

---

## ANALISIS TIP REPORT SPACE-TRACK TERKAIT KEJADIAN *FLARE* MATAHARI

**Abdul Rachman**

Pusat Sains Antariksa - LAPAN

e-mail: [abdul@bdg.lapan.go.id](mailto:abdul@bdg.lapan.go.id), [rachmanabd@yahoo.com](mailto:rachmanabd@yahoo.com)

### Abstract

Prediction for reentry of man-made space object in the LAPAN's Center for Space Science typically uses TIPS (Tracking and Impact Prediction) report from Space-Track ([www.space-track.org](http://www.space-track.org)) as its main source of information. TIP report contains the prediction of time and location of reentry space object registered in the USSPACECOM catalog. Given the importance of this report and the alleged influence of space weather in it, the analysis of TIP report for 84 space object falling since late 2008 to late 2010 has been done. For each object, we investigated the influence of flares on the fluctuation of the predicted reentry time during the reentry process. Qualitative analysis failed to show a clear relationship between the occurrence of flares with the fluctuation in predicted results. So, we guess that the fluctuation in predicted results depend more on other factors such as changes in the objects's attitude given that the object's average height is less than 200 km when the first report come out. At this height changes in solar activity in general is no longer significantly affect the atmospheric density (which plays a major role in determining the decay rate of the object).

**Keywords :** reentry of man-made space object, TIP report, flare, atmospheric density, reentry prediction

### Abstrak

Kegiatan prediksi jatuhnya benda antariksa buatan di Pusat Sains Antariksa LAPAN biasanya menggunakan TIP (*Tracking and Impact Prediction*) report Space-Track ([www.space-track.org](http://www.space-track.org)) sebagai sumber informasi utamanya. TIP report ini berisi prediksi waktu dan lokasi jatuh benda antariksa yang ada dalam katalog USSPACECOM. Mengingat pentingnya *report* ini dan adanya dugaan pengaruh cuaca antariksa di dalamnya, telah dilakukan analisis dengan meninjau TIP report untuk 84 benda antariksa yang jatuh sejak akhir 2008 hingga akhir 2010. Untuk masing-masing benda, diselidiki pengaruh *flare* pada perubahan hasil prediksi waktu jatuh sepanjang proses jatuhnya benda. Hasil analisis secara kualitatif tidak berhasil menunjukkan kaitan yang jelas antara kejadian *flare* dengan perubahan hasil prediksi. Diduga perubahan hasil prediksi lebih dikarenakan oleh faktor lain seperti perubahan sikap (*attitude*) benda mengingat ketinggiannya yang rata-rata sudah di bawah 200 km saat *report* pertama diperoleh. Pada ketinggian ini perubahan aktivitas Matahari secara umum tidak signifikan lagi mempengaruhi kerapatan atmosfer (yang berperan besar menentukan laju penurunan benda).

**Kata Kunci :** benda jatuh antariksa buatan, TIP report, *flare*, kerapatan atmosfer, prediksi benda jatuh

## 1. PENDAHULUAN

Terkait dengan antisipasi kerusakan yang mungkin timbul, Pusat Sains Antariksa (Pussainsa) LAPAN rutin melakukan pemantauan benda antariksa buatan yang berpotensi jatuh di Indonesia. Satelit yang terakhir dipantau secara khusus adalah UARS milik Amerika Serikat yang jatuh pada 24 September 2011 (Rachman dan Dani, 2011). Dari lima skenario yang dikembangkan di Pussainsa, dua diantaranya memakai hasil prediksi yang dikeluarkan oleh USSPACECOM yang dinamakan TIP (*Tracking and Impact Prediction*) report (Rachman dan Djameluddin, 2009). TIP report diantaranya memuat kapan *report* dibuat disamping waktu dan lokasi jatuh yang diprediksi (Gambar 8). TIP report dikeluarkan beberapa kali sebelum benda bersangkutan jatuh. *Report* pertama biasanya dikeluarkan 4 hingga 5 hari sebelum benda jatuh. *Report* terus diperbarui dengan akurasi yang terus meningkat hingga dikeluarkan *final report* beberapa jam setelah benda dinyatakan jatuh.

Report Date/Time	2011-09-23 22:43:00 GMT
Predicted Decay Time	2011-09-24 04:49:00 GMT +/- 4 Hours
Predicted Decay Location	2.9° N, 5.5° E
Direction	descending
Inclination	56.9°
Revolution Number	10920
High Interest Object	N
Next Report	2 Hours

Gambar 8 : Contoh *report* dalam TIP report

Telah diketahui bahwa terjadinya *flare* dapat mempercepat laju jatuhnya benda antariksa karena mampu meningkatkan intensitas radiasi *extreme ultraviolet* (EUV) dan sinar-X di atmosfer. Di sisi lain, prediksi dalam TIP report seringkali memberikan waktu jatuh yang lebih cepat daripada *report* sebelumnya. Pertanyaannya adalah apakah perubahan waktu jatuh hasil prediksi (*predicted decay time*) ini dikarenakan oleh *flare* atau bukan? Tulisan ini akan menjelaskan hasil studi awal untuk menjawab pertanyaan ini. Hasil studi ini diharapkan mampu meningkatkan pemahaman tentang karakteristik

TIP report sehingga bermanfaat bagi kegiatan pemantauan benda jatuh di Pussainsa LAPAN.

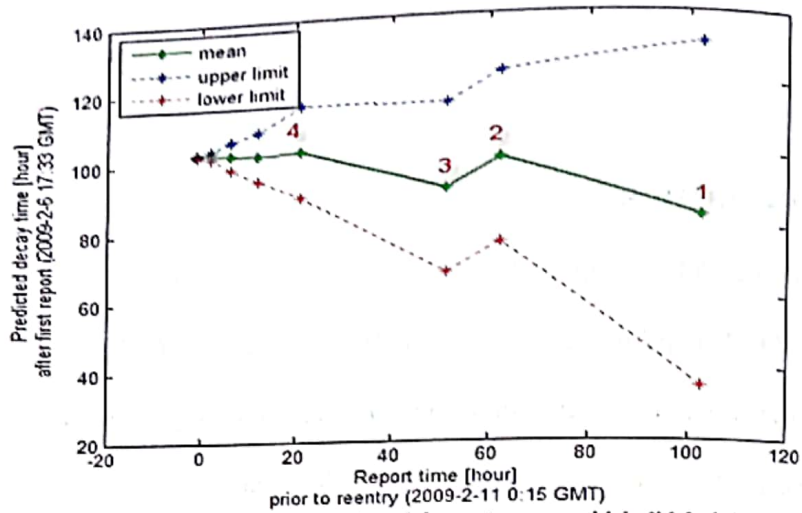
## 2. DATA DAN METODE

TIP report diperoleh dari Space-Track ([www.space-track.org](http://www.space-track.org)). Data kejadian *flare* diperoleh dari NOAA (<ftp://ftp.ngdc.noaa.gov>). Hanya *flare* klas C, M, dan X yang ditinjau. Kasus benda jatuh yang dipilih adalah yang TIP report-nya tersedia di Space-Track (tanpa alasan tertentu mengenai waktunya). Kriteria pemilihan adalah *report* minimal 4 kali diperbarui (untuk menjamin data cukup) dan ada *final report* (untuk menjamin bahwa *report* diperoleh hingga benda jatuh).

Untuk masing-masing benda dibuat *reentry time windows* (plot *predicted decay time* terhadap *report time*) yang memuat juga batas atas dan batas bawah prediksi. Waktu kejadian *flare* selanjutnya disuperposisikan pada *reentry time windows*. Digunakan warna yang berbeda untuk masing-masing klas *flare*: hijau untuk klas C, biru untuk klas M, dan merah untuk klas X. Inspeksi secara visual selanjutnya dilakukan pada grafik untuk melihat keterkaitan kejadian *flare* dengan perubahan waktu jatuh hasil prediksi.

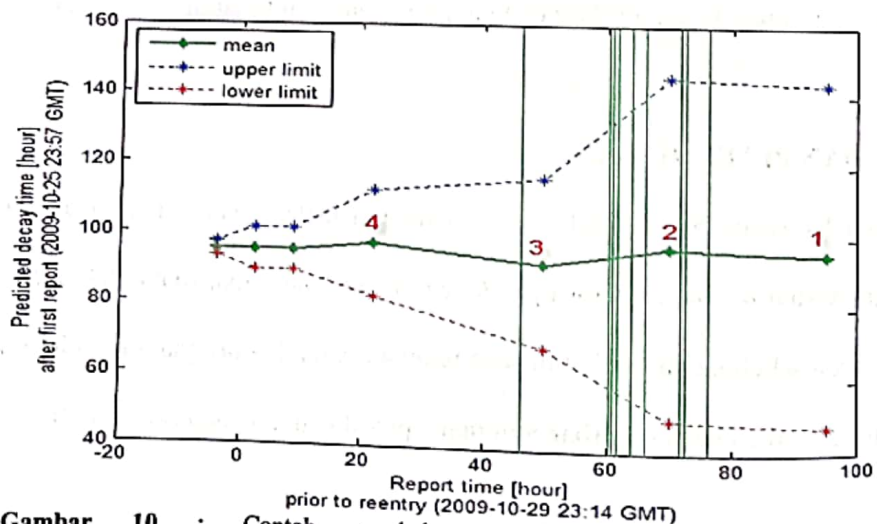
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Diperoleh 84 kasus benda jatuh yang memenuhi kriteria yang ditetapkan. Dari inspeksi secara visual diketahui bahwa *predicted decay time* dapat maju (lebih cepat) dibanding prediksi sebelumnya meskipun sebelumnya tidak ada *flare* yang terjadi. Salah satu contoh diperlihatkan pada **Gambar 9** di mana prediksi maju pada *report* ketiga.



**Gambar 9** : Contoh perubahan *predicted decay time* yang tidak didahului peristiwa *flare*. Nomor menunjukkan urutan report. Objeknya adalah bekas roket SL-6 R/B(2) bernomor katalog 22597.

Kejadian *predicted decay time* maju dibanding *report* sebelumnya dengan didahului *flare* hanya ditemukan pada 9 dari 148 perubahan yang diamati. Salah satu contoh terlihat pada **Gambar 10** di mana prediksi maju pada report ketiga setelah terjadi beberapa *flare* klas C. Sebanyak 70 kejadian *predicted decay time* maju dibanding *report* sebelumnya terjadi tanpa didahului *flare*.



**Gambar 10** : Contoh perubahan *predicted decay time* yang didahului peristiwa *flare*. Garis vertikal berwarna hijau menunjukkan waktu kejadian (dalam hal ini klas C). Nomor menunjukkan urutan report. Objeknya adalah satelit BX-1 bernomor katalog 33392.

Ditemukan pula bahwa *predicted decay time* bisa mundur (lebih lambat) dibanding prediksi sebelumnya. Kejadian ini pun bisa terjadi tanpa didahului *flare* (lihat Gambar 9 report 2 dan 4) atau didahului *flare* (lihat Gambar 10 report 4). Kejadian *predicted decay time* mundur dibanding *report* sebelumnya dengan didahului *flare* hanya ditemukan pada 8 dari 148 perubahan yang diamati. Sebanyak 61 kejadian *predicted decay time* mundur dibanding *report* sebelumnya terjadi tanpa didahului *flare*.

Tabel 1 merangkum hasil analisis secara kualitatif terhadap kaitan kejadian *flare* dengan perubahan waktu jatuh hasil prediksi. Perubahan pada *predicted decay time* jauh lebih sering terjadi tanpa ada kaitan dengan *flare*. Tampaknya perubahan tersebut bukan dikarenakan terjadinya *flare* melainkan oleh faktor lain. Jumlah prediksi mundur yang hampir sama dengan jumlah prediksi maju menguatkan dugaan ini. Dampak *flare* seharusnya mempercepat benda jatuh bukan memperlambat.

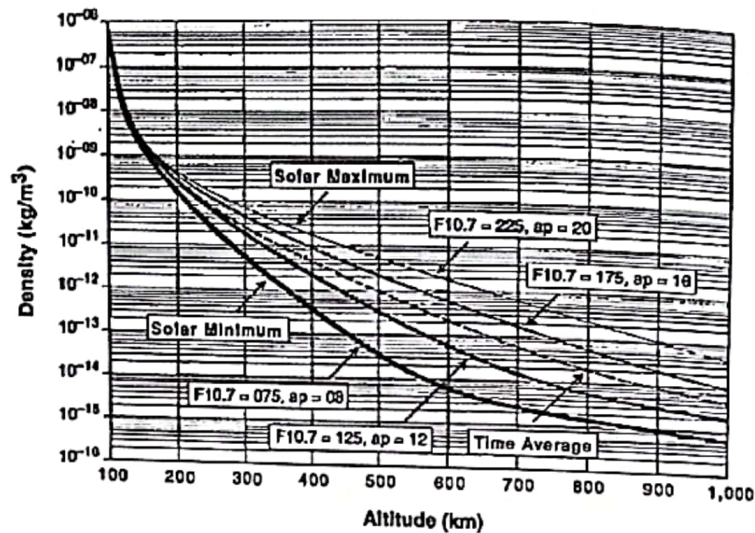
Tabel 1 : Jumlah kejadian *predicted decay time* maju atau mundur terhadap kejadian ada tidaknya *flare*

	Ada <i>flare</i>	Tidak ada <i>flare</i>
Jumlah prediksi maju	9	70
Jumlah prediksi mundur	8	61

Laju penurunan ketinggian benda antariksa di orbit rendah bergantung pada besarnya hambatan udara yang dialami benda. Besar hambatan udara ini berbanding lurus dengan besar kerapatan atmosfer dan nilai penampang lintang benda yang tegak lurus vektor kecepatannya. Kerapatan di atmosfer atas (120 hingga 600 km) antara lain ditentukan oleh intensitas radiasi Matahari yang diterimanya di samping struktur molekul atmosfer dan aktivitas geomagnet saat itu (Vallado, 2001).

Benda yang dipilih dalam studi ini rata-rata telah mencapai ketinggian di bawah 200 km ketika TIP report-nya pertama kali didapatkan. Pada ketinggian seperti ini perubahan aktivitas Matahari secara umum tidak lagi signifikan mempengaruhi kerapatan atmosfer

sebagaimana terlihat pada Gambar 11. Oleh karena itu perubahan *predicted decay time* dalam studi ini (dengan batasan kasus benda jatuh yang ditinjaunya) cenderung dikarenakan perubahan kerapatan atmosfer oleh faktor selain *flare* atau karena perubahan sikap (*attitude*) benda.



Gambar 11 : Kerapatan atmosfer terhadap ketinggian untuk berbagai tingkat aktivitas Matahari yang dinyatakan oleh F10.7 (Tribble dkk, 2005)

Kelemahan yang dengan mudah diidentifikasi pada studi awal ini adalah kurangnya kejadian *flare* yang ditinjau. Dari 84 kasus yang ditangani, hanya 2 yang mengandung *flare* klas M selebihnya klas C. Tidak satu pun *flare* klas X. Kekurangan ini dapat diperbaiki dengan meninjau kasus benda jatuh di sekitar waktu puncak aktivitas Matahari (berikutnya diperkirakan pada 2013).

#### 4. KESIMPULAN

Pemantauan benda jatuh antariksa buatan yang dilakukan di Pusat Sains Antariksa LAPAN biasanya memanfaatkan TIP report yang dipublikasikan di Space-Track ([www.space-track.org](http://www.space-track.org)). Dari studi yang dilakukan terhadap 84 kasus benda jatuh sejak akhir 2008 hingga akhir 2010 tidak berhasil ditemukan kaitan yang jelas antara

kejadian *flare* dengan perubahan waktu jatuh hasil prediksi (*predicted decay time*). Diduga perubahan tersebut lebih dikarenakan oleh faktor lain seperti perubahan sikap (*attitude*) benda menjelang jatuh.

Studi ini terkendala oleh kurangnya *flare* besar yang ditinjau. Hasil yang lebih meyakinkan bisa diperoleh dengan meninjau kasus-kasus benda jatuh di sekitar waktu puncak aktivitas Matahari yang berikutnya diperkirakan pada 2013.

## 1 DAFTAR RUJUKAN

- Rachman, A. dan T. Dani, 2011, *Prediksi dan Pemantauan Jatuhnya Satelit: Kasus Satelit UARS*, diterima dalam Prosiding SIPTEKGAN XV, 2011.
- Rachman, A. dan T. Djameluddin, 2009. *Pemantauan Benda Jatuh Antariksa dan Analisisnya*, Jurnal Sains Dirgantara, vol. 7, no. 1 Desember 2009.
- Tribble, A. C. D.J. Gorney, J. B. Blake, H. C. Koons, M. Schulz, A. L. Vampola, R.L. Walterscheid, J. R. Wertz, 2005. *The Space Environment dalam Space Mission Analysis and Design*, Space Technology Library, Microcosm Press, El Segundo, CA.
- Vallado, D. A. 2001. *Fundamentals of Astrodynamics and Applications*. Space Technology Library, Microcosm Press, El Segundo, CA.