

## UMUR BINTANG

**Tanya:** *Saya suka astronomi dan sering terpesona kala malam melihat taburan bintang di langit. Saya pernah baca di majalah ini bahwa sinar yang sampai ke Bumi itu dipancarkan berjuta-juta tahun lampau. Yang mau saya tanyakan, berapa lama sih umur bintang? (Rini Tri Laksini, di Surabaya)*

**Jawab:** Umur bintang bervariasi tergantung pada beratnya, dari lima juta tahun (untuk bintang yang massanya sekitar 30 kali massa Matahari) hingga 30 miliar tahun (untuk bintang yang massanya 0,5 kali massa Matahari). Matahari (salah satu bintang) dapat mencapai 10 miliar tahun.

Matahari hidup karena pembakaran gas hidrogen yang dimilikinya. Menjelang kematiannya terjadi pembakaran hidrogen besar-besaran akibat radiasi yang ditim-bulkannya, Matahari akan mengembang menjadi raksasa merah (red giant) yang besar sekali (sekitar 10 kali lipat dari ukuran sekarang).

Setelah pengaruh radiasi menurun, pengaruh gravitasi inti Matahari menjadi dominan. Gravitasi ini membuat ukuran matahari mengecil dan menjadi bintang bajang putih (white dwarf). Tetapi jangan khawatir, masih dibutuhkan lima miliar tahun lagi untuk terjadi hal ini

---

## ARAH ROTASI BUMI

**Tanya:** *Bapak Yohanes Surya, saya ingin mendapat penjelasan mengenai arah rotasi Bumi bila diukur dari sumbu imajiner Bumi. Gambaran yang saya tangkap selama ini sangat mungkin keliru sebagaimana saya berpikir bahwa arah rotasi Bumi adalah seperti bagaimana Bumi berotasi lewat penggambaran model globe yang banyak dijumpai. Apakah rotasinya memang seperti itu (dari arah kiri ke kanan, atau sebaliknya)? Padahal saya berpikir, mungkin ada juga kemungkinan bahwa sumbu imajiner yang menjadi poros rotasi Bumi itu jauh berbeda dengan penggambaran globe. Apa mungkin Bumi berotasi dengan arah yang sama sekali tidak berpola? Jadi, bisa saja arah rotasinya ke segala arah? Terima kasih atas penjelasannya. (Surya Aji, di Yogyakarta)*

**Jawab:** Ada dua jenis gerakan Bumi, yaitu revolusi Bumi mengelilingi Matahari dan rotasi Bumi mengelilingi dirinya sendiri. Bumi berotasi dari barat ke timur. Buktinya, kita melihat Matahari terbit di timur dan terbenam di barat. Sumbu rotasi Bumi (sumbu imajiner Bumi) membentuk sudut  $23,5^{\circ}$  terhadap sumbu revolusinya. Sudut ini hampir tidak berubah. Buktinya, kutub utara Bumi selalu mengarah ke satu arah yaitu ke arah bintang utara.

Miringnya sumbu rotasi ini dibuktikan dengan adanya empat musim di belahan Bumi utara dan selatan. Ketika kemiringannya mengarah ke Matahari, di belahan Bumi utara yang mendapat lebih banyak sinar Matahari terjadi musim panas. Sebaliknya, di belahan Bumi selatan terjadi musim dingin. Di daerah kutub utara tidak ada malam (terang terus sepanjang hari), sebaliknya di daerah kutub selatan tidak ada siang (gelap terus sepanjang hari). Ketika kemiringannya

menjauhi Matahari, terjadi musim dingin di utara dan musim panas di selatan. Di antara kedua posisi itu terjadi musim semi dan musim gugur. Jika sumbu rotasi Bumi berubah-ubah, maka bisa terjadi kekacauan musim. Bisa terjadi bulan ini di Indonesia Matahari bersinar sepanjang hari, bulan depan Matahari tidak terlihat sama sekali. Kehidupan manusia bisa kacau

---

## MANUSIA MENGINJAK BULAN?

**Tanya:** *Selama ini saya termasuk orang yang kagum akan keberadaan pesawat luar angkasa, astronot, dan semua orang pintar yang ikut ambil bagian dalam pekerjaan menakjubkan itu. Namun, beberapa saat yang lalu timbul keraguan dalam diri saya setelah menonton sebuah acara TV ("Conspiracy Theory: Did We Land on the Moon?").*

*Dalam acara itu, dengan keterangan dan bukti-bukti yang sungguh meyakinkan, para ahli konspirasi menjungkirbalikkan kenyataan bahwa pesawat Apollo 11 beserta awaknya pernah mendarat di Bulan sebagaimana telah diketahui oleh sebagian besar manusia di muka Bumi (yang pernah bersekolah). Ironisnya, hal itu telanjur menjadi kebenaran di pikiran mereka. Salah satu bukti yang dikemukakan adalah tentang adanya suatu lapisan gas di orbit Bumi yang mustahil untuk dilewati karena pernah ada kosmonot Rusia yang celaka saat berusaha melewatinya. Itulah alasan mengapa Rusia kemudian tidak melanjutkan misi mengirim manusia ke Bulan.*

*Yang menjadi pertanyaan saya, benarkah teori konspirasi bahwa pendaratan di Bulan itu hanyalah akal-akalan NASA? (Herliando Ferdinand, Pati)*

**Jawab:** Dalam tayangan TV tadi beberapa kesimpulan yang diambil kurang tepat. Misalnya:

- a. Karena tidak melihat adanya bintang pada foto, maka mereka anggap foto para astronot itu palsu. Ini tidak benar. Kalau kita mau mengambil foto seseorang, maka fokusnya harus pada orang tersebut. Bintang-bintang yang suram dan jauh tidak akan terlihat dalam foto karena tidak terfokus.
- b. Karena melihat bendera berkibar, mereka menyimpulkan bahwa kibaran bendera adalah akibat adanya udara, sehingga mereka anggap foto ini palsu (di Bulan tidak ada udara). Ini juga kesimpulan yang salah. Untuk menancapkan bendera biasanya kita harus memutar batang bendera ke kiri dan ke kanan berulang-ulang dan ini akan menyebabkan bendera berkibar (secara fisika ini disebabkan karena kekekalan momentum sudut). Karena di Bulan tidak ada udara, maka tidak ada gesekan yang menghambat kibaran bendera sehingga kibaran bendera ini akan lama berhenti sehingga dapat terekam dalam gambar.

Sebenarnya, pendaratan manusia di Bulan adalah suatu fakta yang sudah tidak bisa dibantah. Antara tahun 1969 - 1972 sudah ada 12 astronot mendarat di Bulan dan sembilan kembali memberi kesaksian dengan membawa sekitar 400 kg batuan bulan. Batu-batu itu tersimpan di berbagai museum. Batu tersebut tidak mungkin palsu karena batuan Bulan sangat khusus. Di dalamnya tidak terdapat air seperti yang dimiliki batuan Bumi. Menurut para ilmuwan di bidang

batu-batuan, sangat sulit untuk membuat batu-batuan Bulan. Lebih mudah pergi ke Bulan untuk mengambil batuan itu ketimbang harus membuatnya. Ada situs yang bagus yang membahas tentang hal ini, yaitu

<http://www.badastronomy.com/bad/tv/foxapollo.htm>

---

## HUJAN ES DI NEGARA TROPIS

**Tanya:** *Sepertinya ini pengalaman pertama saya. Waktu itu, sekitar bulan Januari 2004, ketika sedang asyik menonton televisi di siang hari, tiba-tiba hujan deras mengguyur kawasan tempat tinggal saya. Sayup-sayup saya mendengar ada benda keras jatuh menimpa atap plastik carport rumah saya. Karena penasaran, saya keluar dan betapa terkejutnya melihat butiran-butiran es jatuh dari langit. Yang menjadi pertanyaan saya, apa yang menyebabkan hujan es tadi? Terima kasih atas jawaban yang Bapak berikan. (Abrienda Kinad Ri, di Jakarta)*

**Jawab:** Hujan butiran es biasa terjadi ketika ada badai. Awan-awan badai terdiri atas campuran air dan kristal salju. Ketika kristal salju jatuh dari bagian atas awan ke bagian bawahnya, kristal ini akan bercampur dengan air membentuk butiran es. Akibat badai, sebagian butiran es ini ada yang naik kembali ke bagian atas awan.

Ketika butiran ini turun kembali, butiran akan membawa air dan membekukannya sehingga terbentuk butiran es yang lebih besar. Setelah cukup besar butiran-butiran es ini akan turun ke Bumi sebagai hujan es (*hail*). Di beberapa tempat butiran es ini ada yang sebesar telur ayam.

---

## BIRUNYA LANGIT, HITAMNYA MENDUNG

**Tanya:** *Terus terang, saya senang dengan adanya rubrik "Fenomena". Ada banyak hal yang membuat saya penasaran yang bagi Pak Yohanes mungkin sesuatu yang biasa.*

*Beberapa kali saya menyaksikan gunung yang puncaknya seperti menembus atau mencapai langit. Sepertinya langit menjadi dekat. Pertanyaan saya, apa yang disebut langit? Apakah seperti yang selama ini saya lihat, berwarna biru karena terpantul warna laut? Di mana langit itu berada, apakah termasuk luar angkasa? Apakah pesawat terbang yang menembus awan sampai ke langit juga?*

*Satu lagi, kenapa mendung di siang hari tampak gelap, tapi di malam hari kok tampak putih? Terima kasih atas kesediaannya menjawab. (Ayik, di Magelang, dan Nani Amani, di Solo)*

**Jawab:** Menurut definisi, langit (*sky*) adalah lapisan atmosfer. Ada definisi lain yang menyatakan bahwa langit adalah ruang (*space*) yang berada di atas kita. Nah, jadinya warna langit sangat tergantung pada tempat kita berada.

Di Bumi langit terlihat berwarna biru karena atmosfer Bumi banyak mengandung nitrogen dan oksigen yang menghamburkan lebih banyak cahaya biru. Di Mars langit agak oranye keabuan. Ini akibat hamburan debu-debu yang banyak terdapat di atmosfer Mars. Di Bulan langit terlihat hitam karena atmosfer Bulan tidak memiliki banyak partikel.

Pesawat yang menembus awan tidak menembus langit. Ketika naik pesawat, di atas awan kita masih bisa melihat langit yang berwarna kebiruan. Inilah yang menurunkan peribahasa "Di atas langit masih ada langit".

Sedangkan awan mendung terdiri dari partikel-partikel air berukuran besar. Partikel ini banyak menyerap cahaya yang datang sehingga awan mendung terlihat gelap.

---

## VENUS HILANG AKIBAT REVOLUSI

**Tanya:** *Dulu, ketika masih sekolah, saya mendapat penjelasan bahwa Bumi dan planet-planet lain dalam tata surya mengedari Matahari dengan masa revolusi yang berbeda-beda. Waktu itu saya yas-yes saja. Kini saya meragukannya.*

*Bila benar masa revolusi planet berbeda-beda, tentunya suatu saat Venus dan Mars tidak akan terlihat dari Bumi. Kenyataannya, dari nenek moyang kita hingga kini posisinya ya tetap di situ-situ saja. Juga bintang "gubug penceng", kenapa posisi dan jaraknya dari kita terlihat tetap saja? Tolong beri penjelasan dengan gambar ya, Prof.!*

*Terima kasih. (Winarto, di Kediri)*

**Jawab:** Semoga setelah membaca ini jangan yas-yes lagi ya Win! Tapi, yes! dengan menggerakkan tangan yang dikepal ke bawah. He-he-he ....  
Memang benar planet-planet mengelilingi Matahari dengan periode (masa revolusi) yang berbeda. Dari hasil penelitian, periode Bumi adalah satu tahun, Venus 0,62 tahun, dan Mars 1,88 tahun. Perbedaan ini disebabkan perbedaan gaya tarik gravitasi Matahari yang dialami oleh planet tersebut. Semakin jauh dari Matahari, semakin kecil gravitasinya. Menurut Kepler, perbedaan gaya gravitasi menyebabkan kuadrat periode suatu planet sebanding dengan jarak dari Matahari pangkat tiga ( $T^2$  sebanding dengan  $R^3$ ).

Jadi, bisa saja suatu saat Venus tidak terlihat dari Bumi karena terhalang oleh Matahari. Namun, ada kalanya juga Venus menghalangi pandangan kita dari Matahari. Inilah yang disebut transit Venus yang terjadi pada 8 Juni 2004 lalu (transit berikutnya 6 Juni 2012).

Pada kejadian itu Venus bergerak di antara Bumi dan Matahari. Venus terlihat sebagai bayangan (titik) gelap di cakram Matahari selama beberapa menit (lihat gambar). Transit Venus menunjukkan bahwa kecepatan atau masa revolusi Venus berbeda dengan kecepatan atau masa revolusi Bumi.

---

## Sembilan Tahun Belum Lahir Juga

**Tanya:** Menjumpai Prof. Yohanes di rubrik "Fenomena". Saya pernah mendengar, jika seseorang yang memiliki saudara kembar mengadakan perjalanan ke luar angkasa, maka ketika ia kembali ke Bumi, usianya akan lebih muda daripada saudara kembarnya yang tetap tinggal di Bumi.

Yang menjadi pertanyaan saya, bagaimana jika seseorang yang tengah hamil pergi ke luar angkasa? Apakah ada kemungkinan kehamilannya akan lebih lama dibandingkan dengan usia kehamilan biasa. Bagaimana dengan pertumbuhan bayi yang dikandung jika ia mengadakan perjalanan tersebut?

Terima kasih. (Ardien Susilowati, lewat surat elektronik)

**Jawab:** Menurut teori relativitas Einstein, mereka yang bergerak dengan kecepatan tinggi sekali (mendekati kecepatan cahaya) akan mengalami dilasi waktu. Artinya, semua hal yang berhubungan dengan waktu mengalami pemuluran. Proses metabolisme sel lebih lama, proses-proses penuaan juga berlangsung lebih lambat. Akibatnya, orang yang melakukan perjalanan ke luar angkasa ini akan terlihat lebih muda dibandingkan dengan mereka yang tinggal di Bumi. Bagaimana dengan orang yang sedang hamil? Untuk orang hamil proses kehamilan akan bertambah lama dan pertumbuhan bayi akan sangat lambat. Bisa saja masa kehamilan sembilan bulan menurut orang di pesawat akan sama dengan sembilan tahun menurut orang yang di Bumi.

---

## Daratan Tambahan Akibat Gempa

**Tanya:** Sejak terjadinya gempa tektonik dengan kekuatan 6,7 pada skala Richter, 4 Mei 2004, yang lalu, di Kabupaten Banggai Kepulauan, Sulawesi Tengah tersisa fenomena alam yang luar biasa. Saat ini di sebuah kecamatan yang terletak di pinggiran pantai ada lima desa yang lebar pantainya mengalami pertambahan ekstrem. Radius penambahan area pantai ini sekitar 30 - 50 m dari garis pantai sebelum terjadinya gempa. Bahkan, sekarang area itu sudah ditumbuhi rumput dan bisa ditanami. Padahal dulunya merupakan daerah pasang dengan kedalaman 1 - 2 m. Yang menjadi pertanyaan:

a. Apakah ini disebabkan daya endogen Bumi?

b. Banyak penduduk yang mendirikan rumah di atas pantai jelmaan ini. Apakah tidak berbahaya jika

sewaktu-waktu terjadi laut pasang tiba-tiba?

c. Apakah daratan ini akan konstan, atau pada periode tertentu akan menjadi daerah pasang kembali?

Terima kasih. (Rahmat Lasibani, di Banggai)

**Jawab:** Berdasarkan teori lempeng benua, Bumi kita terdiri atas tujuh lempeng raksasa dan sekitar 13 lempeng yang lebih kecil. Lempeng ini tebalnya bisa mencapai 100 km. Lempeng-lempeng ini terus bergerak dengan kecepatan antara 2 - 20 cm/tahun.

Ketika lempeng-lempeng ini bertumbukan, terjadilah gempa bumi. Di sekitar garis tumbukan, akibat perbedaan massa jenis, satu lempeng masuk ke bawah lempeng yang lain. Lempeng yang jatuh juga menyebabkan lempeng yang lain terseret sehingga bentuknya melengkung.

Akibat lengkungan ini, terjadilah penambahan garis pantai. Lengkungan ini makin lama makin tajam dan setelah beberapa waktu (katakan 100 tahun), seperti sebuah penggaris yang dilengkungkan, lempeng yang melengkung akan berusaha melentur kembali, dan mengakibatkan terjadinya gempa lagi. Saat itu garis pantai akan berkurang, air akan masuk lagi ke daratan dalam gelombang yang besar (tsunami). Berhati-hatilah.

---

## MENGAPA FOSIL PERLU DIGALI?

**Tanya:** *Pak Yo yang terhormat. Saya sering bertanya-tanya, apakah bola Bumi kita ini dari waktu ke waktu bertambah besar. Kenyataannya, benda purbakala, situs-situs kuno, fosil hewan purba, dan hal-hal yang berasal dari masa lampau selalu ditemukan dengan penggalian. Fosil yang lebih tua ditemukan pada lapisan tanah yang lebih bawah.*

*Berarti, lapisan tanah tempat ditemukannya benda-benda itu dulunya adalah permukaan tanah yang jauh di atas mereka. Nah, timbunan tanah inilah yang saya pikir akan memperbesar ukuran bola Bumi.*

*Mengapa benda-benda kuno selalu ditemukan tertimbun? Apa karena letusan gunung berapi? Bagaimana yang sebenarnya terjadi?*

*Mohon penjelasannya dan terima kasih. (Basuki, di Yogyakarta)*

**Jawab:** Ada banyak sebab benda-benda purbakala atau fosil terkubur. Ada yang sengaja dikubur oleh pemiliknya (misalnya, benda di kuburan-kuburan kuno). Ada juga yang tertimbun tanah (tanah ini bisa berasal dari gunung meletus, dari binatang atau tumbuhan yang membusuk, ataupun dari kikisan batuan atau tanah yang terbawa angin atau air). Dalam jangka waktu lama, timbunan tanah ini makin lama makin tebal dan membentuk lapisan-lapisan (ini yang menyebabkan fosil yang lebih tua berada ditempat yang lebih bawah). Jadi, kurang tepat kalau mengatakan bola Bumi kita makin lama makin besar.

---

## GRAVITASI MENAHAN AIR LAUT

**Tanya:** Prof. Yohanes yang saya kagumi, langsung saja ya, Pak. Saya ingin menanyakan mengapa air laut itu tidak tumpah padahal Bumi itu 'kan bentuknya bulat. Sedangkan kita tahu, 2/3 bagian dari Bumi adalah lautan. Kalau karena gaya gravitasi, bagaimana mekanisme kerjanya?

Sebelumnya, saya mengucapkan terima kasih. Semoga sukses selalu untuk Bapak. **(Ilfa, ST, di Belitung)**

**Jawab:** Ambil segelas air. Mengapa air dalam gelas tidak tumpah? Karena ada pembatasnya dan karena ada gravitasi Bumi yang membuat air tidak melayang. Hal yang sama terjadi untuk air laut. Bumi kita bulat dan berlapis-lapis. Di permukaan Bumi terdapat lapisan kerak Bumi (litosfer) yang tebalnya antara 0 - 100 km (sangat kecil dibandingkan dengan jari-jari Bumi yang sekitar 6.400 km). Kerak Bumi kita terdiri atas daratan dan lautan. Daratan itu seperti dinding gelas yang mewadahi air laut, mencegah air laut tidak tumpah. Air laut ini sendiri mendapat tarikan gravitasi dari lapisan di bagian dalam Bumi (lapisan selubung dan lapisan inti).

---

### MANA ARAH TIMUR YA?

**Tanya:** Saat berada di suatu tempat yang baru dikunjungi, hampir sebagian besar orang bingung mengetahui arah mata angin yang benar. Kebingungan ini biasanya lama (abadi). Tempat yang menimbulkan kebingungan ini berbeda untuk setiap orang. Kalau si Jonny di sini bingung, si Roby tidak, dan sebaliknya. Bagaimana penjelasan mengenai hal ini? Apakah bisa dinormalkan untuk yang terkena kasus ini? Kalau bisa bagaimana caranya? Terima kasih. **(Mujiyono, di Jakarta)**

**Jawab:** Gejala yang Anda sebutkan mungkin dapat dikategorikan sebagai *geographic disorientation*. Ini gejala psikologis yang disebabkan adanya perubahan di bagian telinga dalam. Bagian dalam telinga kita seperti sebuah giroskop yang mendeteksi perubahan sekitar kita seperti perubahan ketinggian, perubahan kemiringan tempat, ataupun perubahan kecepatan ketika kita berubah arah. Saat berpindah dari satu tempat ke tempat lain, jika tidak disertai dengan perubahan visual (misalnya mata kita tertutup atau kita berada dalam mobil tertutup), kita akan bingung dengan lokasi kita.

*Geographic disorientation* banyak dialami oleh para pilot pesawat terbang terutama ketika cuaca buruk. Banyak pesawat terbang mengalami kecelakaan karena pilotnya mengalami disorientasi macam ini. "Kelainan" ini tidak bisa diobati, tetapi bisa dikurangi efek negatifnya. Misalnya, dengan membawa alat penunjuk arah yang tepat seperti kompas, dan sebagainya.

---

### KENAPA TAK ADA PELANGI SEGI EMPAT?

**Tanya:** Halo Profesor Yo? Apa kabar? Meski bulan sudah Juni, tapi hujan masih mau turun juga. Sehubungan dengan hujan, saya jadi teringat akan pertanyaan yang masih menggantung di benak saya. Mengapa pelangi yang tampak (biasanya muncul setelah hujan reda) selalu

*berbentuk melingkar atau setengah lingkaran? Mengapa tidak memilih bentuk lain saja seperti segitiga atau persegi empat begitu? Saya pernah melihat pelangi yang tampak di sekitar air terjun berbentuk lingkaran.*

*Jangan ditertawakan ya pertanyaan saya ini Prof.! (Obeth, di Yogyakarta)*

**Jawab:** He-he-he .... Saya tertawa bukan karena pertanyaannya tapi karena larangannya itu lo! Oke, tak usah diperpanjang tertawanya, nanti jadi lupa menjawab pertanyaan Obeth yang katanya masih menggantung.

Memang benar, pelangi biasa terjadi sehabis hujan. Sebab, sehabis hujan di udara banyak sekali tetes-tetes air yang berbentuk bulat. Ketika mengenai tetes air ini, cahaya Matahari akan dibiaskan masuk ke dalam tetes. Di dalam tetes air, cahaya dipantulkan kemudian dibiaskan keluar dari tetes. Selama proses pembiasan, cahaya Matahari akan terurai menjadi berbagai warna. Itu sebabnya sinar yang keluar dari tetes air itu berwarna-warni.

Soal bentuk yang dipilih yakni busur, ada dua alasan. Yang pertama, tetes air berbentuk bulat. Bulatnya tetes air menyebabkan arah sinar biasanya tetap sama, bagaimana pun letak (orientasi) tetes air ini. Kedua, cahaya yang masuk ke dalam tetes air dibiaskan dengan sudut tertentu. Sinar yang dibiaskan dengan sudut terlalu besar atau terlalu kecil tidak dapat dilihat oleh mata. Akibatnya, sinar-sinar bias yang tertangkap oleh mata terlihat seperti sebuah pita berwarna-warni yang melengkung.

Bagaimana, sekarang pertanyaan sudah jatuh dari benak belum? He-he-he

---

## DI BALIK WARNA AWAN

**Tanya:** *Terima kasih atas adanya rubrik "Fenomena" ini. Beberapa hal yang dulunya tidak kita ketahui menjadi jelas berkat rubrik ini.*

*Saya tertarik dengan salah satu fenomena alam, yakni awan. Setahu saya, awan memiliki berbagai bentuk dan setiap jenis dibedakan berdasarkan ketinggian. Yang menarik adalah bagaimana proses awalnya sehingga bisa terbentuk jenis-jenis yang berbeda? Mengapa ada awan yang mengandung hujan dan mengapa ada yang tidak?*

*Atas jawaban yang diberikan, saya ucapkan terima kasih. Bravo juga buat Intisari. (Rulli H., di Pontianak)*

**Jawab:** Saya juga mengucapkan terima kasih jika jawaban-jawaban yang saya berikan bisa memperjelas persoalan.

Soal awan, harus dipahami dulu bahwa awan adalah sekumpulan tetes-tetes air, salju, atau kristal es di angkasa. Partikel yang dimiliki dan ketinggian awan akan sangat mempengaruhi bentuk, jenis, dan warna awan.

Awan yang letaknya di atas 6.000 m terdiri atas kristal-kristal es. Kristal-kristal ini terbentuk karena udara yang sangat dingin. Kristal es bersifat memantulkan semua cahaya yang datang.

Akibatnya awan ini tampak putih dan tipis. Awan yang letaknya antara 2.000 - 6.000 m terdiri atas campuran butiran air yang kecil dan kristal es. Butiran-butiran ini menyebabkan awan terlihat lebih tebal dan putih.

Pada awan hujan terdapat banyak tetes air yang agak besar ukurannya. Tetes air yang cukup besar ini bersifat menyerap sinar Matahari yang datang. Jadilah awan ini kelihatan hitam. Semoga jawaban ini memuaskan.

---

## MONDAR-MANDIR DI PERUT BUMI

**Tanya:** *Yang terhormat Prof. Yohannes Surya. Saya sangat tertarik dengan rubrik "Fenomena" yang Anda asuh. Melalui surat ini saya menyampaikan beberapa pertanyaan. Saya sangat berharap dijawab dengan konsep fisika yang benar.*

*Pertanyaan saya: jika seseorang menggali sumur hingga tembus bagian Bumi di sisi yang lain, misal menggali di Kutub Utara sampai tembus ke Kutub Selatan, apa yang terjadi ketika ia tercebur ke dalam sumur itu? Apakah ia terjebak di perut Bumi atau akan melayang hingga tembus di sisi yang lain? Berapakah nilai/besar gaya gravitasi yang dialaminya?*

*Atas jawaban yang diberikan saya mengucapkan terima kasih. (Dwi Adi Purnomo, melalui surat elektronik)*

**Jawab:** Terima kasih sebelumnya atas perhatiannya terhadap Rubrik "Fenomena". Meski dalam kenyataannya susah sekali untuk membuat lubang yang menembus Bumi, namun saya mencoba menjawab melalui konsep fisika yang benar.

Ketika seseorang tadi jatuh ke lubang dari Kutub Utara, gaya gravitasi akan menariknya ke arah pusat Bumi. Makin lama gaya gravitasi yang menarik ini makin kecil dan akhirnya nol di pusat Bumi. Berhubung masih memiliki kecepatan akibat tarikan gaya gravitasi tadi, ia akan bergerak terus ke arah Kutub Selatan. Saat menjauh dari pusat Bumi, kembali gaya gravitasi akan menariknya sehingga gerakan orang tadi jadi melambat. Akhirnya, ia akan berhenti di Kutub Selatan.

Selanjutnya, seperti kejadian di awal tadi, gaya gravitasi akan menarik kembali ke Kutub Utara. Demikian seterusnya orang ini akan bergerak bolak-balik selamanya (dengan anggapan tidak ada gesekan udara dan gesekan lain).

---

## SAMA BUJURNYA, BEDA WAKTUNYA

**Tanya:** *Langsung saja Pak. Pertanyaan saya kali ini tentang pembagian zona waktu di Indonesia, yakni waktu Indonesia bagian barat, tengah, dan timur. Jika saya lihat di peta, Kota Banjarmasin itu lebih barat dibandingkan dengan Surabaya, tetapi Banjarmasin masuk waktu Indonesia tengah dan Surabaya masuk Indonesia barat. Lihat peta kembali, Kuala Lumpur dan Singapura juga lebih barat daripada Jakarta,*

*namun kedua kota itu lebih cepat sejam dari Jakarta. Kenapa demikian?*

*Tidak lupa saya ucapkan terima kasih atas jawabannya. (Julius Ramadhan, di Depok)*

**Jawab:** Waduh, main langsung saja. Saya pun ikut-ikutan langsung jawab juga *nih!* Sebelum abad ke-19 tiap orang menentukan waktu sendiri. Mereka tentukan pukul 12.00 adalah ketika Matahari tepat di atas daerahnya. Namun, dengan berkembangnya teknologi, orang berpindah dari satu tempat ke tempat lain dengan cepat. Akibatnya, setiap saat orang harus mencocokkan jam penunjuk waktunya. Kondisi ini membuat tidak nyaman.

Tahun 1878 Sir Sanford Fleming mengusulkan suatu standar pembagian zona waktu. Dunia dibagi dalam 24 zona waktu. Tiap bergerak 15 derajat Bujur Timur, waktu bertambah satu jam. Dunia sepakat untuk menerima usulan ini, disertai dengan modifikasi-modifikasi tertentu. Cina, misalnya. Kalau mengikuti standar tadi, wilayah Cina dibagi dalam lima zona waktu, tapi Cina memilih untuk punya satu zona waktu saja. Begitu pula dengan Singapura yang memilih untuk satu jam lebih cepat dari WIB, walaupun letaknya agak di sebelah barat. Jadi, penetapan zona waktu ini tidak mengikat, yang penting kita semua sepakat. Kalau mau, Indonesia boleh-boleh saja membagi wilayahnya dalam satu zona waktu seperti Cina

---

## **BAGAIMANA MENGUKUR SUHU MATAHARI?**

**Tanya:** *Prof. Surya yang terhormat, menurut sebuah artikel di sebuah majalah yang saya baca, temperatur permukaan Matahari kira-kira 5.700°C. Sedangkan di bagian dalamnya mencapai 2.000.000° C.*

*Yang saya tanyakan, bagaimana cara mengukur temperatur Matahari? Adakah termometer yang bisa mengukur panas hingga jutaan derajat Celcius?*

*Terima kasih dan sukses buat Prof. Surya. (Rini Puspitasari di Jakarta)*

**Jawab:** Tentu saja tidak ada termometer khusus. Lagi pula siapa yang mau mengukurnya? Namun bukan berarti kemudian temperatur Matahari tidak bisa diketahui lo. Ada beberapa cara untuk mengukur suhu di permukaan matahari.

Pertama, dengan menganalisis spektrum cahaya yang dipancarkan oleh Matahari. Setiap benda panas memancarkan cahaya yang tergantung suhunya. Benda yang memancarkan cahaya merah lebih dingin dibanding dengan benda yang memancarkan cahaya kuning. Dari warna-warna yang dipancarkan oleh matahari ini kita dapat memperkirakan suhu di permukaan Matahari.

Cara kedua, dengan menganalisis atom-atom yang ada di permukaan matahari memakai spektrograf. Dari analisis ini dapat terkuak data-data perubahan energi atom-atom yang dapat menunjukkan berapa suhu di permukaan Matahari.

Yang terakhir, dengan mengukur radiasi panas Matahari di Bumi. Besarnya radiasi di Bumi ditambah dengan data jarak Matahari - Bumi, dapat memberi petunjuk pada kita berapa suhu di permukaan Matahari.

Lalu, bagaimana cara mengetahui temperatur di bagian dalam Matahari? Ternyata, dengan mengetahui suhu di permukaan Matahari, kita dapat mengukur besarnya tekanan di bagian dalam Matahari. Dari tekanan inilah suhu di dalam Matahari bisa diperkirakan.

Semoga jawaban ini memperjelas pemahaman Rini terhadap artikel yang dibaca.

---

## GRAVITASI VS GAYA MAGNET

**Tanya:** *Prof. Yohanes Surya yang terhormat, saya sangat tertarik dengan semua hal yang berbau luar angkasa. Namun, yang ingin saya tanyakan berkaitan dengan gaya tarik magnet dan Bumi. Apakah keduanya sama? Kenapa gaya tarik magnet hanya bisa berpengaruh terhadap besi, sedangkan gaya tarik Bumi berpengaruh pada semua benda?*

*Atas jawaban yang diberikan, saya mengucapkan terima kasih. (Piter, di Tebingtinggi)*

**Jawab:** Gaya tarik Bumi (sering disebut gravitasi Bumi) dan gaya tarik magnet adalah dua gaya yang berbeda. Gravitasi Bumi disebabkan oleh massa Bumi, sedangkan gaya tarik magnet disebabkan oleh magnet. Magnet sendiri disebabkan oleh gerakan muatan listrik (seperti elektron, proton, dsb.) yang bergerak. Gravitasi Bumi dapat menarik semua benda yang punya massa, sedangkan gaya magnet hanya dapat menarik logam seperti besi, nikel, dan kobalt, atau campuran dari logam-logam ini. Di dalam besi, nikel, dan kobalt terdapat banyak sekali magnet kecil yang disebut *domain*.

Domain ini arahnya acak sehingga dalam keadaan normal logam-logam itu tidak menunjukkan sifat magnet. Akan tetapi begitu sebuah magnet didekatkan pada logam, *domain-domain* itu menjadi teratur, menyebabkan logam bersifat magnet. Setelah menjadi magnet, logam-logam itu mudah ditarik oleh magnet lain.

---

## DARI MANA DATANGNYA SEMESTA?

**Tanya:** *Prof. Yohannes Yth., setelah saya banyak membaca teori tentang terjadinya alam semesta, maka dapat saya katakan, intinya adalah "Everything that has a beginning has an end". Pertanyaan saya, apabila ada permulaan, dari mana datangnya alam semesta ini? Lalu, apabila ada akhir, ke mana perginya alam semesta ini nantinya?*

Demikian pertanyaan saya. Thank's, Gott Segnen Sie. **(Dr.rer.nat., CSc, Immanuel Situmorang, M.D., di Bandung)**

**Jawab:** Ada banyak teori tentang alam semesta ini. Yang saat ini banyak diterima para fisikawan adalah alam semesta itu berasal dari suatu dentuman besar (*big bang*). Dari dentuman ini terciptalah ruang dan waktu. Dari mana dentuman besar itu berasal? Ini pertanyaan filosofis.

Jawabannya tergantung pada kepercayaan kita masing-masing. Ada yang percaya Tuhan atau suatu makhluk pintar yang membuat ini, ada pula yang percaya itu terjadi dengan sendirinya melalui proses siklus alam semesta. Saya katakan "kepercayaan" karena kita tidak akan pernah dapat membuktikan secara ilmiah jawaban ini.

Ke mana akhirnya alam semesta ini? Kembali lagi kepada kepercayaan kita. Ada yang percaya bahwa langit dan Bumi akan lenyap digantikan dengan langit dan Bumi baru. Ada juga yang percaya alam semesta ini akan lenyap selamanya. Atau ada juga yang percaya terjadi siklus alam semesta.

---

## BUMI BIKIN MATI MUDA

**Tanya:** Kita sebagai manusia yang hidup dan menetap di Bumi selalu mengikuti bertambahnya hari, bulan, dan tahun sejalan dengan perputaran Bumi pada porosnya (rotasi Bumi).

Jika kita hidup di salah satu planet yang kala rotasinya lebih lama daripada kala rotasi di Bumi, apakah umur kita jauh lebih muda dari mereka yang tinggal di Bumi?

Terima kasih atas jawabannya. **(Drs. A. Nugroho Budi R., di Tangerang.)**

**Jawab:** Menurut teori relativistik, ketika kita bergerak lebih cepat, maka terjadi proses *time dilation* (pemuluran waktu). Proses metabolisme dalam tubuh kita akan berlangsung lebih lambat sehingga kita akan tampak lebih muda. Namun, seberapa cepat itu? Mengacu ke teori tadi, efek ini akan terasa jika kita bergerak sangat cepat, misalnya 1/10 kali kecepatan cahaya.

Persoalannya, ketika Bumi kita bergerak sangat cepat maka kehidupan di Bumi akan terganggu dan punah. Akan terjadi angin dan badai yang luar biasa besar, perubahan siang dan malam sangat cepat, gas-gas termasuk oksigen akan terlempar keluar Bumi, tidak akan ada lagi atmosfer Bumi, suhu Bumi bisa menjadi sangat panas atau sangat dingin sehingga tidak cocok untuk kehidupan lagi.

Jadi, bukannya awet muda, tapi mati muda!

---

## WARNA MATAHARI BERUBAH-UBAH

**Tanya:** *Prof. Surya, saya punya pertanyaan soal Matahari. Pada pagi hari, Matahari bisa kita lihat jelas bundarnya dan berwarna kemerah-merahan/jingga (bisa menyehatkan). Lalu, pada siang hari kita tidak bisa melihatnya dan warnanya putih menyilaukan. Lain lagi kala sore hari, warnanya berubah kekuning-kuningan dan bila melihatnya terasa pening di kepala (bisa menyebabkan sakit mata). Mengapa ya?*

Terima Kasih. **(Metta Surya, di Semarang)**

**Jawab:** Sebelum menjawab, mari kita lakukan percobaan sederhana. Percobaan pertama, sorotkan cahaya lampu baterai pada kertas secara tegak lurus. Yang kedua, sorotkan cahayanya tapi dengan posisi miring. Akan terlihat bahwa pada percobaan pertama cahaya tampak lebih terang. Penyebabnya, pada percobaan pertama cahaya terfokus pada daerah yang lebih kecil dibandingkan pada percobaan kedua. Demikian juga Matahari. Pada siang hari cahaya Matahari tepat di kepala kita. Cahayanya mengenai daerah yang relatif lebih kecil dibandingkan dengan daerah yang ditimpa oleh cahaya yang datang miring pada pagi hari. Akibatnya, pada siang hari cahaya Matahari tampak lebih menyilaukan. Warna merah pada pagi hari dan kuning keperakan pada sore hari disebabkan proses hamburan cahaya oleh partikel-partikel di atmosfer kita. Di Bulan, yang tidak ada atmosfernya, Matahari tidak terlihat merah atau kuning.

---

## BULAN DI SIANG HARI

**Tanya:** Saya menyukai rubrik "Fenomena" yang Prof. Yohanes asuh. Dari membaca tanya-jawabnya saya jadi tahu berbagai hal. Karena manfaat itu saya ikut berpartisipasi "meramaikan" rubrik ini. Pertanyaan saya berkaitan dengan bidang astronomi.

Pada akhir tahun 2003 lalu, pada siang hari, pukul 13.00, saya melihat Bulan tepat di atas kepala saya dan bentuknya bulat penuh. Apakah mungkin di negara kita yang terletak di bagian selatan katulistiwa, orang bisa melihat Bulan di siang hari? Apakah ini hanya tipuan alam? Mohon penjelasan. **(Ismawati, di Semarang)**

**Jawab:** Wah, karena Anda ikut menyampaikan pertanyaan, rubrik ini memang bertambah "ramai", setidaknya pertanyaannya bertambah satu lagi. Supaya pembaca lain juga tahu duduk perkara atas hal yang Anda tanyakan, saya akan menjawabnya. Bulan terlihat bersinar dari Bumi lantaran ia mendapat cahaya dari Matahari. Cahaya ini kemudian dipantulkan Bulan ke berbagai arah. Ketika cahaya pantul ini mengenai mata

kita (bahkan pada siang hari), kita dapat melihat Bulan. Cahayanya yang tiba di mata kita lebih redup dibandingkan dengan cahaya Matahari. Namun, cukup untuk menerangi malam hari.

Pada waktu-waktu tertentu kita juga bisa melihat Bulan di siang hari. Untuk melihat satelit Bumi pada siang hari itu, kita harus mengarahkan mata pada cahaya pantul ini. Karena terik Matahari pada siang hari, Bulan lebih mudah terlihat ketika besarnya lebih dari setengah. Jadi, apa yang Anda lihat itu bukan tipuan alam. Itu Bulan *beneran*.

---

## BERKURANGKAH BERAT BUMI?

**Tanya:** Prof. Yo yang saya kagumi. Saya sering ditanya murid saya tentang berat Bumi. Apakah dalam perjalanan waktu berat Bumi akan bertambah atau justru berkurang? Pertanyaan ini timbul karena dari dalam Bumi diambil atau ditambang minyak bumi dan batu bara berjuta-juta ton, lalu dibakar habis. Ruangan bekas minyak bumi dan batu bara yang ditinggalkan diganti apa? Selain itu tanah pertanian menghasilkan jutaan ton hasil pertanian lalu dimakan habis. Kalau Bumi kita bertambah ringan, berapa juta ton per hari hilangnya? Terima kasih atas jawabannya ya, Prof. **(Barli, di Garut)**

**Jawab:** Lagi-lagi saya harus menyampaikan terima kasih atas kekaguman Anda. Sdr. Barli, saya akan jelaskan soal berat Bumi yang menjadi pertanyaan Anda. Ketika bahan-bahan tambang seperti minyak, batubara dibakar, akan dihasilkan gas-gas yang cukup berat, misalnya uap air dan karbondioksida. Gas-gas ini masih tertahan oleh gravitasi Bumi, sehingga tidak lenyap ke luar angkasa. Gas-gas ini akan dimanfaatkan melalui bermacam proses daur ulang antara lain pernapasan tumbuhan, hujan, dsb. Proses daur ulang ini mempertahankan berat Bumi. Memang ada gas-gas lain yang lebih ringan akan terlempar ke luar angkasa, namun kita juga harus ingat ada debu-debu luar angkasa yang masuk ke Bumi setiap harinya. Total jenderal berat Bumi kita tidak berubah banyak. Jika tidak ada proses daur ulang, kehilangan material akibat penggalian tambang pun tidak berpengaruh banyak terhadap berat Bumi. Jari-jari Bumi kita sekitar 6.400 km. Kalau kita buang kulit Bumi setebal 100 m saja, berat Bumi hanya akan berkurang sekitar 0,005%. Jadi, angka penurunan itu kurang berarti.

---

## MENGAPA AWAN BERGUMPAL?

**Tanya:** Prof. Yohanes, saya memiliki kekaguman sekaligus ketidaktahuan. Setiap kali melihat langit, saya menemukan awan dengan bermacam bentuk dan warna. Keindahan awan-awan itu mengagumkan. Pada beberapa awan, bentuk bagian bawahnya relatif rata sementara bagian atasnya bergumpal-gumpal. Nah, mengapa bisa terjadi seperti itu? Satu lagi, sebenarnya awan itu terbentuk dari apa dan bagaimana proses terjadinya? Terima kasih. **(Wibowo, di Yogyakarta)**

**Jawab:** Awan sebenarnya uap air yang mengembun menjadi titik-titik air. Bentuk awan sangat tergantung pada bagaimana ia terbentuk. Ada awan berbentuk agak datar (awan stratus). Awan ini terbentuk oleh udara yang naik dari kaki bukit atau gunung secara perlahan. Sisi awan biasanya agak kabur. Awan ini kadang bisa berbentuk oval karena pengaruh angin ketika awan naik.

Pada saat udara naik agak cepat, terbentuklah awan bergumpal-gumpal (awan kumulus). Akibat cepatnya udara naik, sisi awan ini agak tajam (tidak kabur). Awan kumulus bisa menyerupai berbagai benda, hewan, wajah orang dsb.

Proses terjadinya awan dimulai dari uap air yang naik ke atas. Makin ke atas, suhu makin rendah. Rendahnya suhu menyebabkan udara (uap air) mengalami proses pendinginan. Hasilnya berupa tetes-tetes air dan juga kristal-kristal es yang membentuk awan-awan dengan berbagai bentuk.

---

## **GEMPA DI PLANET SELAIN BUMI**

**Tanya:** *Prof. Yohanes Yth., Apa kabar? Saya langsung saja bertanya. Saya sedikit penasaran dengan segala fenomena yang terjadi belakangan ini di Indonesia. Terutama yang berkaitan dengan gempa dan tsunami di Yogyakarta dan Pangandaran. Saya ingin menanyakan, apakah gempa mungkin terjadi juga di satelit Bumi, Bulan, atau di planet-planet lain?*

*Terima kasih Prof. Yo atas kesediaan menjawab pertanyaan yang aneh ini. (Rika, di Bandung)*

**Jawab:** Sdr. Rika, pertanyaan Anda mungkin juga menjadi pertanyaan banyak orang. Jadi, itu pertanyaan logis. Bumi kita berlapis-lapis. Lapisan teratas dinamakan kerak bumi. Tebal lapisan ini sekitar 80 km. Lapisan berikutnya adalah lapisan selubung yang kondisinya agak lunak. Makin ke dalam, suhu lapisan selubung makin tinggi dan bobotnya makin ringan. Karena bagian itu lebih ringan, maka lapisan ini cenderung naik ke atas. Ini menyebabkan terbentuknya semacam arus konveksi.

Lapisan kerak bumi tersebar di permukaan Bumi dalam bentuk lempeng-lempeng. Mereka terapung di atas lapisan selubung. Adanya arus konveksi di lapisan selubung menyebabkan lapisan kerak bumi senantiasa bergerak. Ketika lempeng-lempeng ini bergesekan, maka terjadilah gempa bumi.

Gempa bumi bisa juga terjadi jika batu-batu yang tertekan di antara kedua lempeng itu melepaskan diri dari tekanan. Atau bisa juga terjadi akibat gerakan magma di sebuah gunung berapi.

Di Bulan bisa juga terjadi gempa. Namun, penyebabnya sedikit berbeda dari gempa di Bumi. Di Bulan gempa bisa diakibatkan oleh gaya tarik Bumi, tumbukan dengan meteorit, atau efek pemuaian dari materi Bulan ketika bagian Bulan yang selama dua minggu dalam kegelapan dan dingin terkena sinar Matahari yang panas.

Gempa di Bumi berlangsung hanya sekitar 30 detik sedangkan di Bulan bisa berlangsung

lama. Hal ini terjadi karena di Bumi terdapat air yang dapat meredam gelombang gempa. Sementara di Bulan tidak ada bahan yang mampu meredam gempa. Seperti di Bulan, di planet-planet pun dapat terjadi gempa. Di planet Mars misalnya. NASA baru-baru ini mendeteksi adanya gempa di Planet Merah itu. Namun, penyebab utama gempa di planet-planet masih belum diketahui secara lebih detail.

---

## RUANG HAMPA UDARA DI BUMI

**Tanya:** *Prof. Yohanes Yth., seperti kita ketahui, pelajaran tentang ruang hampa udara dan ruang berisi kandungan zat-zat udara sudah pernah diajarkan di sekolah. Saya tahu, ruang hampa udara itu ada di luar angkasa, sedangkan di Bumi atau planet-planet lain tidak mungkin ada ruang hampa udara.*

*Namun, yang membuat saya heran baru-baru ini adalah berita di salah satu media massa nasional yang menuliskan tentang terjadinya "kecelakaan" pesawat Garuda Indonesia ketika bertolak ke Jepang. Di atas ketinggian 41.000 kaki menuju Jepang sempat terjadi guncangan pesawat karena melewati ruang hampa udara. Dalam peristiwa itu beberapa penumpang pesawat mengalami luka-luka ringan. Dikatakan pula, sang pilot sudah mencoba untuk menghindar, namun tetap masuk ke ruang hampa itu karena sulit (mungkin juga tidak) terdeteksi radar.*

*Yang membuat saya bingung, bagaimana bisa ada ruang hampa di atas Bumi? Apakah ini bisa terjadi juga di darat? Apakah ini ada hubungannya dengan ketinggian atau faktor-faktor lain dan apa efeknya? Benarkah ruang hampa udara itu tidak bisa dideteksi oleh radar?*

*Terima kasih. (Thua Stevenson, Yogyakarta)*

**Jawab:** Udara di atmosfer kita terdiri atas campuran berbagai gas yang jaraknya saling berjauhan. Ruangan di antara gas-gas ini dapat diisi uap air. Ketika uap air ini mengembun, maka ruangan yang diisi uap air akan menjadi hampa. Ruang hampa ini tidak bisa terdeteksi radar karena tidak ada partikel yang dapat memantulkan gelombang yang dipancarkan radar itu. Inilah yang menyebabkan pesawat celaka. Ruang hampa bisa terjadi di darat bahkan kita bisa membuat ruang hampa, yaitu dengan cara mengisap udara suatu ruang menggunakan pompa isap. Walaupun begitu, kita tidak bisa membuat ruang yang benar-benar hampa udara. Ruang hampa yang paling hampa yang berhasil dibuat manusia saat ini masih mengandung sekitar 10 juta partikel udara setiap liternya.

---

## MAGMA TETAP CAIR DI PERUT BUMI

**Tanya:** Yang terhormat Prof. Yohanes Surya. Melalui rubrik ini, saya menyampaikan beberapa pertanyaan yang timbul saat saya menyaksikan acara televisi tentang gunung berapi.

Saat gunung meletus, salah satu akibatnya adalah keluarnya cairan lava yang berpijar yang temperturnya sangat tinggi. Pertanyaan saya, apa yang menyebabkan cairan lava/magma itu terus berpijar dengan suhu yang tinggi pada saat masih di dalam Bumi? Kalau bisa saya analogikan, magma itu serupa dengan logam yang cair pada suhu tinggi, dan menjadi keras pada suhu normal. Jika demikian, energi apa yang bisa membuat magma itu bisa selalu dalam bentuk cair pada saat di dalam Bumi selama jutaan tahun?

Atas jawaban yang diberikan saya ucapkan terima kasih. **(Waskito Wibowo, di Kupang)**

**Jawab:** Bumi kita berbentuk bulat. Makin ke dalam tekanan dan suhu makin tinggi. Pada suhu yang tinggi itu material-material akan meleleh sehingga material di bagian dalam Bumi berbentuk cair. Suhu tinggi ini yang mempertahankan cairan akan terus berbentuk cair hingga jutaan tahun.

Ketika ada lubang keluar, cairan ini keluar berbentuk lava cair. Ketika lava mencapai permukaan Bumi, suhu menjadi lebih dingin (dari ribuan derajat menjadi hanya sekitar 30 derajat). Pada suhu ini cairan lava akan membeku membentuk batuan beku.

---

## PAGI SUDAH TERANG

**Tanya:** Prof. Yohanes yang pintar dan baik hati, to the point saja ya Prof. Saat musim hujan saya merasakan fenomena alam ini. Pada pagi hari (sekitar pukul 05.00) keadaan alam ini sudah terang benderang. Sedangkan pada musim kemarau lingkungan saya baru tampak terang setelah pukul 05.30. Mengapa ya Prof. hal ini terjadi?

Sekian pertanyaan saya. Saya menghaturkan banyak terima kasih atas jawabannya. Semoga Tuhan memberkati Prof. sekeluarga. **(Suwita Budy Setyanegara, di Nganjuk)**

**Jawab:** Sdr. Suwita, faktor yang paling berpengaruh pada panjang siang dan panjang malam di bumi adalah kemiringan sumbu rotasi bumi sebesar 23,5 derajat terhadap sumbu revolusinya. Akibat kemiringan itu, kutub utara akan mengalami enam bulan tanpa sinar Matahari (enam bulan gelap terus, Matahari tidak terbit) dan enam bulan terang terus. Hal yang sama terjadi juga di kutub selatan. Untuk daerah yang agak ke utara seperti Islandia, ketika membawa tim Indonesia ikut olimpiade fisika ke-29, saya menyaksikan siang berlangsung selama 22 jam. Matahari baru tenggelam sekitar pukul 02.00 dan terbit lagi sekitar pukul 04.00. Menurut teman saya yang tinggal di sana, di bulan Januari terjadi kebalikannya yaitu hampir gelap terus, terangnya mungkin hanya sekitar dua jam tiap harinya.

Islandia tentu berbeda dengan Indonesia yang terletak di ekuator. Beberapa daerah terletak agak ke selatan. Untuk daerah-daerah ini, akan ada perbedaan panjang siang dan malam sekitar

30 menit. Pada waktu-waktu tertentu di daerah ini Matahari bisa terbit lebih cepat (panjang siang lebih banyak), pukul 05.00 Matahari sudah terbit. Atau bisa juga terbit lebih lambat (panjang siang lebih sedikit).

---

## MENGIKUTI ARAH MATAHARI

**Tanya:** *Prof. Yohanes Yth. Apa kabar? Di benak saya sudah lama timbul pertanyaan berkaitan dengan fenomena alam ini. Tanya ke sana kemari, belum juga saya mendapatkan jawaban yang pasti. Pertanyaan saya itu berkaitan dengan kehidupan bunga matahari. Kalau saya amati, bunga matahari kalau pagi menghadap ke Timur, sedangkan pada sore hari berubah menghadap ke Barat, seakan mengikuti gerak Matahari. Mengapa hal itu terjadi? Apakah karena gerakannya mengikuti Matahari maka tanaman bunga tersebut dinamakan bunga matahari?*

*Atas jawaban Prof., saya ucapkan terima kasih. (J.F.X. Hoery, di Bojonegoro)*

**Jawab:** Kabar saya baik Sdr. Hoery. Saya akan jelaskan fenomena yang Anda tanyakan. Begini. Setiap komponen makhluk hidup telah didesain untuk mengatur dan melepaskan diri dari kondisi-kondisi yang mengancam kehidupan. Ketika belum mekar, bunga matahari membutuhkan sinar Matahari yang langsung mengenai bagian-bagian tertentu, karena itu di bagian bawah bunga ada sel-sel yang berfungsi sebagai motor untuk memutar calon bunga ini ke arah Matahari. Ketika bunga mekar, bunga tidak perlu lagi menghadap Matahari, dan sel-sel yang semula berfungsi sebagai motor akan mengeras, tidak fleksibel lagi untuk memutar bunga. Itu sebabnya ketika sudah mekar, bunga matahari tidak berputar lagi.