

Hubungan Emisi Radio Matahari pada Panjang Gelombang Meter dengan Partikel Energetik Terlempar

Suratno¹, S.L. Manurung¹, M.A. Ratag¹, Suprijatno Jasman¹, dan Suaydhi¹

Bidang Penelitian Matahari dan Lingkungan Antariksa, Puslitbang Pengetahuan Ionosfer LAPAN, Bandung

Abstrak. Semburan radio matahari tipe III timbul karena lewatnya paket partikel energetik di korona yang terlempar ketika terjadi flare. Hasil analisis menunjukkan bahwa tinggi fluks semburan tipe III tidak bergantung pada kelajuan paket partikel tersebut. Kelajuan paket partikel yang dapat memunculkan semburan tipe III tidak kurang dari 104 km/detik.

The solar radio emission of type III burst is generated by the passing of packets of energetic particles through the corona during a flare event. The analysis showed that the flux of type III burst does not depend on the velocity of the packets. However, the particle velocity which excites the type III bursts is no less than 104 km/second.

Kata-kata kunci:

1. Pendahuluan

Semburan radio matahari tipe III muncul karena lewatnya partikel energetik yang terlempar dari daerah aktif menembus korona matahari. Partikel energetik tersebut bertindak sebagai paket perangsang timbulnya radiasi pada gelombang meter. Karena kerapatan elektron menurun terhadap bertambahnya ketinggian (Newkirk, 1962) sedangkan frekuensi plasma berbanding lurus dengan akar kerapatan plasma (N) maka frekuensi gelombang radio yang dipancarkan akan berubah (bergeser) menuju frekuensi yang lebih rendah. Pergeseran frekuensi berlangsung cepat (sesuai dengan kelajuan paket partikel perangsang), oleh karenanya proses semburan radio ini disebut semburan pergeseran cepat (Wild, dkk., 1963, Kundu, 1965, Tapping, 1974). Peristiwa ini diilustrasikan seperti gambar.1.

Semburan type III dapat dilihat pada spektrogram hasil pengamatan matahari dengan radiospektrometer. Radio spektrometer terdiri dari radioteleskop yang beroperasi pada beberapa frekuensi tertentu, yang tergabung sedemikian sehingga membentuk/ memperoleh hasil pengamatan berupa spektrogram.

Pergeseran frekuensi (df/dt) dapat diuraikan sebagai : $df/dt = df/dN \cdot dN/dR \cdot dR/dt$ dengan f =frekuensi, N =kerapatan plasma Korona dan R =jarak/tinggi, dimana

Naskah pasca-cetak dapat diminta kepada: Suratno

df/dN merupakan turunan frekuensi plasma terhadap kerapatannya, dN/dR turunan kerapatan plasma terhadap ketinggian dan dR/dt adalah kelajuan yang ditafsirkan sebagai kelajuan paket partikel energetik yang menembus korona matahari dan merangsang peningkatan amplitudo osilasi plasma sehingga terjadi peningkatan fluks radiasi.

Penelitian ini akan membahas tentang hubungan perubahan tinggi fluks maksimum semburan radio tipe III dengan perubahan kelajuan paket partikel energetik yang bertindak sebagai perangsang munculnya semburan tersebut.

2. Metoda

Kelajuan rata-rata paket partikel perangsang dapat diturunkan dari hasil pengamatan pergeseran frekuensi dengan memasukkan frekuensi plasma sebagai fungsi kerapatan elektron $f_p = f(N)$, dan kerapatan elektron sebagai fungsi ketinggian $N = N(R)$ (Fainberg & Stone, 1972, Hector & Haddock, 1973, Reiner & Stone, 1986). Apabila terjadi semburan, maka pada setiap frekuensi terlihat amplitudo yang menyatakan intensitas semburan. Pergeseran frekuensi dapat terbaca saat amplitudo maksimum dari suatu frekuensi ke frekuensi berikutnya, dapat digambarkan sbb.:

Tinggi amplitudo maksimum (A) berubah dari satu frekuensi ke frekuensi berikutnya, demikian pula waktu pergeserannya. Kelajuan paket partikel perangsang ditentukan dengan metoda berikut : Model kerapatan plasma (N) di Korona oleh Newkirk (1962) untuk matahari aktif dinyatakan sebagai :

$$N = 8 \times 10^4 \times 10^{\frac{4R^2}{R^2}}$$

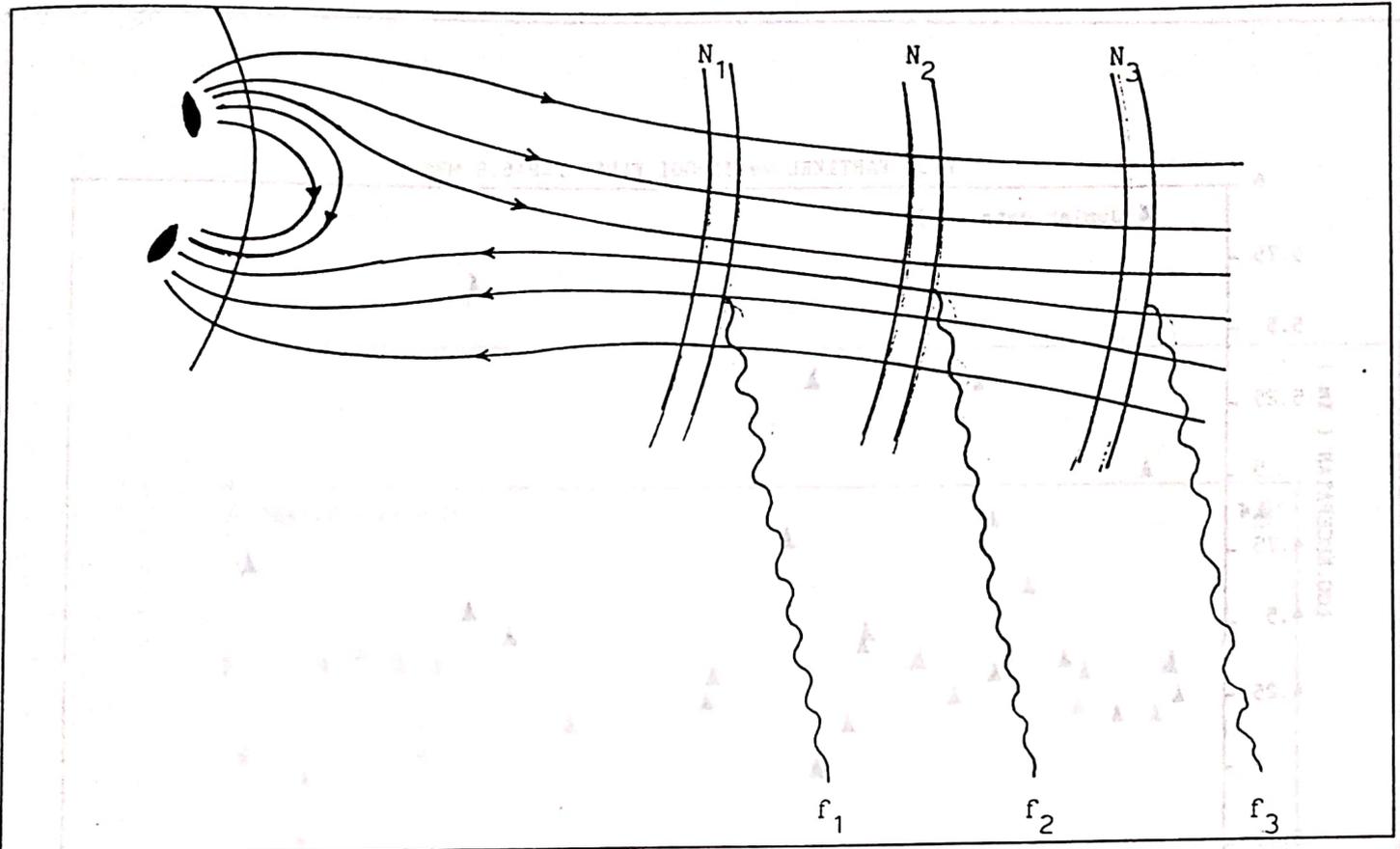
dengan R adalah jarak dari pusat matahari dinyatakan dalam jejari matahari.

Dari hubungan $f = 9\sqrt{N}$ (f =frekuensi), maka dengan memasukkan $N = 1 / (81 f^2)$, maka posisi/ketinggian sumber emisi (R_i) pada frekuensi f_i dapat diturunkan, berbentuk :

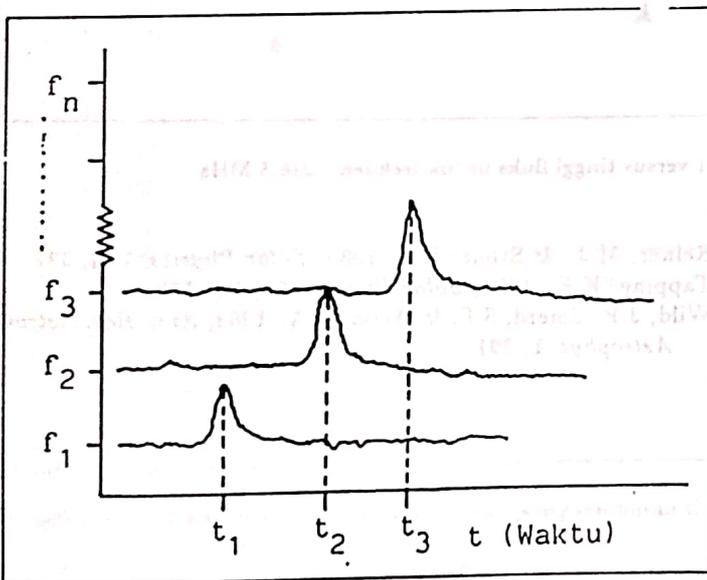
$$R_i = \frac{2.16}{(\log f_i - 0.416)}$$

Untuk dua frekuensi yang berurutan dapat dihitung $\Delta R = R_{i+1} - R_i$.

Data radio spektrogram menyatakan bahwa waktu pergeseran dari frekuensi ke- i ke frekuensi ke- $(i+1)$ berturut-turut terekam t_i dan t_{i+1} , maka dapat dihitung $\Delta t = t_{i+1} - t_i$. Maka dapat dihitung kelajuan paket partikel yang lewat pada selang jarak ΔR dalam selang waktu Δt .



Gambar 1. Ilustrasi sumber emisi semburan radio tipe III dengan N_i adalah kerapatan plasma korona dan f_i adalah frekuensi gelombang yang dipancarkan dimana $N_1 < N_2 < N_3 \dots \text{dst.}$ dan $f_1 > f_2 > f_3 \dots \text{dst.}$



Gambar 2. Gambaran spektra dinamik semburan tipe III, tentang pergeseran frekuensi terhadap waktu.

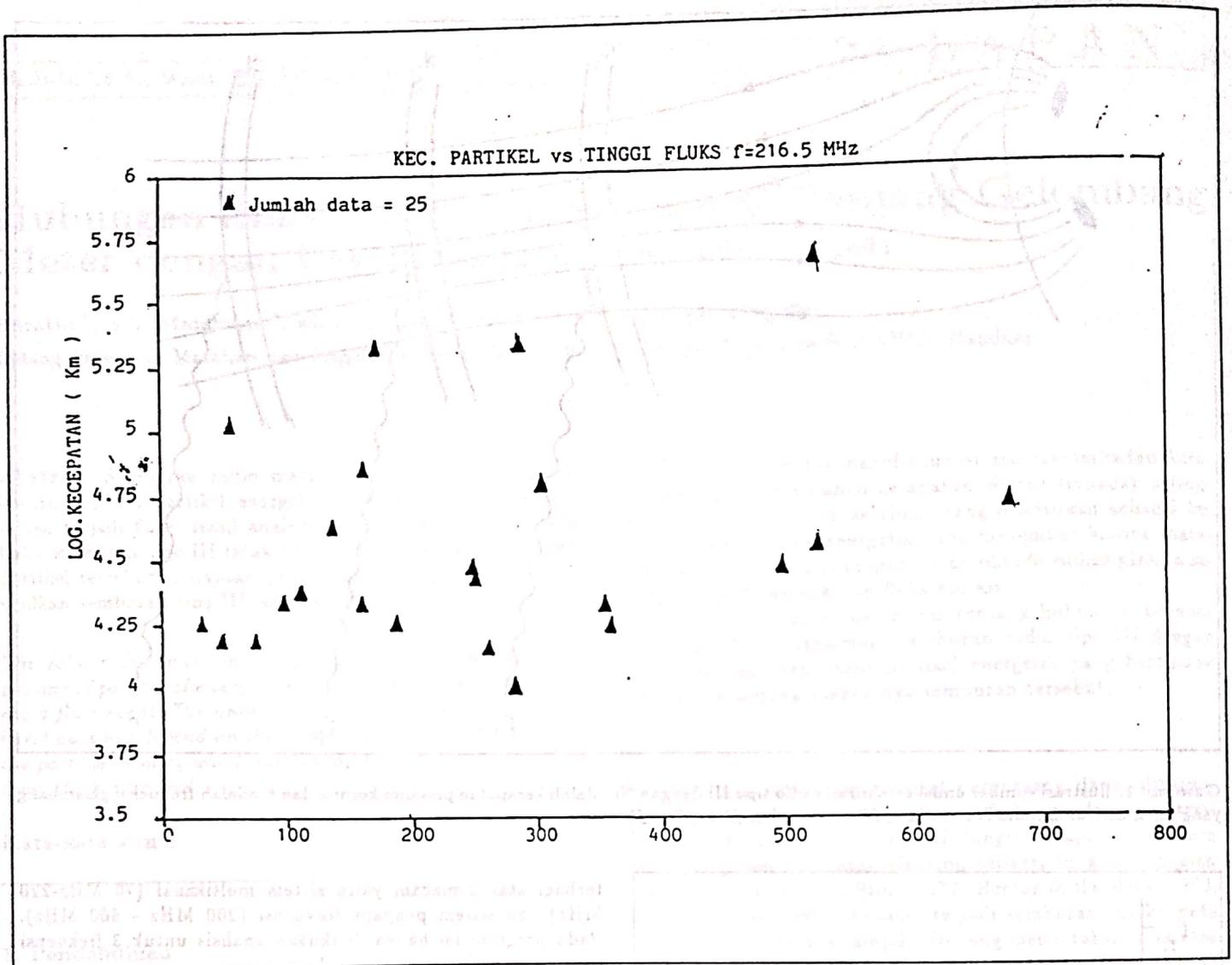
Data yang dianalisis adalah data radiospektrogram Nobeyama Solar Radio Observatory, Japan yaitu peristiwa yang terjadi pada tanggal-tanggal 7 Juni 1980, 7 September 1981, 22 Nopember 1981 dan 10 Juli 1982. Peralatan radiospektrometer beroperasi dari frekuensi 70 MHz sampai 600 MHz

terbagi atas 2 macam yaitu sistem multikanal (70 MHz-220 MHz) dan sistem penyapu-frekuensi (200 MHz - 600 MHz). Pada program ini hanya dilakukan analisis untuk 3 frekuensi tunggal dari sistem multikanal.

3. Hasil dan Pembahasan

Dengan metoda diatas, telah dianalisis data semburan tipe III radiospektrogram diambil pada frekuensi 216.5 MHz, 204.3 MHz dan 191.6 MHz. Dengan dua frekuensi yang berurutan dan pergeseran waktu dari puncak fluks untuk masing-masing frekuensi dapat dihitung kelajuan paket partikel perangsang. Dari dua pasang frekuensi (yaitu :216.5 MHz - 204.3 MHz dan 204.3 MHz - 191.6 MHz) diperoleh 25 data kelajuan paket partikel dengan puncak fluks semburan tipe III yang bervariasi. Selanjutnya dibuat grafik dari kelajuan versus tinggi puncak fluks untuk masing-masing frekuensi.

Gambar 3, 4 dan 5 adalah plot data kelajuan versus tinggi puncak fluks berturut-turut untuk frekuensi 216.5 MHz, 204.3 MHz dan 191.6 MHz. Plot data hubungan dua gejala tersebut terlihat sebaran yang lebar; dapat dikatakan bahwa walaupun kelajuan paket partikel rendah namun dapat menimbulkan semburan tipe III dengan fluks yang tinggi. Dan sebaliknya walaupun kelajuan paket partikel cukup tinggi namun fluks semburan yang muncul rendah. Satu hal yang dapat disampaikan bahwa kelajuan paket partikel yang dapat memunculkan semburan tipe III tidak kurang dari 104 km. Fainberg, dkk (1971,1972), Hector, dkk (1973), Tapping (1974)



Gambar 3. Plot antara kelajuan partikel perangsang semburan tipe III versus tinggi fluks untuk frekuensi 216.5 MHz

dan Reiner & Stone (1986) telah mengemukakan bahwa kecepatan paket partikel yang menimbulkan semburan radio tipe III bervariasi dari $0.28C$ sampai $0.47C$ dengan rata-rata $0.37C$ (C =kecepatan cahaya).

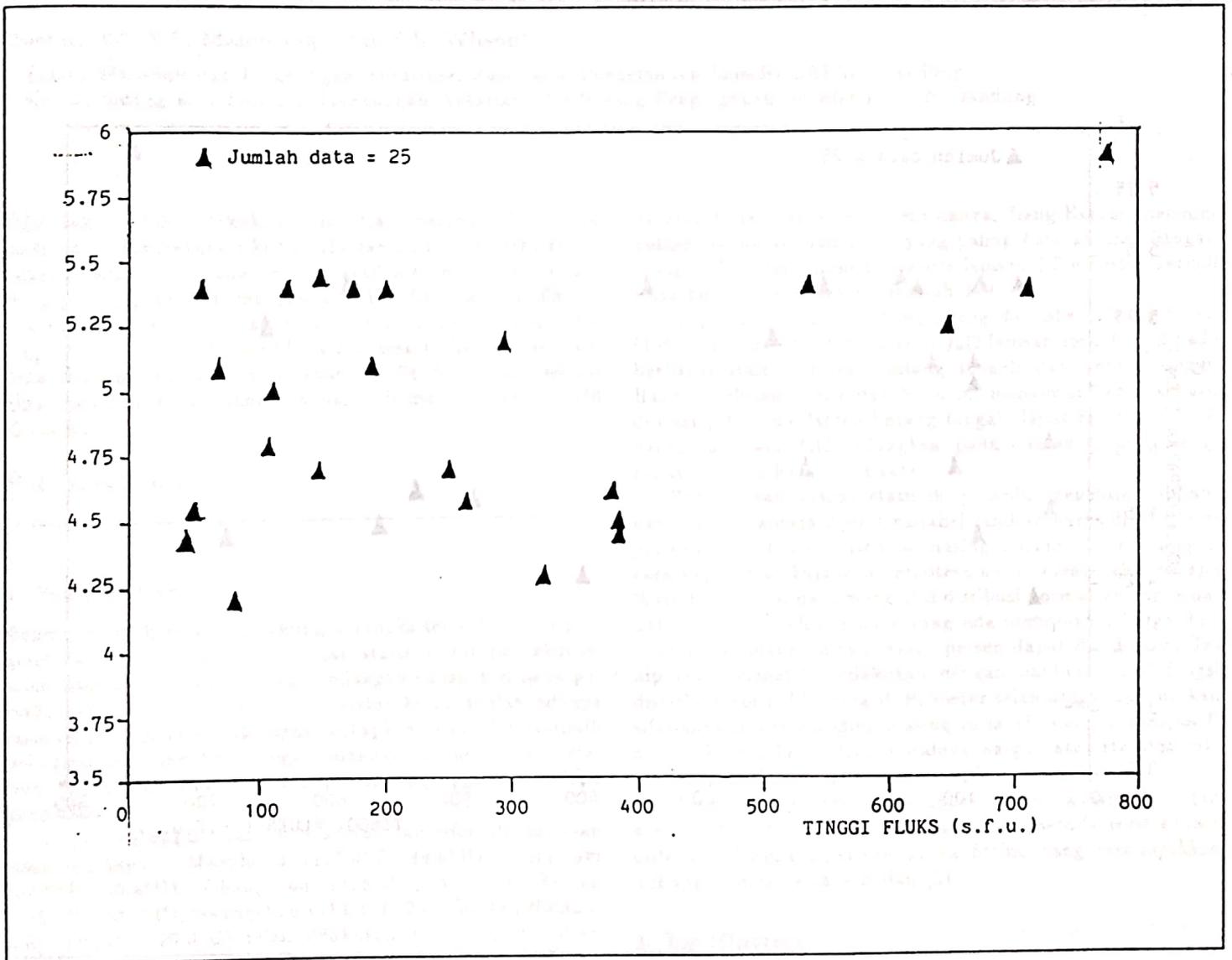
Hasil analisis kali ini dapat dituliskan bahwa tinggi fluks semburan tipe III tidak hanya bergantung pada kelajuan paket partikel perangsang. Uchida (1960), dalam teorinya tentang perangsang semburan tipe II dan tipe III mengemukakan bahwa energi yang ditransfer dari partikel ke gelombang plasma berbanding lurus dengan volume dan kerapatan partikel dari sumber tersebut.

Daftar Pustaka

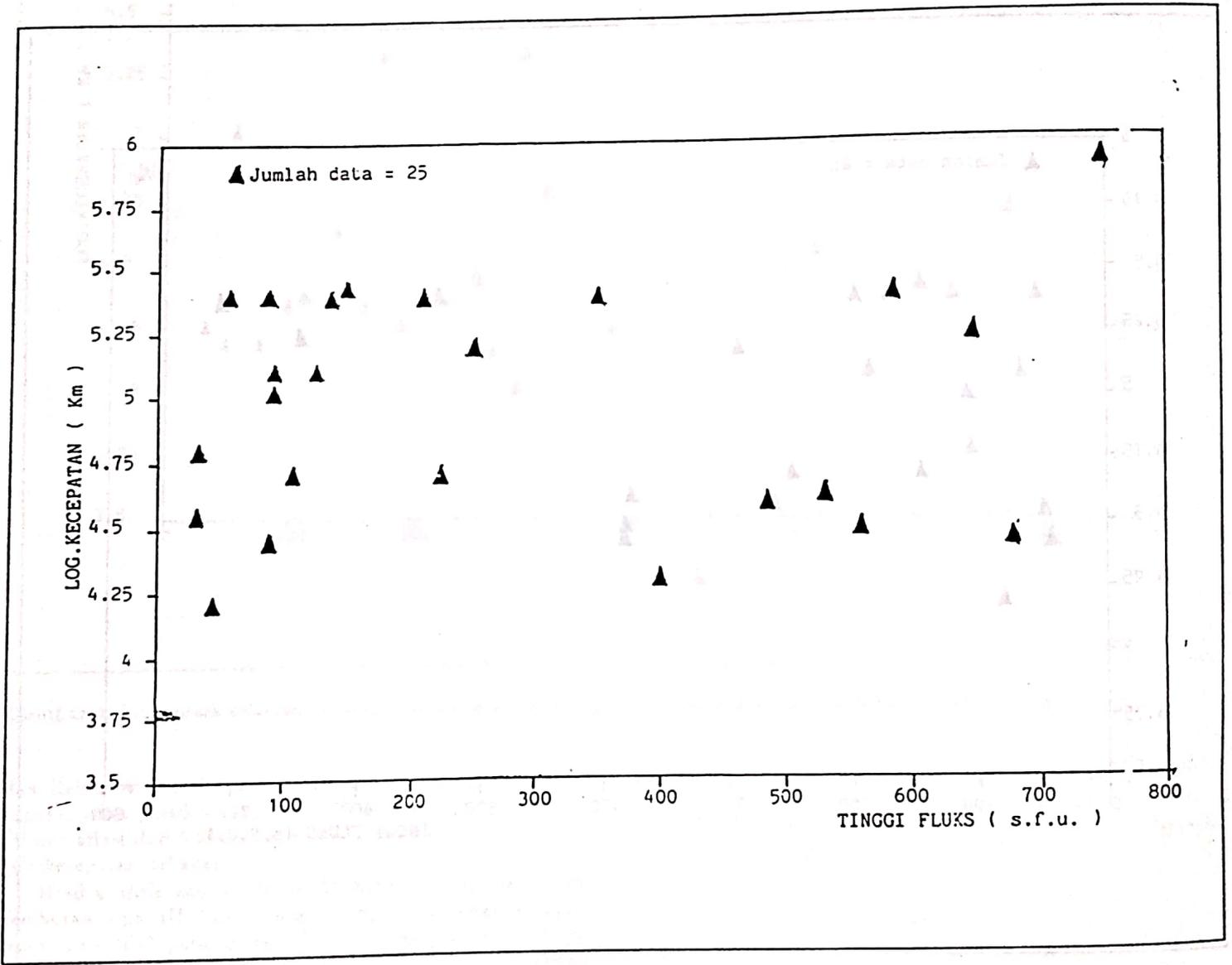
- Fainberg, J. & Stone, R.G. 1971, *Solar Physics*, 17, 392.
 Fainberg, J., Evans, L.G., & Stone, R.G. 1972, *Science*, 170, 743.
 Hector, A. & Haddock, F.T. 1973, *Solar Physics*, 29, 197
 Kundu, M.R. 1965, *Radio Astronomy*, Interscience Publisher.
 Newkirk, G., Jr. 1961, *Astrophysical Journal*, 133, 983
 Newkirk, G., Jr. 1967, *Ann. Rev. Astron. Astrophys.*, 5, 213

- Reiner, M.J., & Stone, R.G. 1986, *Solar Physics*, 106, 397
 Tapping, K.F., 1978, *Solar Physics*, 59, 145-158.
 Wild, J.P., Smerd, S.F. & Weiss, A.A., 1963, *Ann. Rev. Astron. Astrophys.* 1, 291.

Penelitian Perilaku Hubungan Frekuensi Kritis f_c dengan Bilangan Sturpou R pada Periode Akut Matahari Siklus 23.11.1998



Gambar 4. Plot antara kelajuan partikel perangsang semburan tipe III versus tinggi fluks untuk frekuensi 204.3 MHz



Gambar 5. Plot antara kelajuan partikel perangsang semburan tipe III versus tinggi fluks untuk frekuensi 191.6 MHz