

# Apa itu

Oleh:  
Hayanon

# Atmosfera Atas?

Diterjemah oleh:  
Nurul Nazli Rosli  
Hida 'Aliah Binti Abdul Ghafar

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



# Kenapa

## udara menjadi semakin nipis di altitud tinggi?

Seperti yang anda tahu, udara menjadi semakin nipis apabila anda bergerak ke tempat lebih tinggi. Sebab itulah kita sukar bernafas di atas gunung yang tinggi. Contohnya, di puncak Gunung Fuji (3667 m), kandungan udara hanya dua pertiga daripada udara di aras laut. Tidakkah anda tertanya-tanya mengapa terjadi begitu?

Hal ini berkaitan dengan daya graviti Bumi. Saya akan terangkan. Udara, walaupun ringan, masih ditarik ke bawah oleh graviti. Adakah semua udara akan jatuh ke tanah? Jangan risau. Itu tidak akan berlaku kerana molekul-molekul udara bergerak laju dalam pelbagai arah secara rawak dan sentiasa berlanggar antara satu sama lain. Daya yang dikenakan oleh molekul-molekul ini ke atas satu unit kawasan dikenali sebagai tekanan udara.

Tekanan udara di permukaan tanah adalah  $1 \text{ kg/cm}^2$ . Dengan kata lain, udara yang terkumpul di atas ibu jari anda adalah seberat 1 kg. Walaupun begitu, kita tidak tertekan ke tanah kerana tekanan yang sama kuat menolak dari dalam badan kita ke arah luar.

Dunia kita terletak di bahagian bawah udara "berkumpul". Udara di permukaan tanah dipadatkan dan tebal, manakala pada udara di altitud tinggi kurang tebal dan lebih ringan. Oleh itu, udara menjadi semakin nipis apabila kita bergerak ke tempat lebih tinggi.

Anda akan mendapati bahawa udara yang nipis di altitud tinggi mempunyai ciri-ciri unik yang berbeza daripada udara di sekeliling kita di permukaan Bumi. Udara di sana bercas elektrik,

malah mengalami perubahan dalam komposisinya, malah memancarkan cahaya! Atmosfera atas ialah satu kawasan yang penuh dengan misteri, dan pada masa yang sama, ia merupakan sempadan antara angkasa lepas dan atmosfera Bumi.

Mol dan Mirubo akan meneroka atmosfera atas pada kali ini. Mari kita berlepas dan sertai mereka!

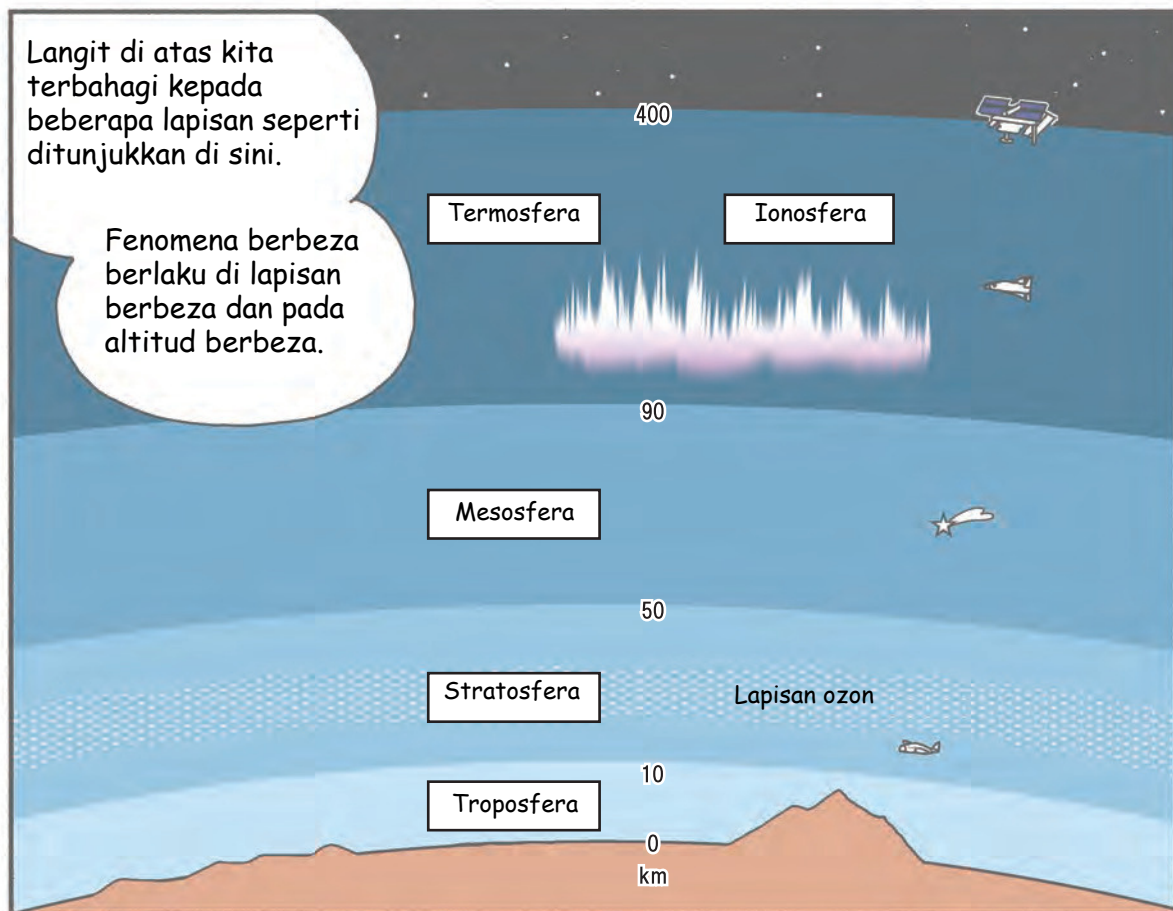


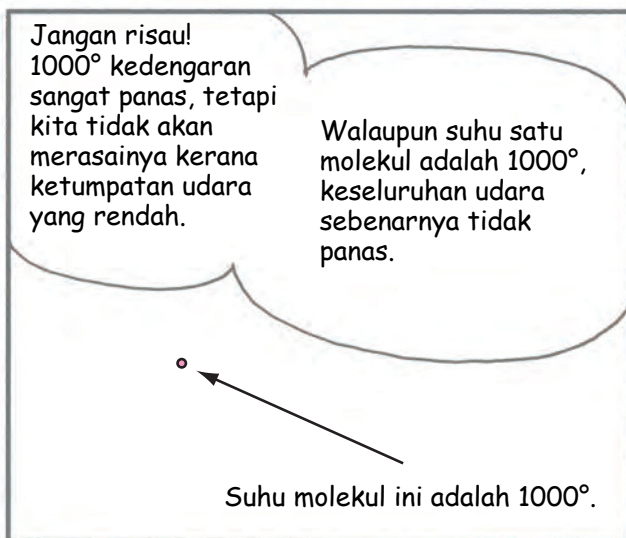
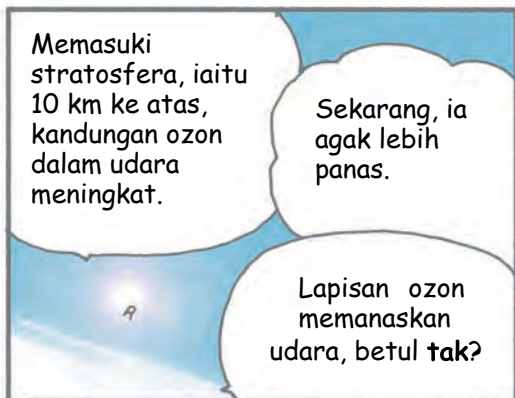
Unnngh, kenapa berat sangat ni?

Hari ini cuti 

Mol, pencinta Sains,  
dan anjing robotiknya  
Mirubo sedang  
mendongak ke langit  
dalam suasana santai.









Terdapat juga gelombang antara planet. Lonjakan gelombang ini meliputi keseluruhan Bumi.

Tempohnya menjangkau dari beberapa hari hingga puluhan hari, dengan panjang gelombang yang besar.



Sebagai contoh, gelombang antara planet boleh menyebabkan hari panas dan sejuk berselang-seli setiap beberapa hari di sesetengah tempat di Bumi.



Tambahan pula, ayunan udara dengan tempoh dari beberapa minit hingga beberapa hari dikenali sebagai gelombang graviti atmosfera.

Contohnya, apabila awan kumulonimbus bergerak ke atas atau angin bertiup ke arah gunung, udara akan ditolak ke atas.

Jasad udara ini mengembang apabila naik dan mengalami tekanan yang lebih rendah.

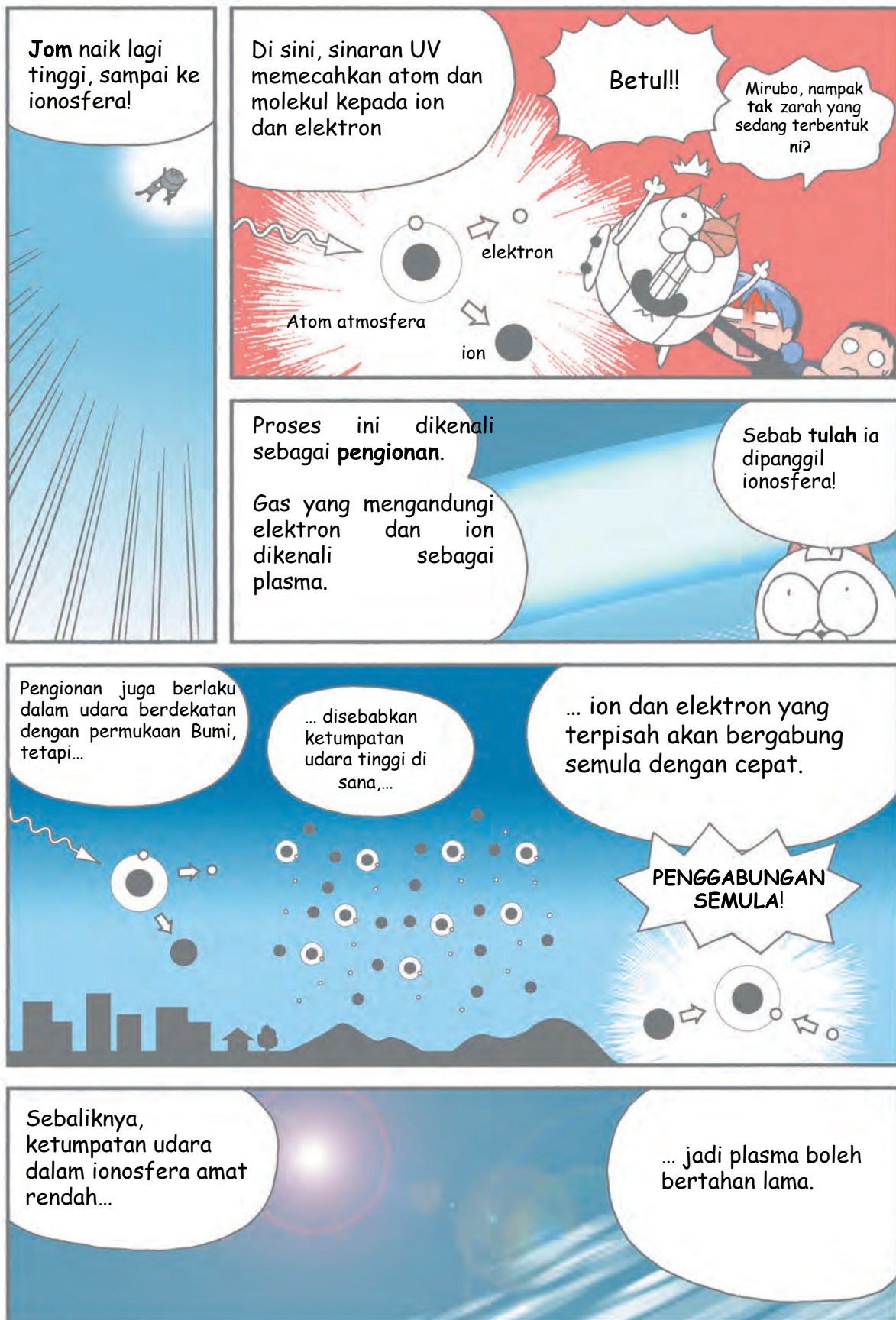
Jasad udara yang mengembang itu kemudiannya turun semula kerana pengembangan menyebabkan suhu menurun dan ketumpatan meningkat.

Kemudian, udara itu naik semula kerana ia menjadi ringan akibat tekanan tinggi dan suhu yang meningkat.

Semasa proses berulang, udara naik dan turun, naik dan turun, naik ....

Gelombang graviti ini bergerak ke puncak mesosfera, di mana ia musnah dan melepaskan haba serta daya.

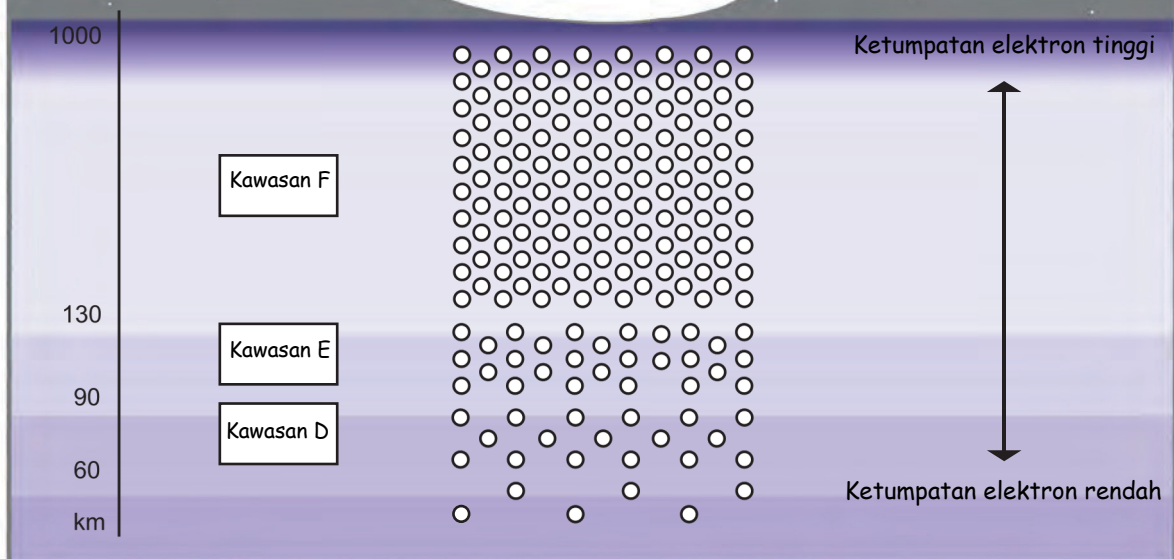
Gelombang graviti ini cukup kuat untuk mengubah sistem angin berskala besar dalam mesosfera.



Ionosfera mempunyai beberapa lapisan ...

... mengikut ketumpatan elektron yang berbeza seperti kawasan atau lapisan E dan F.

Ketumpatan elektron lebih tinggi di bahagian atas. Arus elektrik mengalir di lapisan-lapisan ini.



Saya **dah** faham .

Ionosfera ialah lapisan atmosfera yang mempunyai cas elektrik.

**Oh!** Jadi sebab ada ionosfera lah kita boleh dengar radio!

**Wah,** memang berguna!

Pada waktu malam apabila tiada sinaran UV matahari, penggabungan semula berlaku dengan lebih berkesan berbanding pengionan.

Jadi, ketumpatan elektron dalam udara menjadi rendah berbanding waktu siang.

Ionosfera berubah-ubah disebabkan perubahan suhu dan angin. Mari kita lihat beberapa contoh.

Kadang-kadang, satu struktur berbentuk seperti gelembung muncul dalam kawasan F ionosfera berhampiran Khatulistiwa.

Di dalam struktur ini, ketumpatan elektron adalah lebih rendah, maka ia dipanggil sebagai gelembung plasma.

Sekumpulan plasma berketumpatan tinggi boleh wujud berdekatan kutub selatan dan utara walaupun tiada cahaya. Struktur ini dikenali sebagai tompok plasma kawasan kutub berbentuk topi

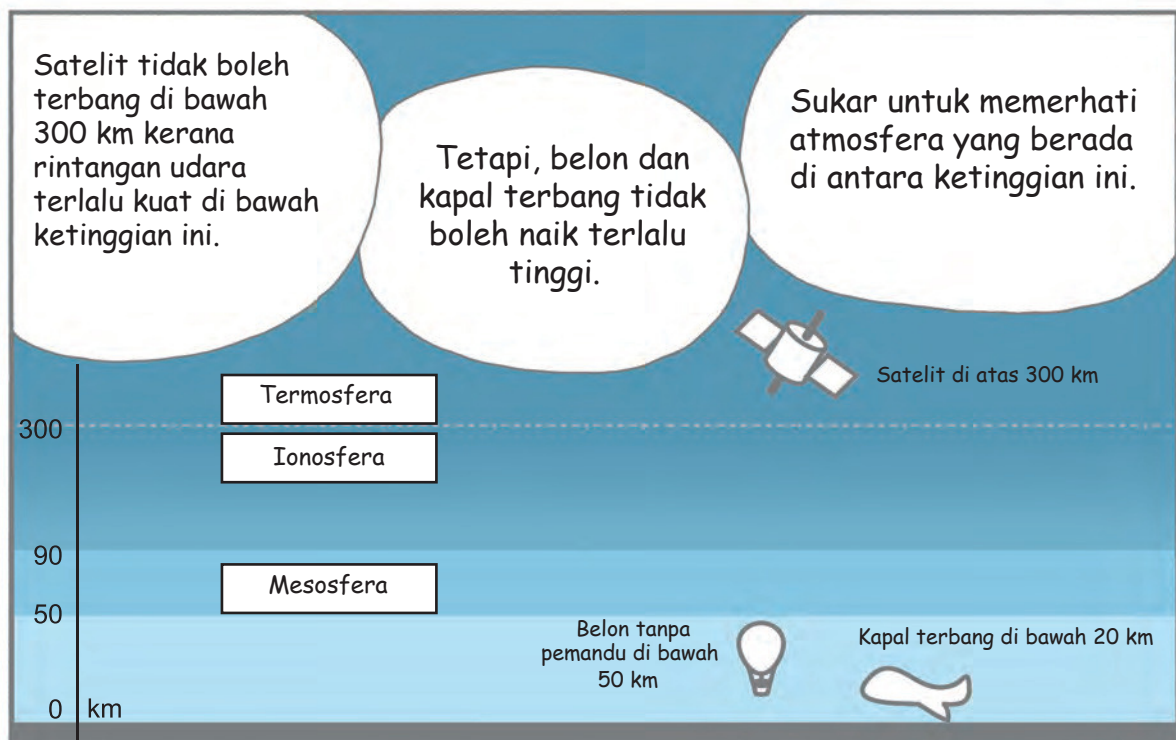
bergerak ke kawasan kutub dari bahagian siang di mana ia secara asalnya dibentuk.

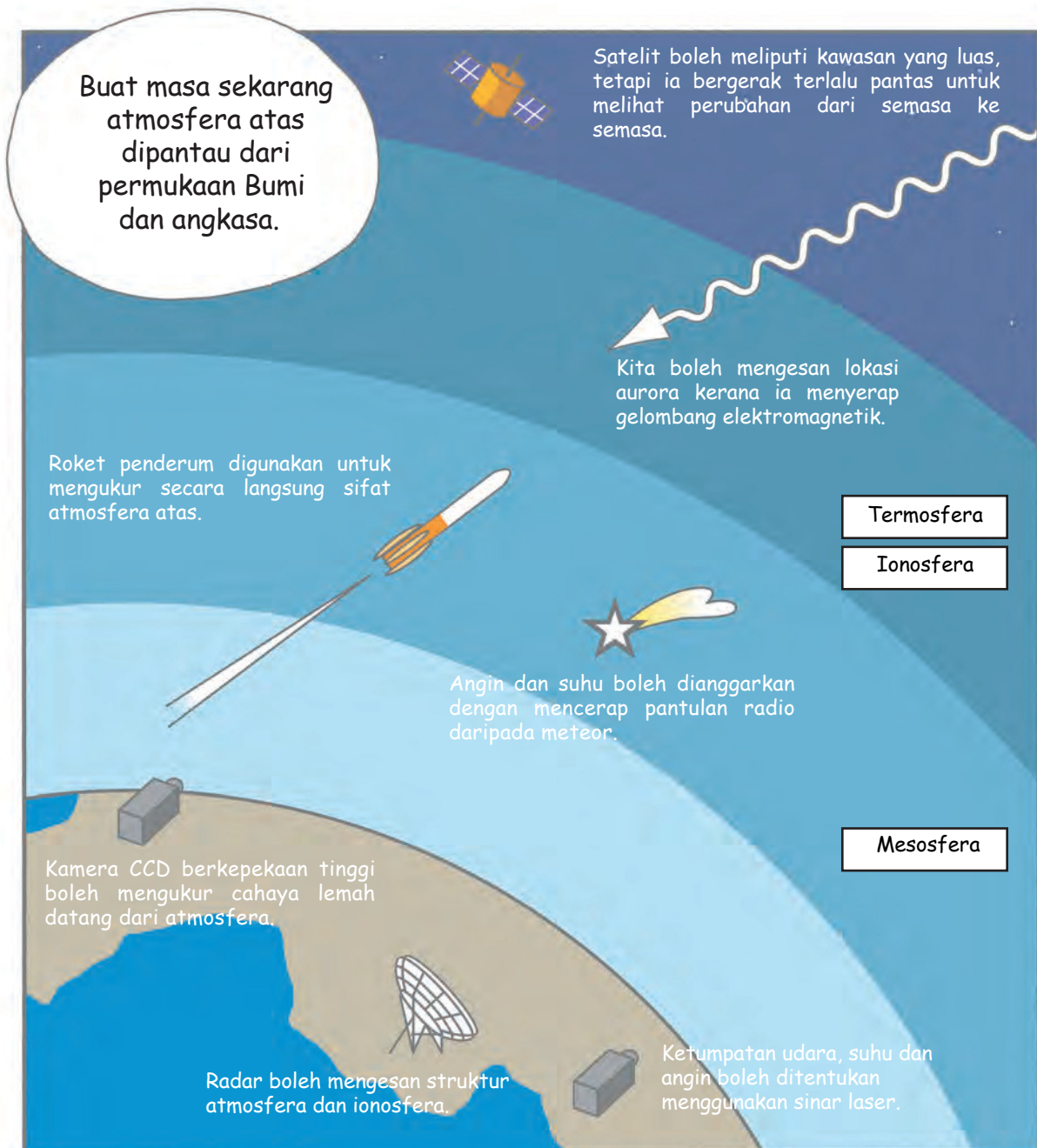
Selain itu, corak berjalur dalam ketumpatan elektron bergerak merentasi Jepun dan negara lain.

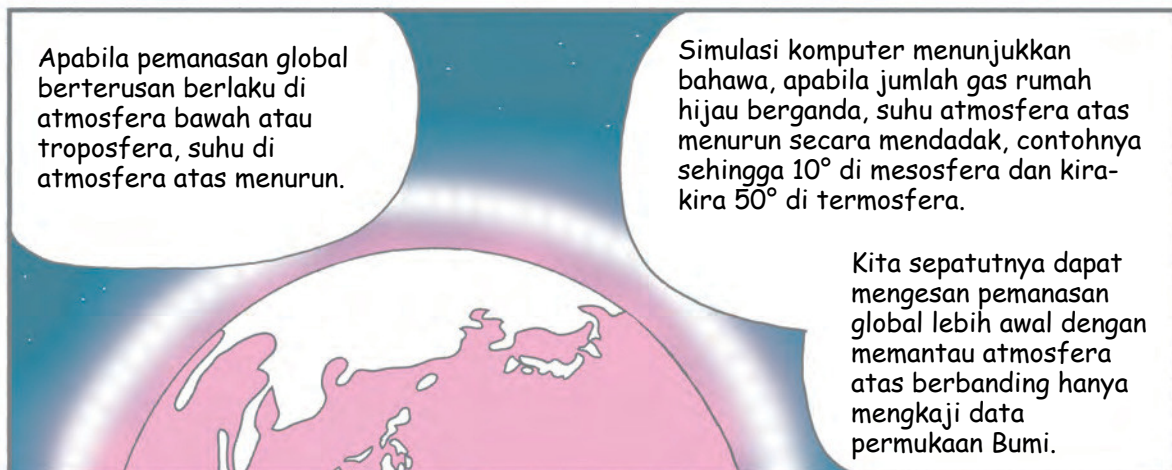
Gangguan Ionosfera Bergerak Skala Sederhana (MSTID)

Corak berjalur ini juga boleh menjadi gelombang atmosfera seperti tsunami, yang berasal dari kawasan kutub dan bergerak ke latitud tengah dan rendah.

Gangguan Ionosfera Bergerak Skala Besar (LSTID)







## Apa itu atmosfera atas?!



Hai, *Sensei*. Saya ingin tahu bagaimana rupa bahagian atas atmosfera Bumi?



Saya juga ingin tahu. Adakah kita akan dapat lihat langit yang jelas di atmosfera?



Sudah tentu tidak. Kawasan di luar atmosfera atas adalah sangat luas. Disebabkan tiada udara di angkasa, atmosfera atas dikenali sebagai sempadan antara Bumi dan angkasa, atau bahagian paling atas atmosfera.



Bagaimana *Sensei* membahagikan atmosfera kepada lapisan-lapisan yang berbeza seperti yang *Sensei* maksudkan dengan atmosfera "atas"?



Soalan yang bagus, Mol. Ketebalan atmosfera Bumi hanyalah beberapa ratus km, dan ia sangat nipis jika dibandingkan dengan jejari Bumi. Ia ibarat selaput yang menyelubungi planet kita. Walaupun ia sangat nipis, ciri-ciri berbeza ditemui pada altitud berbeza apabila dilihat secara terperinci.



Saya faham sekarang. Jadi, apakah ciri-ciri atmosfera atas?



Atmosfera atas termasuk lapisan yang dikenali sebagai ionosfera di mana udara bercas secara separa. Ionosfera memantulkan gelombang elektromagnet yang dihantar dari permukaan Bumi. Kita memanfaatkan sifat ini untuk mengkaji atmosfera atas dengan menggunakan pantulan radar.



Kenapa tenaga elektrik wujud di atmosfera?



Sinaran UV dari Matahari dan plasma dari angkasa menyingkirkan elektron yang mengelilingi atom dan molekul atmosfera, menyebabkan udara menjadi bercas elektrik. Disebabkan ketumpatan sangat udara rendah di ionosfera, penggabungan semula elektron bebas mengambil masa, maka udara kekal bercas lebih lama.



Eh, *Sensei*, bolehkan tenaga elektrik itu digunakan untuk pemanggang BBQ elektrik?



Jika kamu mengumpulkan semua tenaga elektrik di atmosfera atas Bumi, kamu boleh memanggang daging lebih lama daripada kamu mahu.



Kenapa *Sensei* mengkaji ionosfera? Adakah ia memberi kesan kepada kita?



Perubahan dalam ionosfera boleh menyebabkan gangguan komunikasi satelit dan navigasi GPS, serta siaran TV/radio. Untuk menggunakan ionosfera dengan lebih cekap, kita perlu memahaminya dengan lebih mendalam.



Oh, kamu patut risau, Mirubo. Kamu tidak mempunyai deria petunjuk arah dan tidak boleh melakukan apa-apa tanpa GPS.



Tidak benar! Sebenarnya, komputer berketepatan tinggi saya ini sangat sensitif, tetapi kadangkala terlalu



Sekarang, anak-anak, atmosfera atas, seperti lapisan ozon, menyerap sinar UV berbahaya dari Matahari. Kamu juga perlu tahu bahawa aurora terjadi pada ketinggian atmosfera atas.



Aurora hanya boleh dilihat di kawasan kutub, betul?



Secara asasnya, ya. Tapi apabila ribut geomagnet berlaku, aurora boleh terjadi di latitud yang lebih rendah juga.



Adakah akan ada peluang untuk saya melihat aurora di Jepun?



Aurora telah dicerap menggunakan peralatan yang berkepekatan tinggi lebih daripada 20 kali di Jepun dalam masa 10 tahun yang lalu. Walaupun begitu, aurora cukup terang untuk dilihat dengan mata kasar hanya beberapa kali sahaja.

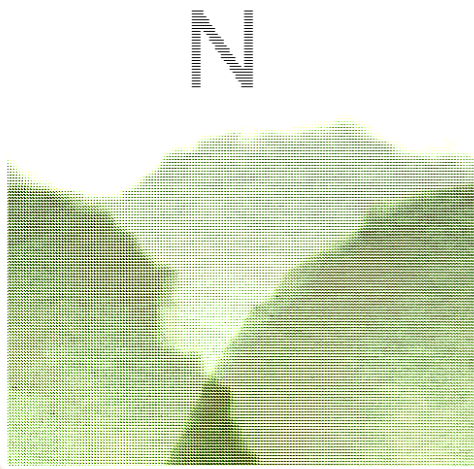


Saya pasti mahu lihat aurora di Jepun, dan berjaga sehingga dapat lihat. Kamu tidak boleh ikut, Mol, kamu perlu menjaga waktu tidur kamu.



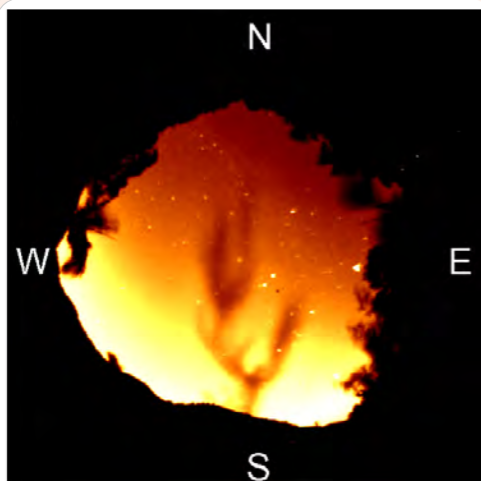
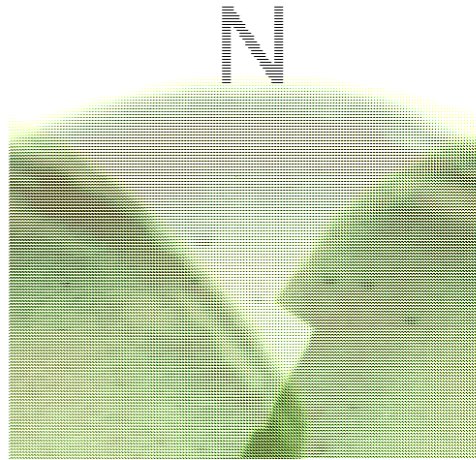
Ini tidak adil!

Atmosfera atas memancarkan cahaya yang sangat lemah dan hampir tidak kelihatan, yang dipanggil cahaya teja. Imej dua dimensi cahaya berkeamatan rendah ini boleh diperolehi dengan menggunakan kamera CCD berkepekaan tinggi yang disejukkan. Baru-baru ini, melalui kaedah ini, pelbagai corak yang dihasilkan oleh gelombang graviti dan gelembung plasma di atmosfera atas telah berjaya dirakam. Kemajuan dalam bidang sains ini berkembang lebih pantas berbanding sebelum ini.



Contoh Jaluran dengan skala panjang gelombang 20 - 30 km, menunjukkan kewujudan gelombang graviti di atmosfera atas. Imej seluruh langit 557.7 nm (hijau) ini diperolehi di Balai Cerap MU University Kyoto di Shigaraki, Jepun dengan tempoh dedahan 105 saat, yang terhasil daripada atom oksigen pada ketinggian 90 - 100 km, iaitu mesosfera atas.

Contoh Jaluran dengan skala panjang gelombang 20 - 30 km, menunjukkan kewujudan gelombang graviti di atmosfera atas. Imej seluruh langit 557.7 nm (hijau) ini diperolehi di Kototabang, Pulau Sumatera, Indonesia dengan tempoh dedahan 105 saat, yang terhasil daripada atom oksigen pada ketinggian 90 - 100 km, iaitu mesosfera atas.



Contoh gelembung plasma (seperti ranting pokok) di atmosfera atas. Imej seluruh langit diperolehi di Stesen Sata, Makmal Solar-Terrestrial Environment, Kogoshima, Jepun dengan tempoh dedahan 155 saat, yang terhasil daripada atom oksigen pada ketinggian 200 - 300 km, iaitu ionosfera.



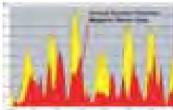
## CAWSES: A SCOSTEP Program 2004-2008

### Solar Influence on Climate



### Space Weather: Science and Applications

### Atmospheric Coupling Processes



### Space Climatology

## Climate and Weather of the Sun-Earth System (CAWSES)

CAWSES merupakan satu program antarabangsa yang ditaja oleh SCOSTEP (Scientific Committee on Solar- Terrestrial Physic) dan telah ditubuhkan dengan tujuan untuk meningkatkan pemahaman kita tentang persekitaran angkasa dan kesannya kepada kehidupan dan masyarakat. Fungsi utama CAWSES adalah untuk membantu menyelaraskan aktiviti antarabangsa iaitu pemerhatian, pemodelan dan teori penting untuk mencapai pemahaman ini, melibatkan saintis dari negara maju dan membangun, dan menyediakan peluang pendidikan kepada pelajar di semua peringkat. Pejabat CAWSES terletak di Boston University, Boston, MA, Amerika Syarikat. Empat tema sains CAWSES ditunjukkan dalam rajah di sebelah.



## 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 menyelaraskan 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.

## はやのん Hayanon

Pelajar Iuluan 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 Atmosfera Atas?! 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 dan pegawai Solar-Terrestrial Physics sempena program CAWSES. Februari 2008. (Diterjemah kepada Bahasa Melayu - Februari 2026)



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](http://www.spaceukm.com)