



Satelit di orbit LEO tertangkap kamera digital dengan menggunakan lensa Canon f/3.5 18 mm eksposur 8 detik ISO 6400 saat subuh 04:40 WITA 14 Oktober 2020

atas ekuator Bumi dengan arah mengikuti arah rotasi Bumi, begitu pula periode orbitnya.

Sebagian RSO memiliki karakteristik orbit tertentu sehingga lintasannya di langit dapat ditentukan. Pengawasan RSO, terutama satelit dan sampah antariksa, hingga saat ini menjadi sesuatu yang terus dikembangkan. Pengawasan RSO ini dapat dilakukan dengan pengamatan optis. Karena kecepatan geraknya, dengan pengamatan *sidereal tracking*, RSO akan tampak seperti berkas cahaya dengan kecerlangan tetap. Arah dari berkas cahaya juga bersesuaian dengan parameter orbit dari RSO yang

teramati. Jika citra yang diambil secara konsekutif dengan waktu eksposur tertentu dengan jarak antar eksposur tetap digabungkan menjadi sebuah citra komposit, maka akan tampak jejak berkas cahaya pendek membentuk garis dengan jarak antar berkas cahaya pendek tertentu. Sedangkan untuk penggunaan citra dengan eksposur panjang, berkas cahaya akan berbentuk garis panjang yang melintasi langit jika medan pandang kamera cukup besar. Berkas cahaya panjang dalam citra muncul ketika objek LEO melintasi medan pandang. Waktu pengambilan citra juga bisa menjadi acuan. Karena RSO, terutama satelit dan sampah

antariksa di orbit rendah, hanya dapat diamati ketika masih tersinari oleh cahaya Matahari pada kisaran 2–3 jam setelah Matahari terbenam dan 2–3 jam sebelum Matahari terbit. Di luar waktu itu RSO di orbit rendah sudah memasuki bayangan Bumi sehingga tidak dapat teramati secara optis.

METEOR

Apabila RSO memiliki berkas cahaya dengan kecerlangan konstan, maka sebaliknya meteor akan tampak sebagai berkas cahaya yang meredup di salah satu ujungnya. Hal ini disebabkan oleh meteor adalah benda antariksa yang memasuki atmosfer Bumi dan terbakar. Meteor juga bisa tertangkap oleh kamera di sepanjang malam. Akan tetapi ada waktu-waktu tertentu ketika frekuensi munculnya meteor meningkat yang disebut hujan meteor. Tidak seperti RSO yang memiliki karakteristik orbit tertentu, meteor akan tampak muncul dari arah yang tidak terduga. Namun, saat terjadi hujan meteor, berkas cahaya yang tampak seolah berasal dari konstelasi tertentu. ■

LINGKUNGAN ANTARIKSA

Misi Memecahkan Misteri Angin Surya

Oleh

J. Muhamad | Pussainsa LAPAN

Selain memancarkan radiasi berupa gelombang elektromagnetik, Matahari juga secara terus menerus menghembuskan materi ke penjuru angkasa dalam bentuk plasma. Plasma adalah substansi atau gas terionisasi yang terdiri dari ion dan partikel bermuatan positif dan negatif serta bersifat konduktif dalam menghantarkan

listrik. Plasma yang berasal dari Matahari ini mengandung partikel bermuatan yang kebanyakan berupa elektron, proton, dan inti helium. Aliran plasma yang mengalir dari Matahari ini disebut sebagai angin Matahari atau terkadang juga dikenal sebagai angin surya. Karena Matahari juga merupakan bola plasma yang memiliki medan magnet yang sangat kuat dan dinamis, aliran plasma angin surya juga dipengaruhi oleh konfigurasi

medan magnet di permukaan dan atmosfer Matahari. Akibatnya, selain mengalir ke arah radial, pergerakan angin surya juga mengikuti medan magnet dari Matahari yang terbentang hingga ke ruang antarplanet membentuk suatu spiral.

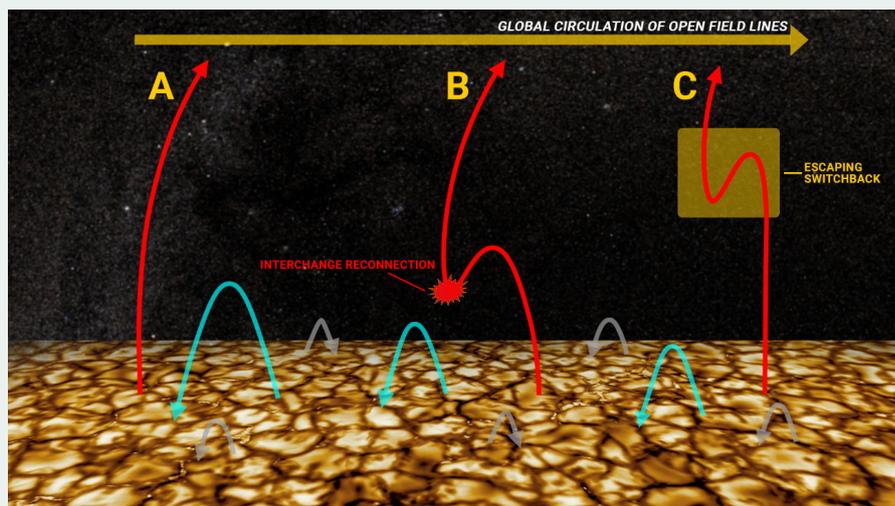
Saat angin surya sampai ke Bumi, interaksinya dengan selubung magnetik (magnetosfer) Bumi dapat menyebabkan terjadinya beberapa fenomena di atmosfer

seperti aurora. Pada keadaan tertentu, interaksi angin surya dan medan magnet Bumi dapat mengganggu kondisi medan magnet dan ionosfer Bumi sehingga mengganggu beberapa aspek kehidupan manusia. Penjelasan lebih lengkap mengenai pengertian angin surya dan dampaknya telah dibahas di *Buletin Cuaca Antariksa* Vol. 8 tahun 2019 dan Vol. 9 tahun 2020.

Beberapa misi antariksa yang diluncurkan sejak tahun 1950-an menemukan bahwa angin surya memiliki kecepatan yang bervariasi. Kecepatan angin surya pada umumnya berkisar antara 300–500 km/detik. Namun, terkadang kecepatan angin surya juga dapat mencapai lebih dari 800 km/s. Bahkan, pada saat terjadi lontaran massa korona yang kuat di Matahari, aliran plasma Matahari yang terdeteksi dapat mencapai kecepatan hingga 3000 km/detik.

Secara umum, angin surya dengan kecepatan di bawah 500 km/detik disebut sebagai angin surya lambat. Karena aliran angin surya bersifat tunak, artinya terus menerus (kontinu) mengalir, setiap variasi kecepatan yang terjadi akan mempengaruhi kecepatan aliran plasma yang telah ada sebelumnya di ruang antarplanet. Oleh sebab itu, pemahaman akan variabilitas kecepatan angin surya dapat membantu kita mengantisipasi dampak buruk akibat adanya peningkatan kecepatan angin surya.

Berdasarkan pengamatan terhadap konfigurasi medan magnet di permukaan (fotosfer) dan korona (atmosfer terluar) Matahari, angin surya yang berkecepatan relatif tinggi berasal dari daerah di Matahari



Medan magnetik tertutup (biru) dan terbuka (merah) di atas permukaan Matahari serta proses interaksi medan magnet terbuka dan tertutup (Kredit: Justin Kasper and Levi Hutmacher/University of Michigan College of Engineering)

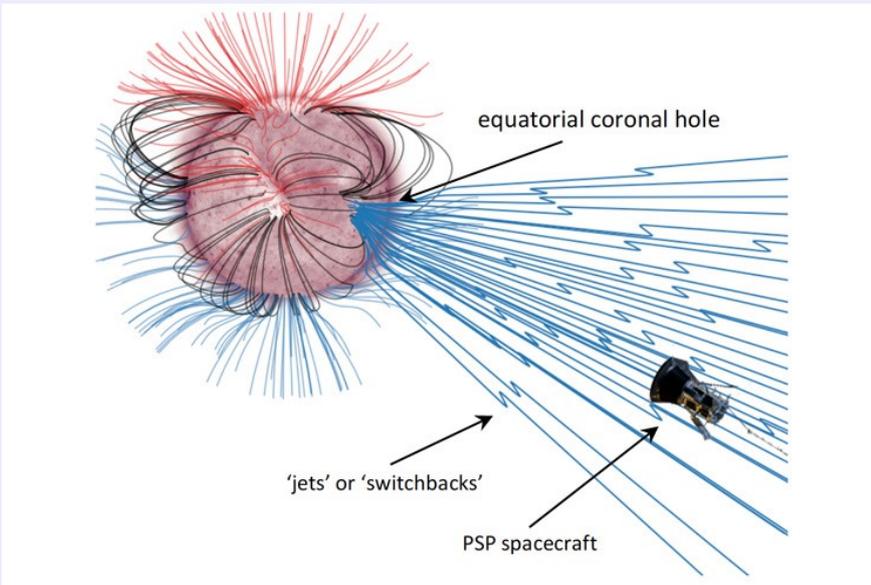
yang disebut sebagai lubang korona. Lubang korona adalah daerah di atas permukaan Matahari yang memiliki konfigurasi medan magnet terbuka. Karakteristik ini berbeda dengan bagian Matahari lainnya yang memiliki medan magnet tertutup. Pada daerah dengan medan magnet tertutup, kedua kaki lengkungan (*loop*) magnetik tertambat ke permukaan Matahari. Namun, pada daerah dengan medan magnet terbuka, hanya salah satu kaki *loop* saja yang tertambat, sedangkan kaki lainnya menjulur ke ruang antarplanet.

Meskipun secara umum kaitan antara konfigurasi medan magnet di Matahari dan kecepatan angin Matahari telah diketahui, tetapi mekanisme dan sumber sejati dari adanya perbedaan kecepatan angin surya belum sepenuhnya dipahami. Apakah angin surya berkecepatan rendah dihasilkan oleh medan magnet tertutup yang berinteraksi dengan medan magnet terbuka atau berasal dari angin Matahari berkecepatan tinggi yang diperlambat? Jawaban dari pertanyaan tersebut mungkin dapat dipecahkan jika kita dapat secara

langsung mengukur apa yang sebenarnya terjadi di korona Matahari.

Salah satu cara paling meyakinkan untuk mengungkap misteri tersebut adalah dengan melakukan pengukuran langsung (*in-situ*) angin surya di korona Matahari. Untuk menjawab persoalan ini, diluncurkanlah sebuah misi wahana antariksa bernama *Parker Solar Probe* (PSP). Nama Parker diambil dari nama seorang ilmuwan Amerika Serikat bernama Eugene Parker yang mengawali teori aliran supersonik angin surya.

PSP diluncurkan oleh badan antariksa Amerika Serikat (NASA) pada bulan Agustus 2018 dan menjadi wahana antariksa pertama yang akan mendekati Matahari hingga jarak terdekatnya direncanakan mencapai 6,9 juta km. Jarak ini relatif sangat dekat dengan Matahari dibandingkan jarak Bumi ke Matahari yang mencapai sekitar 150 juta km. Hingga saat ini, jarak terdekat PSP dengan Matahari telah mencapai 13,46 juta km yang terjadi pada September 2020. Dengan jarak sedekat itu, PSP diharapkan dapat melakukan pengukuran



Medan magnet di korona Matahari dan keberadaan *switchback* yang terdeteksi oleh PSP (Kredit ilustrasi: UC Berkeley; gambar PSP: NASA/John Hopkins APL)

parameter-parameter angin surya secara langsung pada awal proses pembentukan angin surya. Sampai saat ini, PSP telah mengungkap setidaknya satu

temuan baru mengenai karakteristik penjalaran angin surya di korona. Berdasarkan pengukuran beberapa parameter angin surya yang dilakukan oleh PSP saat mengorbit di dekat

Matahari, diketahui bahwa medan magnet beserta plasma angin surya yang bersamanya mengalami pembalikan arah secara drastis di korona. Keadaan pembalikan ini disebut sebagai *switchback*.

Adanya *switchback* pada medan magnet Matahari dapat menjadi petunjuk bagi para ilmuwan untuk memahami mekanisme percepatan atau mungkin perlambatan angin surya. Tentunya perlu waktu bagi para ilmuwan di seluruh dunia untuk dapat memahami temuan-temuan baru dari hasil pengukuran PSP yang mungkin akan masih terus bermunculan. Harapannya, suatu saat nanti misteri mekanisme percepatan dan sumber angin surya akan dapat dipecahkan.

LINGKUNGAN ANTARIKSA

Sabuk Radiasi di Antarksa Bumi

Oleh

L.M. Musafar | Pussainsa LAPAN

Magnetosfer Bumi adalah daerah antariksa yang didominasi oleh medan magnet Bumi. Daerah ini memiliki peran penting dalam melindungi Bumi dari potensi kerusakan yang dapat timbul karena pengaruh kelistrikan dari ruang antarplanet akibat keberadaan aliran angin surya yang terus menerus menyelubungi Bumi. Mirip dengan perisai pengaman, magnetosfer bersifat menyerap dan membelokkan aliran plasma angin surya tersebut. Badai cuaca antariksa ekstrem dapat menciptakan radiasi kuat dalam sabuk radiasi Van Allen dan membangkitkan arus listrik kuat. Ada banyak bukti dan penelitian yang mengungkap efek arus

listrik kuat tersebut dan menyebabkan terjadinya kerusakan jaringan kelistrikan di lingkungan Bumi. Jika dampak dari pengaruh yang demikian tidak dicegah maka hal tersebut tentu dapat menimbulkan kerugian besar.

Sabuk radiasi pertama kali ditemukan pada awal era antariksa melalui eksperimen peluncuran Explorer 1 pada tanggal 31 Januari 1958. Sebenarnya, satelit tersebut diluncurkan untuk tujuan menyelidiki sinar kosmis, dan hanya membawa pencacah Geiger sederhana yang dilengkapi *tape recorder* sebagai alat perekam. Pada tahun yang sama juga diluncurkan satelit Explorer 3 dan 4 serta Pioneer 3. Melalui eksperimen tersebut James Van

Allen seorang fisikawan Amerika mendeduksi adanya daerah berbentuk donat besar mengelilingi Bumi. Akibat medan magnet Bumi, partikel bermuatan berenergi tinggi terjebak di dalam suatu daerah dengan rentang lintang tertentu di sekeliling Bumi sehingga membentuk struktur seperti sabuk berbentuk donat. Dalam waktu singkat di awal era antariksa ditemukan adanya dua sabuk radiasi. Sabuk radiasi ini sering disebut sebagai sabuk Van Allen. Sabuk Van Allen yang letaknya lebih jauh dari permukaan Bumi sering disebut sebagai sabuk-radiasi-luar, dan yang lebih dekat disebut sabuk-radiasi-dalam. Sabuk-radiasi-luar berada pada jarak sekitar 13500–58000 km dari permukaan Bumi, sedangkan sabuk-radiasi-dalam terletak pada