

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang Penelitian**

Kemajuan jaman telah memungkinkan manusia untuk terus berkembang jauh dari keadaannya sekarang dalam berbagai bidang. Salah satunya adalah dalam bidang komunikasi. Bila dulu komunikasi sangat terbatas oleh ruang dan waktu, kini komunikasi dapat dilakukan dimana saja, oleh siapa saja dan kapan saja. Semua ini berkat teknologi yang senantiasa dikembangkan oleh manusia untuk mempermudah kehidupannya.

Peluncuran satelit bumi Sputnik pada tahun 1957 oleh Rusia, merupakan tonggak dimulainya era teknologi antariksa, dimana meski masa aktifnya hanya 2 bulan tapi mampu membuka mata dunia akan teknologi baru dan menjadi awal digencarkannya kompetisi penjelajahan antariksa antara 2 negara besar yaitu Amerika Serikat dan Rusia. Amerika Serikat memulai dengan diluncurkannya Vanguard I tahun 1958 yang kemudian memicu negara-negara lain untuk turut serta dalam penguasaan teknologi antariksa hingga saat ini.

Sejalan dengan makin pesatnya perkembangan teknologi satelit dan meningkatnya ketergantungan manusia akan penggunaan teknologi satelit, maka semakin banyak pula satelit yang diluncurkan ke antariksa. Dalam rantang waktu lebih dari 50 (lima puluh) tahun berlangsungnya kegiatan keantariksaan, tercatat ada 4800 peluncuran yang telah menempatkan sekitar 6000 satelit di setiap lapisan

orbit<sup>1</sup>, baik itu di *Low Earth Orbit* (LEO), *Medium Earth Orbit* (MEO), maupun *Geosynchronous Orbit* (GEO). Dengan semakin maraknya peluncuran satelit maka terjadilah kejenuhan di orbit bumi, yaitu meningkatnya jumlah satelit baik yang masih berfungsi maupun sudah tidak lagi berfungsi yang berada dan terpasang di orbit. *United State Space Surveillance Network* (SSN), sebuah lembaga yang bertugas melacak satelit di orbit bumi, merilis ada sekitar 3000<sup>2</sup> satelit dari total 8000<sup>3</sup> objek buatan manusia sekaligus melacak obyek di orbit yang berdiameter lebih dari 10 cm (3,937 inci) sejak lembaga tersebut didirikan pada tahun 1957. Dalam seluruh sejarahnya, SSN telah melacak lebih dari 24.500 objek luar angkasa yang mengorbit di bumi yang mayoritasnya telah jatuh ke orbit yang tidak stabil dan dibakar selama masuk kembali.<sup>4</sup>

UNOOSA menyatakan, pada akhir Agustus 2015, terdapat 4.077 satelit yang mengorbit di bumi, yang setara dengan 56,63% dari semua satelit yang pernah diluncurkan dimana sisanya tidak lagi berada di orbit, dengan perincian 1.329 telah ditemukan, 1.539 rusak dan 175 dideorbisi.<sup>5</sup> Melalui data base yang dimiliki oleh *Union of Concerned Scientists* (UCS), tercatat bahwa pada akhir Agustus 2015, dari 4.077 satelit di orbit hanya 1.305 yang aktif. Dengan demikian terdapat 2.772 obyek baik satelit yang sudah tidak aktif dan puing-puing hasil tabrakan antar satelit yang tidak aktif yang menjadi sampah ruang angkasa (*Space debris*) yang mengitari orbit

---

<sup>1</sup>[https://www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Safety/Clean\\_Space/cleansat](https://www.esa.int/Our_Activities/Space_Safety/Clean_Space/cleansat)

<sup>2</sup>[https://www.nasa.gov/mission\\_pages/station/news/orbital\\_debris.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/station/news/orbital_debris.html)

<sup>3</sup><https://www.nationalgeographic.com/science/space/solar-system/orbital-objects/>

<sup>4</sup><https://www.wisegeek.com/how-many-satellites-are-orbiting-the-earth.htm>

<sup>5</sup><https://www.pixalytics.com/sat-orbit-2015/>

bumi. Ukuran terkecil sampah ruang angkasa (*Space debris*) berupa puing – puing berukuran 10 cm dengan jumlah mencapai 170 juta unit.

Space debris atau "Puing ruang angkasa" mengacu pada semua benda buatan manusia, termasuk fragmen dan unsur-unsurnya, dalam orbit Bumi atau memasuki kembali atmosfer, yang tidak berfungsi sebagaimana dijelaskan bahwa.

*“Space debris, commonly referred to as space junk, consists of discarded satellites, spent launch vehicle upper stages, hardware left in space during satellite deployment, debris from fragmentation events, and even objects accidentally left behind by astronauts during space missions....”* atau Puing-puing luar angkasa, yang biasa disebut Sampah luar angkasa, terdiri dari satelit yang dibuang, atau yang tersisa di ruang angkasa selama penyebaran satelit, puing-puing dari peristiwa fragmentasi, dan bahkan benda yang secara tidak sengaja ditinggalkan oleh para astronot selama misi luar angkasa” (Chen, 2011; Gopaldaswamy & Kampani, 2014).

Orbital debris adalah benda apapun buatan manusia yang orbitnya adalah bumi dimana benda tersebut tidak lagi bermanfaat atau berfungsi. Termasuk di dalamnya adalah pesawat luar angkasa yang tidak berfungsi, bagian sisa roket yang terlepas saat peluncuran, puing – puing bekas misi. Menurut ESA, Space debris adalah semua benda buatan manusia yang tidak berfungsi, termasuk fragmen dan elemennya, yang berada di orbit bumi atau masuk kembali ke atmosfer bumi<sup>6</sup>.

*Space debris* atau sampah antariksa adalah material buatan yang mengorbit di bumi tapi tidak lagi berfungsi. Material ini bisa sebesar roket yang dibuang atau sekecil kepingan cat mikroskopis<sup>7</sup>. Keberadaan *Space debris* memberikan dampak dan ancaman bagi keamanan lingkungan di antariksa sekaligus terhadap keselamatan kehidupan manusia di bumi. Hal ini menjadi pembahasan di berbagai

---

<sup>6</sup>[https://www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Safety/Space\\_Debris/FAQ\\_Frequently\\_asked\\_questions](https://www.esa.int/Our_Activities/Space_Safety/Space_Debris/FAQ_Frequently_asked_questions)

<sup>7</sup> <https://www.britannica.com/technology/space-debris>

forum internasional. Puing orbital bergerak sangat cepat. Di orbit Bumi yang rendah (ketinggian lebih rendah dari 2.000 km), dengan kecepatan tumbukan rata-rata 21.600 mph (*miles per hour*), bahkan partikel kecil dapat mendatangkan malapetaka. NASA sering harus mengganti jendela pengorbit ruang angkasa karena mereka sangat rusak oleh "bintik-bintik" yang sangat kecil ini untuk lebih menggambarkan potensi kerusakan ini, pertimbangkan bahwa bola aluminium berdiameter 1,3 mm dapat menimbulkan kerusakan yang mirip dengan peluru rifle kaliber 22 kaliber, energi bola aluminium berdiameter 1 cm mengenai target seperti perjalanan aman 400 pon. pada 60 mph, dan potongan hanya 10 cm panjang dampak seperti 25 batang dinamit<sup>8</sup>.

Penyebab puing luar angkasa kontributor utama untuk puing orbital adalah pemecahan objek. Pada Agustus 2007, telah ada 194 perpisahan dan 51 peristiwa di mana puing-puing/*Space debris* yang ditumpahkan dari suatu objek. Sejak kompilasi data itu, banyak lagi yang diyakini telah terjadi. Perpisahan bisa disebabkan oleh ledakan dan tabrakan. Ledakan dapat terjadi akibat residu propelan, baterai terlalu panas, tabrakan, atau dalam beberapa kasus, kehancuran satelit yang disengaja<sup>9</sup>. Pada 10 Februari 2009, satelit komunikasi Rusia yang tidak aktif, dinamai Cosmos 2251, bertabrakan dengan satelit yang aktif satelit komunikasi yang dioperasikan oleh Iridium Satellite LLC.1 yang berbasis di AS. Peristiwa itu terjadi sekitar 800 kilometer (497 miles) di atas Siberia.

---

<sup>8</sup><https://aerospace.org/article/danger-orbital-debris>

<sup>9</sup><https://aerospace.org/article/danger-orbital-debris> "Danger: Orbital Debris"

Tabrakan dengan potongan-potongan kecil Space debris sering mengakibatkan lubang dan kerusakan di banyak satelit, teleskop, dan benda-benda lain yang mengorbit planet kita. Pada tahun 2006, misalnya, sepotong kecil Space debris bertabrakan dengan Stasiun Luar Angkasa Internasional, mengakibatkan kaca jendelanya yang sangat kuat itu pecah<sup>10</sup>. Jika dirata-ratakan, satu sampah antariksa jatuh setiap hari sejak awal peluncuran satelit tahun 1957.

Tabrakan ini menghasilkan hampir 2.000 keping puing, berukuran setidaknya sepuluh sentimeter (4 inci) dalam diameter, dan ribuan potongan lebih kecil<sup>11</sup>. Sebagian besar puing-puing ini akan tetap berada di orbit selama beberapa dekade atau lebih, berpose risiko tabrakan ke objek lain di *Low Earth Orbit* (LEO). Ini adalah tabrakan pertama antara dua satelit di orbit. Dua peristiwa dalam beberapa tahun terakhir telah sangat meningkatkan jumlah puing di orbit. Cina dengan sengaja menghancurkan satelit FY-1C mereka sendiri dalam uji senjata antisatelit menciptakan lebih dari 3.000 objek yang dilacak. Sekitar 70.000 objek berukuran sekitar 2 cm telah diamati pada pita ketinggian 850 hingga 1.000 km di atas bumi<sup>12</sup>.

NASA telah berhipotesis bahwa benda-benda ini adalah potongan beku pendingin reaktor nuklir yang bocor dari beberapa RORSAT Rusia (Satelit Pengintai Laut Radar)<sup>13</sup>. Di orbit diperkirakan ada 500.000 lembar puing seukuran kelereng atau lebih besar serta berjuta-juta keping puing yang sangat kecil sehingga

---

<sup>10</sup> [ps://www.nationalgeographic.com/science/space/reference/space-junk/](https://www.nationalgeographic.com/science/space/reference/space-junk/)

<sup>11</sup> [https://swfound.org/media/6575/swf\\_iridium\\_cosmos\\_collision\\_fact\\_sheet\\_updated\\_2012.pdf](https://swfound.org/media/6575/swf_iridium_cosmos_collision_fact_sheet_updated_2012.pdf)

<sup>12</sup> [https://swfound.org/media/9550/chinese\\_asat\\_fact\\_sheet\\_updated\\_2012.pdf](https://swfound.org/media/9550/chinese_asat_fact_sheet_updated_2012.pdf)

<sup>13</sup> [http://www.nbcnews.com/id/4626592/ns/technology\\_and\\_science-space/t/soviet-era-satellites-leaked-lethal-debris/#.XaKomVUzaUk](http://www.nbcnews.com/id/4626592/ns/technology_and_science-space/t/soviet-era-satellites-leaked-lethal-debris/#.XaKomVUzaUk)

tidak bisa dilacak<sup>14</sup>. Beberapa logam komposit dan polimer benar-benar mengkonsumsi ozon ketika kembali melalui atmosfer dan terbakar, mengalami reaksi kimia yang menghasilkan oksida nitrat, yang dapat menguras ozon<sup>15</sup>. Selain dampak terhadap lapisan ozon, *space debris* dapat memberikan dampak secara politis seperti yang dikemukakan oleh Vitaly Adushkin,<sup>16</sup> seorang peneliti dari *Institute of Geosphere Dynamics*, Rusia yaitu bahwa *Space debris* mengancam konflik politik maupun konflik militer yang berdampak pada situasi hubungan antar negara baik secara langsung maupun tidak langsung.

Keberhasilan Tiongkok mengadakan uji coba penembakan senjata anti satelit (ASAT) tersebut telah menyebabkan bertambahnya jumlah *Space debris* di antariksa dan menjadi polemik di berbagai negara yaitu memicu adanya perlombaan senjata di antariksa<sup>17</sup>. Protes diajukan oleh beberapa negara yang memiliki program satelit dan terkena dampak dari penembakan tersebut seperti Jepang, Rusia, Amerika Serikat dan Inggris yang memberikan *official response* terhadap tindakan Tiongkok tersebut. *Space debris* yang saling bertabrakan di ruang angkasa menyebabkan *Space debris* tersebut masuk dan jatuh ke permukaan bumi dan hal ini merupakan isu lingkungan hidup. Tercatat telah terjadi beberapa peristiwa masuknya *Space debris* ke atmosfer bumi dan terjatuh dipermukaan bumi. Beberapa diantaranya ada yang menyebabkan kerugian berupa kerusakan tertentu,

---

<sup>14</sup>[https://www.nasa.gov/mission\\_pages/station/news/orbital\\_debris.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/station/news/orbital_debris.html)

<sup>15</sup><https://www.scienceabc.com/nature/universe/how-does-space-debris-impact-earths-environment-and-atmosphere.html>

<sup>16</sup><https://www.businessinsider.com.au/russia-says-space-junk-could-spark-war-2016-1>

<sup>17</sup> Mardianis, "Analisis Penembakan Satelit Oleh China Dengan Menggunakan Teknologi *Anti Satellite System* (ASAT) Berdasarkan Hukum Internasional", [https://www.jurnal.lapan.go.id/jurnal\\_ansi/article/download](https://www.jurnal.lapan.go.id/jurnal_ansi/article/download)

dapat merengut nyawa seseorang, serta berpotensi menyebabkan kerusakan terhadap sumber daya yang ada, seperti kebakaran hutan, dan pencemaran air sebagai akibat dari jatuhnya satelit non-aktif yang bertenaga nuklir ke wilayah perairan dalam jangka waktu yang lama. Banyaknya *Space debris* yang berterbangan mengitari orbit bumi dapat menimbulkan tingkat terjadinya tabrakan di luar angkasa yang cukup tinggi, antara pesawat ruang angkasa yang melakukan eksplorasi di luar angkasa dengan *Space debris* yang mengitari orbit bumi.

Hal tersebut menyebabkan kegiatan ruang angkasa yang dilakukan oleh berbagai negara dapat terhambat dan terganggu. Dalam diskusi *Three Minutes of Darkness Over Indonesia* di @America, Jakarta, Jumat (26/2/2016), Asisten Sekretaris Biro Pengendalian Senjata, Verifikasi, dan Kepatuhan Amerika Serikat Frank A. Rose menyebutkan bahwa jumlah *Space debris* berbeda-beda menurut temuan masing-masing lembaga.

Versi yang ditangkap radar milik Pusat Gabungan Operasi Antariksa menyebut kini ada lebih dari 100.523.000 *Space debris*. Sejumlah 23.000 *Space debris* di antaranya seukuran bola tenis atau lebih besar dari 10 cm, 500.000 lain berukuran lebih dari 5 cm, dan sisa 100.000.000-nya berukuran antara 1 mm-5 cm. Sumbernya macam-macam. Contohnya terjadi pada 2007 saat Cina menguji coba satelit dan menghasilkan 3.000 fragmen berukuran di atas 10 cm yang diperkirakan akan ada di luar angkasa untuk selama ratusan tahun. Sementara pada 2009, kejadian signifikan terjadi di ruang hampa udara saat satelit Rusia, *Iridium 33*, hancur tertabrak sesama satelit Rusia lain, *Cosmos 2251*, yang sudah tidak aktif. *Space debris* ini jelas akan menjadi ancaman bagi sistem keantariksaan banyak

negara. bahkan beberapa tahun terakhir ratusan kejadian di mana *Space debris* hasil uji coba peluncuran pada tahun 2000 sudah semakin mendekati satelit-satelit mereka sendiri," ujar Rose sebagaimana dikutip dari *Antara*<sup>18</sup>. Berbagai satelit tersebut memiliki fungsi, mulai dari sistem peringatan dini bencana, fasilitas navigasi untuk transportasi, akses global untuk keuangan atau perbankan, dan berbagai kegiatan penting lain di bumi. Pada tanggal 12 Maret 2009 lalu Stasiun Ruang Angkasa Internasional-ISS nyaris ditabrak sebuah pecahan benda langit yang diameternya hanya 0,8 sentimeter tapi memiliki kecepatan 30.000 km per jam. Menimbang ancaman bahayanya, para astronot yang berada di ISS terpaksa berlindung di kapsul Soyuz, yang dapat segera melakukan manuver melepaskan diri dari ISS jika terjadi bahaya.

Ledakan tidak diinginkan pada roket peluncur yang tertinggal di luar angkasa, merupakan kasus paling banyak yang memproduksi sampah berukuran kecil dalam jumlah cukup banyak di luar angkasa. Sampah lainnya adalah sisa bahan bakar padat, limbah cair yang membeku serta pecahan satelit. Seberapa besar volume sampah di luar angkasa itu, tidak ada yang tahu persis. Hal ini dikarenakan perangkat radar di Bumi hanya bisa mendeteksi sampah benda langit yang ukurannya minimal sebesar bola sepak<sup>19</sup>.

Kepala Biro Kerja Sama, Hubungan Masyarakat, dan Umum, Christianus R. Dewanto, saat *Focus Group Discussion (FGD) Geostationary Orbit* di Depok, Jawa Barat, mengemukakan bahwa Indonesia merupakan negara kepulauan dengan letak

---

<sup>18</sup> <https://tirto.id/bahaya-sampah-luar-angkasa-ctB9>

<sup>19</sup> <https://www.dw.com/id/ancaman-bahaya-sampah-luar-angkasa/a-4126140-0>

geografis di garis khatulistiwa. Posisi tersebut menjadikan Indonesia berada tepat di bawah *geostationary orbit* (GSO) atau orbit geostasioner. Selain itu, Indonesia juga merupakan wilayah di bawah GSO terpanjang, yaitu 13 persen dari total rentang orbit<sup>20</sup>. Dengan demikian bangsa Indonesia harus mampu menjamin dan menjaga kelangsungan, kelanggengan dan keamanan dalam pemanfaatan segmen GSO yang berada di wilayah Indonesia sekaligus menjaganya dari gangguan pihak-pihak lain yang bersifat merugikan.

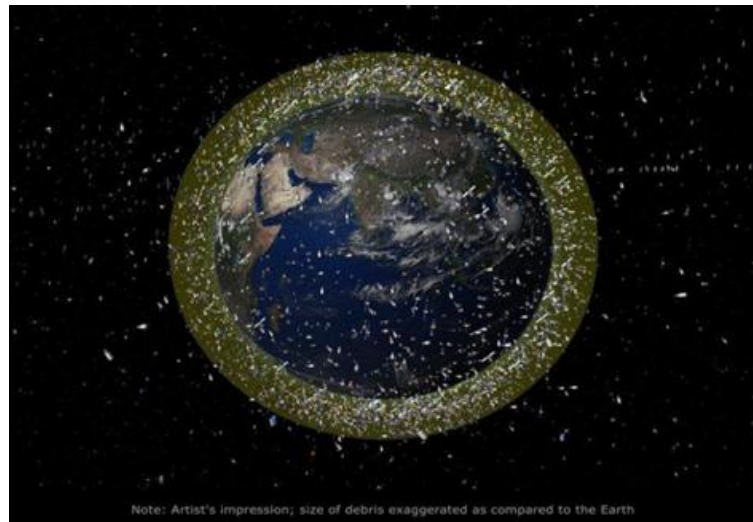
Keberadaan benda antariksa dapat dikelompokkan dalam jenis orbit <sup>21</sup> , yaitu:

1. Low Earth Orbit (LEO) merupakan orbit dengan ketinggian kurang dari 5500 km dan periode orbitnya kurang dari 225 menit.
2. Medium Earth Orbit (MEO) merupakan orbit dengan ketinggian 5.500-36.000 km, umumnya satelit-satelit navigasi yang menempati orbit ini, seperti GLONASS (Global Navigation Satellite System) dan GPS (Global Positioning System).
3. Geostationary Earth Orbit (GEO) pada ketinggian 36.000 km, umumnya satelit komunikasi dan pengamat cuaca yang menempati orbit ini.

---

<sup>20</sup> <https://www.lapan.go.id/index.php/subblog/read/2015/2228/Orbit-Geostasioner-Penting-bagi-Indonesia/1074>

<sup>21</sup> [https://puskkpa.lapan.go.id/files\\_arsip/Melissa\\_Dampak\\_Space\\_2016.pdf](https://puskkpa.lapan.go.id/files_arsip/Melissa_Dampak_Space_2016.pdf)



Gambar 2.1

Space Debris yang Berada di Orbit Bumi

(sumber:ESA)

Masalah yang paling umum terjadi seiring dengan makin banyaknya sampah antariksa adalah kemungkinannya untuk saling bertabrakan. Dalam berbagai ukuran baik besar atau kecil dapat menimbulkan akibat yang fatal yaitu kerusakan dan bahkan menambah lagi jumlah Space debris di antariksa. Dikutip berdasarkan pernyataan Kepala ilmuwan NASA bidang sampah orbit, Jer Chyi Liou mengatakan, "Jumlah material di orbit bumi kini lebih dari 7.600 ton," kata Liou. "Sektar 23.000 obyek berukuran besar dilacak oleh Jaringan Pengawasan Antariksa (SNN) Amerika Serikat. Selain itu, terdapat puluhan juta atau lebih serpihan yang terlalu kecil untuk dilacak SSN, tapi tetap cukup besar untuk mengancam penerbangan ruang angkasa yang dilakukan manusia atau robot"<sup>22</sup>.

---

<sup>22</sup> <https://www.bbc.com/indonesia/vert-fut-43313495>

Masalah yang paling umum terjadi seiring dengan makin banyaknya sampah antariksa adalah kemungkinannya untuk saling bertabrakan. Dalam berbagai ukuran baik besar atau kecil dapat menimbulkan akibat yang fatal yaitu kerusakan dan bahkan menambah lagi jumlah Space debris di antariksa. Maka hal ini menjadi tantangan bagi generasi ilmuwan antariksa selanjutnya yaitu bagaimana memastikan pesawat ruang angkasa di masa depan aman dari sabuk sampah yang semakin padat. Sehingga badan antariksa di seluruh dunia berlomba-lomba mencari cara untuk mengatasi serpihan-serpihan berbahaya ini. Space debris/puing-puing juga dapat jatuh kembali ke bumi, baik dari pembusukan orbital alami atau masuknya kembali secara terkontrol.

Untungnya sebagian besar Space debris yang jatuh seperti itu mendarat di lautan Bumi. Tetapi terkadang tidak, dan kejadian langka ini dapat menjadi bahaya yang lebih besar di tahun-tahun mendatang seiring dengan meningkatnya ukuran serpihan Space debris, dan seiring dengan proyeksi armada satelit kecil komersial menjadi kenyataan. Baru-baru ini, bagian dari puing roket Zenit dilaporkan berakhir dengan pendaratan di Peru. Salah satu peristiwa terbaru terjadi pada Oktober 2018. Militer AS mengidentifikasi sebuah tangki bahan bakar dari satelit Iridium yang berumur satu dekade atau lebih yang jatuh di kebun buah kenari di Hanford, California<sup>23</sup>. Masalah berikutnya yang juga tidak kalah mengkhawatirkan dan sudah jelas nyata terjadi di Indonesia adalah jatuhnya Space debris ke permukaan bumi. Permukaan bumi yang sebagian besar berupa perairan bisa jadi cukup

---

<sup>23</sup> <https://theconversation.com/why-space-debris-cleanup-might-be-a-national-security-threat-105816>

menurunkan resiko bahaya ini terhadap manusia atau lingkungan. Contohnya satelit Tiangong-1 milik Cina tercebur di Samudra Pasifik<sup>24</sup>. Akan terasa dampaknya langsung bila Space debris jatuh ke daratan terutama di lokasi yang terdapat hunian manusia.

Dari informasi yang penulis dapatkan dari LAPAN selama Pra penelitian, diperkirakan ada sekitar 200.000 Space debris berukuran lebar antara 1 dan 10 cm dan mungkin ada jutaan *Space debris* yang ukurannya lebih kecil dari 1 cm. Berapa lama waktu yang diperlukan untuk Space debris jatuh kembali ke bumi tergantung pada ketinggiannya. Objek di bawah ketinggian 600 km mengorbit beberapa tahunsebelum memasuki kembali atmosfer bumi. Objek di atas ketinggian 1.000 km mengorbit selama berabad-abad lamanya<sup>25</sup>. Space debris dapat melaju dengan kecepatan maksimum mencapai 48.000 km/jam<sup>26</sup>, lebih cepat dari peluru yang melaju kencang setelah ditembakkan.

Posisi geografis ini juga menjadikan Indonesia sebagai negara yang paling rawan mendapatkan ancaman kejatuhan *Space debris*. Disebutkan Kepala Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) Thomas Djamaluddin, sampah antariksa yang ketinggiannya di bawah 600 km berpotensi jatuh. Setiap satelit atau sampah antariksa orbitnya pasti melewati ekuator, sehingga peluang jatuh di daerah ekuator sangat besar dibandingkan dengan di wilayah lintang tinggi. "Jadi dilihat dari probabilitasnya, Indonesia yang merupakan negara ekuator terbesar sangat

---

<sup>24</sup> <https://travel.tempo.co/read/1075584/seperti-tiongong-1-sampah-antariksa-pernah-jatuh-ke-indonesia/full&view=ok>

<sup>25</sup> <https://www.britannica.com/technology/space-debris>

<sup>26</sup> Ibid

potensial kejatuhan satelit atau sampah antariksa”, kata Thomas.<sup>27</sup>Tercatat telah terjadi beberapa kejadian kejatuhan tersebut yang menimpa Indonesia seperti yang diutarakan oleh Kepala LAPAN, Thomas Djamaluddin, yaitu<sup>28</sup> :

1. Tahun 1981 di Gorontalo, jatuh tabung bahan bakar USSR. Benda tersebut, berdasarkan catatan LAPAN, jatuh pukul 20.31 WITA pada 26 Maret 1981. LAPAN mengetahuinya setelah mendapat informasi dari warga setempat. Hasil identifikasi menunjukkan benda langit itu adalah bagian motor roket Cosmos-3M/Space Launcher 8 (SL-8)/11K65M milik Rusia (saat itu Union of Soviet Socialist Republics; USSR).Roket tersebut berfungsi untuk meluncurkan Interkosmos 20, satelit penginderaan jauh untuk penelitian laut dan permukaan bumi pada 1 November 1979.
2. 16 April 1988, sebuah benda langit jatuh di Lampung. Setelah diselidiki, objek itu adalah salah satu bagian roket Soyuz A-2 Space Launcher 4 milik Commonwealth of Independent States (CIS) atau Persemakmuran Negara-negara Merdeka (PNM) Rusia. Bagian roket yang terjatuh juga tabung bahan bakar. Ia lepas dari Soyuz A-2 Space Launcher 4--roket yang berfungsi sebagai peluncur Cosmos 1938, satelit mata-mata militer milik PNM Rusia. PNM Rusia adalah organisasi regional beranggotakan negara-negara eks-Uni Soviet yang dibentuk saat pembubaran Uni Soviet.
3. Pagi hari, 14 Oktober 2003, sebuah pecahan roket milik Republik Rakyat Tiongkok (RRT) ditemukan di kebun karet di Desa Bukit Harapan IV,

---

<sup>27</sup> <https://inet.detik.com/science/d-4693530/kemungkinan-sampah-antariksa-jatuh-di-indonesia-sangat-tinggi>

<sup>28</sup> <https://kumparan.com/@kumparantech/5-sampah-luar-angkasa-yang-jatuh-di-indonesia>

Kecamatan Ketahun, Kabupaten Bengkulu Utara, Bengkulu. Sore hari sebelumnya, 13 Oktober 2003, terdengar ledakan di arah barat laut yang menimbulkan getaran seperti gempa. Berdasarkan data [space-track.org](http://space-track.org), diketahui bahwa benda itu jatuh pada 13 Oktober 2003 sekitar pukul 16.36 WIB. Dilakukan pula pengukuran untuk mengetahui koordinat lokasi jatuhnya benda tersebut. Selanjutnya diketahui identitas benda tersebut adalah pecahan roket CZ-3A (Chang Cheng/Long March 3), nomor katalog 23416, kode internasional 1994-080B. Roket diluncurkan pada 29 November 1994 untuk mengirim satelit komunikasi DHF-3 ke luar angkasa.

4. Senin, 26 September 2016, sekitar pukul 09.26 WIB, sebuah benda yang diduga kuat sebagai bekas roket FALCON 9 R/B jatuh di Sumenep, Madura, Jawa Timur. Kesimpulan ini didasarkan pada hasil identifikasi yang menemukan adanya kesesuaian antara lintasan benda hasil pengamatan dan model, dengan fakta di lapangan. FALCON 9 R/B adalah roket untuk meluncurkan satelit komunikasi JCSAT 16 milik Jepang. Ia kepunyaan *Space-X*, Amerika Serikat, dan diluncurkan dari Cape Canaveral Air Force Station, Florida, 14 Agustus 2016. Benda yang ditemukan di Sumenep itu adalah bagian dari tingkat atas roket tersebut. Tingkat pertama roket sebelumnya telah jatuh lebih dulu tak lama setelah peluncuran dilakukan, dan mendarat di landasan khusus yang ditempatkan di Samudra Atlantik. FALCON 9 merupakan jenis roket pertama di dunia yang dilengkapi teknologi untuk mendaratkan kembali bagiannya di permukaan bumi.

5. Benda bulat serupa kendi jatuh dari langit di Sungai Batang, Kecamatan Tanjungraya, Kabupaten Agam, Sumatera Barat. Objek janggal itu mendarat di Bumi dengan dentuman keras yang mengagetkan warga sekitar pukul 09.30 WIB, Selasa 18 juli 2017. Benda itu kemudian diidentifikasi Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) sebagai sampah antariksa. Kepala LAPAN Thomas Djamaluddin menyebut sampah antariksa itu adalah bagian dari roket Chang Zheng 3-A yang digunakan untuk meluncurkan Beidou M1, satelit navigasi milik China yang diluncurkan pada 13 April 2007. “Setelah dicocokkan dengan database sampah antariksa, benar itu adalah bagian dari roket yang meluncurkan satelit milik RRT (China).
6. Pada 23 Februari 2007, dilaporkan ada ledakan di Flores. Berdasarkan analisis objek antariksa yang jatuh sekitar tanggal tersebut, LAPAN menduga objek yang jatuh adalah pecahan satelit OKEAN 3 milik Rusia. Satelit itu orbitnya melintasi Flores beberapa saat sebelum ledakan terdengar, pada ketinggian yang dikategorikan dalam proses jatuh. Pecahan satelit itu berukuran kecil, sekitar kepalan tangan. Menurut LAPAN, objek tersebut tidak mengandung radiasi karena berasal dari satelit penginderaan jauh. Tidak ada kandungan nuklir dan zat berbahaya di dalamnya<sup>29</sup>.

---

<sup>29</sup> <https://news.detik.com/berita/d-1725899/sampah-sampah-angkasa-yang-pernah-jatuh-di-indonesia>

Indonesia adalah negara yang wilayahnya sangat luas. Sebagai negara kepulauan terbesar di dunia, Indonesia memiliki jumlah pulau 13.466, dengan luas daratan 1.922.570 km<sup>2</sup> dan luas perairan 3.257.483 km<sup>2</sup> <sup>30</sup>. Bila dilihat daerah jelajah dibandingkan dengan ukuran satelit atau *Space debris* adalah sangat jauh, sehingga kemungkinan untuk membahayakan manusia menurut Kepala LAPAN Thomas Djameluddin sangat kecil. "Karena wilayah Bumi khususnya wilayah Indonesia sebagian besar tidak berpenduduk, yaitu berupa laut, hutan, maka probabilitas untuk membahayakan manusia kecil sekali. Beberapa *Space debris* yang tidak mengandung bahan berbahaya tetapi akan menjadi masalah bila mengandung bahan yang beracun yaitu mengandung bahan nuklir. Hal ini pernah terjadi saat sampah antariksa milik Rusia jatuh di Kanada.

Beruntung kesemuanya *space debris* yang jatuh tidak menimbulkan kerusakan yang berarti dan tidak merenggut nyawa seorang pun. Akan tetapi ada kemungkinan *Space debris* jatuh dilokasi yang membahayakan manusia karena pada dasarnya lokasi jatuh hanya bisa diperkirakan saja dan pada kenyataannya akan melenceng jauh dari perkiraan. Contohnya adalah sampah antariksa berupa pecahan tabung roket milik China yang jatuh di Bengkulu pada 2003, sebelumnya diprakirakan jatuh di Jazirah Arab. Kejadian jatuhnya tabung bahan bakar milik AS di Sumenep, Jawa Timur di 2016 pun, awalnya diprakirakan jatuh di Lautan Hindia.

---

<sup>30</sup> <https://www.big.go.id/berita-surta/show/big-serahkan-peta-nkri-kepada-kemenkokesra>



Gambar 2.2  
Space Debris yang jatuh di Sumenep  
(sumber :Merdeka.com)

Secara umum probabilitasnya lebih banyak jatuh ke wilayah yang tidak berpenduduk karena di Bumi ini presentasi jumlah wilayah yang berpenduduk kecil sekali dibandingkan luas Bumi," uraiannya<sup>31</sup>. Akan tetapi di masa mendatang kemungkinan ancaman tersebut tentu akan menjadi semakin besar seiring dengan makin meningkatnya kebutuhan akan teknologi antariksa dimana makin banyak negara yang berlomba - lomba untuk senantiasa memperbarui armada satelitnya. Bahwa perkembangan jaman dan kebutuhan manusia akan teknologi tidak bisa terbendung dan selalu akan terus diperbarui karena teknologi kini sangat berpengaruh dalam hampir segala aspek kehidupan manusia. Seperti yang telah diuraikan sebelumnya, kejatuhan *Space debris* tentunya akan memberikan dampak secara langsung bagi kehidupan manusia dan lingkungan.

*Space debris* bisa terbakar dan menimbulkan suara ledakan saat memasuki udara pada ketinggian 70-110 km. Getaran seperti gempa terjadi manakala benda

---

<sup>31</sup> <https://inet.detik.com/science/d-4693530/kemungkinan-sampah-antariksa-jatuh-di-indonesia-sangat-tinggi>

tersebut berukuran cukup besar saat menghantam tanah. Tidak tertutup kemungkinan ancaman kejatuhan *Space debris* akan menimpa perumahan warga atau obyek vital nasional seperti pembangkit listrik, area bendungan, pusat keramaian, instalasi militer dan lain sebagainya yang akan mengganggu keamanan nasional. Dampak lain akan terjadinya kebakaran hutan, pencemaran air, rusaknya area perkebunan atau persawahan warga, terancamnya margasatwa dan tanaman yang dilindungi dan masih banyak lagi yang lainnya yang sudah tentu sifatnya merugikan. *Space debris* yang jatuh ini tidak dapat diatur kapan dan di mana jatuhnya.

Penanganan masalah *Space debris* terutama dalam hal ancaman kejatuhan *Space debris* di wilayah Indonesia tentu akan melibatkan pemerintah yang diwakili oleh beberapa beberapa instansi / lembaga pemerintah yang ditunjuk sesuai dengan fungsi dan tugasnya. Dimulai dari proses identifikasi kemungkinan kejatuhan, pelaporan *Space debris* yang telah jatuh, penanganan obyek *Space debris* di lokasi kejadian, sekaligus proses ganti rugi atas kerusakan yang disebabkan oleh benda luar angkasa dengan merujuk pada aturan hak dan kewajiban yang telah ditetapkan secara internasional.

Wilayah kedaulatan negara mencakup pula ruang udara diatas wilayahnya. Sebuah dalil Hukum Romawi yang berbunyi "*cujus est solum, ejus est usque ad coelum*", berarti "Barang siapa memiliki sebidang tanah dengan demikian juga memiliki segala sesuatu yang berada di atas permukaan tanah tersebut sampai ke

langit dan segala apa yang berada di dalam tanah.<sup>32</sup> Maka kejatuhan *Space debris* di wilayah Indonesia merupakan salah hal yang dapat mengancam keamanan nasional dalam hal ini mengancam integritas teritorial negara termasuk segala sesuatu yang ada di dalam negara tersebut yaitu rakyat. Dalam kasus kejatuhan *Space debris* di Bengkulu tahun 2003, kebun karet menjadi lokasi tempat jatuhnya pecahan roket CZ-3A (Chang Cheng/Long March 3), nomor katalog 23416, kode internasional 1994-080B milik Tiongkok. Kemudian pada tahun 2016 sebuah *Space debris* jatuh di Madura jatuh menimpa kandang kambing milik penduduk. Peristiwa kejatuhan yang lain, sempat diketahui oleh penduduk dari suaranya yang sangat keras dan ketika menghantam bumi sempat menimbulkan getaran seperti gempa<sup>33</sup>. Seperti diutarakan sebelumnya, bagaimana bila *Space debris* menghantam obyek vital negara seperti pembangkit tenaga listrik, instalasi militer, bendungan besar yang mengairi beribu ribu hektar sawah dan ladang rakyat, kantor pusat pemerintahan dan lainnya. Kesemuanya membahayakan keselamatan rakyat Indonesia sehingga menjadi salah satu ancaman yang bersifat non militer. Bila dahulu keamanan nasional identik dengan aman dari ancaman invasi negara lain, maka seiring dengan makin berkembangnya teknologi dan ilmu pengetahuan, maka keamanan nasional juga menyangkut tentang keamanan individu -individu dalam suatu negara. Maka dari itu pemerintah memiliki peran yang sangat penting berkaitan dengan tugasnya untuk melindungi negara beserta segala sesuatu yang ada di dalamnya melalui respon yang komprehensif, dimana masalah kejatuhan

---

<sup>32</sup> Huala Adolf, *Aspek-aspek Negara dalam Hukum Internasional*, Keni Media, Bandung, 2011, hlm.137

<sup>33</sup> <https://kumparan.com/@kumparantech/5-sampah-luar-angkasa-yang-jatuh-di-indonesia>

*Space debris* ini merupakan dampak dari makin majunya teknologi ruang angkasa. Peristiwa jatuhnya satelite diatas yang sudah terjadi beberapa kali di Indonesia dalam kurun hampir 40 tahun akan semakin meningkat dimasa-masa yang akan datang.

Penulis menggunakan sejumlah penelitian terdahulu sebagai tolak ukur dan acuan untuk menyelesaikannya, penelitian terdahulu memudahkan penulis dalam menentukan langkah-langkah yang sistematis untuk penyusunan penelitian dari segi teori maupun konsep. Iksan (1996) menyatakan bahwa tinjauan pustaka harus mengemukakan hasil penelitian lain yang relevan dalam pendekatan permasalahan penelitian<sup>34</sup> : teori, konsep-konsep, analisa, kesimpulan, kelemahan dan keunggulan pendekatan yang dilakukan oleh penelitian lain dalam penelitian, Masyuri (2008) dalam buku metodeologi penelitian yang mengatakan bahwa dalam penelitian ilmiah peneliti penulis dianjurkan untuk melihat dan berpedoman dari peneliti lain, untuk menghindari duplikasi dan pengulangan penelitian atau kesalahan yang sama seperti yang dibuat oleh peneliti sebelumnya, Penelitian terdahulu pertama yang di jadikan tolak ukur oleh penulis yaitu :

**Penelitian terdahulu pertama**, yaitu penelitian yang dilakukan oleh Nurul Sri Fatmawati (2012), penelitian ini bertujuan untuk membandingkan upaya negara-negara dalam melaksanakan pedoman PBB tentang mitigasi sampah antariksa dengan menggunakan metode deskriptif komparatif. Upaya – upaya tersebut adalah sebagai bentuk keterlibatan dalam menjamin pelaksanaan kegiatan antariksa yang berkelanjutan dalam bentuk kerangka hukum yang mengatur

---

<sup>34</sup> Ihsan, Fuad. 1996. Dasar-dasar kependidikan. Jakarta: Rineka Cipta.

kegiatan antariksa secara komprehensif, penerapan standar-standar terhadap kegiatan antariksa, dan sebagainya. Ruang lingkup standar yang dimaksud meliputi design, pabrikan, peluncuran, pengoperasian, serta pembuangan, dimana seluruhnya dirancang mengacu pada ketentuan pedoman PBB tentang mitigasi sampah antariksa. Nurul menjelaskan bahwa apapun penyebab pembentukan sampah antariksa, fenomena tersebut jelas menimbulkan kerugian terhadap misi antariksa (terhentinya operasi wahana antariksa) dan terutama kerusakan pada lingkungan antariksa (gangguan terhadap spektrum frekuensi dan orbit) serta kecenderungan penyebarannya di berbagai konsentrasi orbit. Menurut Nurul secara substantif inisiasi Pedoman PBB tentang Mitigasi Sampah antariksa masih terdapat kekurangan terkait efektifitas penerapan pedoman, salah satunya adalah sifat pedoman yang tidak mengikat (*soft law*) dalam mengatur mitigasi sampah antariksa yang terkait erat dengan kepentingan misi keantariksaan berbagai pihak di tingkat global.

**Penelitian terdahulu kedua**, yaitu penelitian yang dilakukan oleh Abdul Rachman (2012) penelitian ini membahas tentang aktifitas matahari yang mempengaruhi populasi sampah antariksa melalui dampaknya pada kerapatan atmosfer atas. Peningkatan aktifitas matahari yang meningkatkan kerapatan atmosfer akan mengakibatkan jatuhnya benda-benda di orbit yang cukup rendah. Namun, dampak yang sama menyebabkan turunnya benda-benda di orbit yang lebih tinggi menggantikan posisi benda-benda yang telah jatuh. Dengan menganalisis data orbit benda-benda buatan dalam katalog USSPACECOM sejak Desember 2008 hingga Oktober 2012, ditemukan bahwa populasi sampah antariksa secara

umum meningkat meski jumlah yang jatuh terus menerus bertambah. Rata-rata 2,7 sampah antariksa bertambah setiap hari sedang yang jatuh rata-rata hanya 1,1 setiap hari. Besarnya persentase sampah Fengyun 1C, Cosmos 2251, dan Iridium 33 yang masih mengorbit menjadi faktor utama peningkatan populasi tersebut. Peningkatan aktifitas matahari yang dipantau adalah sepanjang tahun 2011 hingga 2012. Pada Penelitian ini belum disampaikan bahwa meningkatnya populasi sampah antariksa selain karena aktivitas matahari, peluncuran dan fragmentasi juga ada kaitannya dengan dampak dari perubahan iklim, ini yang disebabkan karena peningkatan konsentrasi Karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dan Methana (CH<sub>4</sub>) di atmosfer bawah (terjadi pemanasan atmosfer bawah) yang menyebabkan pendinginan atmosfer atas yang berdampak menurunkan kerapatan atmosfer atas tempat satelit-satelit LEO berada (Satelit di Orbit menengah bumi). Karena ada indikasi kecenderungan penurunan kerapatan atmosfer atas, maka debris dan satelit-satelit akan semakin lama berada di orbitnya, sehingga berdampak pada bertambahnya sampah satelit dan debris orbit.

**Penelitian terdahulu ketiga**, yaitu penelitian Diah Yuniarti, pada tahun 2013. Penelitian ini mengkaji kondisi mengenai penanganan sampah antariksa Indonesia, khususnya yang berasal dari satelit yang sudah habis masa operasinya atau satelit yang sudah tidak berfungsi. Dengan menggunakan metode SWOT, penelitian ini memetakan kekuatan dan kelemahan serta peluang dan tantangan dari kondisi penanganan sampah antariksa di Indonesia. Selanjutnya, dari pemetaan tersebut, diidentifikasi strategi-strategi yang dapat dilakukan dari pemetaan tersebut. Saat ini, penanganan sampah antariksa yang dimaksud baru dilakukan oleh penyelenggara satelit Indonesia sebatas menerapkan mekanisme deorbit satelit,

sebagaimana tercantum di dalam Recommendation ITU-R S.1003-2 tentang Perlindungan Lingkungan di Orbit Satelit Geostasioner. Pada penelitian ini yang menjadi catatan adalah bahwa UU Keantariksaan perlu direvisi tapi dalam jangka waktu 10 tahun kedepan dengan melihat isu lingkungan strategis terkait kegiatan keantariksaan internasional.

**Penelitian terdahulu ke empat**, yaitu peneliti lainnya oleh Dini Susanti penelitian dengan judul Analisis Peran Kelembagaan Lapan Dalam Mitigasi Ancaman Keamanan Nasional Di Bidang Keantariksaan Terkait Dampaknya Perubahan Iklim.. Perubahan iklim yang menjadi penyebab masalah di lingkungan antariksa terjadi karena adanya peningkatan konsentrasi Karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dan Methana (CH<sub>4</sub>) di atmosfer bawah (terjadi pemanasan atmosfer bawah) yang menyebabkan pendinginan atmosfer atas yang berdampak menurunkan kerapatan atmosfer atas tempat satelit-satelit LEO berada (Satelit di Orbit menengah bumi). Karena ada indikasi kecenderungan penurunan kerapatan atmosfer atas, maka debris dan satelit-satelit akan semakin lama berada di orbitnya. Berdasarkan teorinya bahwa saat kerapatan atmosfer turun maka hambatan atmosfer yang dialami satelit diorbitnya terutama di LEO, juga akan menurun. Kerapatan atmosfer berbanding lurus dengan hambatan atmosfer. Karena hambatan atmosfer turun, maka masa hidup satelit diorbitnya akan semakin lama karena faktor terbesar gangguan orbit satelit adalah hambatan atmosfer sehingga berdampak pada bertambahnya sampah satelit dan debris orbit, atau yang biasa dikenal dengan sampah antariksa.

Keempat penelitian di atas lebih menekankan pada hal-hal teknis berkaitan permasalahan *Space debris* dengan posisi di atas permukaan bumi / daerah orbit maupun dalam skala yang luas yaitu internasional . Sementara penulis lebih spesifik menekankan hanya kepada masalah *Space debris* yang jatuh ke wilayah Indonesia dan menjelaskan bagaimana peranan pemerintah Indonesia dalam menghadapi masalah tersebut ditinjau dari perspektif ancaman nasional. Berdasarkan pada uraian yang telah dipaparkan maka peneliti memiliki ketertarikan untuk membuat sebuah penelitian yang berjudul **Peran Pemerintah Dalam Menghadapi Masalah Kejatuhan Sampah Antariksa (*Space debris*) di Wilayah Indonesia Ditinjau Dari Perspektif Ancaman Nasional.**

### **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, bahwa Indonesia telah mengalami beberapa peristiwa kejatuhan *Space debris* di wilayah darat Indonesia dan hal tersebut dapat menjadi ancaman bagi keamanan nasional, maka yang menjadi pertanyaan penelitian di atas adalah :

1. Bagaimana ancaman terhadap kejatuhan *Space debris* di wilayah Republik Indonesia dan bagaimana peran pemerintah dalam menghadapi/menangani masalah kejatuhan sampah antariksa (*Space debris*) di wilayah Indonesia.
2. Bagaimana kejatuhan *Space debris* dapat mengancam keamanan nasional negara Indonesia.

### **1.3. Tujuan Penelitian.**

Penelitian ini ditujukan untuk mengkaji dan menganalisis sejauh mana peranan pemerintah yang diwakili oleh instansi / lembaga pemerintah yang bertugas

menangani *Space debris* yang pernah jatuh di wilayah Indonesia dan sejauh mana ancaman terhadap keselamatan/kerugian jiwa maupun material dari kejatuhan *Space debris*, sekaligus mencari atau apa saja hambatan atau kendala yang dihadapi, dalam usahanya mewujudkan keamanan nasional negara kesatuan Republik Indonesia. Hasil kajian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan masukan atau kajian lebih lanjut terkait isu *Space debris*.

#### **1.4. Manfaat Penelitian.**

##### **1.4.1 Manfaat Teoritis**

Secara umum, penelitian ini diharapkan mampu memberi sumbangan pemikiran bagi kajian ketahanan nasional berupa analisis peran kelembagaan dalam mitigasi ancaman keamanan nasional, dimana ancaman keamanan kini tidak hanya berasal dari permukaan bumi saja tetapi juga dari lingkungan antariksa. Secara khusus, penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan pemikiran terutama dalam menganalisis potensi ancaman *Space debris* terhadap keamanan nasional dan bagaimana sebaiknya instansi / lembaga pemerintah yang terkait berperan dalam menyikapi kondisi ini di masa datang.

##### **1.4.2 Manfaat Praktis**

Penelitian ini dapat menjadi bahan masukan bagi lembaga antariksa yaitu LAPAN dan instansi/lembaga pemerintah lain yang terkait dalam kegiatan keantariksaan untuk dapat terus berupaya meningkatkan peranannya dalam menghadapi isu kejatuhan *Space debris* di wilayah Indonesia sehingga bisa optimal dan sesuai dengan Undang-Undang Nomor 21 Tahun 2013 Tentang Keantariksaan

berikut 3 Konvensi Internasional bidang keantariksaan yang telah diratifikasi melalui Keputusan Presiden.