

MAGNETOSFER

Hubungan Magnetosfer-Ionosfer dan Sistem Arus Sejajar

Oleh

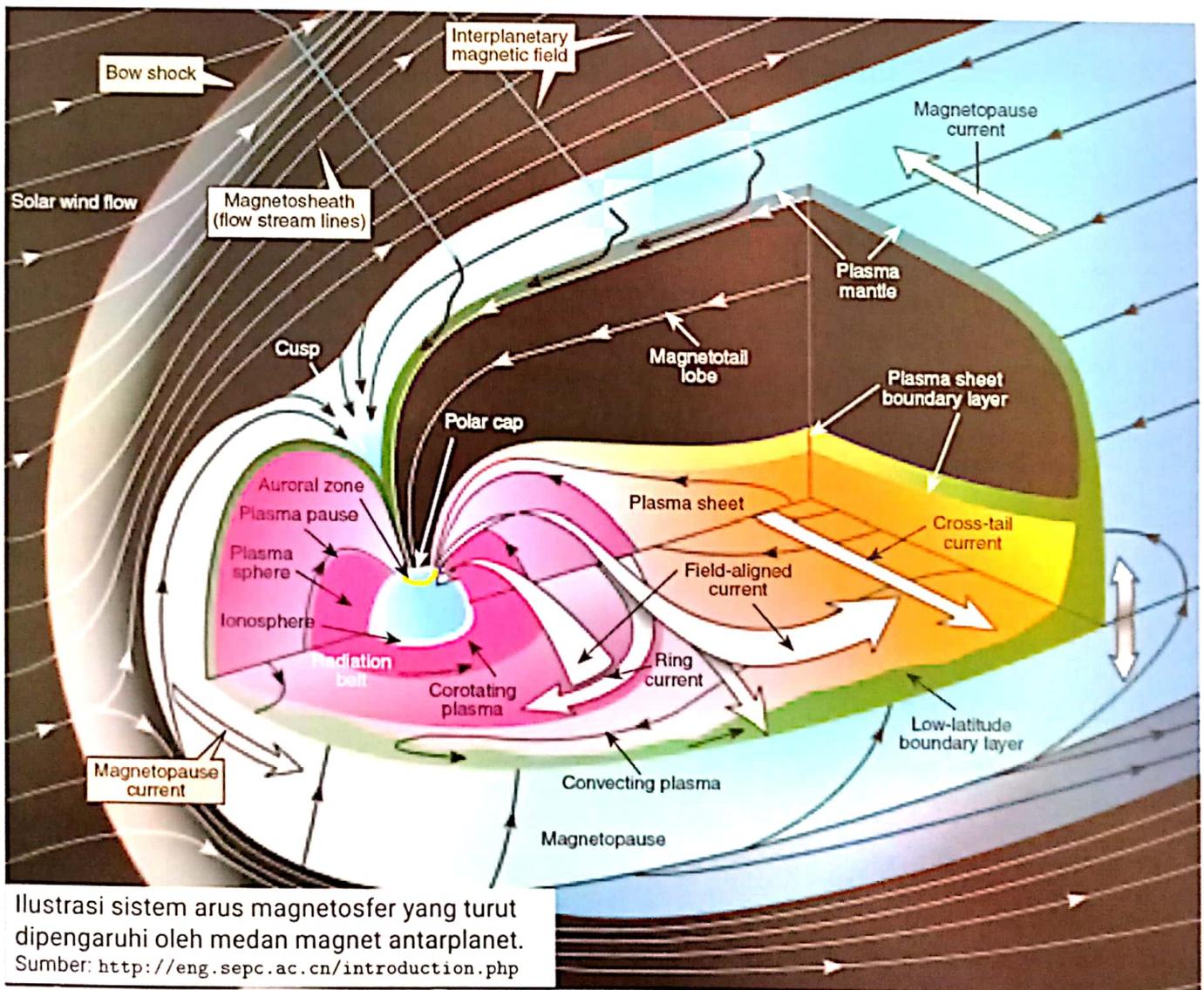
F. Nuraeni | Pussainsa LAPAN

Medan magnet Bumi yang berinteraksi dengan angin Matahari membentuk struktur magnetosfer dan membangkitkan dinamika arus elektromagnet di dalamnya. Aliran arus di magnetosfer dan ionosfer kemudian tampak sebagai respons dari variasi stimulasi eksternal dalam rentang waktu yang lebar. Perubahan pada tekanan angin Matahari dalam skala waktu menit atau hari akan mempengaruhi ukuran

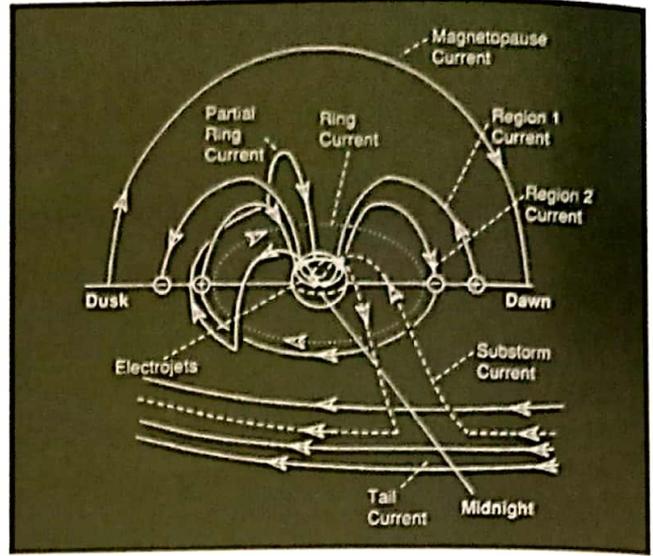
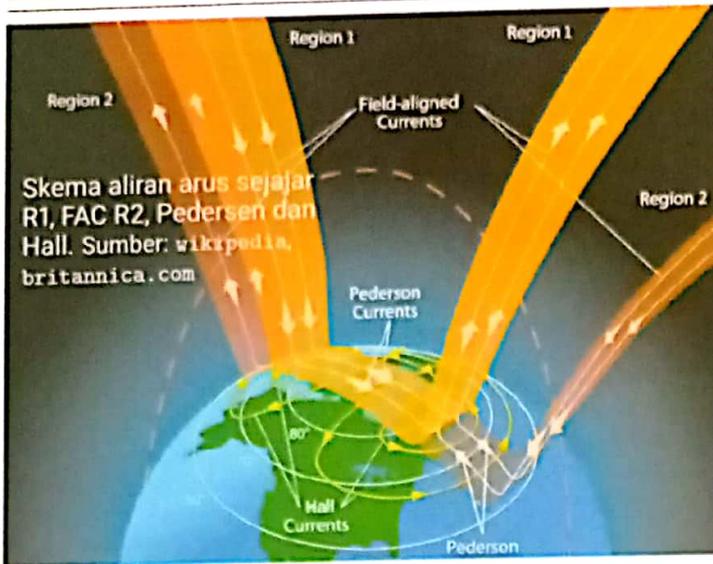
magnetosfer dan kuat arus di *magnetopause* yang memisahkan medan magnet antarplanet dengan medan magnet Bumi. Medan dan arah orientasi medan magnet antarplanet yang lebih besar mengontrol tingkat keterhubungan kedua medan magnet tersebut. Di dalam magnetosfer sendiri terdapat beberapa aliran arus tertutup yang melalui ionosfer di kutub-kutub, dengan konduktansinya ditentukan oleh tingkat radiasi masuk (*insolation*) dengan variasi harian, musiman dan mengikuti siklus Matahari 11

tahun. Gangguan magnetik terkait arus yang mengalir pada garis medan magnet, ionosfer dan di dalam magnetosfer sendiri memberikan informasi untuk lebih memahami kopling antara angin surya - magnetosfer - ionosfer.

Terdapat beberapa arus yang mengalir melewati ionosfer. Salah satunya adalah *Field Aligned Current* (FAC) atau dikenal juga sebagai arus Birkeland R1 (*region 1*) dan R2 (*region 2*). Arus ini mengalir dari dan keluar ionosfer di daerah kutub dan merupakan



Ilustrasi sistem arus magnetosfer yang turut dipengaruhi oleh medan magnet antarplanet. Sumber: <http://eng.sepc.ac.cn/introduction.php>



komponen dari sistem arus magnetosfer yang lebih besar. Dari perubahan pada FAC dapat dideduksi adanya perubahan pada komponen arus lainnya. Oleh karenanya, arus R1 dan R2 menghubungkan ionosfer kutub dengan magnetopause dan inner magnetosphere. Arus FAC R1 mengalir masuk/keluar ionosfer kutub pada daerah pagi/sore dan bergerak ke arah timur pada sisi siang dan barat pada sisi malam. Ia secara kontinu mengalami perubahan intensitas dan lokasi relatif terhadap sistem arus Chapman-Ferraro dan sistem arus ekor. Sedangkan arus FAC R2 mengalir keluar/masuk ionosfer kutub pada daerah pagi/sore dan menutup arus cincin parsial. Arus ini memiliki skala waktu perubahan yang lebih panjang karena hubungannya dengan distribusi tekanan plasma dari plasma sheet di dekat Bumi dan magnetosfer dalam. Perubahan tersebut bersifat kontinu, relatif terhadap sistem arus cincin dan ekor.

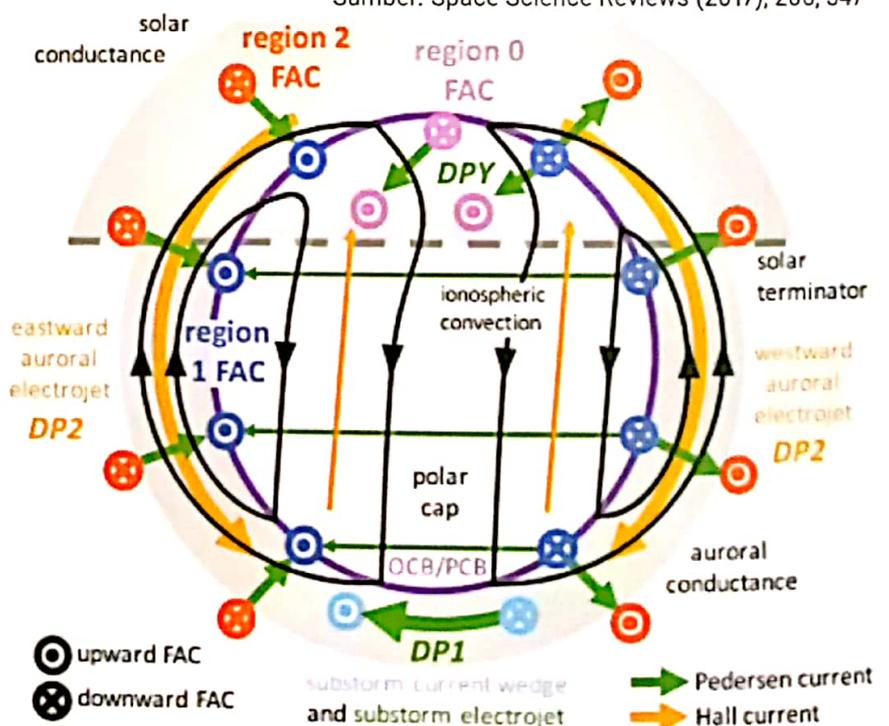
Aliran arus dari magnetopause → FACR1 → ionosfer → FACR2 → Partial Ring Current → FACR2 → Ionosfer FACR1 → magnetopause merupakan aliran konveksi yang kekuatannya dikontrol oleh besarnya konveksi di

magnetosfer dan konduktansi di ionosfer kutub. Konveksi magnetosfer diinisiasi oleh rekoneksi antara interplanetary magnetic field (IMF) arah selatan dan medan magnet Bumi di magnetopause dan juga di magnetotail. Sedangkan konduktansi ionosfer kutub seperti telah disebutkan sebelumnya dihasilkan oleh proses insolasi di daerah kutub dan presipitasi partikel bermuatan di daerah aurora dari magnetosfer yang menyebabkan ionisasi di ionosfer. Arus

Pedersen menutup arus FACR1/R2 dan mengalir melewati zona aurora. Arus Hall terhubung dalam sistem ini mengalir sebagai arus elektrojet yang mengarah ke timur maupun ke barat pada masing-masing sisi fajar dan senja.

Pada kenyataannya pengukuran langsung terhadap sistem arus ini sulit untuk dilakukan, tetapi dengan menggunakan jaringan magnetometer dapat diketahui perturbasi magnetik oleh arus-arus tersebut. Berdasarkan

Skema kompleks arus di ionosfer kutub utara. Sumber: Space Science Reviews (2017), 206, 547



pengukuran perturbasi tersebut kemudian dapat dibuat peta sistem arus, misalkan perturbasi yang berarah selatan diketahui diproduksi oleh arus ionosfer yang berarah barat. Meskipun tetap perlu kehati-hatian untuk menginterpretasikan arus ekuivalen sebagai turunan dari konduktansi dan kontribusi dari arus yang cukup jauh karena akan mempengaruhi hasilnya. Hal tersebut karena pola karakteristik perturbasi magnetik landas Bumi telah diidentifikasi dan dianggap berasal dari aspek lain dari arus-arus yang ada. Pada lintang tinggi pola perturbationnya diidentifikasi sebagai DP1, DP2 dan DPY. DP2 dihasilkan oleh elektrojet arus *Hall* yang mendominasi sisi fajar dan senja di daerah aurora, sedangkan DP1 sebagian besarnya merupakan pola pada sisi malam di daerah aurora dengan perturbasi berarah selatan terkait dengan peristiwa *substorm*. Dengan kata lain, DP2 dihubungkan dengan kuat arus

FACR1/R2 dan konveksi magnetosfer secara umum, sedangkan DP1 dihasilkan oleh elektrojet dan arus baji (*current wedge*) *substorm*. DPY terjadi pada sisi siang daerah aurora dan *polar cap*, dihasilkan oleh arus ionosfer yang terhubung dengan dengan daerah FAC R0. Polaritas arus ini bergantung pada orientasi komponen B_y medan magnet antarplanet. Di daerah lintang rendah, pengukuran magnetometer landas Bumi sangat sensitif terhadap perturbasi magnetik arus cincin dan *magnetopause* sisi siang.

Indeks geomagnet yang sensitif terhadap sistem arus DP1 dan DP2 adalah AU dan AL (*auroral upper* dan *auroral lower electrojet*) yang merupakan nilai *envelope* positif dan negatif perturbasi magnetik utara-selatan di daerah aurora. Jika elektrojet arah timur dan barat memiliki intensitas yang sama maka begitu pula AU dan AL, dan berlaku sebaliknya.

Hal ini dapat dianggap sebagai intensitas pola DP2 yang berarti juga sebagai konveksi *Dungey* skala luas. Pada saat pola DP1 aktif/muncul akan terlihat sebagai peningkatan nilai negatif pada AL dan dianggap sebagai tanda aktifitas *substorm*. Pada saat fasa pertumbuhan dan ekspansi *substorm*, rekoneksi di sisi siang dan malam mendorong terjadinya konveksi yang meningkatkan sistem arus DP2 dan selama fase ekspansi itu pula arus baji *substorm* menghasilkan gangguan DP1. Lalu apakah pada saat terjadi gangguan di medium antarplanet yang disebabkan oleh lontaran massa korona (CME), DP1 dan DP2 pun menjadi aktif? Hal tersebut bisa saja karena rekoneksi baik yang terjadi di sisi siang maupun malam akan meningkatkan konveksi magnetosferik dan ionosferik yang kemudian mengaktifkan DP1 dan DP2. ■

MATAHARI

Pengamatan Kromosfer Matahari

Oleh

R. Kesumaningrum

Pussainsa LAPAN

Hydrogen-alpha atau H-alfa (H_α) adalah garis emisi atom hidrogen yang tampak berwarna merah, terjadi ketika atom hidrogen turun dari tingkat energi terendah ketiga ke kedua. Transisi ini terjadi pada deret Balmer dengan panjang gelombang 656,28 nanometer. Spektrum H-alfa penting bagi para astronom karena dipancarkan oleh banyak nebula emisi dan seperti yang dikutip dari Wikipedia, karena garis Balmer yang biasa terlihat di spektrum berbagai objek, mereka

sering digunakan untuk menentukan kecepatan radial berkat pergeseran Doppler dari garis Balmer. Hal ini memiliki kegunaan antara lain dari mendeteksi bintang biner, ekso-planet, objek kompak seperti bintang neutron dan lubang hitam (dengan gerak hidrogen pada piringan akresi di sekitarnya), mengidentifikasi kelompok objek dengan gerakan yang sama dan mungkin asal mulanya (kelompok gerak, gugus bintang, dan gugus galaksi), menentukan jarak (pergeseran merah sebenarnya) galaksi atau kuasar, dan mengidentifikasi objek asing oleh analisis spektrumnya. Pada pengamatan

Matahari, garis Balmer dapat digunakan untuk mengamati fitur-fitur di kromosfer Matahari.

Kromosfer adalah lapisan atmosfer Matahari, berada di atas lapisan fotosfer dengan ketebalan sekitar 500 hingga 2000 km, merupakan lapisan atmosfer yang lebih tipis daripada lapisan Matahari lainnya. Bila fotosfer secara umum dinyatakan sebagai permukaan Matahari dan lokasi terlihatnya bintik Matahari, lapisan kromosfer, seperti halnya juga korona, sulit diamati langsung dikarenakan kerapatan materi kromosfer 10.000 kali lebih renggang dari fotosfer dan kalah terang dengan lapisan