

Apa itu Medan Geomagnet?!



Karya asal Penterjemah
Hayanon Lilia Halim

Nurhafizah Azwa Abdul Satar
Hida 'Aliah Binti Abdul Ghafar

Penyunting

Mardina Abdullah
Nurul Shazana Abdul Hamid
Siti Aminah Bahari
Noridawaty Mat Daud



Pesanan daripada C.F. Gauss (1777-1855)



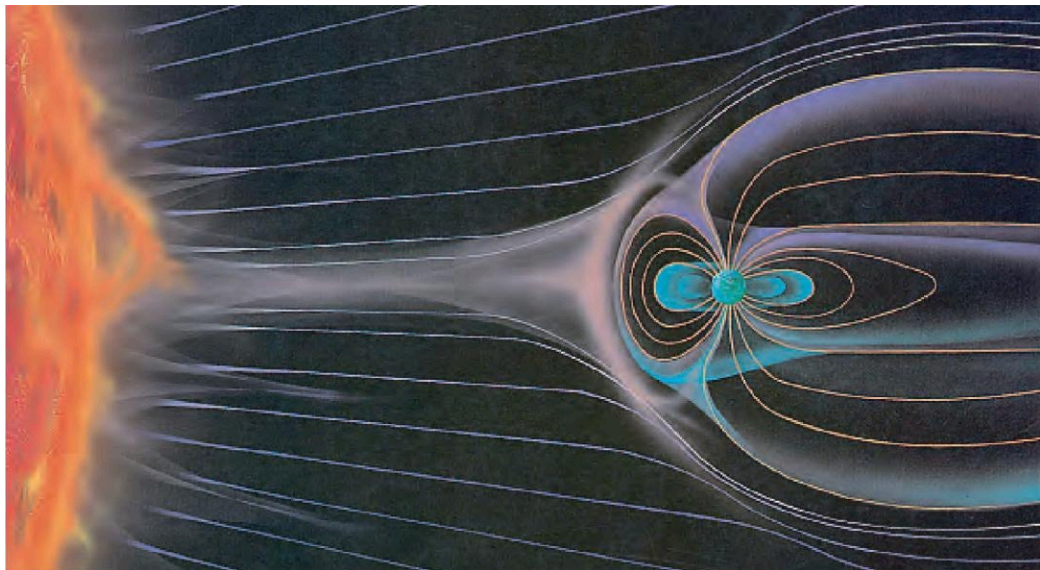
Saya dilahirkan di Jerman dan merupakan anak kepada seorang tukang kebun. Semasa kecil, saya sering menemui kesilapan dalam pengiraan gaji yang dibuat oleh ayah saya untuk pekerjaannya. Menyelesaikan masalah itu sangat menyeronokkan bagi saya—lebih seronok daripada bermain di taman!. Semasa berada dalam darjah 1, cikgu pernah bertanya tentang jumlah 100 nombor pertama. Saya berjaya memberikan jawapan dalam masa beberapa saat sahaja. Caranya sebenarnya mudah: Saya gabungkan nombor-nombor itu kepada 50 pasangan. Setiap pasangan jumlahnya 101, contohnya: $1 + 100$, $2 + 99$, $3 + 98$, dan seterusnya. Kemudian saya darabkan:

$$101 \times 100 = 10100$$

$10100 \div 2 = 5050$ Itulah jawapannya!

$$\begin{array}{r} 1 + 2 + 3 + \dots + 98 + 99 + 100 \\ 100 + 99 + 98 + \dots + 3 + 2 + 1 \\ \hline 101 + 101 + 101 + \dots + 101 + 101 + 101 \\ = 101 \times 100 = 10100 \\ 10100 \div 2 = 5050 \end{array}$$

Anda mungkin pernah melihat bahawa beberapa teorem dalam matematik dan fizik, unit, serta formula dinamakan sempena nama saya. Pada usia 30 tahun, saya menjadi seorang profesor di University of Göttingen, di mana saya amat berminat dengan teori aritmetik, kaedah kuasa dua terkecil, dan teori keupayaan. Saya ingin mengucapkan selamat berkenalan kepada semua pembaca. Buku ini berkisarkan pencapaian saya dalam menganggar keamatan medan geomagnet menggunakan analisis harmonik sfera. Data yang saya gunakan diperolehi daripada kira-kira 100 stesen pemerhati di seluruh dunia dengan sokongan daripada Royal Astronomical Society. Oh ya, saya juga diberitahu bahawa sejak saya menjalankan pengukuran tersebut, medan geomagnet semakin melemah. Ini amat membimbangkan.



Bumi, diilustrasikan sebagai bebola biru kecil, yang terletak dalam atmosfera suria. Bumi merupakan satu magnet besar, di mana suatu daya yang tidak kelihatan sedang melindungi kita dari sinaran berbahaya Matahari. Terima kasih kepada medan magnetik Bumi dan juga udara, kita dapat hidup dengan selamat dan aman di planet ini.

Hari ni kami pergi melawat planetarium untuk melihat aurora.

Hai, saya Mol dan ini anjing robotik saya, Mirubo. Subjek kegemaransaya adalah

Sains!

Tengok aurora tu lawalah! ♥

Kan, macam aurora yang betul. 🎵

Saya harap sangat kita dapat tengok aurora kat Jepun ni.

Ha?

Tak silap saya, aurora akan berlaku di Jepun nanti.

Apa?!

Mustahillah!!

Ya betul! Saya tahulah.

OOkkeeyy... ookkeeyy... Tenang ya semua...







Zarah bertenaga tinggi dari galaksi, yang dipanggil sinar kosmik,

dan juga angin suria dari Matahari, sampai ke Bumi...

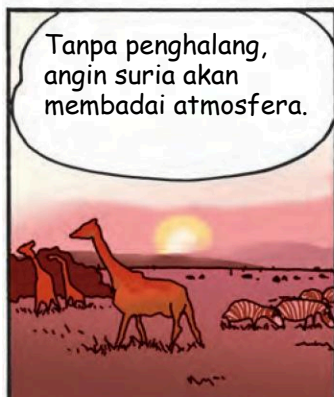
..dengan kelajuan yang sangat dahsyat.



Medan magnet Bumi, dikenali sebagai medan geomagnet,

melindungi Bumi daripada sinar kosmik dan angin suria.

Macam penghalang!!



Tanpa penghalang, angin suria akan mabadai atmosfera.



Dan, sinar kosmik mungkin memusnahkan sistem saraf optik ...

..dan juga sel-sel badan kita, ini membawa kepada ...



..mutasi atau kepupusan

hidupan Bumi.



Hebatnya medan geomagnet ni!!

Wuhuu

Tapi penghalang ini tak kekal selamanya.



Arghh!! Tidak!

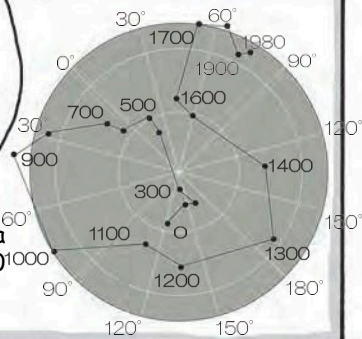
Medan geomagnet sering berubah-ubah.

Sekarang kutub utara geomagnet berada pada 11.5° dari kutub utara, iaitu di sudut barat laut Greenland.



Kutub utara geomagnet telah bergerak sejak dulu lagi.

Pergerakan kutub utara geomagnet pada 2000 tahun yang lalu.



Bukan sahaja kedudukan kutub magnet berubah, malah keamatan magnetnya juga turut berubah-ubah.



Keamatan magnet telah berkurang sebanyak 10% dalam tempoh 200 tahun sejak ianya mula di ukur oleh Gauss pada awal abad ke-19.



Jika keamatan geomagnet terus berkurangan pada kadar ini,

ianya akan mencecah kosong pada tahun 1200.

Disebabkan aurora akan semakin ke selatan, dijangkakan bahawa jalur aurora akan sampai ke Jepun dalam tempoh 1000 tahun lagi.





Apabila aliran lava menyejuk, ia membentuk batuan volkano selepas letusan, dan ia menyimpan rekod medan geomagnet.



Penyelidik mendapati bahawa beberapa batuan volkano yang dikumpulkan dari pelbagai gunung berapi di seluruh dunia ini mempunyai sifat magnet terbalik.

Oh begitu, jadi batuan volkano ini tidak berubah sejak dari dulu lagi.



Lapisan gunung berapi di wilayah Chiba, Jepun mempunyai rekod geomagnet yang bagus, ...



dan ini menunjukkan bahawa 700 000 tahun dahulu, medan geomagnet menghilang dan kutub magnet mengalami pembalikan.



Fosil foraminifera mencadangkan bahawa

40% daripadanya hidup di lautan dalam ...

telah mati disebabkan oleh sinar UV yang berlebihan telah menembusi Bumi semasa berlakunya pembalikan geomagnet.



40%?!

Selain itu, karbon organik yang terhasil dari sel mati foraminifera menyumbang kepada pemanasan global.



Begitulah kesan perubahan geomagnet ke atas persekitaran Bumi.

Menyeramkan... saya benci!



Apabila medan geomagnet menjadi lemah, ianya berubah menjadi bonggol kecil yang banyak dan tidak meliputi kawasan Bumi.



Selepas itu, aurora akan kelihatan di seluruh dunia.



Terdapat hipotesis yang mengatakan bahawa variasi geomagnet berkait rapat dengan Kepupusan Dinosaur pada akhir zaman Cretaceous.

Wah! Menakutkan!



Tak naklah tengok aurora kat Jepun ...

Sebab perubahan medan magnet Bumi akan menghuru-hara kan lagi keadaan.



Masalah ini bukan sahaja berlaku pada masa lalu. Kita masih berdepan dengannya akibat daripada

keadaan medan geomagnet. Sekiranya tiada daya geomagnet, sinar kosmik akan menipiskan lapisan ozon, dan lubang ozon akan semakin membesar.



Kesannya terhadap penipisan lapisan ozon tidak dapat dibandingkan dengan klorofluorokarbon.

Medan geomagnet juga melindungi lapisan ozon.



Medan geomagnet adalah dinding halimunan yang sangat hebat.

Ya, dialah pelindung kita.







Arghh!!

Apa saya patut buat ni?

Awak ada idea tak?



Tak

Ini semua di luar kuasa kita.



Saya akan takut sampai bila-bila.

Tak ada guna untuk awak menangis.



Sudahlah. Jangan risau.

Huwa...



1200 tahun untuk capai sifar geomagnet ni disingkatkan dari data 200 tahun lalu.

Tiada siapa dapat meramalkan dengan tepat bila akan berlakunya sifar geomagnet.

Buang hingus tu

Hik



Tidak mengapa, 1200 tahun itu masih jauh lagi.

Ya, betul tu.

Rilekslah Moi.



Saya tak rasa macam tu, 1200 tahun tu sekejap sahaja.

Jangannn.

Tolonglah jangan.

Bergurau sahaja.



Apa itu Medan Geomagnet ?!



Hai, Mol dan Mirubo. Mari kita berborak tentang kuasa magnet Bumi.



Mengikut kefahaman saya, Bumi adalah satu magnet yang sangat besar.



Jangan risau. Masih jauh lagi, lebih kurang 1000 tahun untuk medan geomagnet diterbalikkan.



Wah, saya nak belilah magnet yang besar macam tu! Berapa harganya ya?



Oh, masih ada masa lagi.



Betul tu, walaupun Bumi mempunyai medan magnet, tidak ada pun magnet yang tersembunyi di dalam perut Bumi.



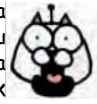
Menurut sejarah Bumi, 1000 tahun itu agak pendek. Walau bagaimanapun, medan geomagnet kerap berubah-ubah. Dalam aurora juga terdapat aliran arus elektrik. Fenomena yang dikenali sebagai "ribut geomagnet" ini menghasilkan arus elektrik yang sangat besar, dan juga mengaruh medan geomagnet di seluruh dunia.



Apa maksud *Sensei*? Ada orang yang menggali ke dalam perut Bumi? Kalau bukan, magnet Bumi ni berasal dari mana?



Keamatan magnet akan berkurang jika suhu sekelilingnya sangat tinggi. Dan suhu teras Bumi kita adalah dalam beberapa ribu darjah, iaitu terlalu panas untuk magnet terus bertahan.



Adakah keamatannya tinggi *Sensei*? Adakah ianya akan membahayakan kita?



Menarik! Nanti saya akan cuba lakukan eksperimen dengan magnet saya.



Keamatan yang paling tinggi adalah dalam anggaran 1-10 juta ampere.



Bijak, Mol! Satu gambar lebih bernilai dari seribu kata. *Sensei* akan beri kamu petunjuk. Bahagian dalam Bumi mengandungi logam cair yang membawa arus elektrik.



Betul ke, *sensei*? Rumah saya cuma 30 ampere sahaja.



Oh elektromagnet!!



Awak tahu tak haiwan apa yang boleh merasai medan magnetik Bumi?



Betul tu. Teras Bumi mempunyai elektromagnet. Ianya menghasilkan medan magnet sama seperti magnet bar. Apabila keamatan dan arah arus elektrik berubah, kutub magnet boleh diterbalikkan.



Saya tak tahu, *sensei*. *Sensei*, ke?



Taklah! Saya bukannya ada kuasa macam tu! Sebenarnya, burung merpati, ikan lumba-lumba, burung migrasi dan banyak lagi haiwan lain boleh rasa medan magnet. Sekarang, para saintis tengah buat banyak eksperimen untuk faham macam mana mereka boleh kesan medan tu.



Oh, tidak. Kompas saya tak boleh digunakan lagi selepas medan geomagnet diterbalikkan.



Mirubo, saya rasa awak kena pakai pengesan magnet dalam otak tu. Sebab awak macam tiada hala tuju.



Apa awak cakap Mol!!



Talian bantuan medan geomagnet



Aurora

Cahaya yang dapat dilihat di langit kutub, disebabkan oleh angin suria, aliran zarah bercas yang dikenali sebagai plasma. Angin suria ini menembusi magnetosfera Bumi dan bergerak laju di sepanjang garis medan magnetik ke bahagian malam Bumi. Ia kemudian berlanggar dengan molekul udara di kawasan kutub, menghasilkan cahaya aurora. Aurora terbentuk di ketinggian antara 100 hingga 500 km dari permukaan Bumi.

Carl Friedrich Gauss (1777-1855)

Gauss ialah seorang ahli matematik dan fizik dari Jerman. Pada tahun 1839, beliau membuktikan bahawa medan magnet Bumi berasal dari dalam Bumi dan bukannya dari luar angkasa. Unit "gauss" digunakan untuk mengukur keamatan medan magnet.

Kompas

Kompas ialah alat penunjuk arah menggunakan jarum magnet. Apabila dua magnet didekatkan, kutub-Utama (N) akan menarik kutub-Selatan (S) magnet lain, dan kutub yang sama akan menolak. Jarum kutub-N kompas menunjuk ke arah Kutub Utara Bumi kerana di sana terdapat kutub selatan magnet.

Sinar Kosmik

Sinar kosmik terdiri daripada zarah-zarah bertenaga tinggi yang berasal dari galaksi luar sistem suria (sinar kosmik galaksi) dan daripada letusan suar suria (zarah bertenaga suria). Kebanyakan sinar kosmik ini diserap atau dilemahkan di lapisan atmosfera antara 100 hingga 500 km dari permukaan Bumi.

Zaman Cretaceous

Zaman ini wujud kira-kira 140 hingga 65 juta tahun lalu, dan merupakan bahagian terakhir Era Mesozoik. Ketika itu, iklim Bumi adalah sederhana, tumbuhan berkembang pesat, dan dinosaur berkembang biak. Pada penghujung Zaman Cretaceous, dinosaur dan ammonit pupus. Antara sebab yang dikaitkan termasuk hentaman meteorit, perubahan iklim drastik, dan pembalikan geomagnet. Selepas berakhirnya Mesozoik, bermulalah Era Senozoik, iaitu zaman mamalia.

Foraminifera

Foraminifera ialah organisma unisel kecil yang banyak ditemui di laut. Mereka mempunyai cangkerang berkapur yang terbentuk daripada karbon dioksida di udara.

Medan Geomagnet

Bumi mempunyai sifat seperti sebuah magnet besar. Kutub-Utara magnet terletak di kawasan kutub selatan Bumi, manakala Kutub-Selatan magnet berada di kutub utara Bumi, menghasilkan medan magnet yang melingkungi seluruh planet.

Karbon Organik

Benda hidup terdiri daripada sebatian organik yang mengandungi karbon organik. Apabila tumbuhan atau haiwan mati, karbon organik yang tersimpan akan berubah menjadi karbon dioksida.

Lubang Ozon

Lapisan ozon berada pada ketinggian kira-kira 30 km di atas permukaan Bumi. Pada tahun 1980, saintis mendapati lapisan ozon telah menipis secara ketara di stratosfera atas Antartika, membentuk seperti satu lubang besar di sekitar kutub selatan. Lubang ozon ini paling besar pada bulan September.

Plasma

Semua benda terdiri daripada atom. Apabila atom kehilangan elektron bercas negatif, atom tersebut menjadi ion bercas positif. Gas yang terdiri daripada zarah bercas positif dan negatif dipanggil plasma. Hampir 99% daripada alam semesta terdiri daripada plasma. Oleh itu, plasma dikenali sebagai keadaan jirim keempat, berbeza daripada pepejal, cecair, dan gas.

Angin Suria

Aliran zarah bercas (plasma) yang keluar dari Matahari dikenali sebagai angin suria. Angin suria ini menyebabkan medan magnet Bumi tertarik membentuk ekor panjang menjauhi arah Matahari, sama seperti bagaimana ekor komet terbentuk.

Cahaya Ultralembayung

Matahari memancarkan cahaya dengan pelbagai panjang gelombang. Salah satunya ialah cahaya ultralembayung bertenaga tinggi dengan panjang gelombang sekitar 400 nanometer. Cahaya ini berbahaya kerana boleh menyebabkan kanser atau kerosakan genetik, tetapi sebahagian besar diserap oleh lapisan ozon di ketinggian kira-kira 30 km dari permukaan Bumi.



Solar-Terrestrial Environment Laboratory (STEL), Universiti Nagoya.

STEL dikendalikan di bawah sistem kerjasama antara universiti di Jepun. Tujuannya adalah untuk memajukan "penyelidikan tentang struktur dan dinamik sistem Suria- Bumi", dengan kerjasama pelbagai universiti dan institusi di Jepun dan luar negara. Makmal ini terdiri daripada empat bahagian penyelidikan: Persekitaran Atmosfera, Persekitaran Ionosfera dan Magnetosfera, Persekitaran Heliosfera dan Kajian Bersepadu. Pusat Penyelidikan Geospace turut bergabung bersama-sama makmal ini untuk menyelaras dan mempromosikan projek penyelidikan bersama. STEL memiliki tujuh buah stesen pemerhati di mana mereka telah menjalankan cerapan dasar terhadap pelbagai entiti fizikal dan kimia di seluruh negara.



National Geophysical Data Center (NGDC) Space Environment Center (SEC)

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)

NGDC dan SEC di bawah NOAA, yang terletak di Boulder, Colorado, merupakan sebahagian daripada Jabatan Perdagangan Amerika Syarikat. NGDC menyediakan pengurusan saintifik, produk, dan perkhidmatan untuk data geofizik yang menghuraikan bumi pepejal, marin, dan persekitaran suria-terrestrial, serta pemerhatian bumi dari angkasa lepas. SEC sentiasa memantau persekitaran angkasa Bumi, menyediakan maklumat suria-terrestrial yang boleh dipercayai dan berguna, menjalankan program penyelidikan dan pembangunan untuk memahami persekitaran tersebut, serta memainkan peranan kepimpinan dalam komuniti cuaca angkasa.

<http://www.ngdc.noaa.gov/>

<http://www.sec.noaa.gov/>

はやのん Hayanon

Pelajar lulusan Jabatan Fizik, University of The Ryukyus, Hayanon, seorang penulis dan kartunis, telah menyumbang beberapa siri dalam majalah popular berdasarkan latarnya yang kukuh dalam bidang sains dan permainan komputer. Gaya penulisannya yang konsisten dan penuh kecintaan terhadap sains dan telah diterima baik oleh pembaca.

子供の科学 Kodomo no Kagaku (Sains untuk kanak-kanak)

Kodomo no Kagaku, diterbitkan oleh Seibundo Shinkosha Publishing Co., Ltd., ialah sebuah majalah bulanan untuk golongan remaja. Sejak edisi pertamanya pada tahun 1924, majalah ini telah berterusan mempromosikan pendidikan sains dengan menyediakan pelbagai aspek sains, daripada fenomena saintifik dalam kehidupan seharian sehinggalah kepada topik penyelidikan terkini.

"Apa itu Medan Geomagnet?!" diterbitkan dengan kerjasama "Kodomo no Kagaku". Mol, Mirubo, dan Sensei mengucapkan terima kasih kepada Pusat Sains Angkasa, Institut Perubahan Iklim, Universiti Kebangsaan Malaysia atas bantuan mereka menyediakan cerita kami dalam versi Bahasa Melayu.

Dihasilkan oleh Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Universiti Nagoya di bawah naungan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Sukan, Sains dan Teknologi. September 2003. (Diterjemah kepada Bahasa Melayu - Februari 2026)

Hak cipta terpelihara.



Pusat Sains Angkasa (ANGKASA) telah ditubuhkan pada 1 Ogos 2003 dengan nama asalnya Institut Sains Angkasa. Pada 16 Disember 2013, ANGKASA telah distruktur semula sebagai sebuah pusat dan digabungkan bersama Institut Perubahan Iklim (IPI), EOC dan IKLIM, seterusnya menjadi entiti di bawah Institut Perubahan Iklim (IPI), Universiti Kebangsaan Malaysia.

Sebagai sebuah pusat penyelidikan multidisiplin yang turut menjalankan pengajaran di peringkat pascasiswazah, ANGKASA komited dalam memperkasa bidang sains angkasa dan cuaca angkasa di Malaysia. Sejak tahun 2010, Program Jangkauan Cuaca Angkasa telah dilaksanakan bersama pelajar sekolah melalui pemasangan kit pemantauan UKM-SID (*UKM Sudden Ionospheric Disturbance*), sebagai usaha memupuk minat generasi muda terhadap sains angkasa.

Penterjemahan komik ini ke dalam Bahasa Melayu merupakan salah satu inisiatif baharu ANGKASA dalam memperluas akses ilmu dan menarik minat pelajar terhadap bidang Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik (STEM). Diharapkan penerbitan ini dapat menjadi medium yang santai, interaktif dan berkesan dalam menyemai rasa ingin tahu serta kecintaan terhadap sains angkasa.

Penyunting

Prof Ir Dr Mardina Abdullah

Felo Utama Bersekutu, Pusat Sains Angkasa, Institut Perubahan Iklim

Prof Madya Ts Dr Nurul Shazana Abdul Hamid

Felo Kanan Bersekutu, Pusat Sains Angkasa, Institut Perubahan Iklim

Dr Siti Aminah Bahari

Pegawai Penyelidik, Pusat Sains Angkasa, Institut Perubahan Iklim

Puan Noridawaty Mat Daud

Pegawai Penyelidik, Pusat Sains Angkasa, Institut Perubahan Iklim

Maklumat Lanjut Berkenaan Cuaca Angkasa, sila layari www.spaceukm.com