

PENEMUAN ATOM HIDROGEN DARI PENGAMATAN STEREO PADA KEJADIAN FLARE X9, TANGGAL 5 DESEMBER 2006

Emanuel Sungging Mumpuni
Peneliti Bidang Matahari dan Antariksa, LAPAN

ABSTRACT

Recent finding from STEREO observation have shown that on the event of Big Solar Flare, class X9 on December, 5th 2006, this event emitting pure, single species neutral Hydrogen atoms instead of usual energetic particles, as previously well known as the byproduct of flare. This finding gave new understanding of the flare, because previously astronomers believe, there will be no atom intact because of the flare, as the Energetic Neutral Atoms was believed came from another mechanism.

ABSTRAK

Penemuan terkini dari pengamatan STEREO menunjukkan bahwa pada peristiwa ledakan Matahari (*solar flare*) X9 pada kejadian Matahari 5 Desember 2006, alih-alih menghasilkan partikel-partikel hancuran atom, tetapi malah mendapatkan bahwa atom-atom Hidrogen masih utuh dan murni diemisikan dari ledakan tersebut. Temuan ini memberikan pemahaman baru pada studi tentang ledakan Matahari karena selama ini pemahaman tentang ledakan Matahari menganggap bahwa tidak ada atom yang bisa ditemukan akibat ledakan Matahari, sedangkan atom-atom netral berenergi tinggi (*Energetic Neutral Atoms*) bisa didapatkan dari mekanisme yang lain.

Kata kunci: *Energetic Neutral Atoms, Solar Flare, STEREO*

1 PENDAHULUAN

Misi STEREO (*Solar Terrestrial Relations Observatory*) adalah untuk mendapatkan gambaran ruang 3 dimensi CME dan ruang dalam lingkup korona serta heliosfer. Satelit-satelit STEREO terdiri dari dua buah satelit yang berada pada posisi mendahului dan mengikuti Bumi pada posisi tertentu, membentuk sudut 30 dan 60 derajat satu sama lain terhadap Bumi, berjarak 1 AU (Rust, 1998). STEREO baru diluncurkan pada Oktober 2006, dan berhasil mendapatkan citra tiga dimensi Matahari pada sekitar fase tenang Matahari.

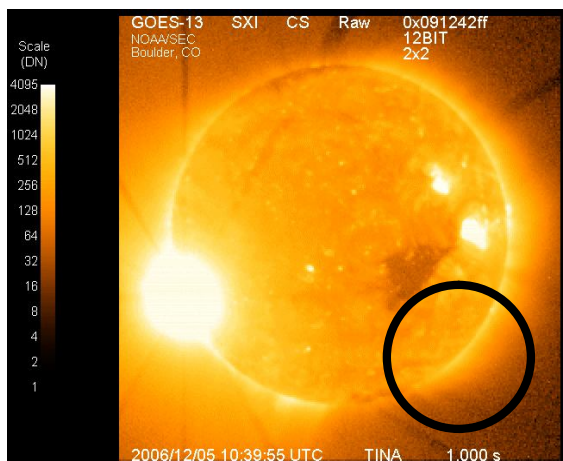
Pada pengamatan tanggal 5 Desember 2006, terjadi ledakan Matahari yang mencapai tingkat X9, termasuk yang paling besar selama 30 tahun terakhir aktivitas Matahari. Tetapi temuan yang menarik dari pengamatan STEREO adalah, ditemukannya emisi atom Hidrogen yang berasal dari ledakan tersebut, alih-alih semburan partikel

hancuran atom yang selama ini telah ditemukan pada pengamatan ledakan. Semburan atom ini merupakan tipe atom-atom netral berenergi (*Energetic Neutral Atoms/ENAs*), dan ternyata hanya ditemukan populasi tunggal atom-atom Hidrogen, tanpa ada kontaminasi atom-atom lain, bahkan tidak ditemukan adanya atom-atom Helium.

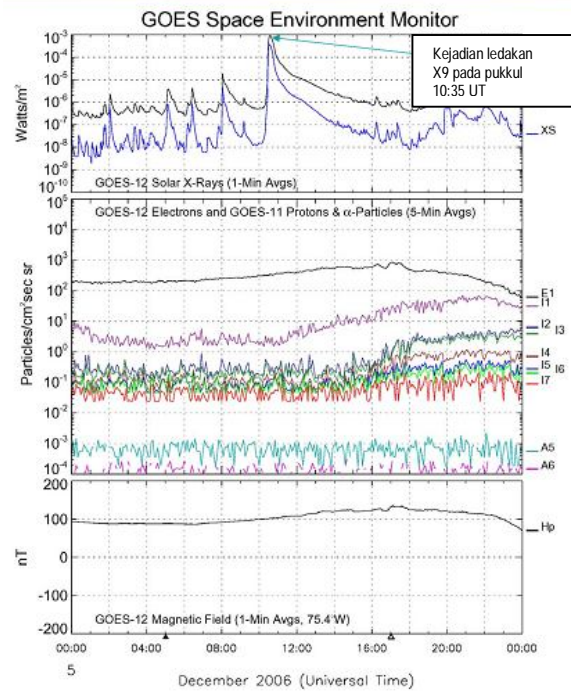
Selama ini, ENA, secara khusus atom hidrogen telah ditenggarai berperan penting pada emisi angin plasma Matahari pada domain ungu-ultra ekstrim, yang dihasilkan dari pertukaran muatan antara partikel alpha Matahari dengan hidrogen antar planet (Gruntman, 2004). Sedangkan telah diketahui bahwa ledakan Matahari biasanya berasosiasi dengan partikel-partikel pecahan atom, seperti elektron, proton atau ion-ion. Dengan demikian, ledakan Matahari yang berasosiasi dengan adanya atom netral Hidrogen merupakan temuan baru dalam studi ledakan Matahari.

2 PENGAMATAN

Pada pengamatan tanggal 5 Desember 2006, instrumen Teleskop Energi Rendah (*Low Energy Telescopes/LETs*) STEREO menangkap adanya peningkatan seketika proton antara 1,6 – 15 MeV, ketika orientasi kedua LETs melingkupi Matahari sehingga bisa menangkap bujur heliograf Matahari mencapai 360 derajat. Partikel yang datang terukur berasal dari 7° bujur. Kemudian ditemukan bahwa 60% dari 1,6-15 MeV proton teramati dalam tiga jam semenjak *onset* ledakan (sebelum bongkahan partikel energetik Matahari mulai sampai di Bumi) datang dari lintang 10° dari Matahari (Gambar 2-1). Ketika setiap kedatangan ~ 100 proton individu dikoreksi pada pengukuran energi kinetik, didapatkan bahwa profil emisi menyerupai profil sinar-x lunak GOES, dan berlangsung selama ~1 jam, sedangkan pada pengamatan partikel non-atomis (electron, proton partikel alpha), serta pada pengamatan medan magnetis tidak menunjukkan adanya gangguan (Gambar 2-2).



Gambar 2-1: Ledakan Matahari kelas X9 5 Desember, 2006, dari pengamatan Solar X-Ray Imager satelit GOES-13 milik NOAA terlihat bahwa ledakan terjadi pada wilayah tepi Matahari (dalam lingkaran). (Sumber: NASA)



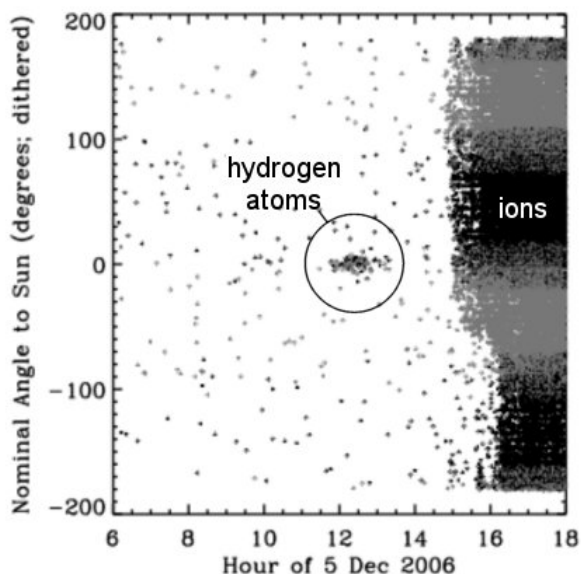
Gambar 2-2: Profil flux sinar-x dari pengamatan GOES 11 & 12, menunjukkan bahwa pada tanggal 5 Desember 2006 terjadi peningkatan energi sinar – x, yang berasosiasi dengan terjadinya ledakan pada Matahari pada tanggal tersebut, dan terjadi pada pukul 10:35 UT (grafik paling atas). Sedangkan pada pengamatan partikel belum menunjukkan adanya peningkatan aktivitas (grafik tengah), serta belum ada peningkatan medan magnetic (grafik paling bawah). (Sumber: SWPC)

Pada energi yang lebih tinggi, 13-100 MeV dari pengamatan Teleskop Energi Tinggi (*High Energy Telescopes/HETs*) yang tidak mengarah langsung ke Matahari, hanya terjadi peningkatan yang sangat kecil. Kendati profil waktu LETs konsisten dengan kemungkinan peluruhan-netron dari proton, tetapi arah kedatangan dan spektrum energi lebih memberikan penjelasan tentang adanya kejadian proton merupakan akibat atom netral berenergi yang datang langsung dari Matahari. Selang tiga puluh menit setelah kejadian tersebut, detektor tidak merekam adanya

kegiatan, tetapi setelah itu datang gelombang kedua, berupa partikel-partikel yang biasa berasosiasi dengan ledakan, seperti proton, ion-ion helium, oksigen, dan besi (Mewaldt, et al., 2008).

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari analisis cacah partikel STEREO, (*particle counts*), terlihat bahwa kejadian emisi atom hidrogen berkaitan dengan tempat terjadinya ledakan X9, yang terjadi pada sekitar sudut yang sempit pada posisi tertentu di Matahari, sedangkan kejadian ion seolah-olah datang dari seluruh permukaan Matahari (Gambar 3-1).



Gambar 3-1: Cacah partikel oleh STEREO yang berasosiasi dengan kejadian ledakan pada 5 Desember 2006. Absis menjelaskan waktu kejadian, sedangkan ordinat menjelaskan bentang sumbu yang teramati pada Matahari (Sumber: NASA)

Hal ini membutuhkan penjelasan baru, apakah kejadian ledakan yang disertai adanya emisi atom netral itu memang terjadi pada setiap ledakan. Kalau memang demikian, perlu dicari penjelasan untuk memahami, atom hidrogen bisa tetap utuh setelah terjadi ledakan, dan ledakan yang bisa mempertahankan atom tersebut juga berasosiasi dengan semburan-semburan

partikel berat, sebagaimana yang telah terjadi selama ini dan teramati. Tentunya pertanyaan-pertanyaan ini masih harus dicari jawabannya oleh para peneliti Matahari.

Dalam model standar ledakan, ledakan terjadi akibat rekoneksi magnetik yang sangat panas, sehingga bisa memisahkan elektron-elektron dari atom-atom, menghasilkan gas partikel bermuatan listrik yang dikenal sebagai plasma. Pada temperatur yang sangat tinggi tersebut, maka kejadian ledakan yang sangat besar seringkali teramati pada kejadian sinar-x, dan bisa mempercepat partikel-partikel yang terurai dari atom tersebut mencapai laju cahaya. (Kopp, et al., 1976). Oleh karena itu, dalam model standar tidak pernah diasumsikan bahwa pada kejadian ledakan akan ditemukan adanya atom-atom netral.

Menurut Mewald, (2008), semua atom-atom akan hancur ketika terjadi ledakan, terutama ledakan yang terjadi pada kelas besar (X9). Tetapi, ketika emisi partikel hancuran atom tersebut tepat saat lepas dari atmosfer Matahari mengarah ke Bumi, beberapa proton menangkap kembali elektron, membentuk kembali atom-atom hidrogen. Atom yang terbentuk tersebut bergerak dengan cepat dan langsung menjauh sebelum terbongkar kembali. Dan karena atom hidrogen bermuatan netral, maka atom-atom tersebut dapat bergerak langsung menjauhi Matahari tanpa mengalami interferensi Magnetik.

Sedangkan, ion-ion dan partikel berat cenderung bermuatan, sehingga mengalami interferensi magnetik oleh medan magnet Matahari, sehingga arah penjarannya mengalami defleksi ketika menjauhi Matahari, dan akibatnya, teramati seperti datang dari berbagai arah pada permukaan Matahari.

4 KESIMPULAN

Flare X9 yang terjadi pada bagian tepi tidak mengarah langsung ke Bumi, sehingga dampak yang ditimbulkan tidak

sampai mengganggu lingkungan sekitar Bumi, sehingga dari laporan-laporan sebelumnya tidak tercatat adanya kejadian istimewa yang berkaitan dengan ledakan ini. Tetapi karena untuk pertama kalinya ditemukan adanya atom hidrogen netral yang utuh diemisikan pada saat terjadinya ledakan Matahari merupakan aspek yang untuk pertama kalinya teramati.

Temuan ini memberikan gambaran baru pada kejadian ledakan Matahari: bahwa atom hidrogen mungkin saja terbentuk dan berasosiasi dengan ledakan Matahari, dan mungkin selama ini telah terjadi, tetapi baru bisa teramati oleh adanya pengamatan STEREO.

Tetapi dugaan ini masih membutuhkan pengamatan lebih lanjut, terus menerus, dan bersamaan dengan meningkatnya aktivitas Matahari, maka kejadian-kejadian yang akan terjadi bisa memberikan gambaran tentang keterkaitan antara keberadaan atom hidrogen dengan kejadian ledakan Matahari.

DAFTAR RUJUKAN

- Gruntman, M., Izmodenov, V., 2004. *Mass Transport in the Heliosphere by Energetic Neutral Atoms*, JGR, 109, A12, A12108.
- Kopp, R. A.; Pneuman, G. W., 1976. *Magnetic Reconnection in the Corona and the Loop Prominence Phenomenon*, SPh, 50, p. 85-98.
- Mewaldt, R. A.; Leske, R. A.; Stone, E. C.; Labrador, A. W.; Davis, A. J.; Cohen, C. S.; Cummings, A. C.; von Rosenvinge, T. T.; Wiedenbeck, M. E., 2008. *STEREO Observations of Energetic Neutral Atoms during the 5 December 2006 Solar Event*, Proceeding of American Geophysical Union, Fall Meeting 2008 (akan diterbitkan).
- Rust, D. M., 1998. *The Solar STEREO Mission*, Proceeding of Crossroads for European Solar and Heliospheric Physics. Recent Achievements and Future Mission Possibilities.