

# SEMBURAN RADIO MATAHARI DAN KETERKAITANNYA DENGAN FLARE MATAHARI DAN AKTIVITAS GEOMAGNET

Clara Y. Yatlni  
Peneliti Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa, LAPAN  
email: clara@bdg.lapan.go.id

## ABSTRACT

Solar radio burst is not always found during the occurrence of strong geomagnetic storm, although in general the intensity of the geomagnetic storm will be stronger if the flare causing storm is accompanied by radio burst. Bigger flares have higher possibilities to be followed by radio bursts. Most associated bursts are type II followed by type IV bursts. However, the flare importance has no good correlation with the geomagnetic storm intensity.

## ABSTRAK

Semburan radio matahari tidak selalu ditemui pada kejadian badai geomagnet yang kuat meskipun pada umumnya intensitas badai akan lebih kuat bila flare yang mengakibatkan badai ini diikuti oleh semburan radio. Flare yang lebih besar mempunyai kemungkinan yang lebih tinggi untuk disertai dengan semburan radio. Semburan radio yang terkait sebagian besar adalah tipe II yang terjadi bersama-sama dengan tipe IV. Akan tetapi importansi flare ternyata tidak mempunyai keterkaitan yang erat dengan intensitas badai geomagnet.

Kata kunci: *Semburan radio matahari, Flare, Badai geomagnet*

## 1 PENDAHULUAN

Aktivitas matahari seringkali dikaitkan dengan naiknya aktivitas geomagnet, dan demikian juga sebaliknya, badai geomagnet yang kuat sering terkait dengan rangkaian flare yang terjadi di matahari. Dalam studinya mengenai efek geomagnet yang ditimbulkan oleh flare matahari, Bell (1963) memperoleh bahwa flare yang berasal dari grup bintik matahari yang kompleks akan lebih memungkinkan mempengaruhi geomagnet dibandingkan dengan flare yang berasal dari grup bintik yang sederhana. Aktivitas geomagnet yang teramati di bumi pada umumnya dikaitkan dengan munculnya lontaran massa korona (*coronal mass ejection/CME*) dan gelombang kejut atau kecepatan angin matahari yang tinggi. CME ini memerlukan waktu 2-5 hari untuk dapat mencapai bumi.

Setiap flare kuat yang diamati secara optis (flare H $\alpha$ ) umumnya diikuti oleh semburan tipe II dan tipe IV. Semburan radio tipe II dihasilkan dari emisi plasma yang ditimbulkan oleh gelombang kejut pada saat merambat keluar dari korona matahari dengan kecepatan 500 - 1000 km/detik (Robinson, 1985), dan merupakan bukti utama adanya *coronal shocks* (Bai & Dennis, 1985). Sebagian besar semburan tipe II ini berasosiasi dengan CME (Sheeley *et al.*, 1984). Sedangkan tipe IV disebabkan oleh radiasi synchrotron, dan umumnya mempunyai durasi yang lebih panjang. Walaupun tidak semuanya, pada umumnya tipe IV ini terjadi mengikuti tipe II.

Pengamatan secara optis (H $\alpha$ ) mengklasifikasikan flare berdasarkan luasnya, dan disebut sebagai importansi. Berdasarkan importansinya, flare

dibedakan menjadi beberapa kelas, mulai dari yang terkecil sampai terbesar yaitu kelas S, 1, 2, 3, dan 4. Kelas S atau (0) mempunyai luas  $\leq 200$ , kelas 1 luasnya 200 – 500, kelas 2 luasnya 500 – 1200, kelas 3 luasnya 1200 – 2400, dan kelas 4 luasnya  $> 2400$  sepersejuta hemisfer matahari.

Pada tulisan ini akan dilihat bagaimana keterkaitan antara semburan radio matahari dengan flare (yang diamati dalam panjang gelombang Ha) dan intensitas badai geomagnet yang diakibatkannya. Periode yang akan diteliti adalah badai geomagnet yang terjadi selama selang waktu tahun 1996 – 2006 (kira-kira satu siklus aktivitas matahari ke 23).

## 2 DATA DAN METODE

Metode identifikasi sumber gangguan di matahari dipaparkan dalam Zhang *et al.* (2003). Secara ringkas metode identifikasinya adalah sebagai berikut; setelah memperoleh waktu munculnya badai geomagnet, maka untuk mengidentifikasi sumber di matahari yang menyebabkan munculnya gangguan geomagnet, langkah-langkah yang dilakukan adalah melihat sampai selang waktu antara 15 – 120 jam ke belakang untuk mencari kandidat CME yang memungkinkan. Batas waktu 120 jam diambil dengan pertimbangan bila kecepatan angin matahari terendah adalah sekitar 350 km/detik, maka dapat mencapai bumi dalam waktu kira-kira 119 jam. Sedangkan batas bawah 15 jam diambil dari kecepatan CME yang terbesar yang pernah diamati, yaitu sebesar 2657 km/detik. Setelah diperoleh CME, maka dilihat flare dan juga semburan radio yang menyertainya.

Data yang digunakan untuk mengetahui intensitas badai diperoleh dari *World Data Center for Geomagnetism Kyoto*. Intensitas badai geomagnet

umumnya dinyatakan dengan indeks Dst (*Disturbance Storm Time Index*). Indeks Dst makin kecil menunjukkan intensitas badai geomagnet yang makin kuat. Untuk tahun 1996 sampai dengan 2006 diperoleh 91 badai geomagnet kuat dengan intensitas badai Dst  $\leq -100$  nT. Kriteria Dst  $\leq -100$  nT ini menunjukkan tingkat geomagnet yang kuat. Dari keseluruhan badai yang teridentifikasi ditelusuri sumbernya di matahari, dan dilihat juga keterkaitannya dengan semburan radio tipe II dan tipe IV, serta flare Ha. Data semburan radio dan flare diperoleh dari *National Geophysical Data Center*. Dari hasil identifikasi ini kemudian dicari keterkaitan antar parameter, yaitu semburan radio, durasinya, kelas flare, dan badai geomagnet kuat.

## 3 HASIL DAN ANALISIS

### 3.1 Keterkaitan Semburan Radio dengan Badai Geomagnet Kuat

Dari 91 badai geomagnet kuat yang diperoleh, yang mempunyai keterkaitan dengan semburan radio tipe II dan IV adalah sebanyak 37 peristiwa (sekitar 41%). Keterkaitan badai geomagnet dengan semburan radio ditunjukkan pada Tabel 3-1. Pada tabel ini ditunjukkan bahwa walaupun tidak semua badai terkait dengan semburan radio, intensitas badai secara rata-rata lebih kuat apabila CME atau flare yang menyebabkan badai tersebut disertai oleh semburan radio. Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Bell (1963) yang menyatakan bahwa badai geomagnet biasanya didahului oleh munculnya semburan radio dari matahari. Bila dipisahkan antara tipe II dan tipe IV yang terkait, maka diketahui bahwa pada umumnya badai geomagnet diikuti oleh semburan radio tipe II dan tipe IV secara bersama-sama (Tabel 3-2)

Tabel 3-1: KETERKAITAN BADAI GEOMAGNET DENGAN SEMBURAN RADIO

	Tanpa Semburan Radio	Dengan Semburan Radio
Jumlah badai geomagnet kuat	59%	41%
Intensitas rata-rata badai geomagnet	- 134 nT	- 196 nT

Tabel 3-2: DISTRIBUSI SEMBURAN RADIO TIPE II DAN TIPE IV DENGAN BADAI GEOMAGNET KUAT

Semburan Radio	Jumlah Terkait
Tipe II	14%
Tipe IV	14%
Tipe II dan IV	72%

### 3.2 Keterkaitan Semburan Radio dengan Flare

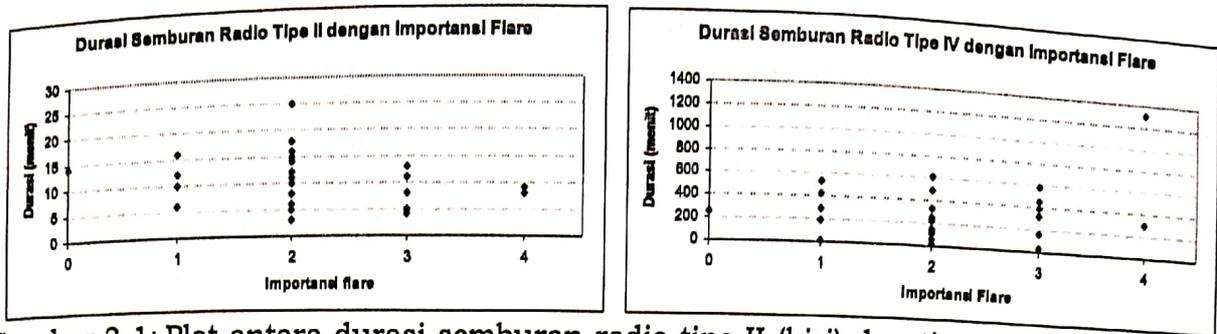
Pada bagian ini akan dilihat keterkaitan antara semburan radio yang terkait dengan badai geomagnet yang kuat dengan flare yang berasosiasi dengan semburan radio tersebut. Dari hasil pengamatan diperoleh bahwa tidak semua semburan radio ini terkait dengan flare, demikian juga tidak semua flare yang terkait dengan badai geomagnet kuat disertai oleh semburan radio. Persentase flare yang terkait dengan semburan radio tipe II dan IV ditunjukkan pada Tabel 3-3. Pada tabel ini dapat diketahui bahwa semburan radio yang menyebabkan badai geomagnet yang kuat sebagian besar berkaitan dengan flare dengan importansi 2. Untuk importansi flare sampai dengan 2, maka makin kecil importansinya, makin sedikit yang dapat menimbulkan badai geomagnet yang kuat. Sedangkan untuk importansi 3 dan 4, jumlah yang terkait dengan badai geomagnet kuat juga menurun. Ini disebabkan karena jumlah flare dengan importansi 3 dan 4 memang sedikit, dan jarang terjadi.

Bila dikaitkan dengan durasi dari semburan tersebut di atas, tipe IV

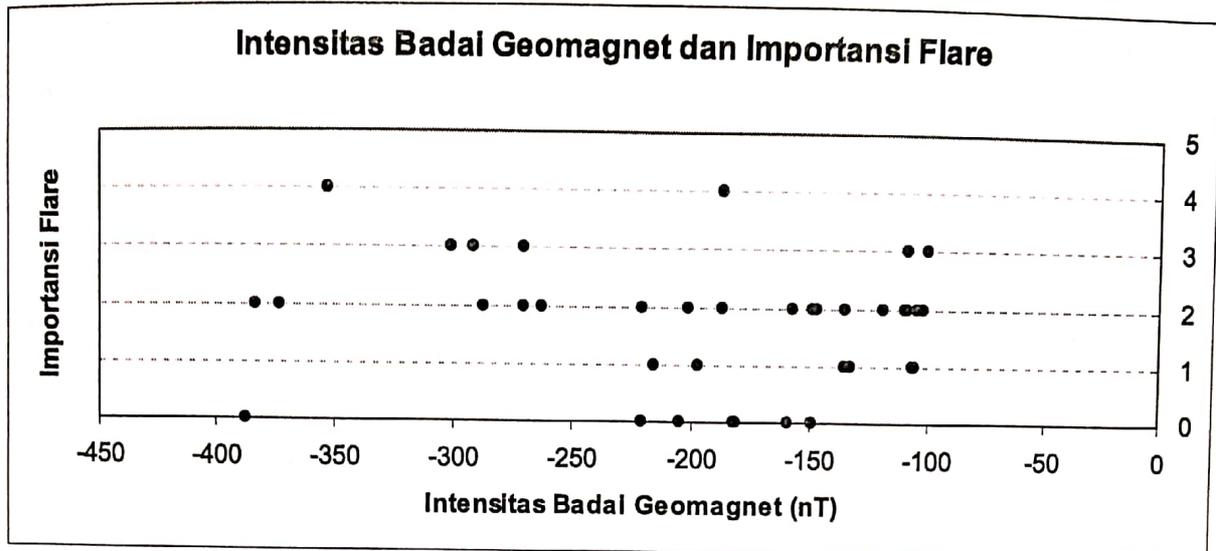
mempunyai durasi yang jauh lebih lama dari pada tipe II. Tipe II mempunyai durasi rata-rata 11.36 menit, tipe IV rata-rata durasinya 299.36 menit. Keterkaitannya dengan importansi flare terlihat pada Gambar 3-1. Semburan radio tipe II dan IV yang berasosiasi dengan flare menunjukkan terjadinya gangguan yang kuat di dalam korona matahari dan mengakibatkan naiknya aktivitas geomagnet sebagai akibat dari munculnya gelombang kejut. Khusus untuk tipe II, sebagian besar semburan radio tipe II berasosiasi dengan flare, sehingga dipercaya bahwa gelombang kejut yang menghasilkan emisi radio ini berasal dari ledakan flare (Cane *et al.*, 1982).

Tabel 3-3: PERSENTASE FLARE YANG TERKAIT DENGAN SEMBURAN RADIO TIPE II DAN IV

Importansi flare	Jumlah
S (0)	6%
1	18%
2	52%
3	18%
4	6%



Gambar 3-1: Plot antara durasi semburan radio tipe II (kiri) dan tipe IV (kanan) dengan importansi flare



Gambar 3-2: Plot antara intensitas badai geomagnet dengan importansi flare

### 3.3 Keterkaitan Importansi Flare dengan Intensitas Badai Geomagnet

Plot antara intensitas badai geomagnet dengan importansi flare ditunjukkan dalam Gambar 3-2. Terlihat bahwa tidak ada keterkaitan yang baik antara kelas importansi flare dengan intensitas badai (yang ditunjukkan oleh indeks Dst yang makin kecil). Pada awalnya banyak yang memperkirakan bahwa flare yang besar, baik dalam  $H\alpha$  maupun dalam sinar X, dapat mengakibatkan gangguan geomagnet. Akan tetapi berdasarkan hasil ini tidak ada keterkaitan yang erat. Menurut Hakamada dan Akasofu (1982) dan Dryer *et al.* (1988), tidak adanya keterkaitan yang erat ini karena badai geomagnet tidak semata dipengaruhi oleh aktivitas matahari, melainkan dipengaruhi juga oleh angin matahari dan medan magnet antar planet.

### 4 KESIMPULAN

Dari hasil analisis di atas dapat diketahui bahwa semburan radio tidak selalu ditemui pada munculnya badai geomagnet, walaupun intensitas badai secara rata-rata lebih kuat apabila CME atau flare yang menyebabkan badai tersebut disertai oleh semburan radio. Bila dipisahkan antara tipe II dan tipe IV yang terkait maka diketahui bahwa pada umumnya badai geomagnet diikuti oleh semburan radio tipe II dan tipe IV secara bersama-sama. Semburan radio tipe II dan IV yang berasosiasi dengan flare menunjukkan terjadinya gangguan yang kuat di dalam korona matahari dan mengakibatkan naiknya aktivitas geomagnet sebagai akibat dari munculnya gelombang kejut. Semburan radio yang menyebabkan badai geomagnet yang kuat sebagian besar berkaitan dengan flare dengan importansi 2, meskipun

tidak ada keterkaitan yang kuat antara kelas importansi flare dengan intensitas badai.

Dari hasil ini maka dapat diketahui bahwa badai geomagnet yang kuat dapat diakibatkan oleh adanya semburan radio dari matahari, dan umumnya disebabkan oleh flare dengan importansi 2. Hasil ini tampaknya dapat juga dijadikan dasar untuk memprakirakan apakah aktivitas matahari akan berpengaruh terhadap munculnya badai geomagnet, meskipun masih ada faktor yang harus diperhitungkan, misalnya angin matahari dan medan magnet antar planet.

#### DAFTAR RUJUKAN

Bai, T., Dennis, B.R., 1985. *Astrophys. J.* 292, 699.

- Bell, B., 1963. *Smithsonian Contributions to Astrophysics* Vol. 5, 239.
- Cane, H.V., Stone, R.G., Fainberg, J., 1982. *Solar Phys.* 78, 187.
- Dryer, M., Smith, Z.K., Wu, S.T., 1988. *Astrophys. Space. Res.* 144, 407.
- Hakamada, K., Akasofu, S.I., 1982. *Space Sci. Rev.* 31, 3.
- National Geophysical Data Center, <http://www.ngdc.noaa.gov/>.
- Robinson, R.D., 1985. *Solar Phys.* 95, 343.
- Sheeley, N.R., Jr., Stewart, R.T., Robinson, R.D., Howard, R.A., Koomen, M.J., Michels, D.J., 1984, *Astrophys. J.* 279, 839.
- World Data Center for Geomagnetism, <http://swdcwww.kugi.kyoto-u.ac.jp/>.
- Zhang, J., Dere, K.P., Howard, R.A., Bothmer, V., 2003, *Astrophys. J.* 582, 520.