bila kita bergerak ke arah barat sejauh 20 derajat, waktu GMT saat itu pukul 08.00 maka saat itu pada tempat 20 derajat BB pukul ....

- A. 09.20
  - B. 10.20
  - C. 06.40
  - D. 08.20
6. Sebuah kota terletak 80 derajat BB waktu setempat menunjukkan pukul 07.00. Jam GMT menunjukkan pukul ....
- A. 13.20
  - B. 14.20
  - C. 15.20
  - D. 12.20
7. Untuk menentukan titik Utara, kita berpedoman pada konstelasi Bintang ....
- A. Ursa Mayor/Ursa Minor
  - B. Gux
  - C. Salib
  - D. Pari/Layang-layang.
8. Jika waktu Indonesia sebelum tanggal 1 – 1 – 1964 dibagi enam waktu maka selisih derajat meridian antara dua daerah berdekatan adalah ....
- A. 7,5 derajat
  - B. 15 derajat
  - C. 3,25 derajat
  - D. 22,5 derajat
9. Panjang siang dan panjang malam *sama* di seluruh permukaan Bumi terjadi pada ....
- A. 21 Juni dan 23 September
  - B. 21 Maret dan 21 Juni
  - C. 23 September dan 21 Desember
  - D. 21 Maret dan 23 September
10. Pada kalender syamsiah (kalender matahari) jumlah hari pada bulan Februari 29 hari terjadi pada tahun ....
- A. 1900
  - B. 2000
  - C. 2004



D. 2006

### **BALIKAN DAN TINDAK LANJUT**

Cocokkanlah hasil jawaban Anda dengan kunci jawaban Tes Formatif 2 yang ada pada bagian belakang BBM ini. Hitunglah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan belajar 2.

Rumus:

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{10} \times 100\%$$

10

Arti Tingkat Penguasaan:

90% - 100% = Baik Sekali

80% - 89% = Baik

70% - 79% = Cukup

≤ 69% = Kurang

Kalau Anda mencapai tingkat penguasaan 80% ke atas, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 1 BBM 11, **bagus!** Akan tetapi apabila tingkat penguasaan Anda di bawah 80%, Anda harus mengulangi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum Anda kuasai.

## KUNCI JAWABAN TES FORMATIF

---

### *Tes Formatif 1*

1. Selain di planet Bumi, tidak ada keidupan karena tidak ada udara yang dapat digunakan untuk fotosintesis dan respirasi, seperti  $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $O_2$ .
2. Planet Bumi menempati planet ketiga setelah Planet Merkurius, dan Venus.
3. Di Bumi berlangsung proses geologis secara aktif, yaitu terjadinya daur (siklus) geologi
4. Adanya rotasi Bumi secara terus-menerus dan adanya gravitasi dalam mengedari Matahari.
5. Yang pertama menentukan ukuran Bumi adalah Eratosthenes dari Yunani sekitar tahun 250 sebelum Masehi.
6. 15% lebih kecil dari jari-jari bumi sebesar 4600 mil adalah:  
 $15/100 (4600 \times 1,609 \text{ km}) = 15/100 \times 7.401,4 \text{ km} = 1.110,21 \text{ km}$ .  
Jadi, jari-jari Bumi yang sebenarnya =  $7.401,4 \text{ km} - 1.110,21 \text{ km} = 6.291,19 \text{ km}$ .
7. IUGG (the International Union of Geodesy and Geophysics).
8.  $L = 4\pi r^2 = 510 \text{ juta km}^2$ ;  $V = 4\pi r^3/3 = 1,08 \times 10^{12} \text{ km}^3$ ; densitas Bumi =  $5,52 \text{ g cm}^{-3}$
9. Rumus densitas:  $\rho = m/v$ , dimana m (massa) dalam kg atau g, dan v (volume) dalam  $m^3$  atau  $cm^3$
10. Waktu paruh zat radioaktif unsur Uranium 238 ( $U^{238}$ )  $\rightarrow$  Timah 206 ( $Pb^{206}$ )
11. Peluruhan umur batuan di Bumi

### *Tes Formatif 2*

1. C (perbedaan musim), akibat dari pengaruh revolusi Bumi terhadap Matahari.
2. D (Pontianak), sudah jelas.
3. B ( $23,5^\circ$ ), sebab: lintang  $0^\circ$  adalah garis khatulistiwa; lintang  $66,5^\circ$  adalah lingkaran Kutub Utara, dan Kutub Selatan;  $90^\circ$  adalah Kutub Utara, dan Kutub Selatan.

4. C ( $180^0$  BT dan  $180^0$  BB), sudah jelas
5. A (09.20), Rumus yang digunakan:  $LMT = GMT + (M.4)$  menit, karena posisi BB.  
=  $08.00 + (20.4)$  menit  
=  $08.00 + 80$  menit  
= 09.20
6. D (12.20), Hitungan sama dengan no. 5.
7. A (Ursa mayor/Ursa minor), Bintang Gux mencari arah Selatan; Bintang Salib mencari arah dan titik Selatan; Bintang Pari mencari arah, dan titik Selatan
8. A ( $7,5^0$ ), sebab: selisih  $7,5^0$  bila pembagiannya 6 waktu, yaitu selisih meridian ( $141^0 - 95^0$ ) =  $46^0$ , kemudian dibagi 6
9. D (21 Maret dan 23 September), sebab pada tgl. 21 Maret dan 23 September, Kutub Selatan dan Kutub Utara sama jauhnya dari Matahari
10. B ( tahun 2000), sbab tahun 2000 sebagai tahun kabisat, yaitu tahun yang dapat dibagi 4 dan 400.

## GLOSARIUM

---

Absis	: panjang geografi
Aphelium	: lintasan terjauh, lintasan revolusi bumi atau bulan
Chronometer	: alat atau jam yang sangat teliti
Colondro	: kalender, hari pertama
Densitas	: massa jenis
Ekliptika	: garis edar (bumi)
Ekuator	: garis lintang nol derajat, garis khatulistiwa
Elips	: bulat panjang, lintasan planet-planet berbentuk elips
Geosentris	: bumi yang menjadi pusat peredaran tata surya
Globe	: tiruan bumi
GMT	: Greenwich mean time, waktu Greenwich, tempat yang menjadi patokan waktu dunia
Half time	: waktuparo
Heliosentris	: matahari yang menjadi pusat peredaran tata surya
Horizon	: garis yang mendatar sejajar dengan permukaan bumi, kaki langit
Inklinasi ekliptika	: sudut inklinasi (kemiringan) terhadap ekliptika
Isotop	: unsur yang bilangan atom sama tetapi bilangan massa berbeda
Kabisat	: tahun kabisat, tahun ke-4 ditambah 1 hari sehingga menjadi 366 hari, bulan Februari menjadi 29 hari; tahun yang dapat dibagi 4 dan abad dapat dibagi 400
Konstelasi	: menetapkan gejala atau tanda-tanda
Kulminasi	: puncak tertinggi, kulminasi atas pkl. 12.00 dan kulminasi bawah pkl. 24.00 (00.00)
LMT	: Local Mean Time, waktu setempat
Meridian	: garis bujur, bujur timur (BT) dan bujur barat (BB)
Obled spheroid	: → spheroid

Ordinat	: lebar geografi
Parent	: induk, radioaktif asal (original)
Perihelium	: lintasan terdekat, lintasan revolusi bumi atau bulan
Polars	: kutub-kutub, kutub utara dan kutub selatan bumi
Rejuvenation	: peremajaan pada muka bumi
Revolusi	: putaran, perkisaran; revolusi bumi, perputaran bumi terhadap matahari; revolusi bulan, perputaran bulan terhadap bumi
Rotasi	: putaran; rotasi bumi, perputaran bumi pada sumbunya
Sideral	: sidereal day, hari bintang
Spheroid	: bentuk Bumi bulat pempat/dempak pada kutub-kutubnya,
Sphere	: bentuk Bumi tidak tepat berbentuk bola,
Stadia	: satuan panjang kuno zaman Yunani
Stadium	: bentuk tuggal dari stadia
Zone time	: waktu standar, selisih $15^0 = 1$ jam; waktu standar Indonesia: $105^0$ BB untuk WIB, $120^0$ BB untuk WITA, dan $135^0$ BB untuk WIT

## DAFTAR PUSTAKA

---

- Dirdjosoemarto, Soendjojo, dkk.. (1991). *Pendidikan IPA 2, Buku II*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Proyek Pembinaan Tenaga Kependidikan Pendidikan Tinggi.
- Hidayat, B., dkk.. (1978). *Bumi dan Antariksa 1*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Mulyo, Agung. (2004). *Pengantar Ilmu Kebumian*. Bandung: CV Pustaka Setia.
- Simamora, P.. (1975). *Ilmu Falak*. Jakarta: CV Pejuang Bangsa.
- Tjasyono, B. HK.. (2006). *Ilmu Kebumian dan Antariksa*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya Bekerja Sama dengan Program Pascasarjana UPI.