

IDENTIFIKASI BENDA JATUH ANTARIKSA DI TELUK BONE

ABDUL RACHMAN

Bidang Matahari dan Antariksa,
Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa, LAPAN
e-mail: abdul@bdg.lapan.go.id

ABSTRAK. Telah dilakukan identifikasi benda jatuh antariksa di Teluk Bone Propinsi Sulawesi Selatan pada tanggal 8 Oktober 2009 memakai teknik identifikasi benda jatuh yang dikembangkan di Bidang Matahari dan Antariksa LAPAN. Keberhasilan ini didukung oleh informasi waktu dan lokasi yang akurat dan informasi karakteristik kejadian yang memungkinkan digunakannya asumsi benda jatuh antariksa pada proses identifikasi. Teknik untuk menghitung ukuran benda dan frekuensi jatuhnya juga diterapkan. Hasilnya menunjukkan benda yang jatuh di Teluk Bone adalah asteroid kecil berukuran sekitar 9 m dengan frekuensi waktu jatuh rata-rata sekitar 9 tahun sekali.

ABSTRACT. Identification for the space object found detonated above Teluk Bone, South Sulawesi, on October 8th 2009 has been made by using the technique for identification of reentered space objects which has been developed at Solar and Space Division of LAPAN. Thanks for the accurate information of the event's time and location and also the characteristic of the event so it can be assumed that we are dealing with fallen space object (not other phenomenon). Another technique for calculating the size and frequency of objects with that size to strike the Earth has been applied also. The result is the object found detonated above Teluk Bone is a small asteroid with size about 9 m that strikes the Earth once every 9 years (on average).

KATA KUNCI: benda jatuh antariksa, asteroid, frekuensi tumbukan.

KEY WORDS: falling space object, asteroid, frequency of impact.

1. Pendahuluan

Pada siang hari tanggal 8 Oktober 2009 beberapa media massa elektronik di Indonesia di antaranya JakartaGlobe dan detikNews menulis berita tentang ledakan di sekitar Teluk Bone Propinsi Sulawesi Selatan. Informasi yang diperoleh LAPAN pada hari kejadian adalah bahwa ledakan itu disertai dengan pijaran cahaya dari langit, ada jejak asap dan getaran. Tidak ada informasi kecelakaan pesawat terbang atau penerbangan pesawat supersonik yang mampu menimbulkan bunyi ledakan. Dengan alasan demikian, LAPAN menduga bahwa peristiwa yang terjadi adalah jatuhnya benda antariksa.

Benda jatuh antariksa dapat berupa benda alami (seperti meteoroid dan asteroid) maupun buatan (seperti satelit dan badan/selongsong roket). Untuk kasus benda jatuh di Bone, tidak dapat langsung diketahui apakah benda yang jatuh adalah benda alami atau buatan karena bendanya tidak ditemukan (kemungkinan jatuh ke laut). Hasil analisis yang dilakukan oleh Elizabeth Zilber dan Peter Brown dari University of Western Ontario menunjukkan bahwa benda jatuh di atas Teluk Bone adalah sebuah asteroid kecil berukuran 5–10 m. Asteroid semacam ini jatuh ke bumi rata-rata setiap 2–12 tahun.

Energi yang dihasilkan akibat jatuhnya benda antariksa boleh jadi sangat besar. Sebuah asteroid kecil berukuran 50 meter (seperti yang diperkirakan jatuh di Tunguska, Siberia tahun 1908) diperkirakan akan melepaskan energi sebesar 10 megaton ekuivalen TNT (1 megaton = $4,2 \times 10^{15}$ Joules) (Lewis, 2000). Energi ini 67 kali lebih besar daripada energi yang dilepaskan oleh bom atom Hiroshima yaitu sebesar 15 kiloton ekuivalen TNT. Untuk selanjutnya dalam tulisan ini satuan energi cukup dituliskan dengan kton (kiloton) atau mton (megaton).

Tulisan ini bermaksud menerangkan bagaimana teknik yang digunakan untuk secara cepat mengidentifikasi apakah benda jatuh di Teluk Bone itu benda alami atau buatan dengan asumsi bahwa kejadian yang terjadi adalah jatuhnya benda antariksa. Tulisan ini juga menerangkan bagaimana memperkirakan ukuran dan frekuensi jatuhnya benda bersangkutan ke bumi. Efisiensi teknik yang digunakan dan perbandingan hasilnya dengan simulasi benda jatuh antariksa diulas di bagian pembahasan.

2. Data

Untuk identifikasi benda jatuh digunakan data waktu dan lokasi peristiwa yang diperoleh dari berita yang dilansir beberapa media elektronik diantaranya JakartaGlobe (<http://thejakartaglobe.com>) dan detikNews (www.detiknews.com) pada tanggal 8 Oktober 2009. Untuk perkiraan ukuran dan frekuensi jatuhnya benda digunakan data perkiraan energi yang dilepaskan akibat ledakan yang terjadi yang diungkap oleh Elizabeth Zilber dan Peter Brown dari University of Western Ontario. Data besar energi ini diperoleh dari analisis sinyal ledakan yang dideteksi oleh 11 *infrasound station* dalam International Monitoring System (IMS) milik *Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization* (CTBTO) seperti dikutip di situs *Near Earth Object Program* NASA (<http://neo.jpl.nasa.gov>) pada tanggal 23 Oktober 2009.

Dari sumber-sumber data tersebut di atas diperoleh data sebagai berikut: ledakan terjadi pada tanggal 8 Oktober 2009 sekitar pukul 11.00 WITA di atas Teluk Bone (lihat Gambar 2.1) dengan besar energi yang dilepaskan sebesar 40 ± 30 kton (besar energi yang paling mungkin sekitar 50 kton). Jenis benda tidak diketahui dengan pasti karena tidak ada bagian benda yang ditemukan. Benda diperkirakan meledak di atmosfer karena tidak terlihat adanya tsunami jika benda jatuh di lautan atau kawah jika jatuh di daratan.



Gambar 2.1. Lokasi peristiwa ledakan pada tanggal 8 Oktober 2009 (ditunjukkan oleh tanda panah).

3. Metodologi

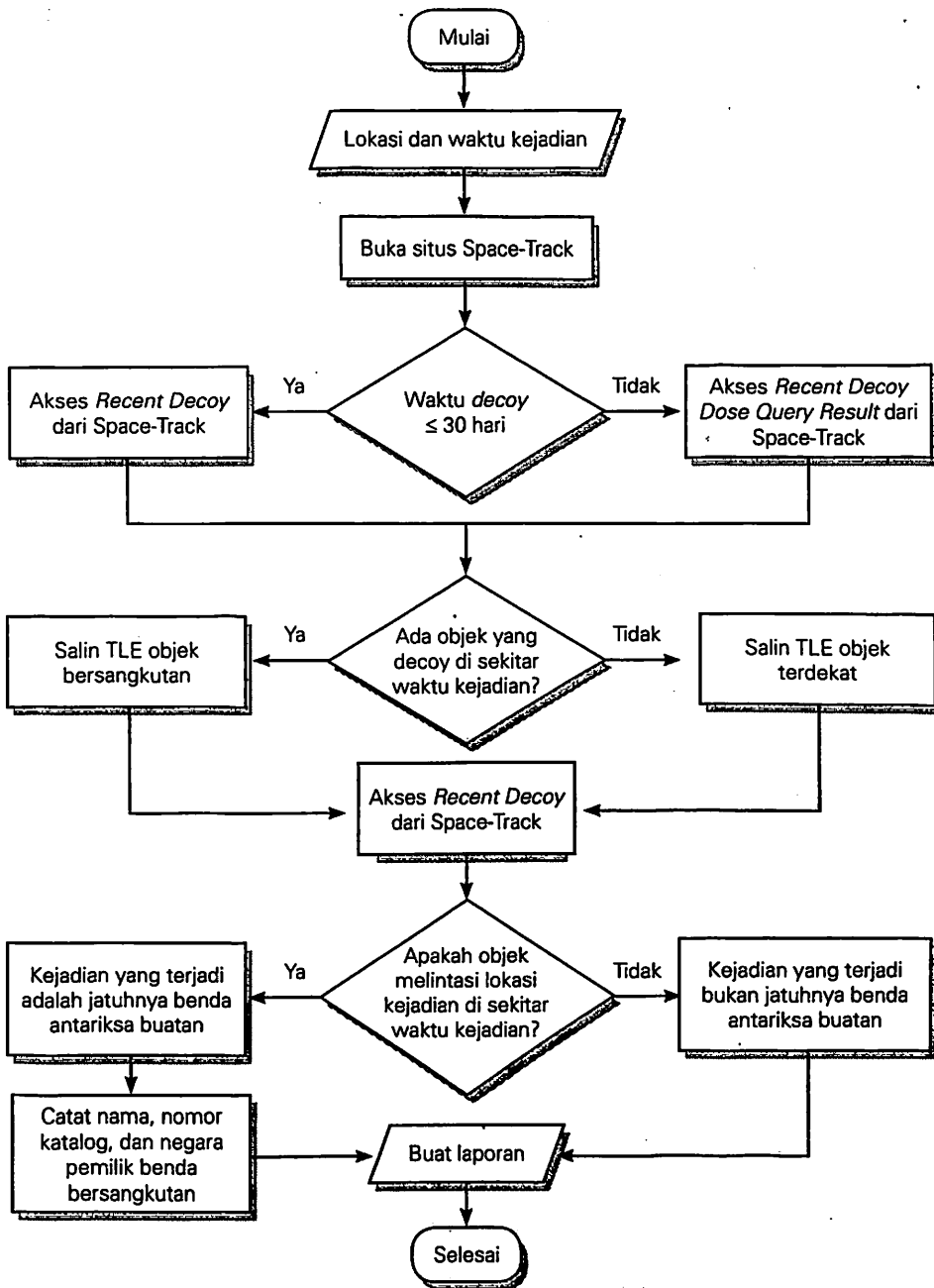
Untuk mengidentifikasi apakah benda alami atau buatan yang jatuh ke bumi, digunakan teknik identifikasi benda jatuh antariksa yang dikembangkan di Bidang Matahari dan Antariksa LAPAN (Rachman, 2008) dengan asumsi bahwa peristiwa yang terjadi adalah jatuhnya benda antariksa. Teknik ini memanfaatkan data orbit benda-benda antariksa buatan yang dipublikasikan di Space-Track (www.space-track.org) dan perangkat lunak Orbitron (www.stoff.pl) untuk membuat jejak permukaan lintasan (*groundtrack*) benda antariksa buatan di bumi (lihat Gambar 3.1).

Untuk memprediksi ukuran dan frekuensi jatuhnya benda antariksa buatan ke bumi, digunakan persamaan (Brown et.al., 2002)

$$\log N = a_0 - b_0 \log E \quad (3.1)$$

$$\log N = c_0 - d_0 \log D \quad (3.2)$$

adalah jumlah kumulatif benda yang bertumbukan dengan bumi setiap tahun dengan $a_0 = 0,0567 \pm 0,015$, $b_0 = 0,90 \pm 0,03$, $c_0 = 1,568 \pm 0,03$, $d_0 = 2,70 \pm 0,08$.

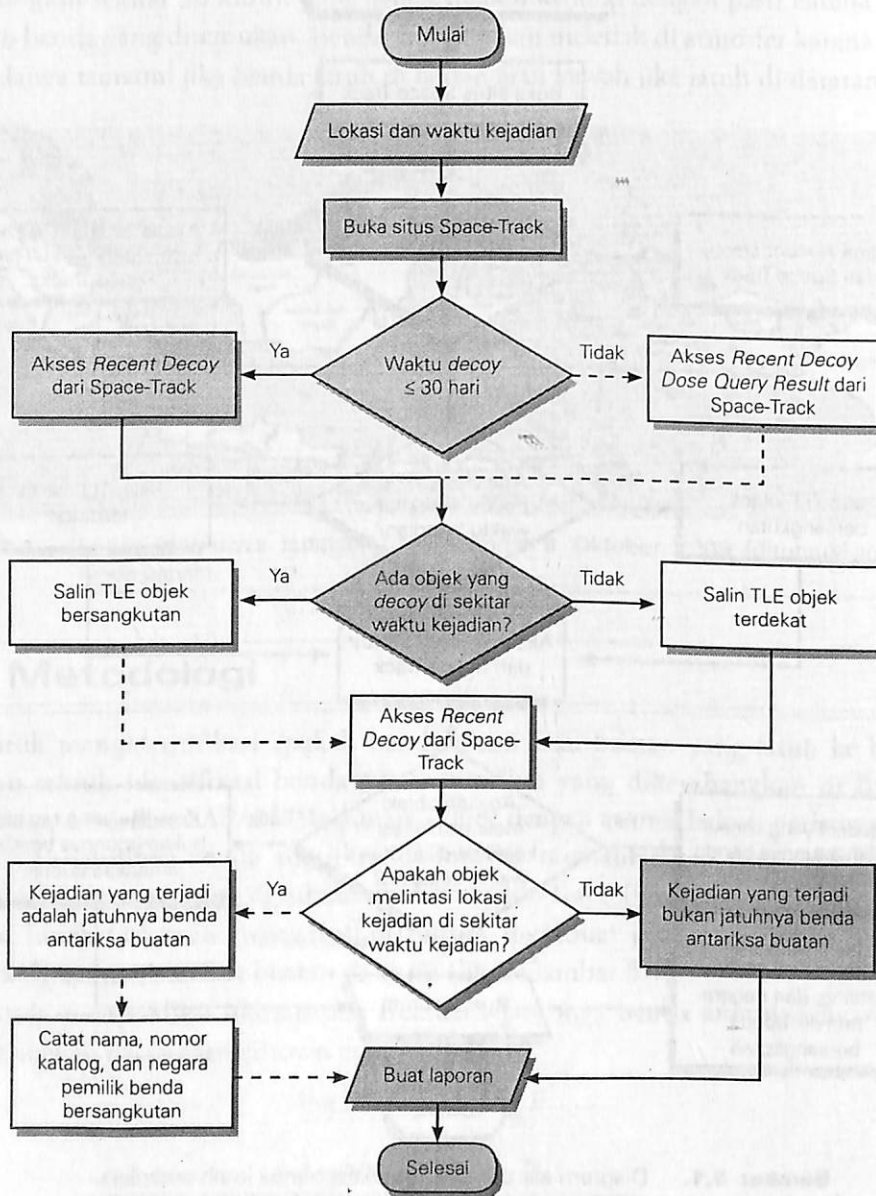


Gambar 3.1. Diagram alir teknik identifikasi benda jatuh antariksa.

4. Hasil

Dalam proses identifikasi diketahui bahwa tidak ada benda buatan yang jatuh pada tanggal 8 Oktober 2009 sehingga yang terjadi di Teluk Bone adalah bukan peristiwa jatuhnya benda antariksa buatan (lihat Gambar 4.1). Karena diasumsikan

bahwa peristiwa yang terjadi adalah jatuhnya benda antariksa (yang hanya memiliki dua kemungkinan: alami atau buatan) maka diperkirakan bahwa peristiwa yang terjadi di Teluk Bone adalah jatuhnya benda antariksa alami seperti asteroid atau meteoroid.



Gambar 4.1. Aliran proses penentuan identitas benda jatuh di Teluk Bone. Solid arrow menunjukkan aliran proses. Kotak yang diarsir menyatakan langkah yang dilakukan.

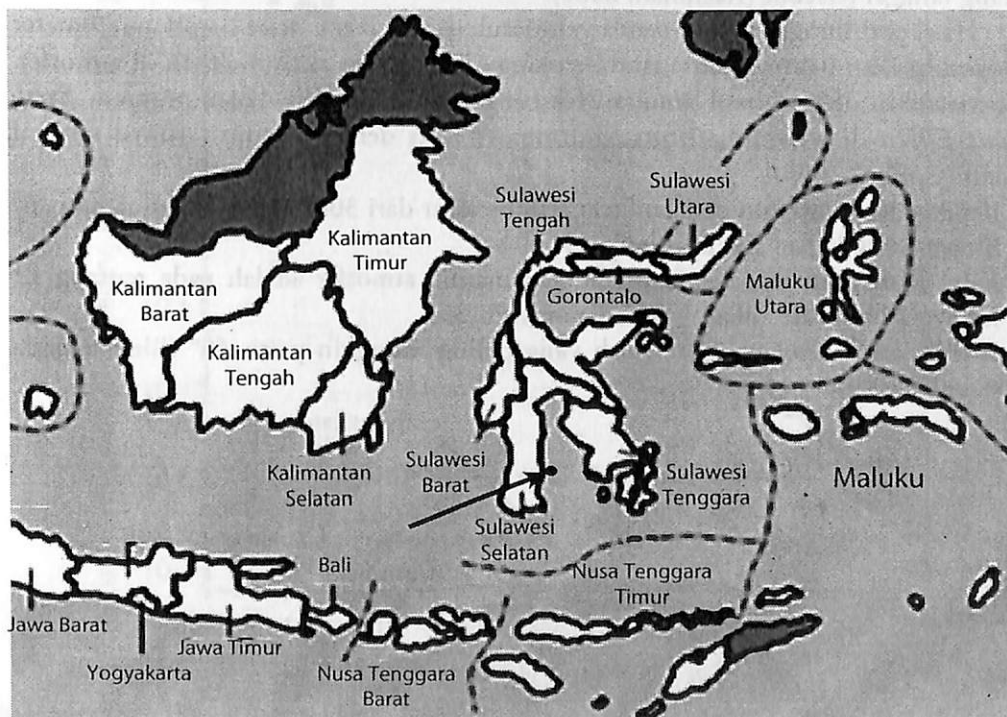
Jika batas bawah energi yakni 10 kton dimasukkan ke dalam persamaan (3.1) dan (3.2) maka diperoleh frekuensi tumbukan benda dengan bumi adalah sekali dalam 2 tahun dan diameter benda adalah 5 m. Jika batas atas yakni 70 kton yang dimasukkan

maka diperoleh frekuensi tumbukan benda dengan bumi adalah sekali dalam 12 tahun dan diameter benda adalah 10 m. Jika nilai energi yang paling mungkin yang dimasukkan yakni 50 kton maka diperoleh frekuensi tumbukan benda dengan bumi adalah sekali dalam 9 tahun dan diameter benda adalah 9 m.

Kesimpulan yang diambil dari hasil identifikasi adalah benda yang jatuh di Teluk Bone pada tanggal 8 Oktober 2009 sekitar pukul 11.00 WITA diperkirakan adalah asteroid kecil berdiameter sekitar 9 m. Frekuensi jatuhnya asteroid ini sekitar 9 tahun sekali. Benda ini meledak di udara di atas Teluk Bone.

5. Pembahasan

Dugaan bahwa benda jatuh di Teluk Bone adalah benda jatuh antariksa dan waktu kejadian sekitar pukul 11.00 WITA diperkuat dengan keterangan yang didapatkan oleh LAPAN Parepare ketika melakukan survey pada tanggal 9 Oktober 2009. Survey yang dilakukan masih belum memberikan informasi tentang jenis benda karena tidak ada bagian benda yang ditemukan (LAPAN Parepare, 2009). Lokasi saksi kejadian diperlihatkan pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1. Lokasi saksi kejadian peristiwa benda jatuh antariksa di Teluk Bone (titik yang ditunjukkan oleh tanda panah)

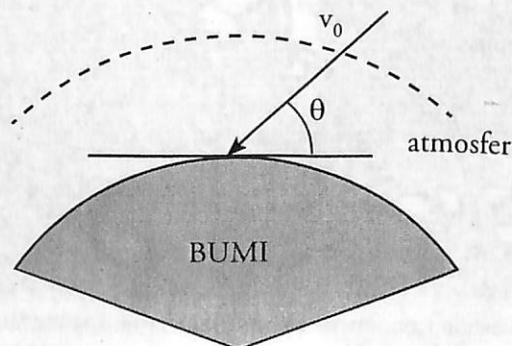
Dalam proses identifikasi hingga mampu memperkirakan bahwa peristiwa yang terjadi bukanlah jatuhnya benda antariksa buatan, ada beberapa langkah yang dilewati dan ada langkah baru yang tidak tercantum dalam teknik yang dipakai.

Langkah yang dilewati adalah 'Salin TLE objek terdekat'. Langkah ini tidak perlu dilakukan karena informasi waktu yang diperoleh cukup akurat (teliti hingga orde jam) sedangkan tidak ada satu benda pun yang dinyatakan jatuh atau akan jatuh pada hari yang bersangkutan. Diabaikannya langkah ini mengakibatkan analisis orbit (pada dua langkah berikutnya) tidak perlu dilakukan sehingga sangat menghemat waktu pengerjaan. Adapun langkah baru yang tidak tercantum dalam teknik yang dipakai adalah digunakannya *TIP Messages* (salah satu fasilitas dalam situs Space-Track) untuk mengetahui ada atau tidak benda yang baru jatuh atau akan 'segera jatuh pada saat itu (*current time*).

Akurasi waktu jatuh yang diperoleh sangat memegang peran dalam efisiensi teknik identifikasi yang digunakan. Informasi waktu yang akurat memungkinkan waktu pengerjaan (seperti pada kasus identifikasi benda jatuh di Teluk Bone) tidak lebih dari 1 menit. Informasi waktu yang tidak akurat bisa mengakibatkan waktu pengerjaan jauh lebih lama seperti pada kasus identifikasi benda jatuh di Gorontalo yang diinformasikan (tidak akurat) jatuh pada tanggal 23 Maret 1981 (Djamaluddin, 2004). Pada kasus ini benda-benda yang dinyatakan jatuh sejak tanggal 21 hingga 26 Maret perlu dianalisis orbitnya untuk mencari benda mana yang paling mungkin jatuh di Gorontalo pada rentang tanggal tersebut (Rachman, 2008).

Hasil perhitungan bahwa benda yang jatuh di atas Teluk Bone berukuran 9 meter mengindikasikan bahwa benda jatuh berukuran sekitar 9 m akan meledak di atmosfer. Ini bersesuaian dengan hasil simulasi efek benda jatuh antariksa dalam program *Earth Impact Effects* di www.lpl.arizona.edu/impac effects dengan asumsi-asumsi sebagai berikut (Collins, 2005):

1. Benda adalah asteroid dengan kerapatan berkisar dari 3000 kg/m^3 (berupa batuan) hingga 8000 kg/m^3 (berupa besi).
2. Laju jatuh yaitu laju benda sebelum memasuki atmosfer adalah pada rentang 12 hingga 20 km/dtk (lihat v_0 pada Gambar 5.2).
3. Benda jatuh dengan sudut jatuh yang paling mungkin yaitu 45° (lihat θ pada Gambar 5.2).

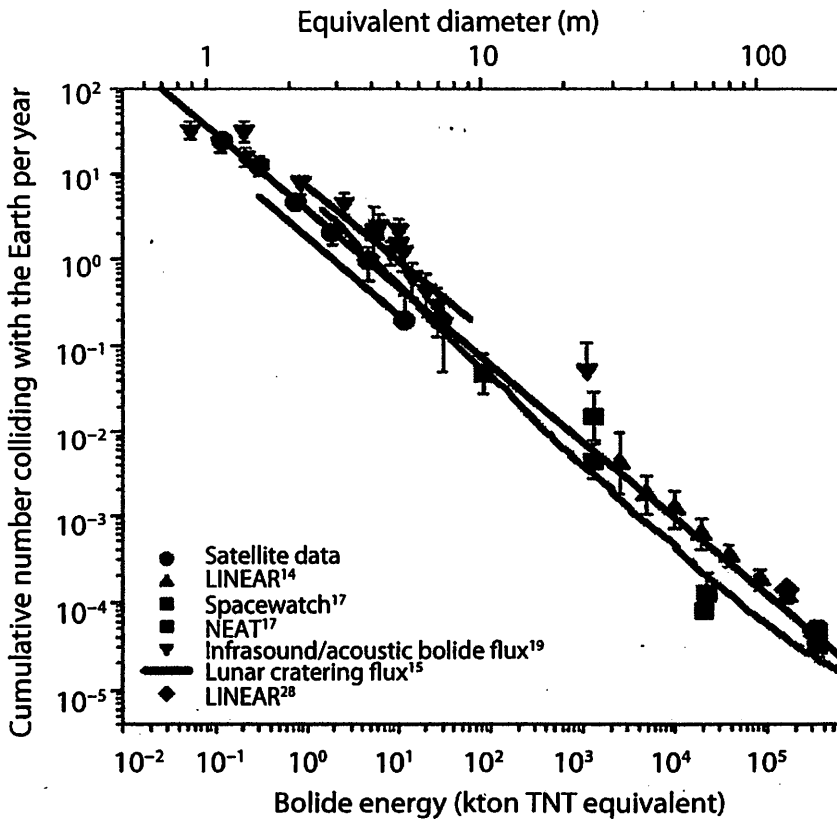


Gambar 5.2. Geometri benda jatuh dalam program *Earth Impact Effects* (Collins et.al., 2005)

Hasil simulasi ini menunjukkan bahwa asteroid dengan kerapatan, laju, dan sudut jatuh seperti yang diasumsikan akan pecah lalu meledak di angkasa. Sebagai contoh,

asteroid dengan kerapatan 5000 kg/m^3 (antara batuan dan besi) dan laju 20 km/dtk (laju maksimum) mulai pecah pada ketinggian 38 km kemudian meledak di ketinggian 23 km dengan energi yang dilepaskan sebesar 45 kton . Pecahan-pecahan yang berukuran besar akan menghantam permukaan bumi dan mungkin mengakibatkan terjadinya kawah jika jatuh di daratan. Tumbukan antara asteroid berukuran seperti ini dengan bumi terjadi rata-rata setiap 17 tahun.

Di samping adanya kesesuaian, tampak pula ketidaksesuaian antara hasil simulasi dengan fakta yakni pada efek dari ledakan yang terjadi. Hasil simulasi menunjukkan bahwa *air blast* yang terjadi akibat gelombang kejut yang terjadi tidak terasa bahkan pada jarak 10 m dari *ground zero* karena *over pressure* yang terjadi kurang dari 1 Pa . Ini berbeda dengan fakta bahwa getaran akibat ledakan dikabarkan cukup kuat sehingga mampu menggeser pesawat TV (LAPAN Parepare, 2009). Diduga ini ada kaitannya dengan efek gelombang kejut sebelum asteroid meledak di udara. Tentang ini perlu penelitian lebih jauh.



Gambar 5.3. Fluks tumbukan asteroid kecil berdiameter kurang dari 200 m dengan bumi (Brown et al., 2002)

Secara umum, semakin besar potensi energi yang dikandungnya atau dengan kata lain semakin besar diameternya, semakin kecil frekuensi benda jatuh tersebut ke bumi (lihat gambar 5.3). Benda berenergi 5 kton (diameter sekitar 4 m) diperkirakan jatuh setiap tahun ke bumi sedang benda berenergi 10 Mton (diameter sekitar 50 m)

diperkirakan jatuh setiap 1000 tahun. Contoh benda berenergi 10 Mton ini adalah benda yang jatuh di Tunguska, Siberia pada tahun 1908 (Lewis, 2000). Energi yang dilepaskan saat asteroid meledak di atas Teluk Bone yakni sebesar ~50 kton kira-kira lebih kuat 3 kali dibanding energi yang dilepaskan oleh bom atom Hiroshima (15 kiloton ekuivalen TNT).

6. Kesimpulan

Teknik identifikasi benda jatuh antariksa yang dikembangkan di Bidang Matahari dan Antariksa LAPAN telah digunakan untuk memperkirakan secara cepat bahwa benda antariksa yang jatuh di Teluk Bone pada tanggal 8 Oktober 2009 adalah benda alami. Keberhasilan ini didukung oleh cukup lengkap dan akuratnya informasi yang diterima mencakup waktu dan lokasi kejadian. Selain itu, informasi tentang karakteristik kejadian yang mengarah kepada benda jatuh antariksa juga digunakan agar dapat diasumsikan bahwa peristiwa yang terjadi adalah jatuhnya benda antariksa.

Benda jatuh di Teluk Bone diperkirakan adalah asteroid kecil berukuran sekitar 9 meter yang meledak di udara. Efek ledakan (*air blast*) yang tampak pada bunyi dan getaran yang dihasilkan dikabarkan cukup kuat untuk menggeser pesawat TV. Diduga ini ada kaitannya dengan efek gelombang kejut sebelum asteroid meledak di udara. Benda seukuran ini jatuh ke bumi dengan frekuensi sekali tiap sekitar 9 tahun dengan energi yang dilepaskan sekitar 50 kton ekuivalen TNT (3 kali lebih kuat dibanding bom atom Hiroshima). Secara umum, semakin besar potensi energi yang dikandungnya atau dengan kata lain semakin besar diameternya, semakin kecil frekuensi benda jatuh tersebut ke bumi.

Daftar Pustaka

- Brown P., R. E. Spalding, D. O. ReVelle, E. Tagliaferri, dan S. P. Worden, 2002. *The flux of small near-Earth objects colliding with the Earth*, Nature, 420, 294–296.
- Collins G. S., H. Jay Melosh, dan Robert A. Marcus, 2005. *Earth Impact Effects Program: A Web-based computer program for calculating the regional environmental consequences of a meteoroid impact on Earth*, Meteoritics & Planetary Science 40, Nr 6, 817–840 (2005)
- Djamaluddin, T. 2004, *Analisis Orbit dan Identifikasi Benda Jatuh Antariksa di Indonesia*, Prosiding Seminar Nasional Sains Antariksa II, hlm. 297–301, 2004, ISBN 979-8554-79-5.
- LAPAN Parepare, 2009. Laporan hasil survey tim LAPAN Parepare tentang ledakan di Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan Kamis, 8 Oktober 2009.
- Lewis, J. S. 2000. *Comet and Asteroid: Impact Hazard on a Populated Earth*. London: Academic Press.
- Rachman, A., 2008. *Perangkat Lunak untuk Identifikasi Benda Jatuh Antariksa*, Proceeding Seminar Nasional Sains Antariksa IV, Nop. 2008, hal. 204–210, ISBN: 978-979-1458-23-8.