

LINGKUNGAN ANTARIKSA

Plasma Di Sekitar Bumi

Partikel bermuatan yang bergerak sesuai medan

Oleh

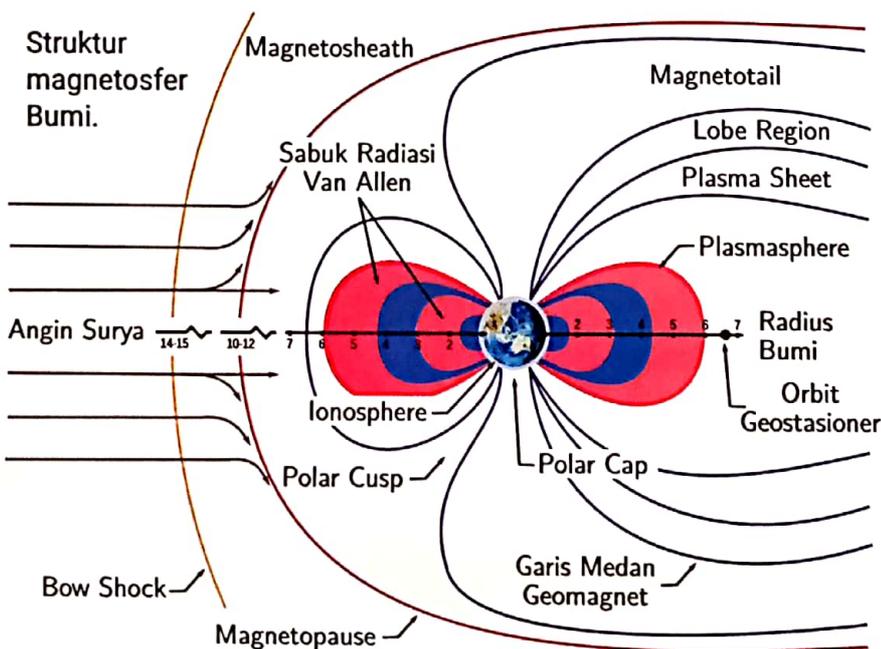
V. Wellyanita | Pussainsa LAPAN

Ruang angkasa atau lingkungan antariksa terdiri dari partikel atom yang bermuatan, proton, elektron dan ion. Gas yang terbentuk dari partikel atom yang bermuatan biasanya kita sebut sebagai plasma. Matahari kita merupakan sebuah bola plasma. Walaupun memiliki densitas plasma yang sangat rendah, akan tetapi memiliki temperatur, tekanan, densitas dan kecepatan aliran plasma. Sama halnya dengan yang terjadi di atmosfer Bumi, segala perubahan akibat sifat-sifat gas seperti adanya pola konveksi yang menyebabkan terjadinya angin, di antariksa pun terjadi hal yang sama dan dikenal sebagai angin Matahari. Angin Matahari inilah yang berperan penting dalam cuaca antariksa.

Angin Matahari merupakan plasma dengan densitas yang rendah, tetapi memiliki kecepatan yang sangat tinggi yaitu berkisar

500 km/detik dan temperatur yang sangat tinggi 100.000 derajat Celcius. Angin Matahari bergerak menuju Bumi dengan membawa partikel-partikel bermuatan. Bumi memiliki sebuah tameng untuk melindungi dari hujan partikel yang dibawa oleh angin Matahari. Tameng itu berupa medan magnet yang sangat kuat. Perannya adalah sebagai penghalang masuknya partikel yang akan mengakibatkan badai di lingkungan Bumi.

Angin Matahari ini mengakibatkan medan magnet Bumi tidak sepenuhnya bulat tetapi memanjang di bagian sisi malam (sisi yang tidak menghadap ke Matahari). Medan magnet yang menyelubungi Bumi dan melindunginya dari partikel-partikel bermuatan yang akan masuk ke lingkungan Bumi disebut sebagai magnetosfer. Bagian magnetosfer yang memanjang di sisi bagian malam disebut sebagai *magnetotail*.



LOST IN SPACE?

*If ever you're lost
in the reaches of space,
a friendly charged particle
will find you your place.*

*In an upward field
of the magnetic type,
electrons turn left
and protons turn right.*

*In westward field,
an electric beast,
protons head west
and electrons east.*

*Combine the two fields
and believe it or not,
electron or proton
toward Earth is your lot.*

*So follow an ion,
electron or two,
and I'm sure you'll know
just what to do.*

(John W. Freeman)

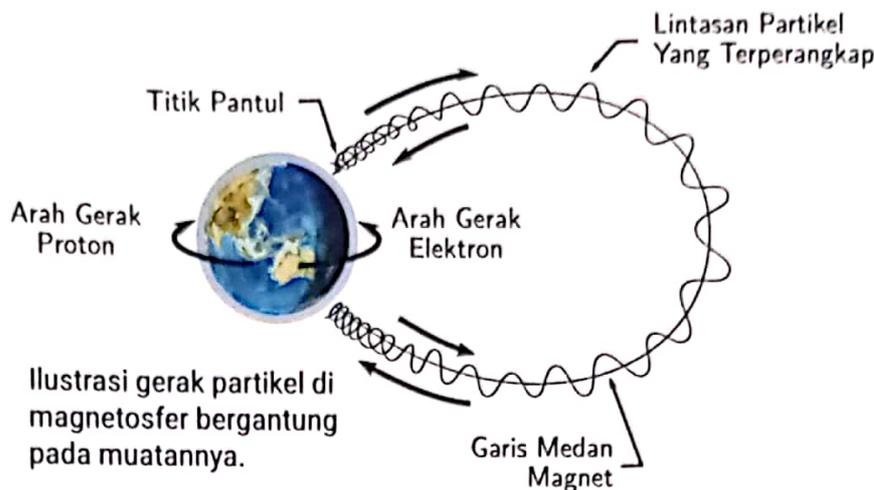
Pada saat angin Matahari membawa partikel-partikel bermuatan yang terlontar dari Matahari menuju Bumi dan kemudian menumbuk magnetosfer Bumi pada daerah *interplanetary shock*, partikel-partikel bermuatan itu kemudian menjalar masuk pada daerah *polar caps*. Jika medan magnet antarplanet berarah selatan maka partikel-partikel bermuatan akan masuk ke dalam Bumi dan mengakibatkan badai geomagnet. Badai yang terjadi melibatkan interaksi antara gerak partikel bermuatan, medan listrik dan medan magnet.

Partikel bermuatan terdiri atas partikel bermuatan negatif (elektron) dan partikel yang bermuatan positif (proton). Sedangkan partikel tidak bermuatan biasanya kita sebut sebagai neutron. Partikel-partikel ini memiliki sifat dan karakteristik

yang berbeda. Elektron bermassa lebih kecil dibandingkan dengan proton, yaitu sekitar 1/1836 massa proton. Akan tetapi elektron memiliki kecepatan lebih besar, hampir mendekati kecepatan cahaya. Dalam sebuah atom, elektron bergerak mengelilingi inti atom. Pergerakan elektron ini sangat kompleks dan menarik, sedangkan pergerakan proton lebih masif dibanding elektron.

Pergerakan partikel bermuatan akan berhubungan dengan kecepatan, dan kecepatan akan berkaitan dengan energi kinetik. Untuk memahami mengenai badai antariksa, energi kinetik merupakan salah satu komponen yang penting untuk dipelajari. Gerak partikel ini dipengaruhi oleh suatu gaya. Selain gaya gravitasi, dua gaya yang mempengaruhi gerakan partikel bermuatan dalam ruang hampa adalah gaya listrik dan gaya magnet. Gaya listrik mempercepat gerak muatan di sepanjang medan listrik, sedangkan gaya magnet mempercepat perpindahan partikel bermuatan dalam arah tegak lurus medan magnet.

Elektron yang bergerak dari ekuator menjauhi Bumi dan memasuki medan magnet Bumi yang berarah utara, maka elektron



belok ke kiri. Beberapa saat kemudian, elektron akan berbalik kembali ke arah Bumi. Keadaan tersebut akan berlangsung terus menerus. Elektron akan bergerak melingkar dikarenakan gaya magnet. Gaya yang dialami sebanding dengan kecepatan elektron dan tegak lurus dengan vektor medan magnet. Gaya magnet ini tidak akan merubah kecepatan atau energi kinetik elektron melainkan hanya mengubah arah geraknya saja.

Gaya listrik bekerja pada partikel bermuatan, tak peduli partikel bergerak atau tidak, sedangkan gaya magnet bekerja pada partikel bermuatan yang bergerak. Medan listrik dapat mengubah kecepatan partikel bermuatan sementara medan magnet hanya mengubah arahnya saja.

Partikel-partikel dari Matahari yang terperangkap oleh medan magnet Bumi yang tidak homogen akan bergerak menyerupai spiral di sekitar garis-garis gaya medan dari kutub selatan menuju kutub utara. Partikel-partikel yang terperangkap inilah yang membentuk sabuk radiasi Van Allen dan arus cincin. Sabuk radiasi ini melingkari Bumi dan berbentuk seperti donat.

Partikel-partikel dari Matahari yang masuk ke dalam lingkungan Bumi di daerah kutub akan bertumbukan dengan atom-atom yang berada pada atmosfer Bumi. Tumbukan tersebut dapat memicu emisi cahaya tampak yang dikenal sebagai aurora, yakni *aurora borealis* di daerah kutub utara dan *aurora australis* di selatan.

NAVIGASI

Akurasi, Integriti, Kontinuiti, dan Availabiliti

Ukuran keandalan sistem navigasi berbasis satelit

Oleh

S. Supriadi, D. U. Prabowo
Pussainsa LAPAN

Modernisasi teknologi kian meluas hingga ke berbagai sendi kehidupan di Indonesia. Dewasa ini istilah *e-commerce*, *big data*, *IoT* dan istilah baru lainnya mulai merambah ke tanah

air kita. Tentu istilah baru ini makin familiar di telinga kita karena kebermanfaatannya yang kian terasa.

Kehadiran teknologi GPS (*Global Positioning System*) juga kian menghiasi ranah modernisasi berbagai jenis kebutuhan masyarakat. Penggunaannya mulai

marak pada *smartphone*, *smartband*, *smartwatch*, *tracking* kendaraan, *drone* dan lain-lain. Selain itu berbagai moda transportasi juga mulai beralih sistem navigasinya menuju penggunaan teknologi GPS karena biaya yang lebih murah. GPS sendiri merupakan sistem