



Majalah

# LAPAN

VOL. 3

NO. 2

Juni 2001

## KARAKTERISTIK FLARE $H\alpha$ DI DAERAH TANPA BINTIK DI MATAHARI

Clara Y. Yatini ..... 53 – 61

## DAMPAK PERISTIWA ENSO TERHADAP ANOMALI CURAH HUJAN DI WILAYAH INDONESIA SELAMA PERIODE 1890 – 1989

Lely Qodrita Avia, Rukmi Hidayati ..... 62 – 68

## ANALISIS CURAH HUJAN DAN SUHU UNTUK MENYUSUN POLA TANAM TANAMAN PANGAN DI JAWA BARAT

Lilik Slamet S, Hariadi T.E, Mezak A. Rataq, Erna Sri Adiningsih ..... 69 – 86

## KERAWANAN PRODUKSI PADI DI PULAU JAWA BERDASARKAN DATA INDERAJA DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS :

Kasus Pengaruh El Nino Pada Tahun 1997 Dan 1998

Erna Sri Adiningsih, Bambang S. Tejasukmana ..... 87 – 96

DITERBITKAN OLEH :

**LEMBAGA PENERBANGAN DAN ANTARIKSA NASIONAL**

Jl. Pemuda Persil No. 1, Jakarta 13220., INDONESIA

07

no. 2

001

# Karakteristik Flare $H\alpha$ di Daerah Tanpa Bintik di Matahari

Clara Y. Yatini<sup>\*)</sup>

<sup>\*)</sup> Peneliti Bidang Matahari dan Antariksa, Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa LAPAN

## ABSTRACT

Most  $H\alpha$  spotless flares on solar disk with no spots or very small spots constitute a rare but well observed aspect of solar activity. Information about their frequency of occurrence and their timing relating to 1222 such flares from January 1976 to October 1999 has been studied. In this period these flares represented  $\sim 1.5\%$  of all confirmed flares. The frequency distribution showed that the number of spotless flare were vary with solar activity, but the amplitude of the cycle is rather different. In general, most of the spotless flares are short lived and characterized by fast rise to maximum intensity and slower decay.

## ABSTRAK

Flare  $H\alpha$  yang terjadi di daerah tuna bintik merupakan fenomena aktivitas matahari yang dapat diamati, tetapi jarang terjadi. Dari 1222 flare tuna bintik yang terjadi dari bulan Januari 1976 sampai dengan Oktober 1999 diperoleh data mengenai frekuensi kejadian dan durasinya. Flare tuna bintik ini meliputi 1,5% dari seluruh flare yang terjadi dalam selang waktu yang sama. Frekuensi distribusinya menunjukkan bahwa jumlah flare yang terjadi bersesuaian dengan aktivitas matahari meskipun amplitudo siklusnya berbeda. Pada umumnya sebagian besar flare tuna bintik mempunyai durasi yang singkat, dan intensitasnya naik lebih cepat daripada waktu peluruhannya.

## 1. PENDAHULUAN

Flare adalah suatu peristiwa pelepasan energi di matahari yang sangat kuat dan berlangsung dalam waktu singkat. Pada umumnya flare ini terjadi karena adanya perubahan medan magnetik atau perubahan fluks magnetik. Flare memancarkan radiasi elektromagnetik dalam rentang panjang gelombang yang sangat lebar, yaitu dari 0,002 Å sampai  $10^6$  cm. Secara optik flare banyak diamati dalam panjang gelombang  $H\alpha$  (6563 Å) yang dihasilkan oleh lapisan kromosfer matahari bagian bawah.

Selain flare yang pada umumnya terjadi di daerah aktif yang mempunyai bintik dan medan magnetik yang kompleks (Svestka, 1976, Priest, 1982), ada juga flare yang terjadi di daerah-

daerah yang tidak mempunyai bintik matahari atau medan magnetik yang kuat (Dodson & Hedeman, 1970; Šeršen & Valnicek, 1993; Atlas, 1994).

Pada umumnya flare tuna bintik (*spotless flare*, selanjutnya disebut dengan SF) terjadi karena ledakan filamen, yaitu suatu tampakan di permukaan matahari yang lebih gelap dari sekelilingnya dan merupakan sisa dari daerah aktif (Svestka, 1976; Zirin, 1988; Tandberg Hanssen & Emslie, 1988). Filamen ini akan meledak bila terganggu kestabilannya, dan akan tampak sebagai flare dua pita. Selain karena adanya ledakan filamen SF juga bisa terbentuk karena adanya loop panas yang terpuntir yang terletak di atas daerah aktif yang tidak mempunyai bintik (Priest, 1982).

Sesungguhnya pengamatan daerah tempat terjadinya flare tuna bintik ini – apakah di daerah tersebut betul-betul tidak ada bintik atau ada bintik yang sangat kecil – cukup sulit dipastikan. Di samping itu ada juga ketidakseragaman dari stasiun-stasiun pengamat dalam menentukan ada tidaknya bintik kecil ini. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh kondisi pengamatan yang berbeda atau perbedaan waktu pengamatan daerah tersebut. Oleh sebab itu definisi daerah tuna bintik (*spotless*) diartikan sebagai daerah yang betul-betul tanpa bintik atau dengan bintik yang sangat kecil (Dodson & Hedeman, 1970; Ruždjak et al., 1989; Šeršen & Valnicek, 1993).

Makalah ini akan membahas beberapa karakteristik dari flare semacam ini. Karakteristik yang akan dibahas antara lain adalah distribusi kejadiannya, durasi, dan waktu naik serta turunnya intensitas flare yang diamati dalam H $\alpha$ . Karakteristik yang diperoleh akan dibandingkan dengan karakteristik seluruh flare dan akan dibandingkan juga dengan parameter aktivitas matahari yang lain untuk melihat apakah flare tuna bintik ini merupakan salah satu aspek dari aktivitas matahari yang mempunyai sifat yang sama dengan flare yang terjadi di daerah yang berbintik.

## 2. DATA

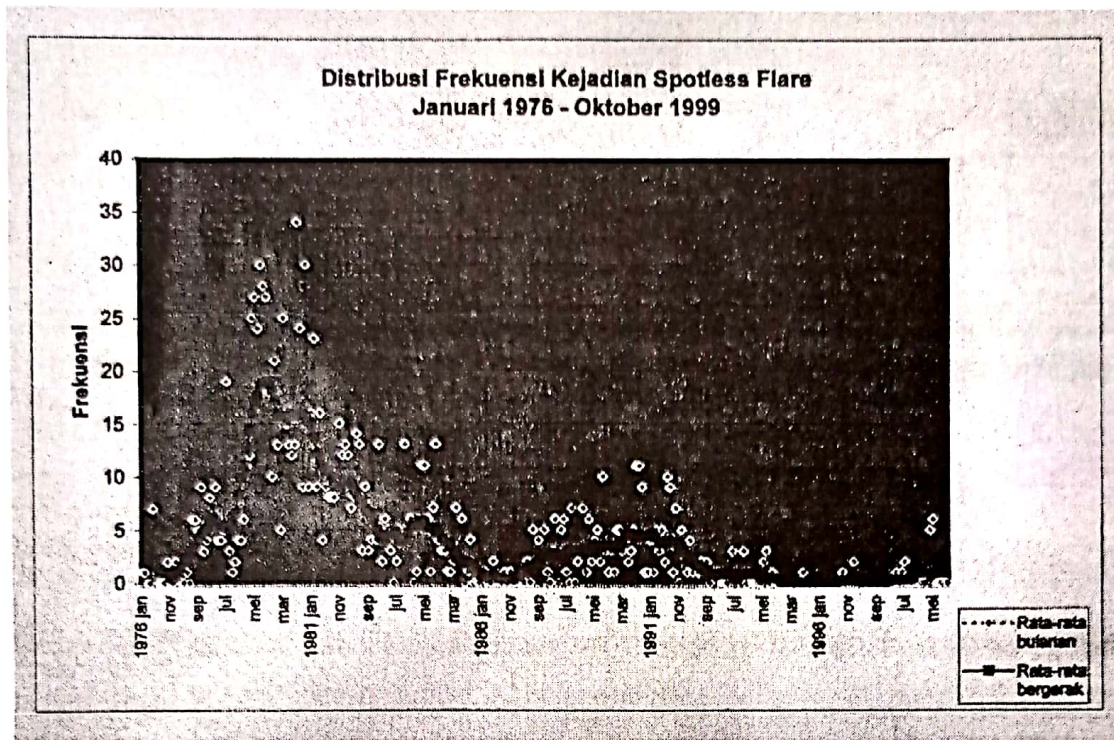
Data yang digunakan untuk analisa ini adalah data flare tuna bintik yang diamati dalam H $\alpha$  yang diperoleh dari *Solar Geophysical Data* dari bulan Januari 1976 sampai dengan bulan Oktober 1999; atau meliputi siklus ke 21, siklus ke 22, dan awal siklus ke 23. Dalam selang waktu yang panjang ini dapat dikumpulkan 1222 buah flare yang diidentifikasi oleh satu stasiun pengamat atau lebih sebagai flare yang di dekatnya tidak ditemukan adanya bintik (kelompok bintik) matahari (*spotless flare*). Dari sekian banyak SF ini sebagian besar masih terjadi di daerah aktif, sedangkan SF yang benar-benar tanpa bintik, yaitu yang tidak terjadi di daerah aktif, sebanyak 245 buah.

Dari waktu kemunculan, waktu intensitas H $\alpha$ -nya mencapai maksimum, dan waktu berakhirnya flare ini dapat diperoleh durasi, *rise time*, dan *rise ratio*. *Rise time* adalah waktu yang diperlukan sejak kemunculannya sampai dengan fluks H $\alpha$ -nya mencapai maksimum, sedangkan *rise ratio* adalah fraksi *rise time* terhadap durasinya.

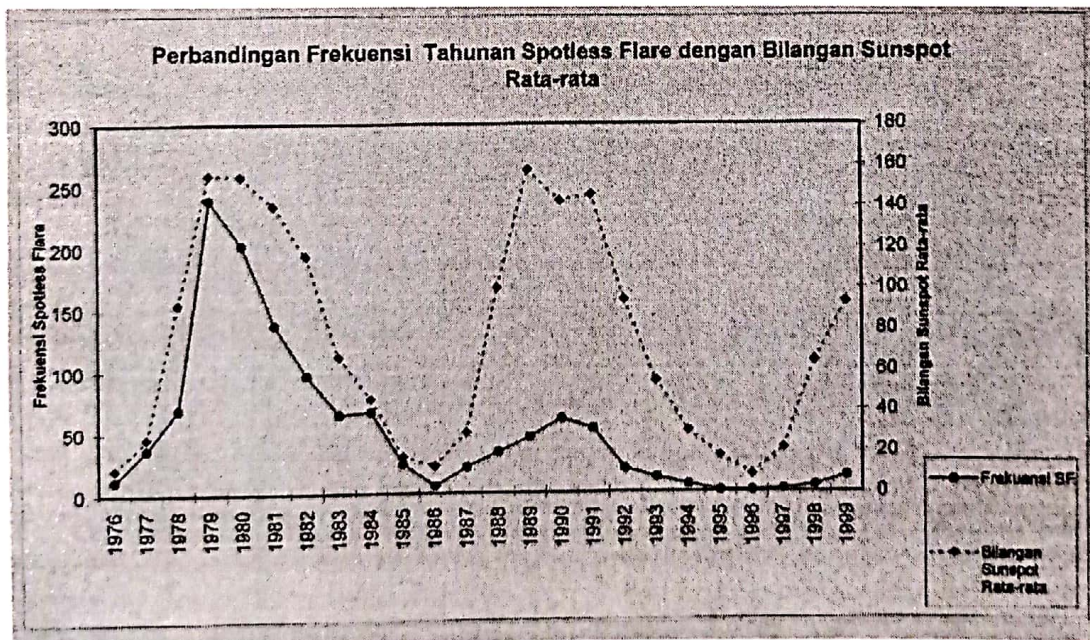
## 3. HASIL

Dari data yang telah dijelaskan dalam bab 2, diperoleh beberapa distribusi dari flare tuna bintik. Gambar 3-1 memperlihatkan rata-rata bulanan banyaknya kejadian SF. Gambar ini menunjukkan dua macam data, yaitu rata-rata bulanan yang sesungguhnya dan rata-rata bergerak (*moving average*) selama 13 bulan dari rata-rata bulanan untuk memperoleh kurva yang lebih jelas. Sedangkan rata-rata tahunan frekuensi SF ini diperlihatkan pada Gambar 3-2. Untuk siklus ke 21, yaitu antara tahun 1976 sampai dengan tahun 1986, terlihat adanya dua puncak, yaitu pada tahun 1979 (tepatnya pada bulan Oktober 1979) dan tahun 1984 (bulan Mei 1984). Akan tetapi pada siklus ke 22, yaitu dari tahun 1986 sampai dengan tahun 1996 tidak tampak adanya dua puncak. Maksimum terjadi pada tahun 1990. Dibandingkan dengan siklus ke 21, siklus ke 22 mempunyai frekuensi yang lebih kecil.

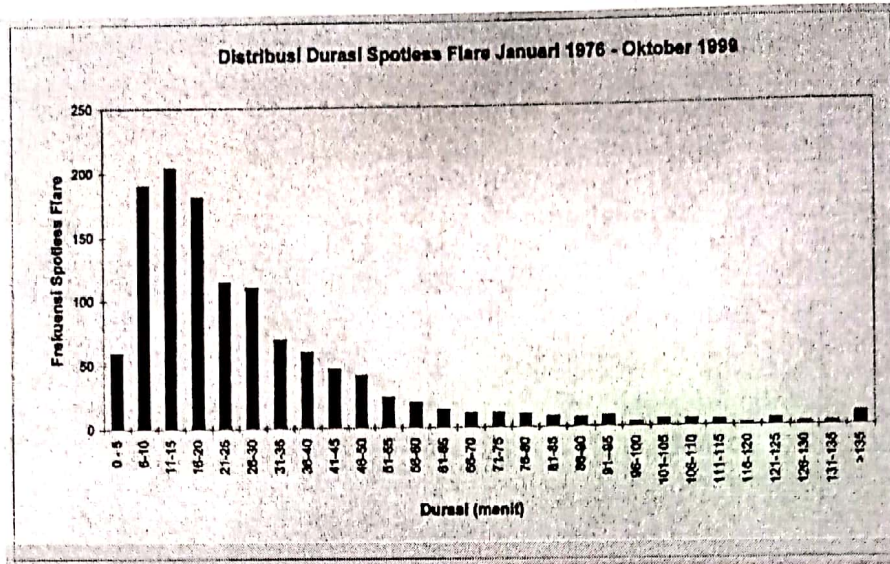
Distribusi durasi seluruh SF diperlihatkan dalam Gambar 3-3. Pada gambar ini durasinya dibagi-bagi dalam beberapa interval waktu, dengan masing-masing interval besarnya adalah lima menit. Tampak bahwa SF dengan durasi yang singkat mendominasi distribusi ini. Akan tetapi meskipun jumlahnya sedikit (hanya 10 peristiwa), ada juga SF yang durasinya sangat panjang, lebih dari 135 menit, yaitu masing-masing 140 menit, 141 menit (2 peristiwa), 161 menit, 166 menit, 170 menit, 188 menit, 209 menit, 272 menit, bahkan ada yang berlangsung sampai 407 menit.



Gambar 3-1 : Distribusi frekuensi flare tuna bintang dari Januari 1976 – Oktober 1999. Pada gambar diperlihatkan frekuensi sebenarnya dan rata-rata bergeraknya (selama 13 bulan)



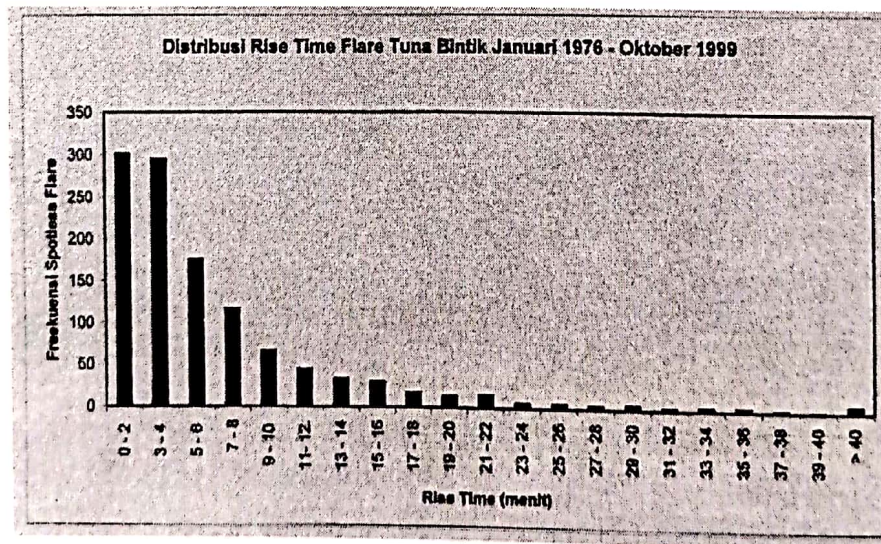
Gambar 3-2 : Distribusi frekuensi rata-rata tahunan dari flare tuna bintang (garis utuh). Untuk perbandingan digambarkan juga rata-rata tahunan bilangan sunspot (garis putus-putus)



Gambar 3-3 : Distribusi durasi dari flare tuna bintik.

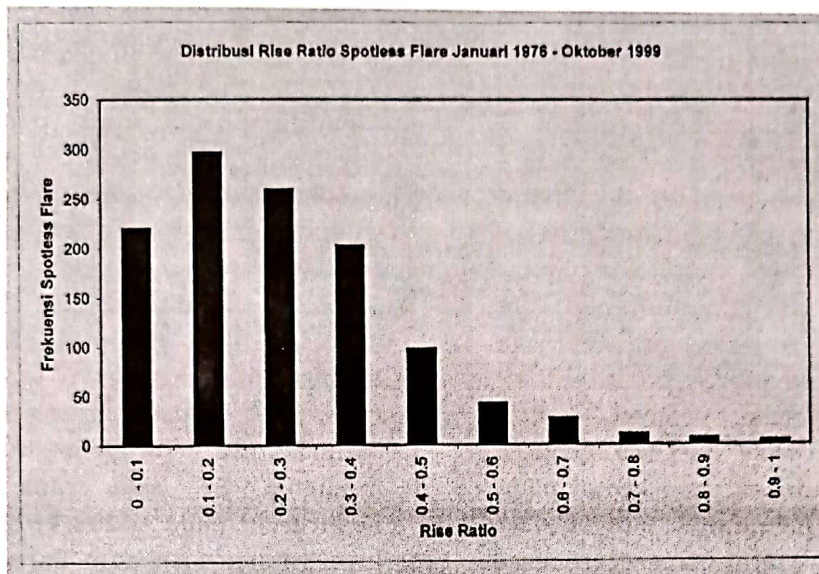
Untuk *rise time*, yaitu waktu yang diperlukan flare dari sejak muncul sampai fluks  $H\alpha$ -nya mencapai maksimum, distribusinya diperlihatkan pada Gambar 3-4. Distribusi *rise time* ini juga dibagi-bagi dalam beberapa interval

waktu yang besarnya masing-masing 2 menit. Sama halnya dengan distribusi durasi, SF dengan *rise time* yang singkat jauh lebih besar dibandingkan dengan SF yang mempunyai *rise time* yang panjang.

Gambar 3-4 : Distribusi *rise time* flare tuna bintik

Gambar 3-5 memperlihatkan distribusi *rise ratio*, yaitu perbandingan antara *rise time* terhadap durasinya. SF dengan *rise ratio* yang kecil tampak lebih banyak

dibandingkan dengan SF yang mempunyai *rise ratio* yang besar. SF dengan *rise ratio*  $\leq 0.4$  mencapai lebih dari 80% dari seluruh flare yang diteliti.



Gambar 3-5 : Distribusi *rise ratio* flare tuna bintik

#### 4. ANALISA

Dari penelusuran data dalam selang waktu yang meliputi siklus ke 21 sampai dengan awal siklus ke 23 telah diperoleh 1222 peristiwa flare yang terjadi di daerah tanpa bintik. Ternyata jumlah ini hanyalah 1,5% dari jumlah seluruh flare yang terjadi dalam selang waktu yang sama. Akan tetapi, meskipun frekuensinya cukup kecil, ada juga flare tuna bintik yang mempunyai intensitas yang cukup kuat (Svestka, 1976). Oleh sebab itu pengamatan terhadap aktivitas matahari tidak cukup bila hanya dilakukan pada daerah-daerah aktif yang mempunyai bintik matahari. Dari data tentang flare  $H\alpha$  yang terjadi di daerah tuna bintik ini dapat diketahui distribusi frekuensi, durasi, *rise time*, dan *rise ratio* seperti yang akan dibahas berikut ini.

##### 4.1. Distribusi Frekuensi

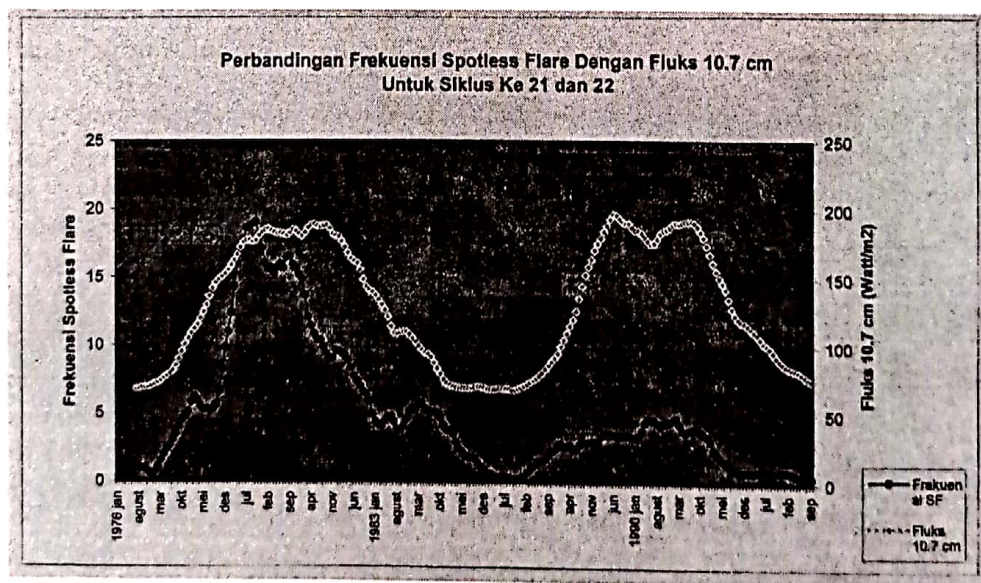
Seperti yang telah dijelaskan pada bab 3, Gambar 3-1 memperlihatkan distribusi frekuensi SF. Dari gambar ini

jelas terlihat bahwa frekuensi SF juga mempunyai siklus seperti halnya aktivitas matahari yang lain. Menurut Altas (1994) karakteristik dari *Spotless Flare* adalah adanya dua puncak (dua maksimum) pada distribusi frekuensinya. Puncak yang pertama bersesuaian dengan aktivitas matahari yang lain, misalnya bilangan *sunspot* dan flare, sedangkan puncak yang kedua bersesuaian dengan puncak distribusi flare proton. Hal yang menarik dari puncak yang kedua ini, menurut Altas, adalah bertambahnya selang waktu antara saat bilangan *sunspot* maksimum dengan puncak yang kedua ini. Pada siklus ke 19 beda antara waktu bilangan *sunspot* maksimum dengan puncak SF yang kedua adalah kira-kira dua tahun. Pada siklus ke 20 bedanya menjadi tiga tahun. Untuk melihat adanya dua maksimum untuk setiap siklus pada distribusi ini dengan lebih jelas dibuatlah kurva dari rata-rata tahunannya seperti pada Gambar 3-2. Dari gambar ini terlihat bahwa siklus ke 21 mempunyai dua puncak. Berbeda dengan siklus ke 21,

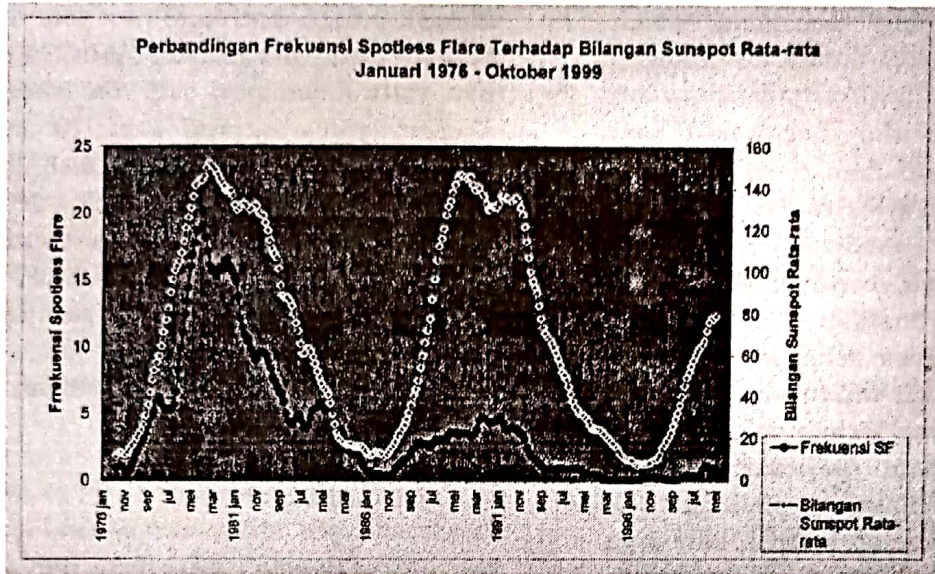
siklus ke 22 mempunyai frekuensi yang cukup kecil dibandingkan siklus ke 21, dan hanya mempunyai satu maksimum. Perbedaan waktu antara saat bilangan *sunspot* maksimum dengan puncak yang kedua pada siklus ke 21, seperti pada Gambar 3-1 dan 3-2, menjadi kira-kira 4,5 tahun. Akan tetapi pada siklus ke 22 pergeseran selang waktu ini tidak ada karena hanya terlihat satu puncak pada distribusi frekuensinya. Bisa jadi pergeserannya mungkin menjadi lima atau enam tahun dari saat bilangan *sunspot* maksimum. Pada saat ini aktivitas matahari mengalami saat minimum, dan flare yang terjadi sangat sedikit, sehingga puncak SF yang kedua ini tidak terlihat. Meskipun penyebab fisisnya belum diketahui dengan jelas, dari sini memang terlihat bahwa puncak yang kedua pada distribusi SF mempunyai regularitas yang sistematis, yaitu bergeser sebesar kira-kira satu tahun untuk setiap siklus.

#### 4.1.1. Spotless Flare dan Aktivitas Matahari

Pada Gambar 4-1 dan 4-2 tampak bahwa SF mempunyai periodisitas yang sesuai dengan aktivitas matahari, yang dalam hal ini ditunjukkan oleh besarnya fluks 10.7 cm dan bilangan *sunspot*. Akan tetapi meskipun periode siklusnya sama, amplitudo atau besarnya siklus tersebut tidak sama. Pada siklus ke 22 tampak bahwa amplitudo siklus ke 22 lebih kecil dibandingkan dengan siklus ke 21. Fenomena ini tidak terlihat pada aktivitas matahari yang diwakili oleh fluks 10.7 cm maupun pada bilangan *sunspot* yang mempunyai amplitudo yang tidak jauh berbeda antara siklus ke 21 dan ke 22. Ternyata bukan hanya frekuensi SF saja yang mengalami penurunan pada siklus ke 22 ini, tetapi juga frekuensi seluruh flare yang terjadi juga mengalami penurunan, seperti yang terlihat pada Gambar 4-3.



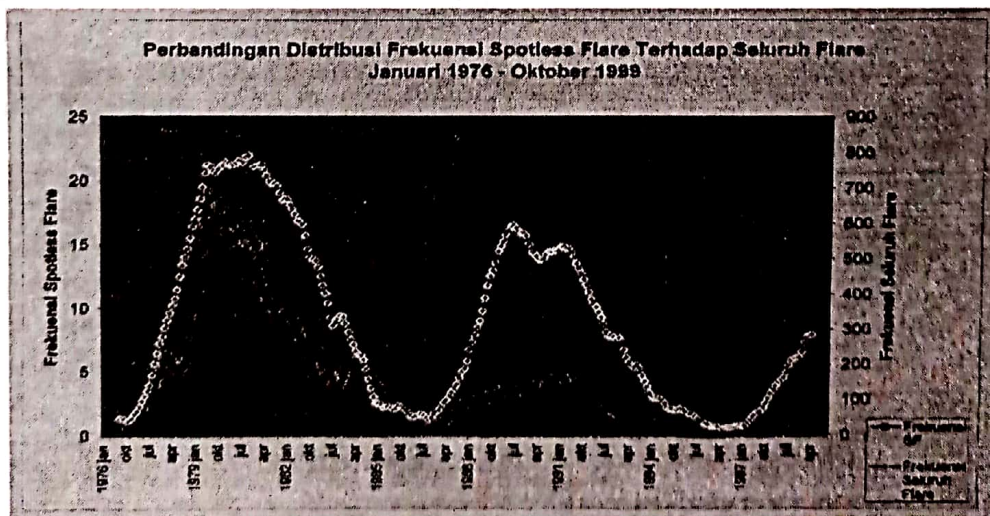
Gambar 4-1 : Perbandingan frekuensi kejadian flare tuna bintang dengan besarnya fluks 10.7 cm selama siklus aktivitas matahari ke 21 dan ke 22



Gambar 4-2 : Perbandingan frekuensi flare tuna bintik dengan bilangan *sunspot* rata-rata dari bulan Januari 1976 – Oktober 1999

Dari perbedaannya dengan amplitudo bilangan *sunspot* dapat disimpulkan bahwa selain yang dibahas dalam makalah ini, yaitu bahwa tidak semua flare dihasilkan di daerah berbintik, sebenarnya tidak semua bintik matahari menghasilkan flare. Sedangkan perbedaannya dengan amplitudo fluks 10.7 cm bisa terjadi karena fluks 10.7 selain dihasilkan dari proses giroreso-

nansi yang terjadi di dekat bintik matahari (daerah aktif), juga dihasilkan dari proses emisi bebas-bebas yang tersebar di seluruh permukaan matahari (Akhmedov et al., 1986; Tapping & DeTracey, 1990), padahal flare maupun *spotless flare* dihasilkan di daerah aktif (bekas daerah aktif) yang terletak di lintang-lintang aktif saja, yaitu  $\pm 40^\circ$  (Altas, 1994).



Gambar 4-3 : Perbandingan frekuensi flare tuna bintik dengan seluruh flare dari bulan Januari 1976 sampai dengan Oktober 1999



#### 4.2. Durasi Spotless Flare

Durasi yang dimaksud disini adalah selang waktu antara kecerlangan awal dari flare (saat terjadi kenaikan intensitas dalam  $H\alpha$ ) dan waktu saat semua bagian dari flare telah kembali pada kecerlangan awalnya. Dalam hal ini durasi adalah waktu antara saat intensitas  $H\alpha$ -nya berubah. Distribusi durasi SF diperlihatkan pada Gambar 3-3. Terlihat bahwa sebagian besar SF berlangsung dalam waktu yang singkat, dan paling banyak terjadi dalam selang waktu 11-15 menit (sebesar 16,69%). Penelitian yang dilakukan oleh Smith & Smith (1963) terhadap seluruh flare juga menunjukkan hal yang sama, yaitu bahwa sebagian besar flare berlangsung dalam waktu yang singkat, dan paling banyak terjadi dalam selang waktu 11-15 menit (15,32%). Demikian juga untuk durasi yang panjang ( $> 100$  menit) persentase SF hampir sama dengan persentase flare. SF yang mempunyai durasi  $> 100$  menit ada 2,78%, sedangkan untuk flare sebesar 2,13%.

Flare yang mempunyai durasi kurang dari lima menit, menurut Richardson (1951), dapat dikategorikan sebagai 'flash' flare. Persentase flash flare yang terdapat dalam SF yang dibahas dalam makalah ini dan yang terdapat dalam seluruh flare yang diamati oleh Smith & Smith (1963) tidak banyak berbeda, yaitu 3,87% dalam SF dan 4,82% dalam seluruh flare.

Berdasarkan beberapa aspek yang terdapat dalam durasinya ini, yaitu besarnya persentase yang hampir sama dalam durasi tertentu pada SF dengan seluruh flare, tampaknya karakteristik SF dalam hal durasi sama dengan karakteristik flare pada umumnya.

#### 4.3. Rise Time

Rise time adalah interval waktu antara saat kecerlangan awal dari flare (mulai naiknya intensitas dalam  $H\alpha$ ) dengan saat intensitas flare mencapai maksimum. Sebagai pendekatan, saat intensitas maksimum biasanya adalah

saat luas flare mencapai area yang terbesar (maksimum). Pada Gambar 3-4 tampak bahwa distribusi rise time SF ini hampir sama dengan distribusi durasinya, yaitu didominasi oleh rise time yang singkat, yaitu kurang dari 10 menit. Pengamatan yang dilakukan oleh Smith & Smith (1963) terhadap seluruh flare juga menunjukkan bahwa pada umumnya flare mempunyai rise time yang singkat. Hal ini juga memperlihatkan bahwa karakteristik rise time dari spotless flare tidak berbeda dengan flare pada umumnya.

#### 4.4. Rise Ratio

Rise ratio merupakan fraksi rise time terhadap durasi totalnya. Distribusi rise ratio diperlihatkan pada Gambar 3-5. Dari sini terlihat bahwa pada umumnya kecerlangan SF naik lebih cepat dibandingkan dengan waktu turunnya. Frekuensi rise ratio yang terbesar adalah pada rise ratio antara 0,1 sampai dengan 0,2. Menurut Richardson (1951) berdasarkan rise rasionya, flare dapat dibedakan menjadi dua, yaitu flare yang cepat (fast flare) dan flare yang lambat (slow flare). Flare yang cepat adalah flare dengan rise ratio  $\leq 0,4$ , sedangkan flare yang lambat adalah flare dengan rise ratio  $> 0,4$ . Berdasarkan kriteria ini, maka dari data SF yang diperoleh, yang termasuk flare yang cepat adalah sebesar 83,61%. Persentase ini lebih besar dari persentase flare yang cepat dari seluruh flare yang diperoleh Smith & Smith (1963) yang sebesar 65,94%.

Meskipun sebagian besar adalah flare yang cepat, ada juga SF yang rise rasionya lebih besar dari 0,9, yang menyatakan bahwa flare ini segera menghilang setelah intensitas maksimumnya tercapai.

### 5. KESIMPULAN

Dari beberapa karakteristik flare tuna bintik yang dibahas di atas ternyata bahwa flare semacam ini pada umumnya adalah flare yang mempunyai masa

hidup (durasi) yang singkat, yaitu paling banyak mempunyai durasi antara 11 sampai 15 menit, meskipun ada juga beberapa yang berlangsung cukup lama, bahkan mencapai 407 menit. Distribusi *rise ratio*-nya juga menunjukkan bahwa umumnya flare ini adalah flare yang cepat, yaitu mencapai intensitas maksimum yang lebih cepat dari pada waktu meluruhnya. Karakteristik ini ternyata tidak berbeda dengan karakteristik dari flare yang biasa (yang mempunyai bintik)

Berdasarkan distribusi frekuensinya, ternyata flare ini meskipun mempunyai sifat yang sama dengan aktivitas matahari yang diwakili oleh fluks 10,7 cm dan bilangan *sunspot*, yaitu pada saat naik turunnya aktivitas. Sehingga bila dilihat dari distribusi durasi, *rise time*, *rise ratio*, dan distribusi frekuensinya flare yang tidak mempunyai bintik ini juga merupakan salah satu aspek aktivitas matahari. Akan tetapi meskipun flare tanpa bintik mempunyai siklus yang sama dengan siklus bilangan *sunspot*, ternyata amplitudo (besarnya) siklus tidak selalu bersesuaian dengan amplitudo siklus bilangan *sunspot*. Hal ini memperlihatkan bahwa tidak semua bintik matahari menghasilkan flare, dan demikian juga sebaliknya, yaitu bahwa tidak semua flare dihasilkan di daerah yang mempunyai bintik.

#### DAFTAR RUJUKAN

Akhmedov, S.B., Borovik, V.N., Gelfreikh, G.B., Bogod, V.M., Korzhavin, A.N., Petrov, Z.E., Dikij, V.N., Lang, K.R., Willson, R.F., 1986, 'Structure of a Solar Active Region from Ratan 600 and Very Large Array Observations', *Astrophys. J.* 301, 406

- Altas, L., 1994, 'Spotless Flare Activity', *Solar Phys.* 151, 169
- Dodson, H.W., Hedeman, E.R., 1970, 'Major H $\alpha$  Flares in Centers of Activity with Very Small or No Spots', *Solar Phys.* 13, 401
- Priest, E.R., 1982, in *Solar Magnetohydrodynamics*, D. Reidel Publishing Co., Dordrecht, Holland
- Richardson, R.S., 1951, 'Characteristics of Solar Flares', *Astrophys. J.* 114, 356
- Ruždjak, V., Vršnak, B., Schroll, A., Brajsa, R., 1989, 'A Comparison of H $\alpha$  and Soft X-Ray Characteristics of Spotless and Spot Group Flares', *Solar Phys.* 123, 309
- Šeršen, M., Valnicek, B., 1993, 'Spotless Flare and Type II Radio Burst', *Solar Phys.* 145, 339
- Smith, H.J., Smith, E.V.P., 1963, in *Solar Flares*, The Macmillan Company, New York
- Svestka, Z., 1976, in *Solar Flares*, D. Reidel Publishing Co., Dordrecht, Holland
- Tandberg-Hanssen, E., Emslie, A.G., 1988, in *The Physics of Solar Flares*, Cambridge University Press
- Tapping, K.F., DeTracey, B., 1990, 'The Origin of the 10.7 cm Flux', *Solar Phys.* 127, 321
- Zirin, H., 1988, in *Astrophysics of the Sun*, Cambridge University Press
- , 1976 - 2000, *Solar Geophysical Data*, NOAA, comprehensive and prompt reports