

# MORFOLOGI $H_{\alpha}$ FLARE

Suprijatno\*), Maspul Aini\*), Suratno\*), Wilson\*), Nanang\*\*)

## RINGKASAN

Data flare hasil pengamatan dari Stasiun Pengamat Dirgantara Watukosek untuk periode November 1990 sampai dengan Oktober 1993, memperlihatkan bahwa peningkatan kecemerlangan intensitas  $H_{\alpha}$  mencapai intensitas maksimumnya (impulsive phase) bergantung pada klasifikasi importance flare. Waktu yang diperlukan untuk importance S adalah paling pendek, sedangkan untuk flare dengan klasifikasi importance lebih besar akan memerlukan waktu lebih lama.

Dengan melihat perkembangan luas selama berlangsungnya flare, juga menunjukkan bahwa waktu untuk mencapai luas maksimum lebih pendek dibandingkan dengan penurunan luas.

Hasil analisis dari peninjauan kedua masalah tersebut memperlihatkan, bahwa flare yang terjadi pada umumnya merupakan flare cepat.

## 1. PENDAHULUAN

Flare merupakan proses di mana energi yang sebelumnya secara perlahan dibentuk di dalam medan magnet kromosfer, tiba-tiba dilepaskan melalui ketidak stabilan plasma, dikonversikan ke dalam proses radiasi, pemancaran gelombang radio dan pelepasan partikel.

Selama berlangsungnya flare, perkembangannya dapat dibagi menjadi tiga fasa yaitu (Mc Lean D.J., Labrum N.R.; 1985) :

### - Pre-flare phase

Fasa ini hanya berlangsung untuk beberapa menit.

\*) Peneliti Bidang Matahari dan Lingkungan Antariksa

\*\*) Peneliti SPD Watukosek

Terjadi peningkatan emisi thermal plasma korona, ditunjukkan dengan meningkatnya radiasi soft x-ray.

### - Impulsive phase

Fasa ini biasa juga disebut flash phase, karena pada fasa ini terjadi peningkatan intensitas yang sangat cepat.

Berlangsung kurang dari lima menit. Pada fasa ini terjadi proses elektron sangat dipercepat, dengan terjadinya high energi elektron. Prosesnya berlangsung secara non thermal.

### - Main phase

Fasa ini ditunjukkan dengan terjadinya penurunan intensitas emisi, berlangsung untuk beberapa puluh menit sampai jam.

Pada fasa ini ditandai dengan mulai munculnya shock wave.

## 2. SUMBER ENERGI

Ada beberapa alternatif sumber energi yang memungkinkan untuk bisa dipakai sebagai sumber dari pada energi flare.

Ada tiga sumber energi yang diusulkan sampai saat ini (Einar Tandberg-Hansen, Gordon Emslie A.; 1988) yaitu :

### - Energi Thermal

Untuk menentukan besarnya energi thermal ini, ada beberapa besaran yang menentukan seperti di bawah ini :

$$E_{\text{thermal}} = 3S/m_H (m_{\text{cor}} k t_{\text{cor}} + (m - m_{\text{cor}}) k T_{\text{chrom}})$$

Besarnya energi thermal bisa ditentukan dengan memberikan beberapa pertimbangan mengenai besaran-besaran yaitu :

- Luas flare (S) =  $10^{18} \text{ cm}^2$
- Kolom masa =  $10^{-2} \text{ gr cm}^{-2}$
- Temperatur kromosfer =  $10^4 \text{ }^\circ\text{K}$
- Temperatur korona =  $3 \times 10^6 \text{ }^\circ\text{K}$
- Kolom masa korona ( $m_{\text{kor}}$ ) =  $3 \times 10^{-6} \text{ gr cm}^{-2}$

$$E_{\text{thermal}} = 3 \times 10^{28} \text{ erg}$$

### - Energi Gravitasi

Besarnya energi gravitasi adalah sebagai berikut,

$$E_{\text{grav}} = S g_0 h dm$$

di mana :

- h = ketinggian materi flare
- $g_0 = 2.74 \times 10^4 \text{ cm det}^{-2}$   
(percepatan gravitasi)

Perhitungan yang sudah dilakukan memberikan hasil,

$$E_{\text{grav}} = 3 \times 10^{28} \text{ erg}$$

### - Energi Magnet

Perumusan untuk menentukan energi magnet adalah,

$$E_{\text{mag}} = B^2/8\pi$$

Dengan mempertimbangkan bahwa:

- Volume flare =  $10^{27} \text{ cm}^3$
  - Medan magnet B =  $10^3 \text{ gauss}$
- Besarnya energi magnet,

$$E_{\text{mag}} = 10^{32} \text{ erg}$$

Besarnya energi untuk energi thermal dan energi gravitasi masing-masing sebesar  $10^{28} \text{ erg}$  adalah terlalu kecil untuk dijadikan sumber energi flare. Oleh karena itu sumber energi yang paling memungkinkan dapat dipakai sebagai sumber energi flare adalah energi magnet.

## 3. IMPORTANCE FLARE

Kekuatan atau besarnya energi suatu flare ditunjukkan oleh importance dari pada flare.

Klasifikasi flare didasarkan pada saat flare mempunyai intensitas (kecemerlangan)  $H_\alpha$  maksimum.

Kecemerlangan  $H_\alpha$  nya sendiri dibagi lagi menjadi f (faint), n (normal) dan b (bright).

Klasifikasi flare selain ditentukan oleh kecemerlangan  $H_\alpha$ , ditentukan juga



oleh luas terjadinya flare. Luas flare ditentukan (dihitung) pada saat kecermerlangan  $H_{\alpha}$  maksimum.

Luas flare diklasifikasikan lagi menjadi kelas-kelas S, 1, 2 dan 3 (Bruzek A., Durrant C.J.; 1977).

Secara keseluruhan klasifikasi importance flare dapat dilihat pada tabel 3.1. berikut :

Tabel 3.1 : KLASIFIKASI FLARE BERDASARKAN  $H_{\alpha}$  FLARE

| IN SQUAREE DEGREEES | IN MILLIONTHS OF HEMISPHERE | FAINT (f) | NORMAL (n) | BRILLIANT (b) |
|---------------------|-----------------------------|-----------|------------|---------------|
| < 2.06              | < 100                       | Sf        | Sn         | Sb            |
| 2.06 - 5.15         | 100 - 250                   | 1f        | 1n         | 1b            |
| 5.15 - 12.4         | 250 - 600                   | 2f        | 2n         | 2b            |
| 12.4 - 24.7         | 600 - 1200                  | 3f        | 3n         | 3b            |
| > 24.7              | > 1200                      | 5f        | 4n         | 4b            |

#### 4. PENGAMATAN DAN ANALISIS DATA

Data flare yang dipergunakan untuk program penelitian ini adalah data flare hasil pengamatan Stasiun Pengamat Dirgantara Watukosek - LAPAN (Bambang Setiahad, dkk.). Data flare mencakup periode mulai bulan November 1990 sampai dengan Oktober 1993.

Jumlah flare yang teramati adalah sebanyak 692 buah. Dari sejumlah data tersebut di atas, ternyata tidak semuanya bisa diamati sepenuhnya. Yang dimaksudkan dengan bisa diamati sepenuhnya adalah bahwa flare bisa diamati mulai dari awal terjadinya, mencapai puncaknya sampai dengan berakhirnya flare.

Jadi dalam hal ini bisa tercatat waktu awal terjadinya, kemudian waktu di mana flare mencapai puncaknya (kece-

merlangan maksimum), dan terakhir waktu flare berakhir.

Jumlah flare yang bisa diamati sepenuhnya ini adalah 572 buah.

Kalau ditinjau berdasarkan klasifikasi importancenya, ternyata jumlah masing-masing adalah,

- Importance S : 475 buah
- Importance 1 : 82 buah
- Importance 2 : 12 buah
- Importance 3 : 3 buah

Dari masing-masing importance ditentukan waktu yang diperlukan untuk mencapai intensitas (kecermerlangan  $H_{\alpha}$ ) maksimum,  $t_n$  dan waktu yang diperlukan selama terjadinya flare (awal sampai akhir),  $t_f$ .

Waktu rata-rata yang diperlukan untuk mencapai kecermerlangan maksimum sejak awal terjadinya  $t_n$ , masing-masing importance adalah sebagai berikut,

- Importance S,  $t_{n,s}$  : 4,71 menit
- Importance 1,  $t_{n,1}$  : 7,84 menit

- Importance 2,  $t_{n,2}$  : 15,17 menit
- Importance 3,  $t_{n,3}$  : 60,67 menit

Periode berlangsungnya flare rata-rata (lama terjadinya flare) masing-masing importance adalah,

- Importance S,  $t_{t,s}$  : 15,96 menit
- Importance 1,  $t_{t,1}$  : 25,01 menit
- Importance 2,  $t_{t,2}$  : 51,17 menit
- Importance 3,  $t_{t,3}$  : 172,00 menit

Selain menentukan perkembangan flare berdasarkan kecemerlangan (intensitas)  $H_{\alpha}$ , dilakukan pula perkembangan flare berdasarkan perubahan luas selama flare berlangsung (luas vs waktu). Untuk melihat perkembangan perubahan luas terhadap perubahan waktu, diambil beberapa sampel untuk masing-masing importance.

Besaran yang dipakai sebagai ukuran satuan luas flare bisa dalam derajat kuadrat (in square degrees) atau satu per  $10^{-6}$  kali luas permukaan matahari yang tampak dari bumi (in millionths of solar hemisphere). Satuan besaran luas yang dipakai pada perhitungan luas di sini adalah dalam millionths of solar hemisphere.

Suatu contoh deretan peristiwa yang memperlihatkan perkembangan perubahan luas suatu flare, diperlihatkan oleh gambar 4.1a sampai dengan 4.1o, perkembangan luas untuk flare importance 2b yang terjadi pada tanggal 27 Oktober 1991. Sedangkan deretan foto yang memperlihatkan peristiwa flarenya sendiri diperlihatkan seperti pada gambar 4.2a s/d 4.2j.

Perkembangan luas beberapa sampel flare untuk masing-masing importance, dapat dilihat pada gambar 4.3a s/d 4.3d.

Hasil perkembangan luas flare menunjukkan bahwa waktu yang diperlukan untuk mencapai luas maksimum adalah lebih pendek dari pada waktu yang diperlukan dari luas maksimum sampai flare berakhir.

## 5. KESIMPULAN

Hasil pengamatan flare dari SPD Watukosek pada periode pengamatan November 1990 sampai dengan Oktober 1993, menunjukkan bahwa lamanya waktu yang diperlukan untuk mencapai intensitas  $H_{\alpha}$  maksimum ( $t_n$ ) bergantung pada klasifikasi importance flare. Flare dengan importance S memerlukan waktu paling pendek, sedangkan flare dengan klasifikasi importance lebih besar memerlukan waktu lebih panjang. Data pengamatan menunjukkan juga bahwa flare dengan importance lebih besar akan berlangsung lebih lama.

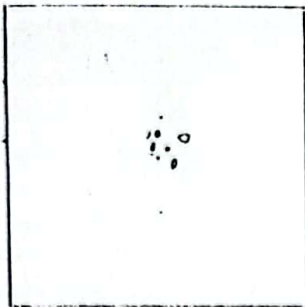
Menurut Robert S. Richardson (1951) bahwa suatu flare disebut flare cepat, kalau waktu untuk mencapai intensitas maksimum lebih kecil atau sama dengan 0,4 kali waktu berlangsungnya flare, ( $t_n < t_t$ ). Dari hasil pengamatan flare yang ada ternyata untuk  $t_n < 0,4 t_t$  ada sebanyak 69,6 %. Demikian juga dengan melihat perkembangan luas flare, dapat disimpulkan bahwa umumnya flare yang terjadi adalah merupakan flare cepat.

## DAFTAR PUSTAKA

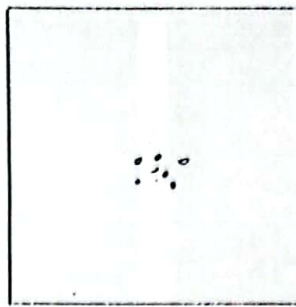
1. Bruzek A., Currant C.J.; 1977. *Illustrated Glossary for Solar and Solar - Terrestrial Physics*; D. Reidel Publishing Company; 83.
2. Mc Lean D.J., Labrum N.R.; 1985. *Solar radio Physics*; Cambridge University Press; 54.
3. Einar Tandberg-Hansen, Gordon Emslie A.; 1988. *The Physics of Solar Flares*; Cambridge University Press; 131, 160.
4. Robert S. Richardson; 1951. *Astrophysical Journal*; 356.
5. Bambang Setiajadi dkk.; *Monthly Bulletin on Solar Phenomena*; Stasiun Pengamat Dirgantara Watukosek - LAPAN.

--- o0o ---

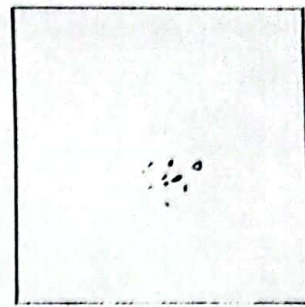




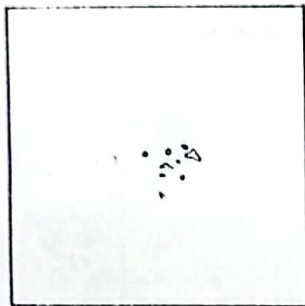
a) PENGAMATAN PUKUL 02.05 UT



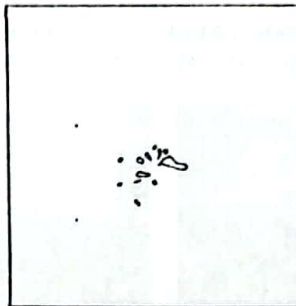
b) PENGAMATAN PUKUL 02.06 UT



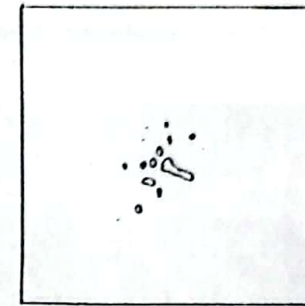
c) PENGAMATAN PUKUL 02.07 UT



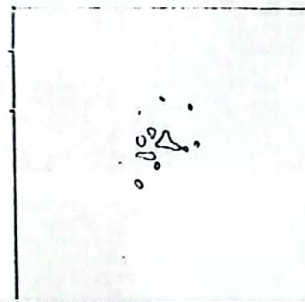
d) PENGAMATAN PUKUL 02.08 UT



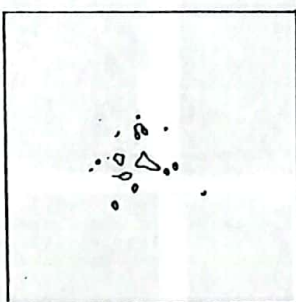
e) PENGAMATAN PUKUL 02.09 UT



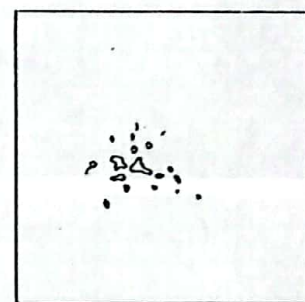
f) PENGAMATAN PUKUL 02.10 UT



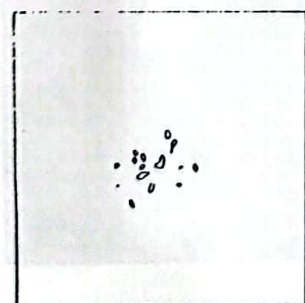
g) PENGAMATAN PUKUL 02.11 UT



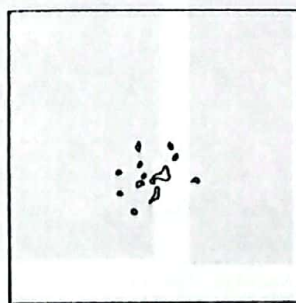
h) PENGAMATAN PUKUL 02.12 UT



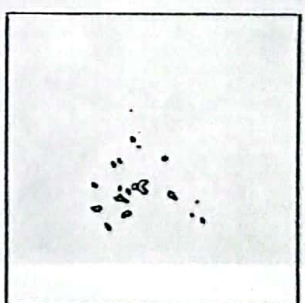
i) PENGAMATAN PUKUL 02.13 UT



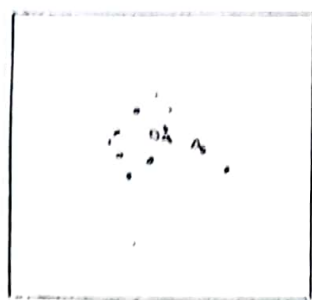
j) PENGAMATAN PUKUL 02.15 UT



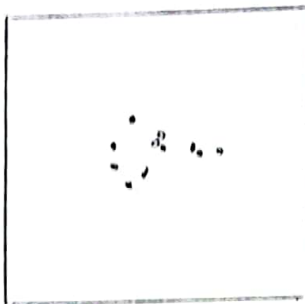
k) PENGAMATAN PUKUL 02.19 UT



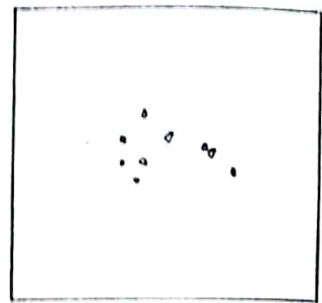
l) PENGAMATAN PUKUL 02.24 UT



m) PENGAMATAN PUKUL 02.30 UT

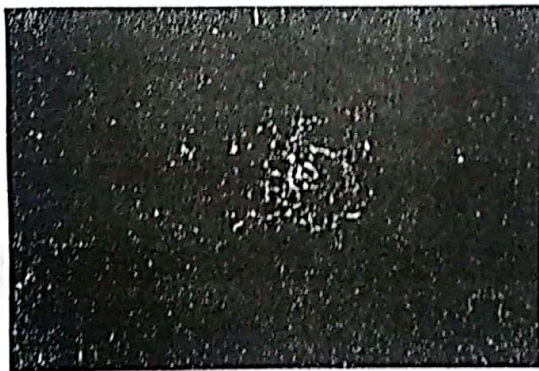


n) PENGAMATAN PUKUL 02.36 UT



o) PENGAMATAN PUKUL 02.42 UT

Gambar 4.1 : PENGAMATAN PERKEMBANGAN LUAS FLARE 2b. TANGGAL 27 OKTOBER 1991, PADA JAM PENGAMATAN BERBEDA.



a) PENGAMATAN PUKUL 02.05 UT



b) PENGAMATAN PUKUL 02.07 UT



c) PENGAMATAN PUKUL 02.09 UT

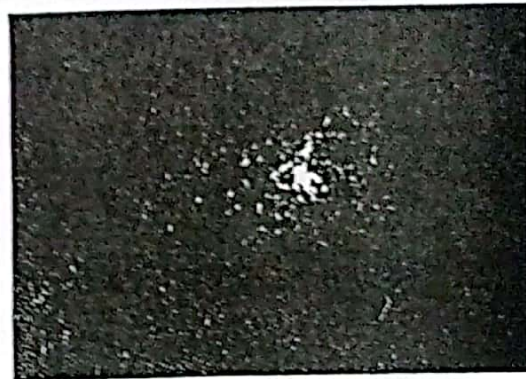


d) PENGAMATAN PUKUL 02.11 UT





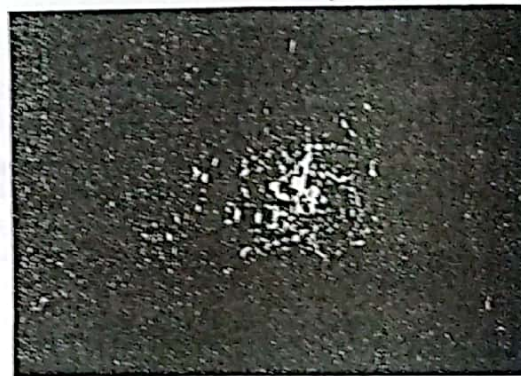
e) PENGAMATAN PUKUL 02.14 UT



f) PENGAMATAN PUKUL 02.19 UT



g) PENGAMATAN PUKUL 02.24 UT



h) PENGAMATAN PUKUL 02.29 UT



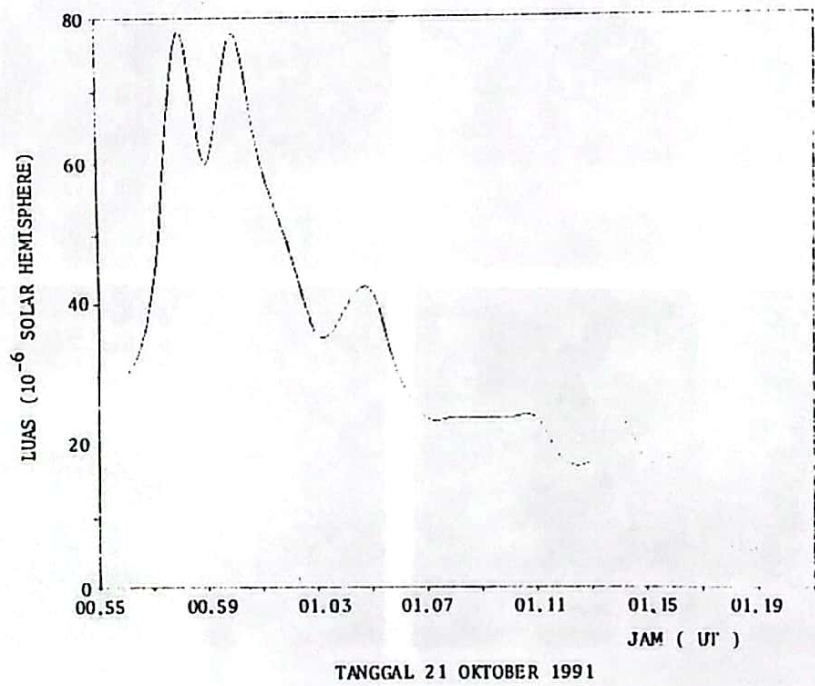
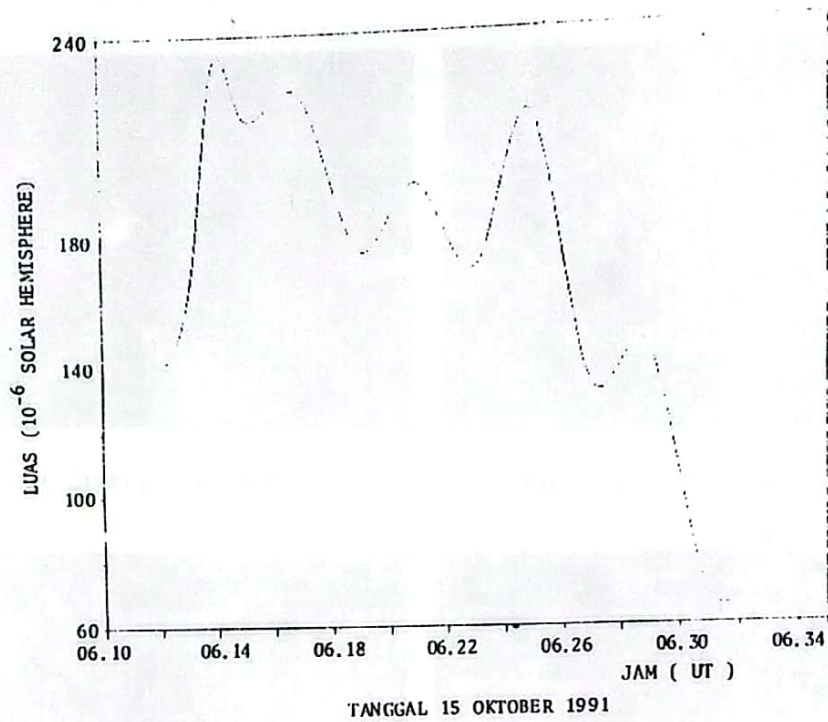
i) PENGAMATAN PUKUL 02.34 UT



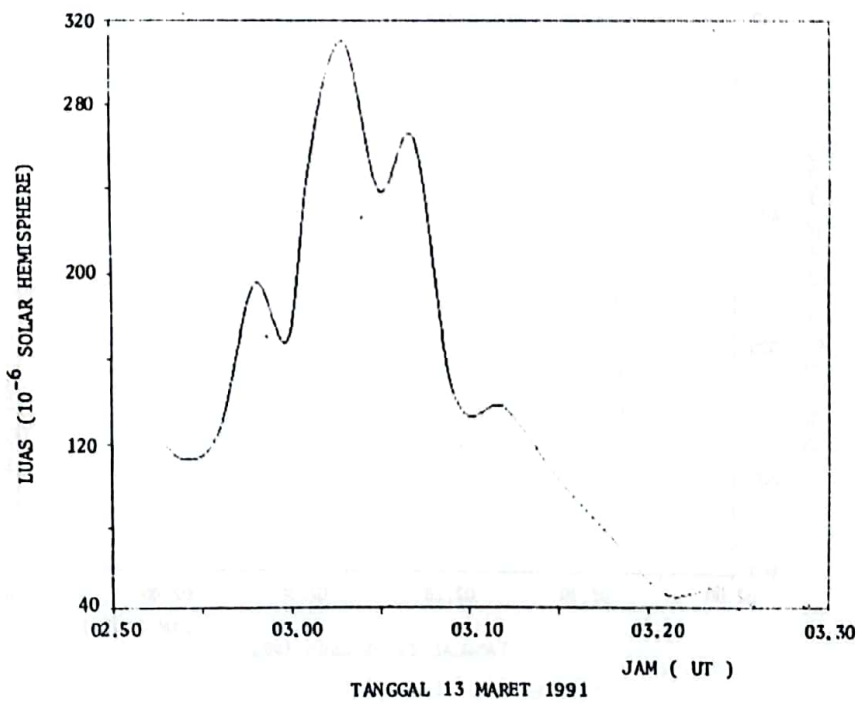
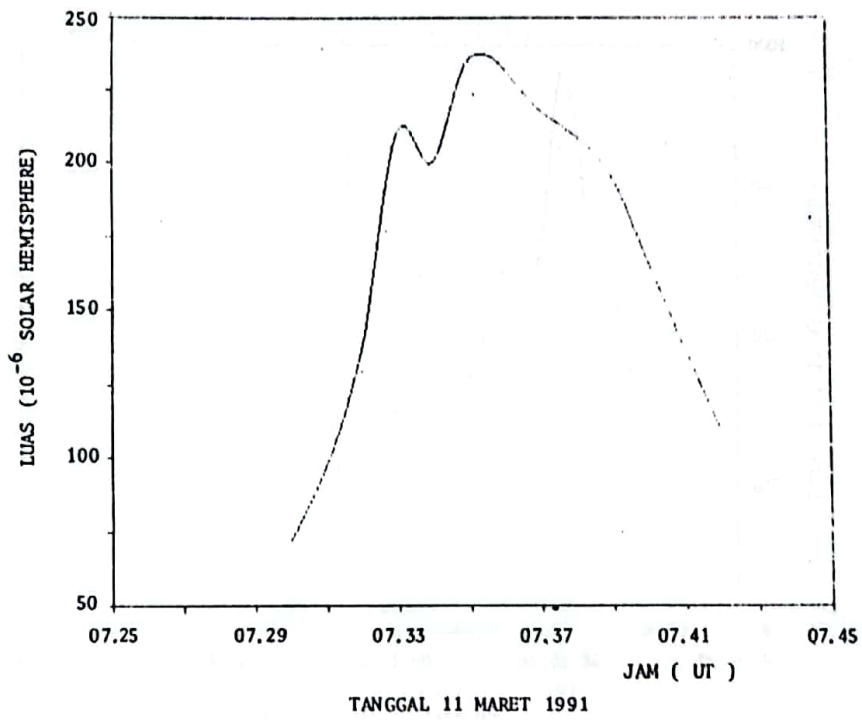
j) PENGAMATAN PUKUL 02.39 UT

Gambar 4.2 : FOTO FLARE IMPORTANCE 2b, TANGGAL 27 OKTOBER 1991,  
PADA JAM PENGAMATAN BERBEDA .



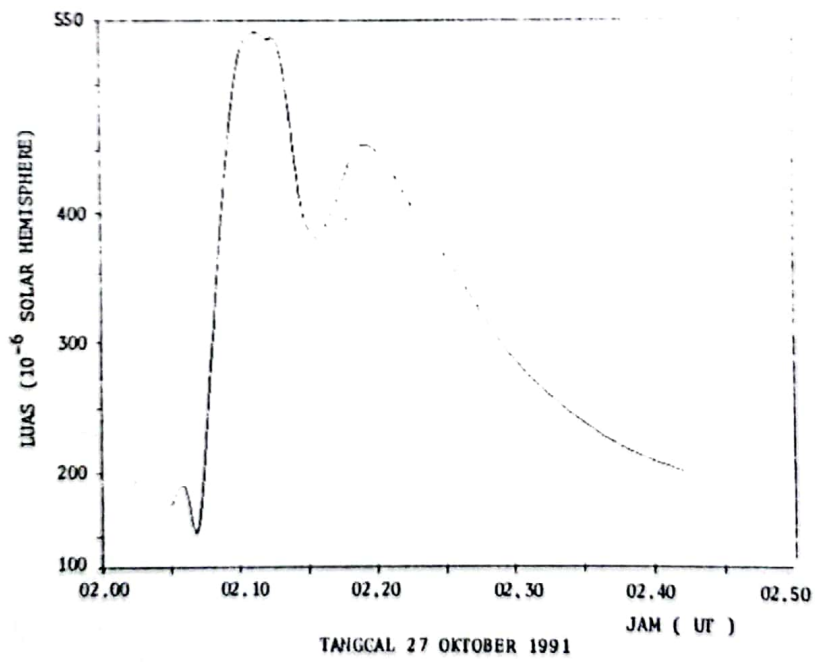
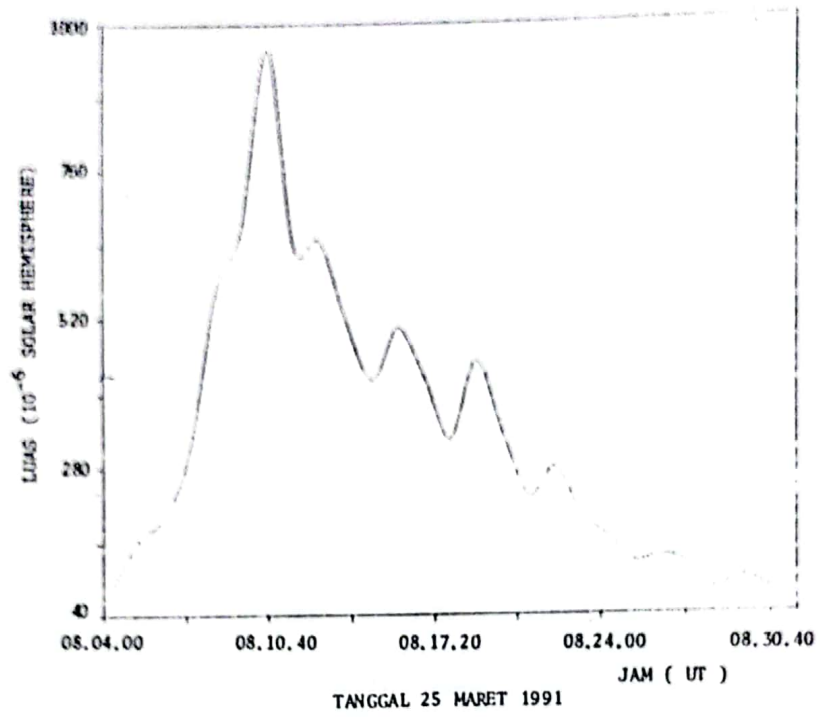


Gambar 4.3a : PERKEMBANGAN LUAS FLARE IMPORTANCE Sb.

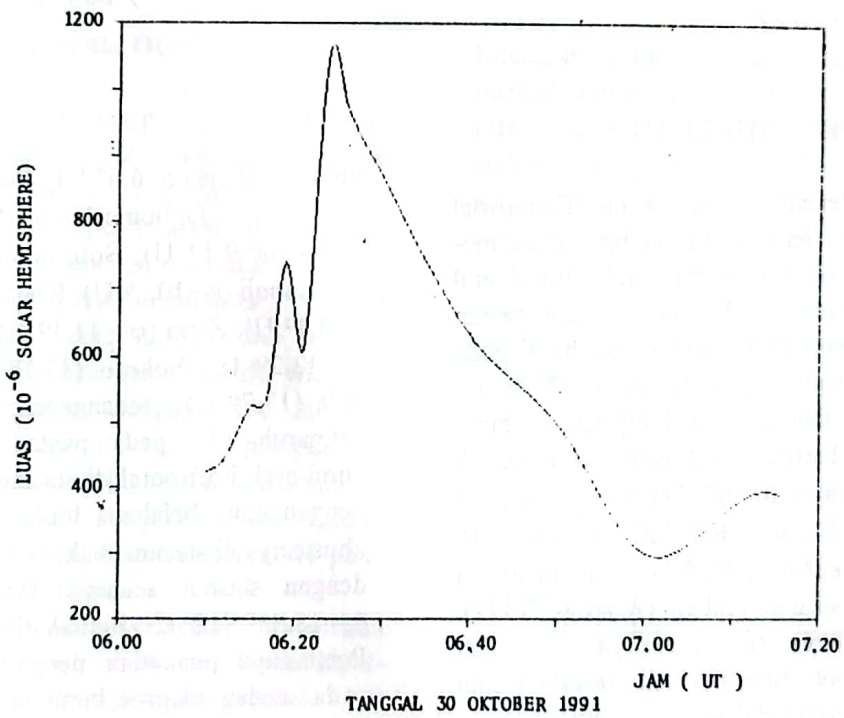
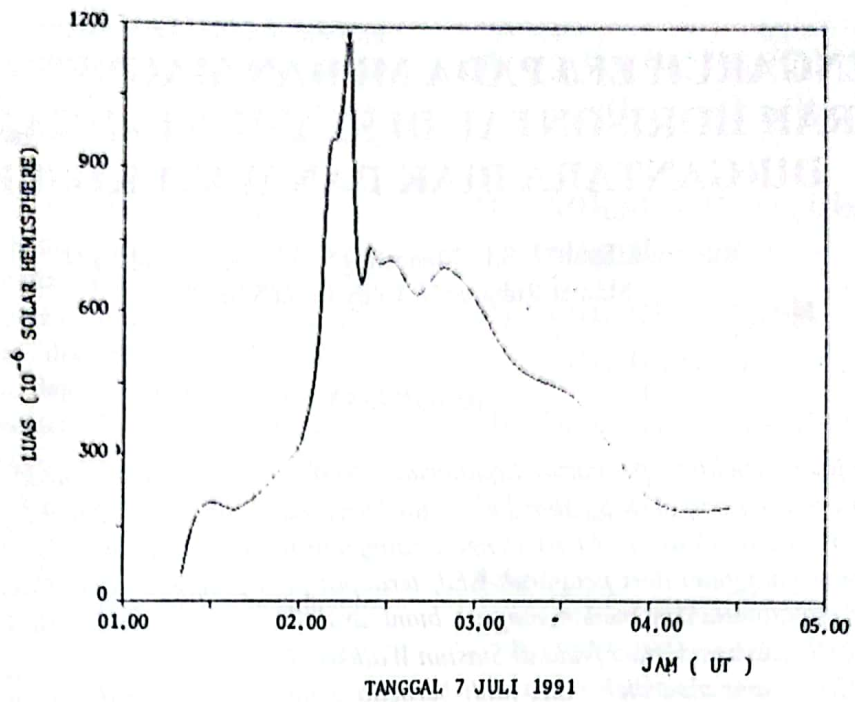


Gambar 4.3b : PERKEMBANGAN LUAS FLARE IMPORTANCE 1b.





Gambar 4.3c : PERKEMBANGAN LUAS FLARE IMPORTANCE 2b.



Gambar 4.3d : PERKEMBANGAN LUAS FLARE IMPORTANCE 3b.