

Asimetri Hemisfer Utara-Selatan kejadian *Flare* Sinar-X untuk Siklus 21-23

Santi Sulistiani dan Jalu Tejo Nugroho
Bidang Matahari dan Antariksa
Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa-LAPAN
sulistiani@bdg.lapan.go.id

Abstrak

Dalam tulisan ini kami menyelidiki distribusi spasial kejadian *flare* sinar-X pada hemisfer utara dan selatan piringan matahari yang terjadi selama rentang waktu September 1975 sampai Desember 2006. Rentang waktu ini merupakan rentang siklus 21 sampai 23. Kami memperoleh hasil bahwa asimetri utara-selatan kejadian *flare* sinar-X tidak memiliki fase yang sama dengan siklus aktivitas matahari. Namun kami mengkonstruksi plot posisi kejadian *flare* sinar-X yang menyerupai diagram kupu-kupu (*butterfly diagram*) *sunspot* yang menunjukkan bahwa kejadian *flare* sinar-X berkaitan erat dengan adanya *sunspot*.

Kata kunci: *flare*, sinar-X, siklus matahari, hemisfer utara, hemisfer selatan, piringan matahari

Abstract

In this paper we investigated spatial distribution of X-ray flares in the northern and southern hemisphere of the Sun disk occurred during time span of September 1975 to December 2006. This time interval includes the Cycle 21 to 23. We found that the north-south asymmetry of X-ray flares was not in phase with the solar activity cycle. However, we have constructed a plot of positions of X-ray flares that resemble the sunspot butterfly diagram showing that X-ray flares are strongly related to sunspots.

Key words: *flare*, X-ray, solar activity cycle, northern hemisphere, southern hemisphere, Sun disk

1. PENDAHULUAN

Selama bertahun-tahun telah diketahui bahwa aktivitas *sunspot* dan *flare* sangat terkait karena jumlah kejadian *flare* bertepatan dengan siklus 11 tahun matahari. *Flare* didefinisikan sebagai variasi kecerlangan yang kuat, sangat cepat, dan tiba-tiba. Sebuah *flare* terjadi ketika energi magnetik yang terbentuk di dalam atmosfer matahari tiba-tiba dilepaskan. Berdasarkan orde intensitas ledakan puncak (I) yang diukur di bumi dalam pita 1 sampai 8 angstrom, *flare* diklasifikasikan seperti pada Tabel 1-1.

Tabel 1-1. Klasifikasi *flare* berdasarkan keluaran daya sinar-X maksimum

Klasifikasi	Rentang fluks puncak (0.1-0.8 nm)	
	Sistem mks ($W m^{-2}$)	Sistem cgs ($erg cm^{-2} s^{-1}$)
B	$I < 10^{-6}$	$I < 10^{-3}$
C	$10^{-6} \leq I < 10^{-5}$	$10^{-3} \leq I < 10^{-2}$
M	$10^{-5} \leq I < 10^{-4}$	$10^{-2} \leq I < 10^{-1}$
X	$10^{-4} \leq I$	$10^{-1} \leq I$

Observasi jangka panjang mengenai kejadian *flare* pada piringan matahari mengindikasikan bahwa kejadian *flare* di bagian utara dan selatan piringan matahari tidaklah seragam, dan bahwa *flare* lebih banyak terjadi di salah satu bagian piringan matahari dalam

interval tertentu. Fenomena ini disebut sebagai asimetri. Asimetri dapat diamati dalam semua manifestasi aktivitas matahari. Distribusi berbagai aktivitas matahari terhadap lintang heliografik sebagai fungsi waktu telah dipelajari dalam beberapa telaah. Aktivitas ini antara lain *flare*, filamen, fluks magnetik, bilangan *sunspot*, luas *sunspot*, dan sebagainya. Telaah tersebut mengindikasikan bahwa siklus matahari tidak simetris dalam hal distribusi aktivitas matahari yang terpisah antara hemisfer utara dan selatan.

Howard (1974) telah memeriksa distribusi utara-selatan fluks magnetik untuk periode 1967-1973 dan menyimpulkan bahwa sekitar 95% fluks magnetik total matahari terbatas pada lintang di bawah 40° pada kedua hemisfer. Juga ditemukan bahwa fluks magnetik total di utara melebihi fluks magnetik total di selatan sebesar 7%. Roy (1977) mempelajari distribusi utara-selatan data *flare* besar, luas *sunspot* dan konfigurasi magnetiknya selama tahun 1955-1974 dan menemukan dominasi hemisfer utara terhadap hemisfer selatan dalam semua kategori tersebut. Garcia (1990) menyelidiki distribusi utara-selatan *flare* sinar-X lunak (kelas ≥ M1) selama siklus 20 dan 21 dan menyimpulkan bahwa distribusi spasial *flare* bervariasi dalam satu siklus matahari. Jumlah *flare* lebih banyak terjadi di utara selama bagian awal siklus dan kemudian bergerak ke selatan seiring dengan berjalannya siklus. Dalam tulisan ini dibahas distribusi spasial kejadian *flare* sinar-X di hemisfer utara dan selatan matahari yang terjadi selama siklus 21 sampai 23.

2. PEROLEHAN DAN PENGOLAHAN DATA

Data yang digunakan adalah kejadian *flare* sinar-X (semua kelas) dari September 1975 sampai Desember 2006 yang diperoleh dari National Geophysical Data Center (NGDC) (<http://ngdc.noaa.gov/stp/SOLAR/ftpsolarflares.html#xray>), yaitu hasil pengamatan oleh satelit GOES. Begitu pula dengan sumber data bilangan *sunspot* rata-rata tahunan (<http://ngdc.noaa.gov/stp/SOLAR/ftpsunspotnumber.html>).

Kami membuat plot jumlah kejadian *flare* sinar-X dengan bilangan *sunspot* terhadap waktu untuk melihat hubungannya. Selain itu kami juga mengkonstruksikan plot posisi *flare* terhadap waktu.

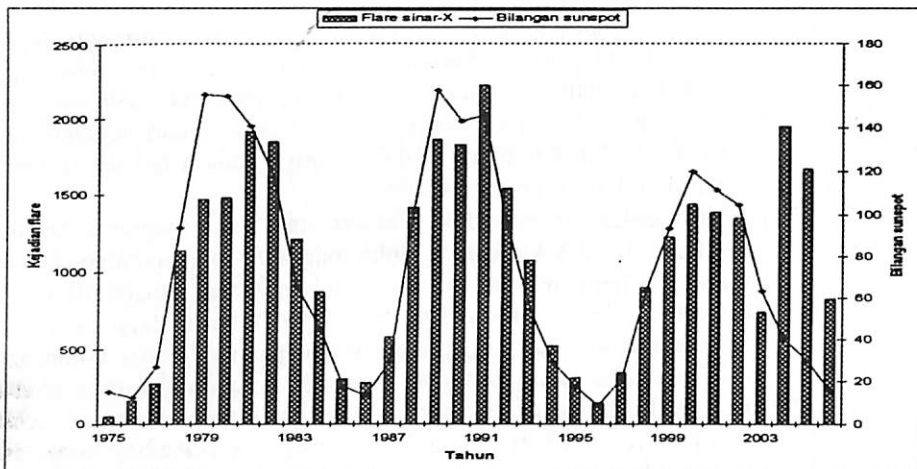
Dalam penelitian ini, kami tidak menggunakan data *flare* yang terjadi di ekuator matahari (lintang 0°) karena kami ingin mengetahui dominasi kejadian *flare* pada satu hemisfer matahari terhadap hemisfer lainnya. Asimetri utara-selatan biasanya diungkapkan sebagai indeks asimetri (Joshi et al. 2006):

$$A = \frac{(N - S)}{(N + S)} \dots \dots \dots (2 - 1)$$

dengan N dan S masing-masing adalah jumlah kejadian *flare* di hemisfer utara dan selatan.

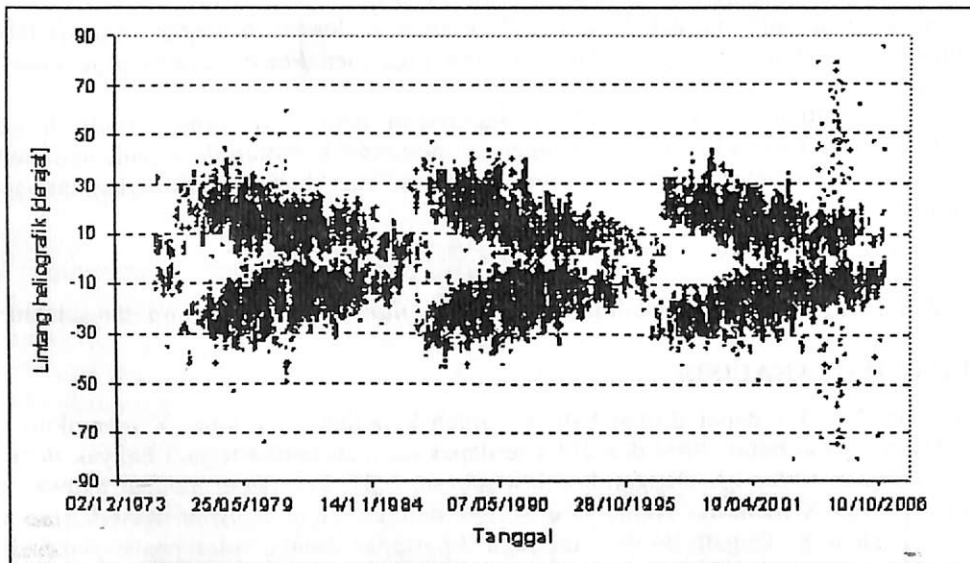
3. HASIL DAN ANALISIS

Dari Gambar 3-1 dapat dilihat bahwa jumlah kejadian *flare* sinar-X mengikuti siklus matahari. Namun pada tahun 2004 dan 2005 terdapat anomali ketika terjadi banyak *flare* pada saat fase penurunan siklus 23. Dengan korelasi sebesar 0,81, kita dapat melihat bahwa jumlah kejadian *flare* sinar-X memiliki siklus yang serupa dengan siklus *sunspot*. Keterkaitan antara kejadian *flare* sinar-X dengan *sunspot* ini juga dipertegas dengan plot posisi *flare* sinar-X terhadap waktu yang ditampilkan pada Gambar 3-2.



Gambar 3-1. Perbandingan jumlah kejadian *flare* sinar-X dengan bilangan *sunspot* berdasarkan waktu. Koefisien korelasi = 0,81.

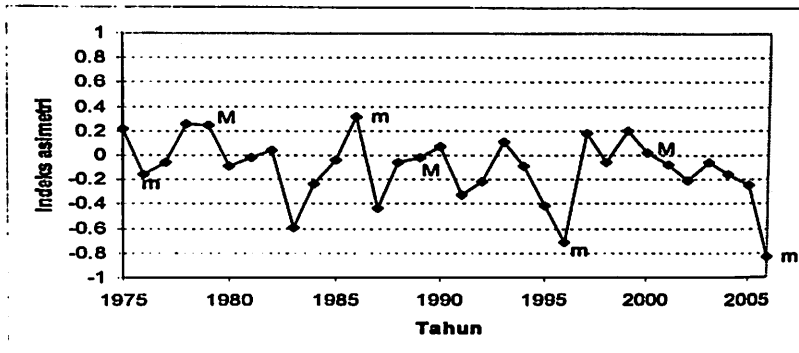
Dari Gambar 3-2 dapat dilihat bahwa posisi *flare* sinar-X membentuk diagram kupu-kupu seperti halnya *sunspot*. Hal ini menunjukkan bahwa kejadian *flare* sinar-X berhubungan dengan bilangan *sunspot*. Namun pada diagram ini terdapat penyebaran posisi *flare* sinar-X pada lintang tinggi untuk data tahun 2004 dan 2005. Berdasarkan data yang kami peroleh, semua *flare* sinar-X yang berada pada lintang tinggi untuk tahun 2004-2005 ini termasuk dalam kelas B. Kami belum berhasil mengetahui penjelasan mengenai anomali pada tahun 2004-2005 ini, baik dalam hal jumlah kejadian *flare* maupun penyebaran posisinya sampai lintang tinggi.



Gambar 3-2. Plot posisi kejadian *flare* sinar-X terhadap waktu.

Dari Gambar 3-3 dapat dilihat bahwa asimetri utara-selatan kejadian *flare* sinar-X tidak memiliki fase yang sama dengan siklus matahari. Hal ini sesuai dengan hasil dari Ataç dan Özgüç (1996) yang menemukan hal serupa untuk indeks *flare* matahari dan menemukan juga bahwa asimetri utara-selatan indeks *flare* matahari memuncak selama minimum siklus matahari. Namun dari data kejadian *flare* sinar-X yang telah kami olah untuk siklus 21-23 diperoleh hasil sebagai berikut:

- Kejadian *flare* dominan pada hemisfer selatan piringan matahari pada fase turun siklus 21. Kemudian dominasinya berpindah ke hemisfer utara pada akhir siklus 21 (awal siklus 22).
- Kejadian *flare* kembali dominan pada hemisfer selatan pada fase naik siklus 22 dan kemudian mendominasi hemisfer utara pada fase turun siklus 22 dan kembali mendominasi hemisfer selatan pada akhir siklus 22.
- Kejadian *flare* mendominasi hemisfer utara pada fase naik siklus 23 dan kembali mendominasi hemisfer selatan pada akhir siklus 23.
- Secara umum, kejadian *flare* pada siklus 21-23 lebih banyak mendominasi hemisfer selatan piringan matahari. Dominasi maksimum di hemisfer selatan sebesar 80% lebih banyak daripada hemisfer utara terjadi pada tahun 2006.



Gambar 3-3. Plot asimetri utara-selatan kejadian *flare* sinar-X tahun 1975-2006. M dan m masing-masing menunjukkan maksimum dan minimum siklus matahari.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah kami lakukan terhadap kejadian *flare* sinar-X selama siklus 21-23, dapat disimpulkan bahwa asimetri utara-selatan kejadian *flare* sinar-X tidak memiliki fase yang sama dengan siklus aktivitas matahari. Dominasi hemisfer ini silih berganti dengan siklus yang berbeda dengan siklus *sunspot*. Periodisitas asimetri utara-selatan ini mungkin disebabkan oleh struktur magnetik internal matahari yang asimetri (Verma, 1993). Namun secara umum hemisfer selatan lebih mendominasi untuk siklus 21-23.

DAFTAR RUJUKAN :

- Ataç, T. dan Özgüç, A., 1996, *North-south asymmetry in the solar flare index*, Solar Physics 166, 201.
- Garcia, H.A., 1990, *Evidence for solar-cycle evolution of north-south flare asymmetry during cycles 20 and 21*, Solar Physics 127, 185.
- Howard, R., 1974, *Studies of solar magnetic fields. II - The magnetic fluxes*, Solar Physics 38, 59.
- Joshi, B., Pant, P., & Manoharan, P.K., 2006, *North-south distribution of solar flares during Cycle 23*, Journal of Astrophysics and Astronomy 27, 151.
- Roy, J.-R., 1977, *The north-south distribution of major solar flare events, sunspot magnetic classes and sunspot areas (1955-1974)*, Solar Physics 52, 53.
- Verma, V.K., 1993, *On the north-south asymmetry of solar activity cycles*, The Astrophysical Journal 403, 797.