

# CME DAN PANCARAN ANGIN SURYA YANG TERKAIT

A. Gunawan Admiranto

Peneliti Pusat Sains Antariksa, LAPAN

## ABSTRACT

Coronal mass ejections (CME) are solar activities which produce energetic particles and expelled them to space. This particles become the solar wind which can reach the earth. This work investigates the CME phenomena and their associated effects, including the solar wind expelled from these events in order to assess the effects it caused to regions far from the sources of these CMEs. It was found that there are some CME which caused high velocity solar wind, but there are some which are not. It needs further investigation to explain these discrepancies.

## ABSTRAK

Pelontaran massa korona (CME) adalah salah satu aktivitas matahari yang menghasilkan pancaran partikel energi tinggi ke angkasa. Partikel-partikel ini kemudian menjadi angin surya yang selanjutnya bisa mencapai bumi. Telaah ini mencoba melakukan analisis pada beberapa peristiwa CME yang cukup besar untuk bisa mendapatkan informasi mengenai pengaruh yang mungkin bisa diberikannya pada daerah-daerah yang cukup jauh melalui pancaran angin surya yang dihasilkannya. Untuk itu diamati juga gejala-gejala angin surya yang kemungkinan diakibatkan oleh CME tersebut. Didapat bahwa beberapa peristiwa CME menghasilkan angin surya yang cukup deras, tetapi ada juga yang tidak menghasilkan angin surya yang cukup deras. Perbedaan ini masih perlu ditelaah lebih lanjut dalam rangka mendapatkan gambaran yang lengkap mengenai adanya perbedaan-perbedaan tersebut.

kata kunci: *Pelontaran massa korona, Tepi piringan matahari, Angin surya, Partikel energi tinggi*

## 1 PENDAHULUAN

Matahari banyak menghasilkan peristiwa yang cukup besar pengaruhnya bagi daerah-daerah yang terletak jauh dari matahari. Yang termasuk di sini adalah peristiwa pelontaran massa korona (CME) dan *flare* yang kemudian memancarkan pancaran partikel-partikel energi tinggi dari matahari dan selanjutnya bisa sampai ke bumi. Partikel-partikel yang sampai di bumi ini kemudian bisa mengakibatkan munculnya badai medan magnet bumi yang bisa berpengaruh pada kegiatan-kegiatan manusia seperti komunikasi atau pengoperasian satelit.

Penelitian tentang peristiwa di matahari yang menghasilkan badai medan magnet bumi sudah banyak dilakukan, walaupun belum ada kata sepakat tentang hal ini. Michalek et al. (2007) mengatakan bahwa CME yang berasal

dari daerah-daerah yang dekat dengan meridian matahari adalah yang akan mengakibatkan badai medan magnet yang paling kuat. Mereka melakukan pengamatan pada CME halo yang berlangsung antara tahun 1996 sampai 2002. Mereka mendapatkan data sejumlah 144 peristiwa CME. Dan dari jumlah ini 74% (101 buah) mereka bisa mendapatkan posisi, kecepatan, dan lebar sudut peristiwa CME itu. Mereka juga mendapatkan bahwa peristiwa CME yang bisa memberikan pengaruh ke Bumi cenderung berasal dari daerah belahan barat matahari, memiliki kecepatan cukup besar (lebih besar dari 1100 km/detik), dan terletak dekat dengan pusat piringan matahari.

Zhukov (2005) yang melakukan analisis pada data EIT dan LASCO dari wahana SOHO mencoba melakukan

analisis mengenai sumber peristiwa CME yang menghasilkan badai medan magnet bumi. Ia mendapatkan bahwa sumber yang bisa memberikan pengaruh ke Bumi terletak di dekat tepi piringan matahari. Di sini tampak bahwa temuan Zhukov ini berbeda dengan yang didapat oleh Michalek et al. (2007).

Salah satu tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui manakah di antara kedua pendapat di atas yang benar. Diharapkan dengan melakukan telaah pada berbagai peristiwa CME yang kemudian dikaitkan dengan pancaran angin surya bisa diperoleh kepastian mengenai CME yang seperti apa yang bisa menghasilkan gangguan medan magnet bumi.

## 2 DATA DAN METODOLOGI

Dalam upaya mendapatkan pemahaman lebih mendalam tentang peristiwa CME yang kemudian mengakibatkan pengaruh yang bisa terasa di Bumi, dalam hubungan ini dicoba dicari berbagai peristiwa CME dan kemudian dicari data pancaran angin surya yang berlangsung sekitar 1-2 hari sesudahnya, sehingga bisa dilihat intensitas pancaran angin surya yang terjadi pada saat itu dan dengan demikian bisa diperkirakan bagaimana pengaruh yang diberikan oleh CME itu pada lingkungan bumi.

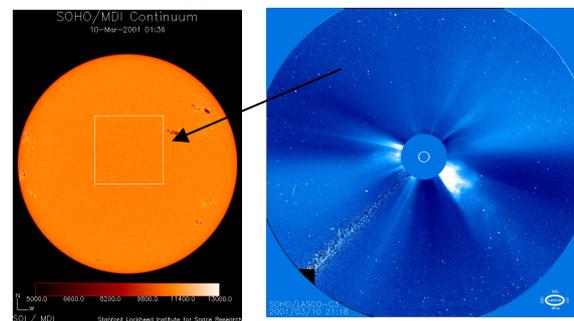
Data pelontaran masa korona diambil dari situs SOHO, yaitu data CME, citra matahari yang menunjukkan peristiwa *flare* dan citra CME. Selanjutnya, data angin surya diambil dari situs WIND- *Solar Wind Experiment*. Di sini, diambil data kecepatan, kerapatan partikel, dan kuat medan magnet yang diakibatkan oleh angin surya tersebut.

Peristiwa pancaran partikel energi tinggi di matahari yang terkait dengan peristiwa *flare* dan pelontaran massa

korona yang ditinjau adalah peristiwa-peristiwa yang berlangsung pada tanggal, 10 Maret 2001, 3 Januari 2002, 25 Januari 2002, 23 Januari 2003, 12 Februari 2003, 23 Juli 2004, 18 Agustus 2004, dan 8 Desember 2004. Data yang dipilih adalah data pada tanggal-tanggal ini karena peristiwa CME yang terekam cukup kuat sehingga bisa membangkitkan angin surya yang cukup deras sehingga diharapkan bisa memberikan pengaruh cukup kuat pada daerah yang jauh. Selanjutnya semua peristiwa yang berlangsung di tanggal-tanggal tersebut akan ditinjau satu persatu, seperti di bawah ini.

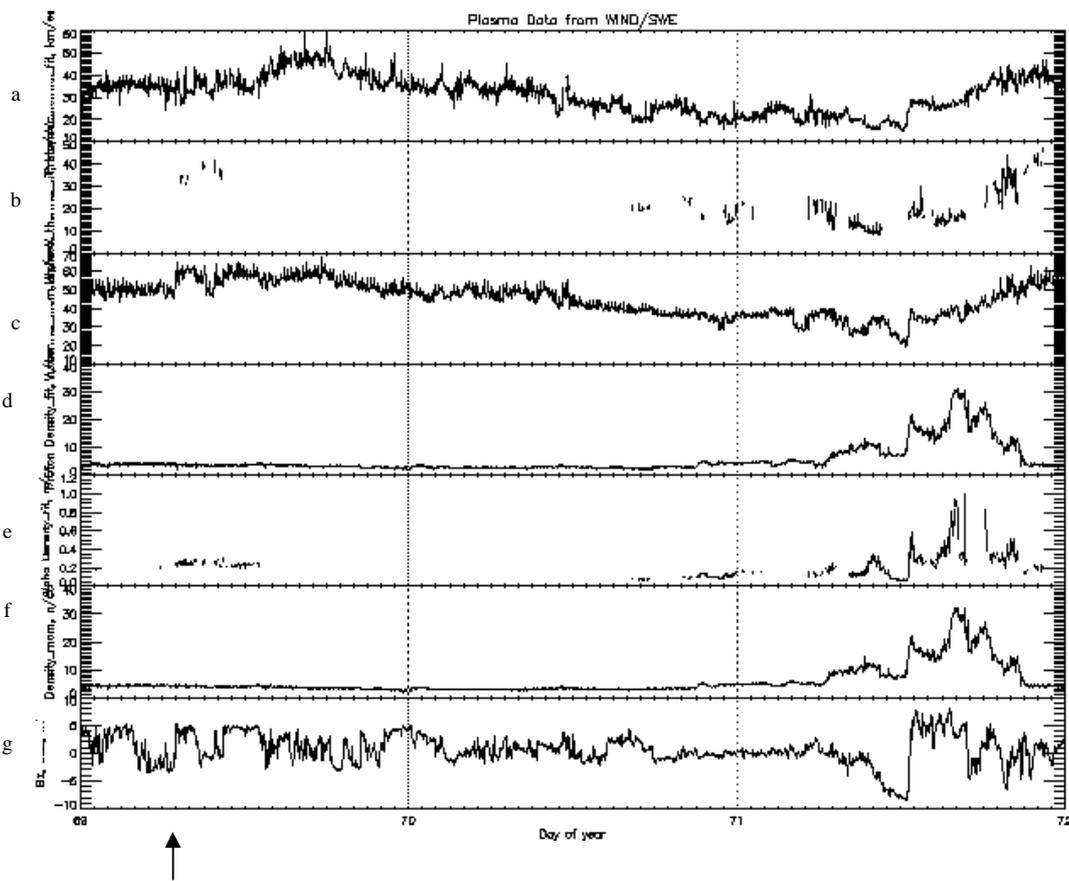
## 3 ANALISIS DAN HASIL

### a. CME Tanggal 10 Maret 2001



Gambar 3-1: Peristiwa CME dan daerah aktif yang diduga terkait dengan peristiwa CME tersebut. Tampak bahwa CME ini bukan merupakan sebuah CME halo. Tanda panah menunjukkan lokasi berlangsungnya CME

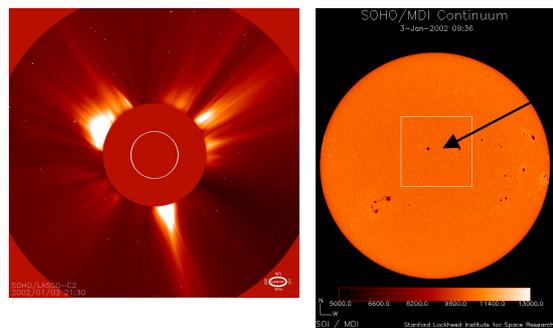
Pada Gambar 3-1 tampak citra CME, kecepatan CME dan daerah aktif yang diduga bersesuaian dengan peristiwa CME tersebut. Pada gambar ini terlihat bahwa CME dan daerah aktif yang terkait tidak terletak di tepi piringan matahari.



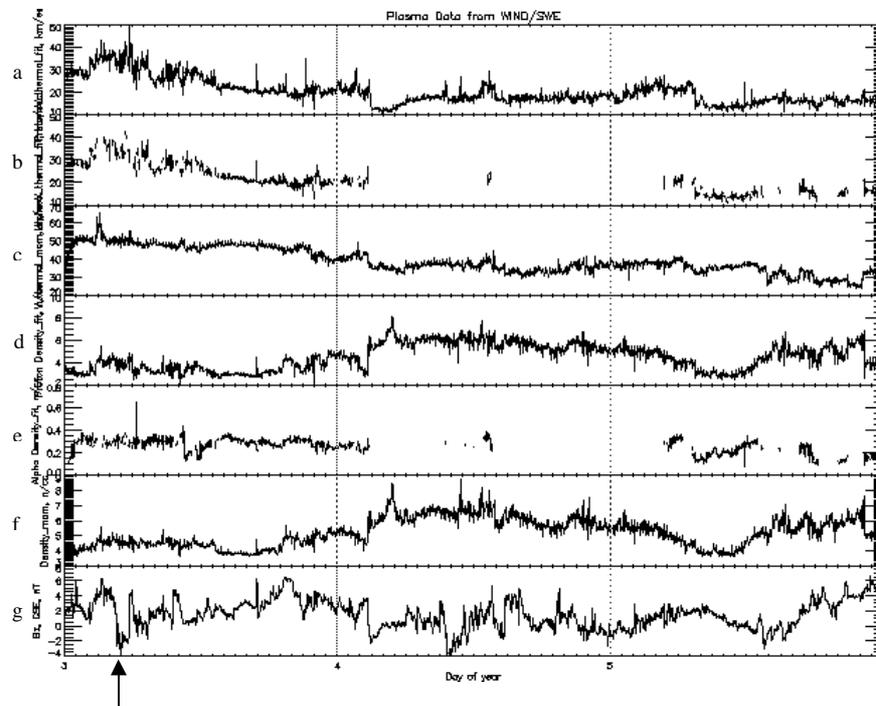
Gambar 3-2 Peristiwa CME dan daerah aktif yang diduga terkait dengan peristiwa CME tersebut. Tampak bahwa CME ini bukan merupakan sebuah CME halo. Seperti pada Gambar 3-2, bagian a) sampai g) menunjukkan kecepatan, kerapatan, dan kuat medan magnet angin surya yang diakibatkan oleh CME tersebut. Tanda panah menunjukkan saat berlangsungnya peristiwa CME tersebut yang kemudian berpengaruh ke bumi

Gambar 3-2 menunjukkan terjadinya peningkatan intensitas pancaran angin surya beberapa hari setelah CME berlangsung sebagaimana terlihat di bagian kanan gambar ini. Dari sini tampak bahwa CME ini memang menghasilkan radiasi partikel energi tinggi yang kemudian berpengaruh pada daerah di sekitar bumi. Untuk itu perlu ditelaah lebih lanjut bagaimana pengaruh yang diberikan pada medan magnet bumi.

**b. CME Tanggal 3 Januari 2002**



Gambar 3-3: Peristiwa CME yang berlangsung di tepi piringan matahari. Tanda panah menunjukkan lokasi tempat CME

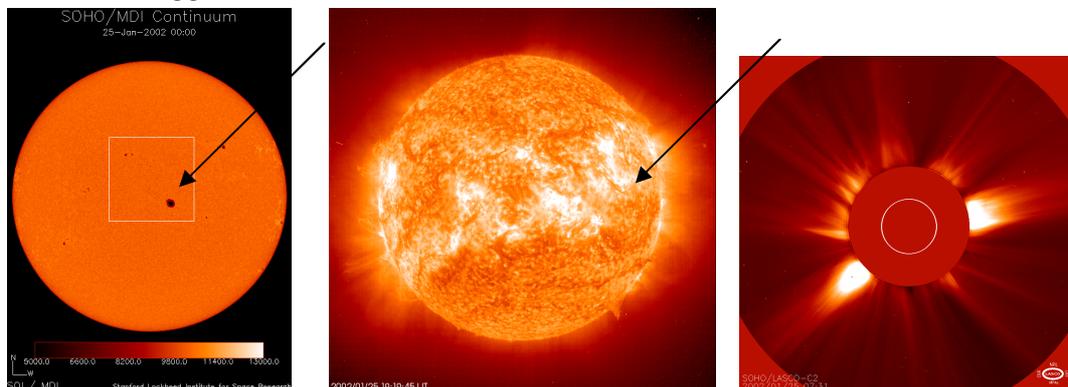


Gambar 3-4: Adanya CME tampak tidak memberikan banyak pengaruh pada pancaran angin surya dari matahari. Tampak bahwa pancaran angin surya ini tak banyak berubah. Seperti pada Gambar 3-2, huruf-huruf a sampai g menunjukkan kecepatan dan kerapatan proton, kecepatan dan kerapatan momen proton, serta medan magnet dalam arah selatan. Tanda panah menunjukkan saat berlangsungnya CME

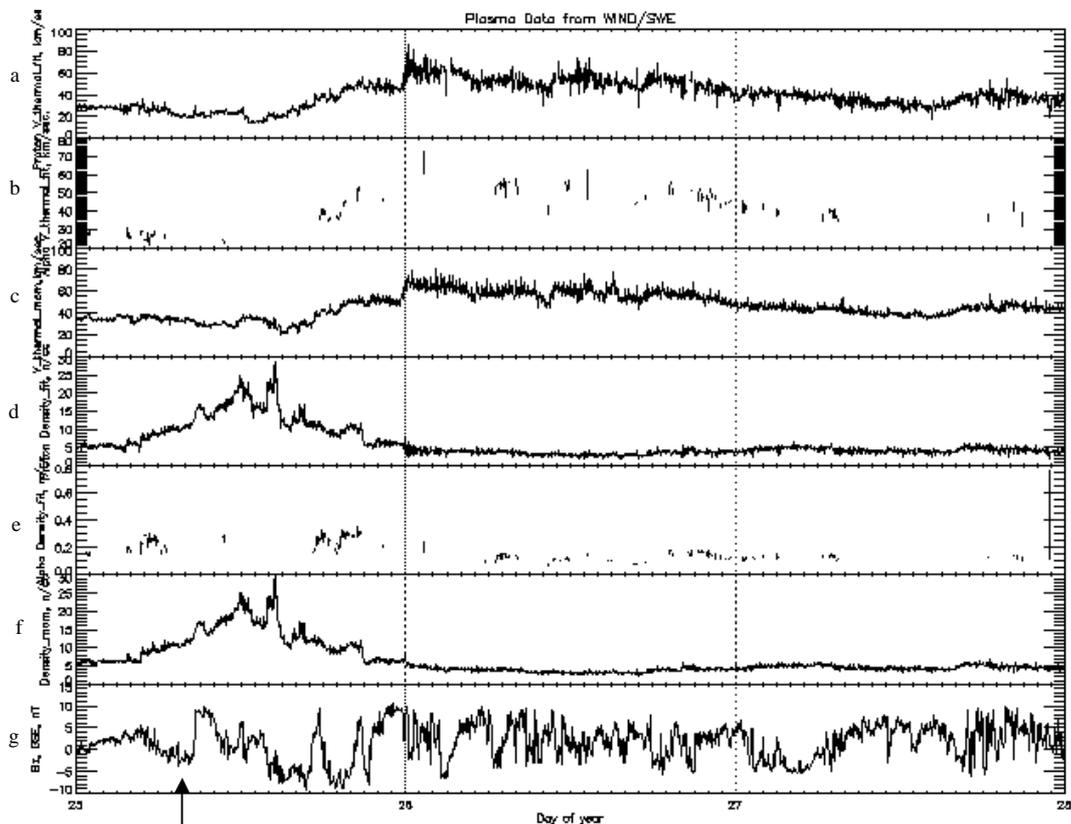
Pada Gambar 3-3 tampak bahwa daerah aktif dan CME yang terkait dengan daerah aktif tersebut terletak di tepian piringan matahari. Pancaran angin surya seperti pada Gambar 3-4 menunjukkan bahwa peristiwa CME tidak banyak memberikan pengaruh pada kecepatan radiasi angin surya yang sampai di dekat bumi. Berbeda dengan yang terjadi pada tanggal 10 Maret 2001,

CME yang terjadi pada tanggal ini tidak banyak menghasilkan perubahan pada pancaran radiasi angin surya, dan mungkin pancaran radiasi yang ditimbulkan CME ini tidak cukup kuat untuk menghasilkan peningkatan radiasi angin surya.

**c. CME tanggal 25 Januari 2002**



Gambar 3-5: Peristiwa CME yang berlangsung pada tanggal 25 Januari 2002. Di sini tidak jelas apakah daerah aktif ini terkait langsung dengan CME yang muncul. Tanda panah menunjukkan tempat berlangsungnya CME

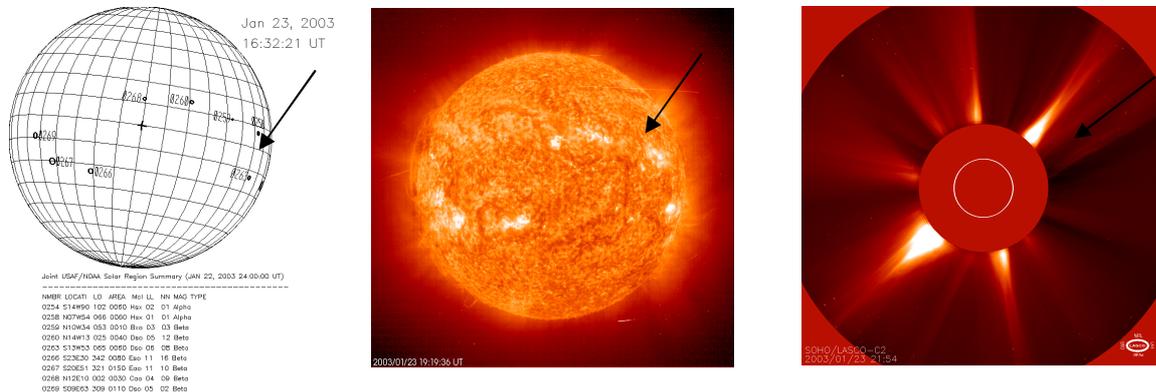


Gambar 3-6: Adanya CME tampak tidak memberikan banyak pengaruh pada pancaran angin surya dari matahari. Tampak bahwa perubahan intensitas angin surya berlangsung sesaat saja. Seperti pada Gambar 3-2, huruf-huruf a sampai g menunjukkan kecepatan dan kerapatan proton, kecepatan dan kerapatan momen proton, serta medan magnet dalam arah selatan

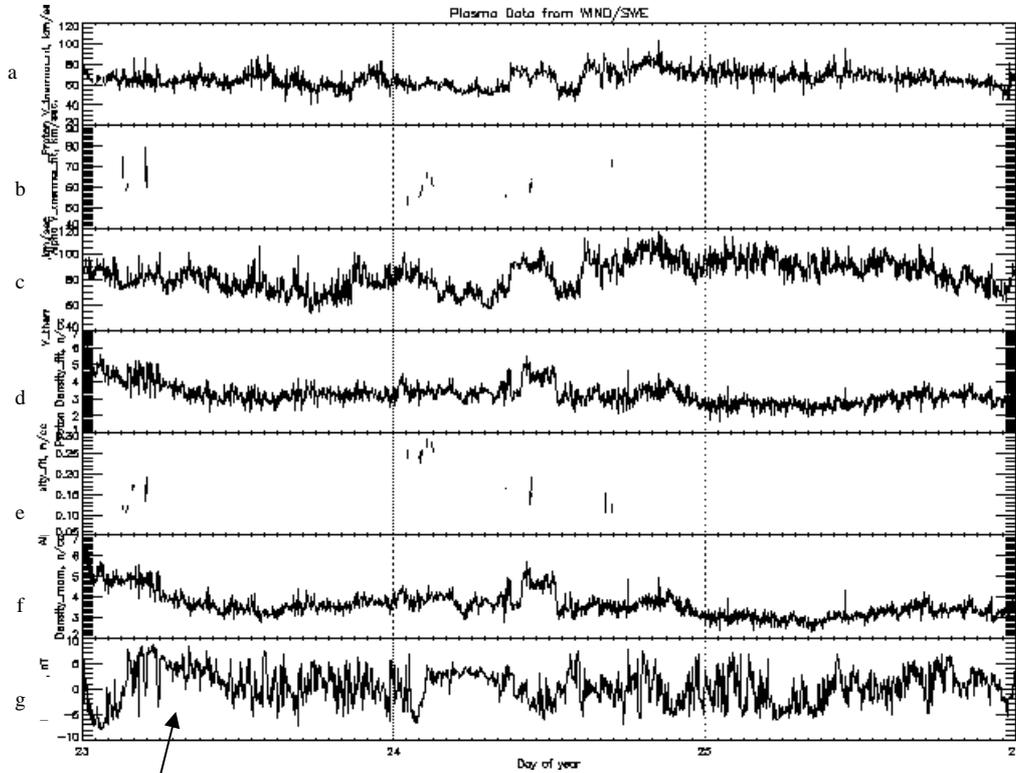
Tampak pada Gambar 3-5 bahwa pada tanggal ini CME yang diduga terkait dengan peristiwa flare berlangsung tidak di tepi piringan matahari, melainkan di tengah piringan matahari. Tampak juga bahwa CME yang terjadi pada tanggal ini adalah CME halo.

Dari Gambar 3-6 tampak bahwa peningkatan pancaran radiasi angin surya terjadi beberapa saat setelah CME dan hanya berlangsung sesaat saja. Ini mungkin karena intensitasnya yang tidak terlalu kuat.

**d. CME tanggal 23 Januari 2003**



Gambar 3-7: Peristiwa CME yang berlangsung pada tanggal 23 Januari 2003 di tepi piringan matahari. Tampak bahwa kaitan antara CME dan angin surya tidak terlalu jelas

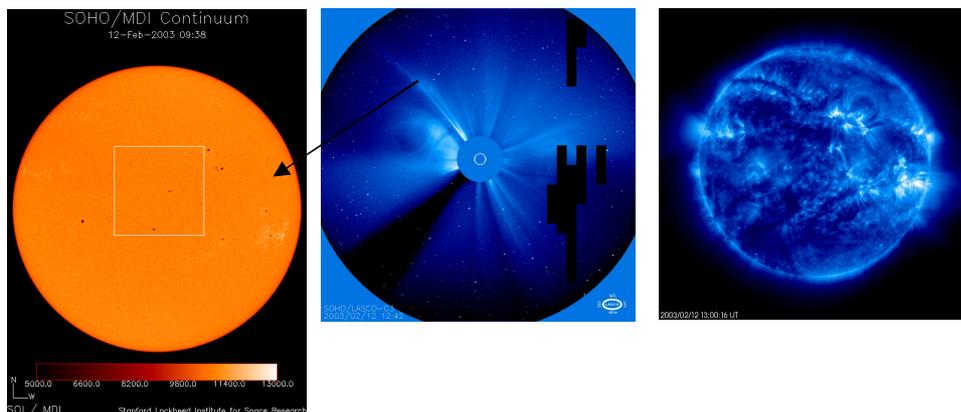


Gambar 3-8: Adanya CME tampak tidak memberikan banyak pengaruh pada pancaran angin surya dari matahari. Seperti pada Gambar 3-2, huruf-huruf a sampai g menunjukkan kecepatan dan kerapatan proton, kecepatan dan kerapatan momen proton, serta medan magnet dalam arah selatan

Seperti yang terjadi pada tanggal 25 Januari 2002, tampak di sini bahwa daerah aktif dan CME yang terkait dengannya tidak terletak di piringan matahari, melainkan agak ke tengah (Gambar 3-7).

Pancaran radiasi angin surya yang diduga terkait dengan CME tanggal 25 Januari 2002 tampaknya tidak mendapatkan pengaruh dari CME tersebut (Gambar 3-8).

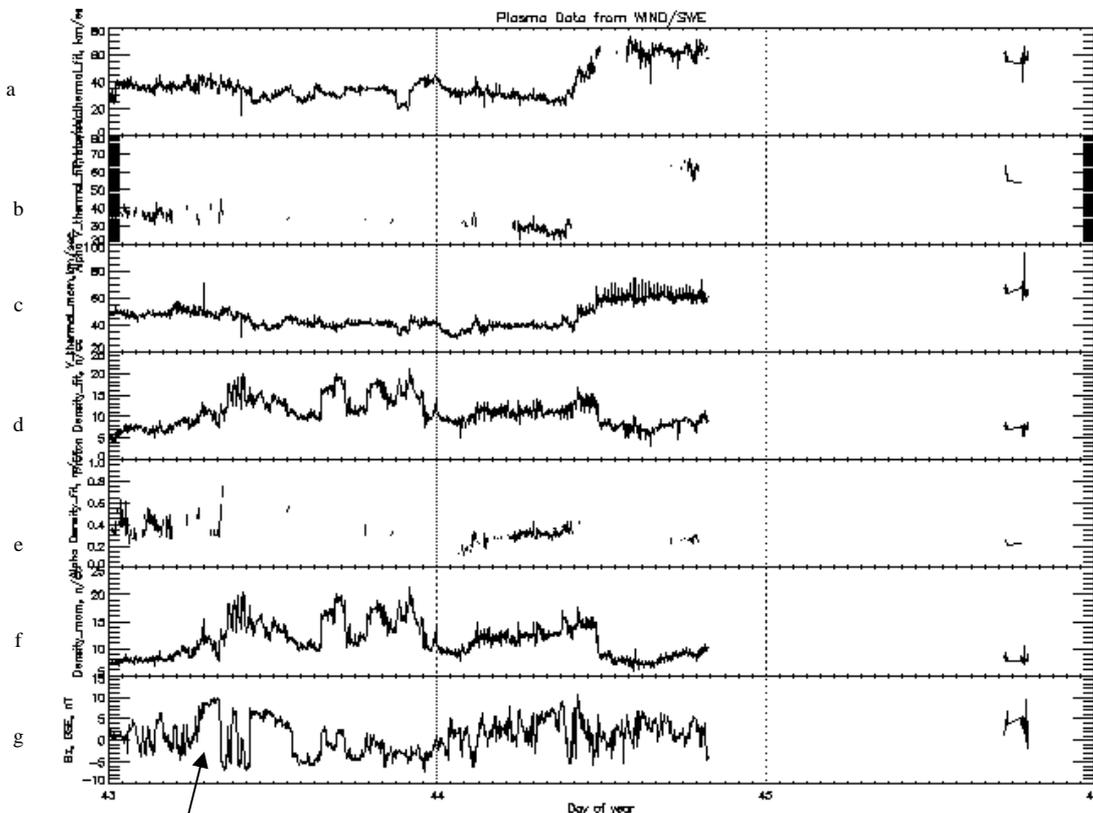
**e. CME tanggal 12 Feb 2003**



Gambar 3-9: Peristiwa CME yang berlangsung di tepi piringan matahari, tanggal 12 Februari 2003

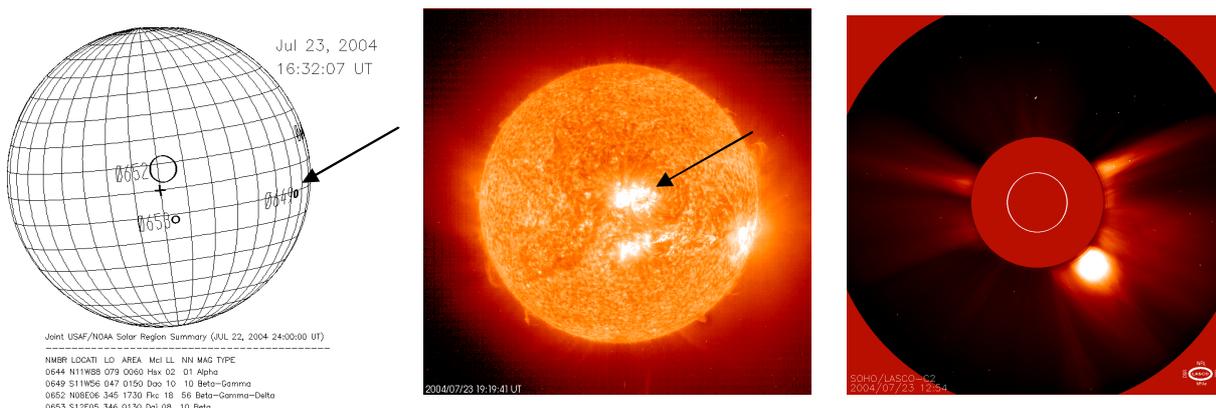
CME yang terjadi pada tanggal ini terkait dengan daerah aktif yang terletak di tepi piringan matahari (Gambar 3-9). Pada data pancaran angin surya tampak bahwa CME tidak memberikan pengaruh

pada pancaran angin surya sebagaimana terlihat pada Gambar 3-10. Ini bisa dimengerti karena intensitas dan bentuk CME yang bukan merupakan CME halo.

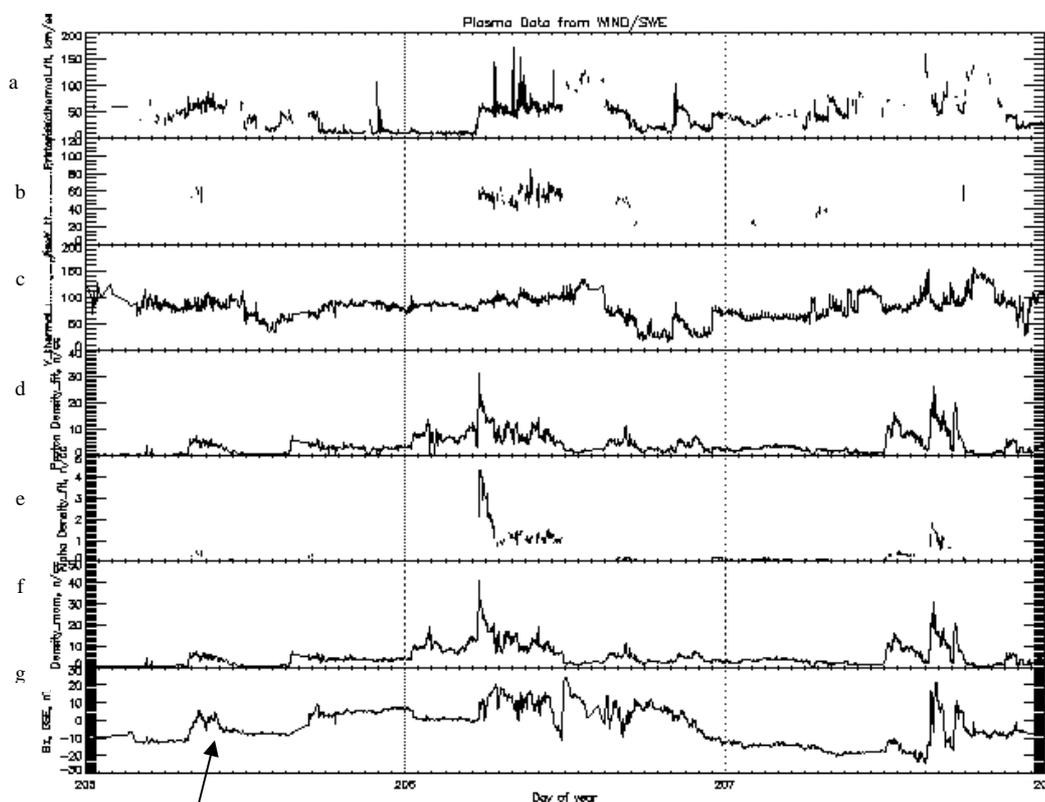


Gambar 3-10: Adanya CME tampak tidak memberikan banyak pengaruh pada pancaran angin surya dari matahari. Seperti pada Gambar 3-2, huruf-huruf a sampai g menunjukkan kecepatan dan kerapatan proton, kecepatan dan kerapatan momen proton, serta medan magnet dalam arah selatan

f. CME tanggal 23 Juli 2004



Gambar 3-11: Peristiwa CME yang berlangsung di tepi piringan matahari, pada tanggal 23 Juli 2004

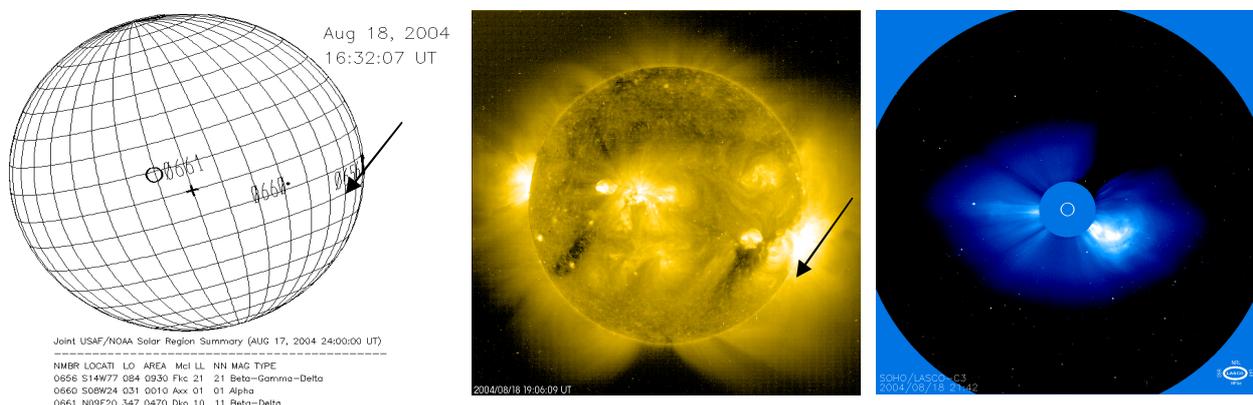


Gambar 3-12: Adanya CME tampak tidak berpengaruh pada pancaran angin surya dari matahari. Seperti pada Gambar 3-2, huruf-huruf a sampai g menunjukkan kecepatan dan kerapatan proton, kecepatan dan kerapatan momen proton, serta medan magnet dalam arah selatan. Tampak pancaran angin surya yang terekam tidak banyak dipengaruhi oleh peristiwa CME

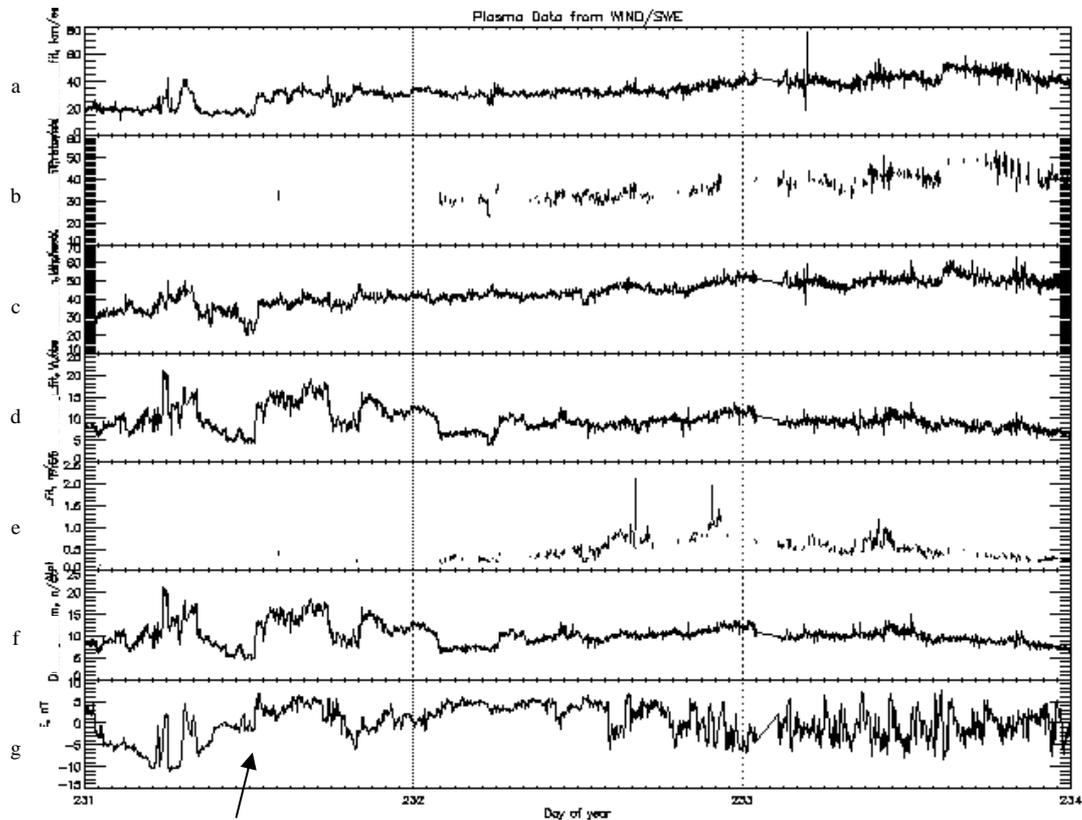
Tampak pada Gambar 3-11 bahwa CME terkait dengan daerah aktif yang terletak di tepi piringan matahari. Tampak pula bahwa CME ini bukanlah

tipe CME halo. Pada Gambar 3-12 tampak bahwa CME ini tidak memberikan pengaruh pada peristiwa angin surya.

**g. Peristiwa tanggal 18 Agustus 2004**



Gambar 3-13: Peristiwa CME yang berlangsung pada tanggal 18 Agustus 2004. Panah menunjukkan lokasi berlangsungnya CME



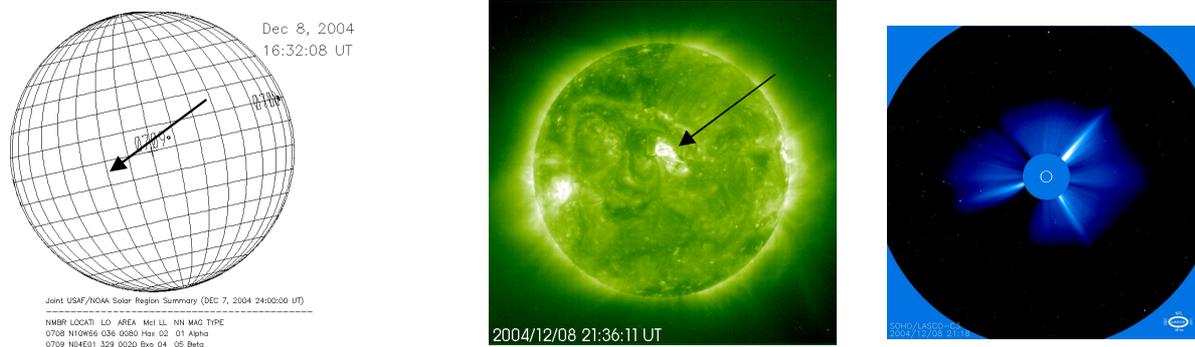
Gambar 3-14: Pancaran angin surya yang terkait dengan peristiwa CME yang berlangsung pada tanggal 18 Agustus 2004. a) kecepatan proton, b) kerapatan proton, c) kecepatan partikel alfa, d) kerapatan partikel alfa, e) momen proton, f) kerapatan momen proton, dan g) kuat medan magnet dalam arah ke selatan. Tanda anak panah menunjukkan waktu berlangsungnya CME, dan tampak bahwa pengaruh yang dihasilkannya terasa hampir 2 hari kemudian.

Flare pada tanggal ini terjadi pada pukul 17:40 UT dan berkelas X1.8, dan dari data diperoleh bahwa semburan tipe II berlangsung pada pukul 17:44 UT dan CME terjadi pada pukul 17:05 UT. Pada Gambar 3-13 tampak bahwa daerah aktif dan CME yang terkait dengannya terdapat di tepi piringan matahari.

Intensitas pancaran angin surya sebagaimana yang terlihat pada Gambar 3-14 menunjukkan bahwa pengaruh yang diakibatkan oleh adanya CME itu

memang ada, tetapi tidak terlalu jelas, dan peningkatannya berlangsung sedikit demi sedikit seperti yang terlihat pada kurva a (yang menunjukkan kecepatan proton yang dilemparkan CME) dan kurva nomor c yang menunjukkan kecepatan partikel alfa). Kuat medan magnet yang ditunjukkan di kurva terbawah menunjukkan adanya peningkatan juga, meskipun tidak terlalu kentara.

## h. CME tanggal 8 Desember 2004



Gambar 3-15: Peristiwa CME yang berlangsung di tengah piringan matahari, data pancaran angin surya tidak bisa diperoleh

Data pancaran angin surya pada situs SWE (*Solar Wind Experiment*) setelah berlangsungnya CME pada tanggal tersebut di atas tidak bisa diperoleh, (Gambar 3-15) tampak bahwa dari pancaran CME yang terjadi, angin surya yang terjadi tidak terlalu banyak memberikan pengaruh pada kecepatan angin surya dan juga pada kuat medan magnet yang terletak di sekitar bumi.

## 4 PEMBAHASAN

Dari berbagai pengamatan yang sudah dilakukan pada bagian terdahulu, tampak bahwa peristiwa CME akan menghasilkan pancaran angin surya dengan berbagai karakteristik. Ada CME yang kemudian menghasilkan gangguan medan magnet bumi, tetapi ada juga CME yang tidak menghasilkan gangguan medan magnet bumi. Hal ini tampaknya terkait dengan berbagai aspek dari CME itu sendiri, seperti kecepatan awal, arah, cakupan CME itu, yaitu apakah berupa CME halo atau bukan.

Kahler et al. (2001) menyatakan bahwa pancaran partikel energi tinggi yang datang dari matahari (*solar energetic particles*) terbagi menjadi dua jenis, yaitu yang bersifat impulsif dan yang bersifat gradual. Pancaran impulsif berasal dari ledakan flare, sedangkan pancaran gradual berasal dari peristiwa CME. Dengan memperhatikan data pancaran angin surya yang terkait

dengan peristiwa-peristiwa CME sebagaimana terlihat di atas, memang betul bahwa pancaran partikel energi tinggi yang terkait dengan CME adalah peristiwa yang bersifat gradual. Hal ini tampak dari perubahan kecepatan angin surya yang berasal dari CME tersebut yang tidak berlangsung drastis pada sebagian besar peristiwa pada tanggal-tanggal tersebut di atas. Hal ini berlaku juga pada medan magnet yang mengarah ke selatan ( $B_z$ ) yang dianggap bisa memberikan pengaruh di Bumi. Akan tetapi, pada kasus-kasus seperti yang terjadi pada tanggal 10 Maret 2001 dan 23 Juli 2004, tampak bahwa kuat medan magnet  $B_z$  mengalami perubahan yang cukup drastis sekitar 2 hari setelah CME berlangsung walaupun kecepatan partikel yang dipancarkan CME ini tidak mengalami perubahan sedrastis yang dialami medan magnet dalam kurun waktu yang sama.

Gopalswamy et al. (2002) mencoba melakukan analisis pada kaitan antara CME dengan pancaran partikel energi tinggi (*solar energetic particles*). Mereka menggunakan data CME sejumlah 124 buah yang sebagian besar berasal dari bagian matahari yang tidak menghadap Bumi, dan dari jumlah ini 42 buah terkait dengan adanya pancaran partikel energi tinggi, di mana CME yang terkait dengan SEP ini terjadi di belahan barat matahari. Dari semua peristiwa CME

seperti yang tersebut di atas, yang terjadi di belahan barat matahari adalah yang berlangsung pada tanggal 10 Maret 2001, 3 Januari 2002, 12 Februari 2003, 23 Juli 2004, dan 18 Agustus 2004 (50%). Dalam hal ini, tampak bahwa pada beberapa kasus, yaitu yang terjadi pada tanggal 18 Agustus 2004, 23 Juli 2004, 12 Februari 2003, dan 3 Januari 2003, peristiwa CME berlangsung di bagian tepi piringan matahari, dan bila dikaitkan dengan peristiwa perubahan medan magnet yang terjadi 2 hari setelah peristiwa CME, tampak bahwa perubahan medan magnet yang berlangsung drastis tidak terjadi pada semua CME tersebut.

## 5 KESIMPULAN

Dari berbagai pengamatan pada peristiwa CME, tampak bahwa tidak semua CME ini terkait dengan daerah aktif yang terletak di tepi piringan matahari. Hal ini bertentangan dengan yang sudah dikemukakan oleh Zhukov (2005) yang mengatakan bahwa CME yang bisa memberikan pengaruh ke Bumi berasal dari daerah yang terletak

di tepi piringan matahari, padahal tidak semua bersifat demikian seperti yang sudah ditunjukkan oleh Michalek et al. (2007). Mungkin perbedaan pandangan antara kedua penelitian ini berasal dari karakteristik CME yang mereka telaah. Untuk itu perlu ditelaah lebih lanjut karakteristik lain yang dimiliki semua CME ini, misalnya kecepatan, arah, dan sifat-sifat badai medan magnet yang dihasilkan oleh peristiwa-peristiwa CME ini.

## DAFTAR RUJUKAN

- Gopalswamy, N., Yashiro, S., Michalek, G., Kaiser, M. L., Howard, R. A., Reames, D. V., Leske, R. von Rosenvinge, T., 2002. *The Astrophysical Journal*, 572, L103.
- Kahler, S.W., Reames, D.V., Sheeley, N.R. Jr., 2001. *The Astrophysical Journal*, 562:558-565.
- Michalek, G., Gopalswamy, N., Lara, N., Yashiro, S., 2007. *Space Weather*.
- Zhukov, A. N., K. P. Dere, J. Wang & Y. Yan, eds., 2005. *Coronal and Stellar Mass Ejections*, Proceedings IAU Symposium No. 226.