

## BAB II

### ANCAMAN SPACE DEBRIS DAN REGULASI YANG MENGATURNYA

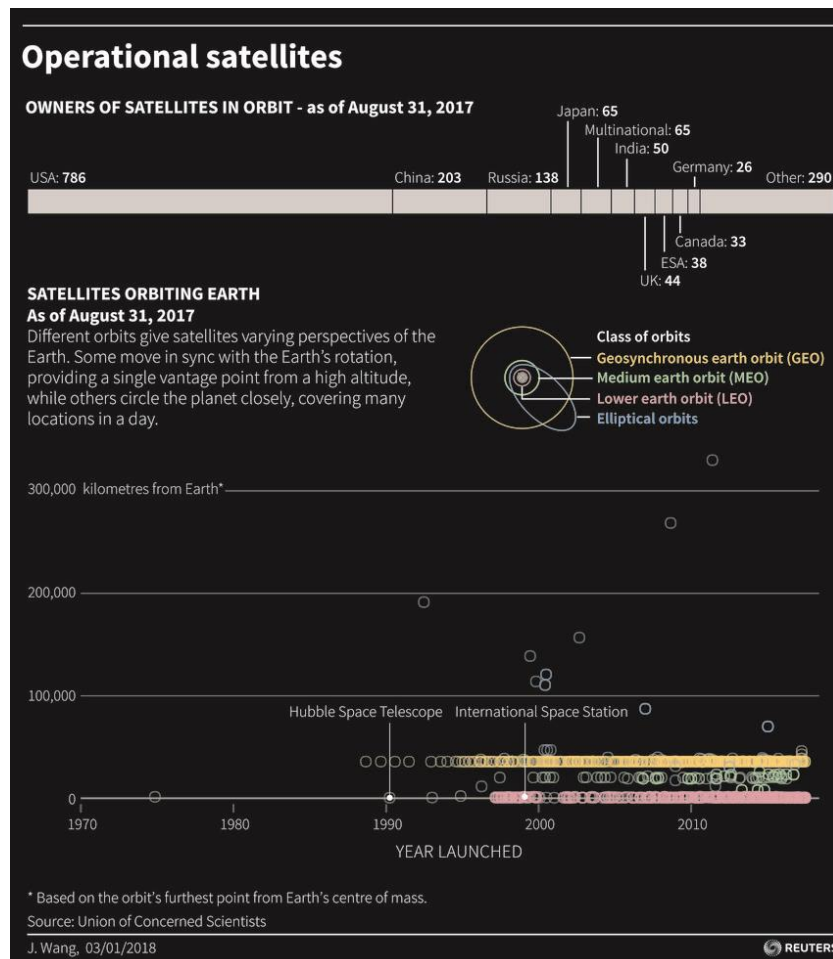
#### 2.1 Pengertian *Space Debris*

*Space debris* merupakan benda buatan manusia baik yang dikenal maupun tidak dikenal pemiliknya, baik jatuh ke bumi maupun yang tersebar di antariksa melayang-layang dan tidak terkontrol. Kira-kira lebih dari 8000 satelit di luncurkan sejak tahun 1957. Amerika Serikat dan China merupakan negara yang pemilik jumlah satelit terbanyak di ruang angkasa (Lihat Gambar 2.1.1). Beberapa dari satelit tersebut telah berhenti beroperasi dan hanya melayang-layang di antariksa dan menjadi *space debris* (Rubiyati, 2001). Menurut Errya Satya sampah antariksa merupakan kumpulan benda – benda langit yang membentuk orbit secara sembarangan. Jika benda –benda yang tidak berfungsi terperangkap dalam gaya tarik gravitasi bumi maka kemudian akan mengorbit di bumi. Lama kelamaan benda – benda tersebut akan terbentuk sebagai kumpulan yang tersebar dan mengelilingi bumi (Satrya, 2009). Dalam Pedoman PBB, *space debris* didefinisikan sebagai semua benda buatan manusia yang non fungsioanal, termasuk fragmen dan unsur-unsur daripadanya, berada dalam orbit Bumi atau kembali memasuki atmosfer (United Nations, 2019).

Beberapa dari *debris* tersebut melayang-layang mengitari bumi, dengan demikian satelit yang melayang tersebut bukan merupakan satelit sudah tua, tetapi juga pecahan dari wahana antariksa, kemudian peralatan-peralatan astronot yang di buang di luar angkasa dan banyak sekali objek material lainnya. Akan tetapi terdapat beberapa sumber yang menyebabkan terbentuknya *space debris* yakni terbentuk dari perpecahan benda antariksa akibat ledakan dan tubrukan. Diperkirakan 35% sumber perpecahan adalah ruas roket atau komponen yang dioperasikan secara sukses, tetapi ditinggalkan setelah misi penempatan selesai dilaksanakan. Sebesar 85%

debris yang berukuran 5 cm yang di timbulkan dari pecahan ruas atas roket dan wahana antariksa (Rubiyati, 2001). Di samping itu terdapat sampah antariksa yang berasal dari pesawat antariksa yang gagal mengorbit. Salah satu contoh kasus, menurut Surveillance Network NASA, ada sebuah motor proton buatan Rusia yang di luncurkan pada bulan Juni 1880 pecah di luar angkasa sehingga membentuk suatu orbit di luar angkasa (NASA, 2017).

**Gambar 2.1 1 Jumlah Kepemilikan Satelit yang Beroperasi di Ruang Angkasa**



Sumber: *Union Of Concerned scientists* (Wang, 2018)

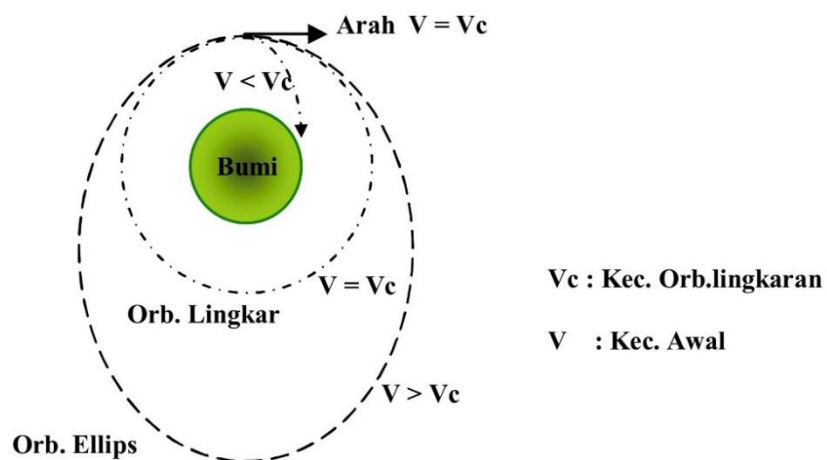
Berdasarkan gambar diatas, dapat dilihat bahwa kepemilikan satelit yang beroperasi di ruang angkasa pada tahun 2017 dimiliki oleh Amerika Serikat sebanyak 786 unit di posisi pertama, kemudian diikuti oleh Tiongkok sebanyak 203 unit dan Rusia di posisi ketiga dengan total kepemilikan satelit sebanyak 138 unit. Selain tiga negara diatas, beberapa negara juga mendominasi kepemilikan satelit, yaitu Jepang sebanyak 65 unit, India sebanyak 50 unit, Inggris sebanyak 44 unit, Kanada sebanyak 33 unit, Jerman sebanyak 26 unit, serta negara lainnya memiliki satelit sebanyak 290 unit. Tak hanya negara, namun lembaga lainnya seperti perusahaan multinasional dan lembaga antariksa di Kawasan Eropa juga cukup banyak memiliki satelit yang beroperasi yaitu sebanyak 103 unit. Hal ini membuktikan bahwa saat ini sudah banyak negara yang mengoperasikan satelit di ruang angkasa (Wang, 2018).

Dalam penelitian Bambang Hidayat menyatakan bahwa semua benda yang diorbitkan dapat diorbitkan dengan arah yang sembarang, akan tetapi arah orbit yang sembarang perlu dihindari. Hal tersebut perlu ditambah dengan catatan bahwa kecepatan awal benda dan arahnya harus sama dengan kecepatan orbit di lingkaran ketinggian (Hidayat, 1974). Dengan adanya pemberian kecepatan awal tersebut maka yang akan terjadi adalah:

1. Jika kecepatan awal dan arahnya sama dengan kecepatan orbit lingkaran di ketinggian tersebut maka benda akan mengorbit bumi dengan membentuk orbit lingkaran
2. Jika kecepatan awalnya lebih besar dari pada kecepatan dan arah orbit lingkaran maka benda yang mengorbit akan berbentuk elips dengan jarak yang terdekat (*perigee*) adalah jarak ketinggian orbit lingkaran
3. Jika kecepatan awal lebih kecil dari arah orbit lingkaran maka orbitnya akan berbentuk elips jarak terjauh (*appoge*) adalah jarak ketinggian orbit lingkaran atau benda dapat terjatuh masuk ke dalam bumi.

4. Jika pada saat pemberian kecepatan arahnya tidak sama dengan arah kecepatan lingkaran di ketinggian tersebut (arahnya tidak sama dengan 0 derajat), jika mengorbit akan terjadi orbit elips, atau benda jatuh ke bumi. Lihat Gambar berikut (Gambar 2.2)

**Gambar 2.1 2 - Kecepatan Lingkaran Orbit**



Sumber: (B.Escudier, 1987)

Sampah antariksa akan membentuk orbit yang sembarangan, apabila sebuah sampah antariksa mendapatkan kecepatan awal maka benda tersebut akan bergerak. Jika dalam pergerakannya melewati suatu pusat gravitasi dan kecepatannya kurang tapi masih dalam kecepatan orbital maka benda tersebut akan bergerak mengelilingi gravitasi. Akan tetapi karena planet bumi memiliki lapisan atmosfer, dan benda yang mengorbit terlalu dekat dengan bumi maka akan mengalami gaya hambat atmosfer. Akibat dari hambatan tersebut (*atmospheric drag*), kecepatan benda mengorbit akan berkurang dan jika kecepatannya tidak mencapai kecepatan minimal untuk mengorbit, benda tersebut akan tertarik gaya gravitasi dan jatuh ke dalam bumi.

Umur satelit buatan manusia biasanya dibatasi oleh umur operasional dengan beberapa komponen-komponen. Sebagai contoh pada satelit komunikasi

yang berada dalam orbit, umumnya di lengkapi dengan jumlah gas yang dibatasi yang di gunakan sebagai tanki sebagai gaya dorongnya (*thruster*). Gaya dorong tersebut berfungsi sebagai alat untuk mengendalikan ketinggian (*altitude*) agar antena komunikasinya selalu mengarah ke bumi. Satelit komunikasi biasanya akan selalu mendapat perawatan berkala sebulan sekali. Karena *thruster* yang sering digunakan untuk memperbaiki sikap/posisi satelit maka tanki *thruster* akan kosong dan selanjutnya sikap satelit/posisi satelit tidak terkontrol dan tak terkendali. Oleh karena umur operasional yang sudah habis dan karena umur orbit yang umumnya lebih panjang maka benda ini menjadi barang yang tidak terpakai yang bertebaran di orbit sekeliling wilayah antariksa bumi. Lihat tabel berikut (Tabel 2.1.1)

**Tabel 2.1 1 - Perkiraan Populasi Sampah Luar Angkasa**

<b>Ukuran</b>	<b>Jumlah</b>	<b>% masa</b>
>10cm	>9000	99.93
1- 10 cm	>100.000	0.035
<1cm	>35.000.000	0.035
<b>Total</b>	>35.000.000	>2.000ton

*Sumber:* (Crowther, 2001)

Berdasarkan tabel di atas, menunjukkan bahwa jumlah dari dari *space debris* yang berada di luar angkasa tidak ada yang bisa memastikan jumlah pastinya. Namun, peneliti dari Amerika Serikat Richard Crowther dalam jurnalnya mengenai isu lingkungan terhadap aktivitas manusia di luar angkasa memperkirakan bahwa kira- kira 9000 objek buatan manusia melayang-layang di antariksa. Pecahan – pecahan tersebut terdiri dari bagian bagian yang paling besar hingga terkecil. Diperkirakan jumlah objek tersebut sekitar 70.000 objek yang berukuran 2 cm berada di ketinggian 850 -1000 km. Pada ketinggian 2000 km ke bawah secara umum populasi debris didominasi oleh meteorid alam yang berukuran 1 mm, sedangkan debris yang berukuran submilimeter terbatas pada

ketinggian dibawah 600 km (Crowther, 2001). Hingga tahun 2013, setidaknya sudah sekitar 1071 satelit berada di luar angkasa dan setengahnya berada di orbit Bumi. Menurut data dari Badan Penerbangan dan Antariksa atau *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) milik Amerika Serikat, seluruh puing yang terdapat di orbit Bumi ini bergerak dengan kecepatan 28163,52 km/jam, yang mana dengan kecepatan tersebut mampu untuk menciptakan kerusakan dengan skala besar bagi satelit dan pesawat luar angkasa (NASA, 2017).

## **2.2 Dampak Dari *Space Debris***

Sampah antariksa seperti di jelaskan pada *point* sebelumnya merupakan reruntuhan benda benda langit yang membentuk sebuah orbit secara tidak beraturan yang mana sebagai dari hasil hukum alam. Jika pada perjalanannya benda ini lewat dengan pusat dari gravitasi dan kecepatannya kurang tetapi masih di dalam kecepatan orbital, benda ini akan terperangkap dan akan bergerak dan mengelilingi pusat gravitasi tersebut. Sehingga dalam hal ini sampah luar angkasa tertangkap dalam gaya tarik gravitasi bumi atau di sebut dengan mengorbit di bumi. Hal ini sama halnya jika bulan mengorbit bumi. Akan tetapi karena bumi memiliki sebuah lapisan dari atmosfer, benda yang mengorbit terlalu dekat dengan bumi akan mengalami gaya hambat atmosfer, akibat adanya hambatan ini kecepatan benda yang mengorbit akan berkurang dan karena tidak memiliki kecepatan minimal untuk mengorbit. Benda ini atau sampah antariksa ini akan tertarik dan akan jatuh ke bumi (Satrya, 2009).

Ahli antariksa Asal NASA, Donlad J Kessler pada tahun 1978 berpendapat mengenai keberadaan sampah luar angkasa. Dengan semakin banyaknya satelit yang sudah tidak beroperasi yang berada di luar angkasa akan membahayakan keberadaan satelit lainnya yang masih beroperasi. Dapat kira pahami bahwa *space debris* yang berada luar angkasa sangat sulit untuk di kontrol tidak bisa dikendalikan karena sudah habis masa operasionalnya. Meski kemudian terjadi tabrakan antar satelit yang tidak lagi beroperasi, harus tetap di perhatikan

kemana pecahan-pecahan benda angkasa yang hancur tersebut berada. Semakin banyak pecahan yang berserakan semakin berbahaya juga untuk kegiatan di ruang angkasa. Efek berantai yang terjadi pada kemudian hari disebut dengan *Kessler Effect* (Kessler, 1978) Akan sangat mungkin apabila pecahan-pecahan tersebut kemudian berjatuh ke bumi dan membahayakan kehidupan manusia di permukaan bumi.

Menurut catatan, pada tahun 1976 telah teridentifikasi terdapat tidak kurang dari 4.000 benda-benda angkasa. Sebagian besar benda-benda tersebut jatuh kembali ke Bumi. Diantara benda-benda angkasa yang jatuh tersebut ada kepingan-kepingan yang menjerat orang. Pada tanggal 5 Juni 1969, kepingan-kepingan benda-benda angkasa tersebut telah melukai 5 (lima) orang Jepang yang sedang melakukan pelayaran. Dari sekian banyak keberhasilan di bidang kegiatan teknologi satelit angkasa luar tak kurang pula kemungkinannya untuk gagal. Kegagalan tersebut sudah jelas, cepat atau lambat akan mengancam kehidupan di bumi yang "tidak pernah" damai ini, sehubungan dengan kegiatan-kegiatan angkasa luar, khususnya yang menyangkut tanggung jawab internasional (*The Convention on International Liability for Damage Caused by Space Object*).

Terdapat beberapa dampak negatif yang ditimbulkan dari adanya sampah luar angkasa (Satrya, 2009). Adanya gangguan terhadap sistem operasional satelit yang akibatnya akan terjadi benturan antara satelit atau pesawat antariksa dengan benda yang berupa sampah. Resiko akan satelit yang gagal memasuki orbit akibat benturan satelit dengan benda/sampah antariksa yang tersebar di orbit menjadi lebih besar. Kemudian untuk satelit yang sudah mati ini kemungkinan transponder/pengirim gelombang radio masih aktif, sehingga akan dapat mengganggu transmisi sinyal satelit karena adanya interferensi sinyal. Selanjutnya akan terjadi gangguan sinyal transmisi yang dikirim kembali ke bumi karena adanya hambatan dari sinyal yang melewati sebaran sampah antariksa yang berupa logam yang berasal dari satelit. Untuk sampah antariksa yang tersebar di orbit yang rendah, ada resiko bongkahan sampah

antariksa tersedot masuk ke bumi. Jika bongkahan sampah antariksa tersebut tidak terbakar habis di atmosfer dan terjatuh di wilayah pemukiman maka akan dapat menimbulkan bencana.

### **2.3 Lembaga Antariksa dan Penerbangan (LAPAN)**

Indonesia sendiri memiliki lembaga khusus untuk menangani kegiatan penginderaan jarak jauh dan berkaitan dengan antariksa. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) didirikan pada tahun 1963 berdasarkan Keputusan Presiden Nomor 236 Tahun 1963 tentang Lembaga Penerbangan dan Angkasa Luar Nasional. Keputusan Presiden tersebut diperbaharui dan disempurnakan dengan Keputusan Presiden Nomor 103 Tahun 2001 tentang Kedudukan, Tugas, Fungsi, Kewenangan, Susunan Organisasi, dan Tata Kerja Lembaga Pemerintah Non Departemen sebagaimana telah beberapa kali diubah terakhir dengan Peraturan Presiden Nomor 49 Tahun 2015, disebutkan bahwa LAPAN adalah Lembaga Pemerintahan Non Kementerian (LPNK) yang berada di bawah dan bertanggung jawab kepada Presiden melalui Menteri yang membidangi urusan pemerintahan di bidang riset dan teknologi. (LAPAN, 2016).

Berdasarkan Perka LAPAN Nomor 02 Tahun 2011, LAPAN mempunyai tugas melaksanakan tugas pemerintahan di bidang penelitian dan pengembangan kedirgantaraan dan pemanfaatannya sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku. maka lingkup kegiatan yang dilaksanakan LAPAN adalah pada: (1) penelitian, pengembangan dan pemanfaatan sains antariksa dan sains atmosfer (2) penelitian, pengembangan dan pemanfaatan teknologi penerbangan dan antariksa (3) penelitian, pengembangan dan pemanfaatan penginderaan jauh, dan (4) kajian kebijakan penerbangan dan antariksa.

Dalam melaksanakan kerjanya LAPAN juga dibekali oleh landasan hukum yang kuat seperti Undang-Undang No 21 tahun 2013 mengenai



Keantariksaan. Di dalam undang undang tersebut terdapat pasal yang secara khusus membahas mengenai tentang peristiwa benda jatuh. Yakni pasal 51-57 yang mengatur keselamatan dan keamanan antariksa. Dalam rangka penanggulangan peristiwa benda jatuh tersebut, LAPAN bekerja sama dengan lembaga yakni BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana) kegiatan kerjasama tersebut meliputi penyampaian informasi mengenai kebencanaan berbasis penginderaan jarak jauh. (LAPAN, 2014). Sampah antariksa yang berpotensi membahayakan Indonesia dipantau terus menerus oleh LAPAN dan berkoordinasikan dengan BNPB, yang mana hal ini keterlibatan Instansi lain dalam pelaksanaannya diatur dalam pasal 58 ayat 4 (Indonesia, 2013).

## 2.4 Jatuhnya *Space Debris* Di Indonesia

Dalam berbagai penelitian yang dilakukan oleh LAPAN, salah satu diantaranya ialah menangani kasus *space debris*. Di Indonesia sendiri telah banyak terjadi kasus *space debris*. Lihat tabel berikut! (Tabel 2.4.1)

**Tabel 2.4.1 Penelitian Sampah Ruang Angkasa di Indonesia**

No.	Objek Penelitian Waktu	Hasil Penelitian
1.	Benda Antariksa jatuh di Gorontalo tanggal 26 Maret 1981	Benda jatuh tersebut adalah bagian motor roket Cosmos-3M/Space Launcher 8 (SL-8)/11K65M milik Rusia/USSR
2.	Identifikasi Benda antariksa jatuh di Lampung tanggal 16 April 1988	Benda jatuh tersebut adalah bagian motor roket Soyuz A-2/Space Launcher 4 (SL-4)/11A511U milik Rusia
3.	Benda antariksa jatuh di Bengkulu tanggal 13 Oktober 2003	benda jatuh tersebut adalah pecahan roket CZ-3 (Chang Cheng/Long March 3) milik RRC. Terdengar ledakan dan yang menimbulkan getaran seperti gempa
4.	Benda antariksa jatuh di Flores tanggal 23 Februari 2007	Benda jatuh tersebut adalah pecahan satelit Okean 3 (Okean 3 deb) milik Federasi Rusia. Pecahan satelit itu berukuran kecil, sekitar kepalan tangan
5.	Benda antariksa jatuh Di Sumenep, Madura tanggal 26 September 2016	Benda jatuh tersebut merupakan bagian roket Falcon 9 milik Space-X, Amerika Serikat, untuk untuk meluncurkan satelit komunikasi JCSAT 16. Bagian roket menghantam kandang ternak milik warga.
6.	Benda anatariksa jatuh di Agam, Sumatera Barat tanggal 18 Juli 2017	Benda jatuh tersebut adalah bagian dari roket Chang Zheng 3-A yang digunakan untuk meluncurkan Beidou M1, satelit navigasi milik China. Benda bulat serupa kendi yang jatuh dari langit di Sungai Batang.

*Sumber: Lembaga Antariksa dan Penerbangan (LAPAN, Penelitian Sampah Antariksa Di Lapan : Bidang Matahari dan Antariksa, 2011), CNN Indonesia (CNN Indonesia, 2016)*

Berdasarkan tabel di atas, intensitas ancaman kasus Space debris di Indonesia cukup banyak yakni terdapat 6 kasus. *Space debris* pertama di Indonesia, dalam penelitian LAPAN, jatuh di Gorontalo pada tanggal 26 Maret 1981. *Space debris* yang jatuh di Gorontalo merupakan tabung bahan bakar dari motor roket roket Cosmos-3M/*Space Launcher 8 (SL-8)/11K65M* milik Rusia (*Union of Soviet Socialist Republics; USSR*). Roket tersebut berfungsi untuk meluncurkan Interkosmos 20 yakni satelit penginderaan jarak jauh untuk penelitian laut dan permukaan bumi.

Kemudian, pada tanggal 13 Oktober 1988 Space debris jatuh di Lampung. Space debris yang jatuh merupakan salah satu bagian roket Soyuz A-2 Launcher 4 milik *Commonwealth of Independent States (CIS)* atau Persemakmuran Negara-Negara Merdeka Rusia. Bagian dari roket yang jatuh adalah tabung bahan bakar yang berfungsi untuk meluncurkan Soyuz A2.

Sampah antariksa kembali jatuh ke wilayah Indonesia, tepatnya di Bengkulu pada 14 Oktober 2003. Pecahan roket milik Republik Rakyat Tiongkok (RRT) jatuh di kebun karet di Desa Bukit Harapan IV, Kecamatan Ketahun, Kabupaten, Bengkulu Utara, Bengkulu. Setelah diidentifikasi lebih lanjut oleh LAPAN, diketahui bahwa benda tersebut merupakan pecahan roket CZ-3A (Chang Cheng/Long March 3), nomor katalog 23416, kode internasional 1994-080B. Roket diluncurkan pada 29 November 1994 untuk kegunaannya sebagai Satelit Komunikasi DHF-3 ke luar angkasa. Dampak

Pada tanggal 23 Februari 2007, dilaporkan terjadi jatuhnya *space debris* di Flores. Setelah dilakukan penelitian bahwa *space debris* yang jatuh merupakan pecahan satelit Okean 3 (Okean 3 deb) milik Federasi Rusia. Dampak dari jatuhnya pecahan satelit ini adalah terdengarnya suara ledakan. Pecahan satelit tersebut berukuran kecil sebesar kepalan tangan. Tidak ada korban jiwa yang dilaporkan terkait kejadian ini.

Kasus terbaru dan terbesar terkait jatuhnya *space debris* di Indonesia ialah ketika jatuhnya *space debris* di Sumenep Madura pada tanggal 26 September

2016 yang merupakan bagian roket Falcon 9 milik Space-X Amerika Serikat untuk meluncurkan satelit komunikasi JCSAT 16 milik Jepang. Dampak dari jatuhnya bagian roket ini adalah kerusakan kandang ternak milik warga. Dilansir dari CNN Indonesia, Thomas Djamaludin selaku Kepala Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (Lapan) mengatakan bahwa tidak ada laporan jika ampah antariksa ini melukai warga dan dapat dipastikan tidak mengandung radiasi dan nuklir (CNN Indonesia, 2016). Benda yang jatuh di Sumenep ini berbentuk seperti tabung silinder sepanjang 1.5 meter dan diameter 60 sentimeter, terdapat tiga tanki dan satu panel listrik yang merupakan bagian dari bekas roket.

Pada Selasa 18 Juli 2017, telah terjadi jatuhnya *space debris* di Sungai Batang, Kecamatan Tanjungraya, Kabupaten Agam, Sumatera Barat. Setelah diidentifikasi oleh Lapan bahwa benda tersebut adalah bagian dari roket Chang Zheng 3-A yang digunakan untuk meluncurkan Beidou M1, satelit navigasi milik China yang diluncurkan pada 13 April 2007. Sampah antariksa ini berbentuk bulat serupa kendi, namun tidak ada kerusakan yang ditimbulkan dari kasus ini. Sebelum jatuh ke bumi, bagian dari roket ini telah mengorbit bumi selama lebih dari 10 tahun (Zakaria, 2018).

Dari beberapa *space debris* yang jatuh di Indonesia seperti bekas roket Rusia di Gorontalo (1981) Lampung (1988), dan di perairan Flores (2007), serta bekas roket China di Bengkulu (2003), berdasarkan sumber keterangan LAPAN, bahwa LAPAN telah melakukan kegiatan pengidentifikasian terkait *space debris* tersebut berdasarkan laporan dari warga atau media massa (LAPAN, 2013). Kemudian terkait benda jatuh di Sumenep, Madura pada tahun 2016 LAPAN mengembalikan benda antariksa tersebut kepada Amerika. Dalam hal ini Amerika meminta untuk seluruh benda yang ditemukan agar dikembalikan. Kasus benda jatuh di Sumenep merupakan benda jatuh yang cukup besar yang berada di Indonesia sendiri sejak tahun 1981 ketika pertama kali *space debris* menghantam Indonesia (Media Indonesia, 2016)