

Penanganan Sampah Satelit Ruang Angkasa Pada *Low Earth Orbit* Berdasarkan Hukum Internasional

¹M. Rizqy Iqbal Nugraha, ²Rizky Juventus Simangunsong, ³Ema Septaria

^{1,2,3}Fakultas Hukum, Universitas Bengkulu, Indonesia

E-mail Koresponden: rizqy28iqbal@gmail.com

Article History	Submitted: 05/15/24 Revised: 06/24/24 Accepted: 07/30/24
Keywords: Satellite Debris, Low Earth Orbit, Space Treaty 1967, International Law, Neutral Responsibility	Abstract Increased space activity in recent decades has resulted in an increase in the amount of space junk, often referred to as orbital debris. One of the most affected regions is Low Earth Orbit (LEO), where most satellites operate. Satellite debris in Earth orbit, particularly in Low Earth Orbit (LEO), has become an increasingly pressing problem. Its presence can endanger other satellites, space missions and even human life on Earth. The 1967 Space Treaty, as an international agreement governing activities in outer space, has an important role to play in addressing satellite debris. This study analyzes the obligations and responsibilities of states parties in mitigating and addressing the space debris problem in accordance with the basic principles outlined in the Space Treaty. Furthermore, it evaluates the effectiveness of the 1967 Space Treaty in addressing the satellite debris problem. It is recognized that the 1967 Space Treaty has laid an important legal foundation, but a more stringent and comprehensive legal instrument is needed to effectively address this issue. This journal is expected to contribute to the understanding of the international legal framework in handling satellite debris, and encourage the development of stronger legal instruments to preserve the space environment.
DOI	

A. PENDAHULUAN

Memasuki abad ke-21 melakukan eksplorasi di ruang angkasa merupakan salah satu hal yang biasa dilakukan oleh berbagai negara di dunia. Salah satu bentuk negara dalam melakukan eksplorasi ruang angkasa adalah dengan meluncurkan satelit buatan ke ruang angkasa yang ditujukan dengan misi-misi tertentu.¹ Satelit-satelit tersebut biasanya diluncurkan ke berbagai tingkatan orbit namun paling banyak diluncurkan pada orbit LEO (*Low Earth Orbit*) karena orbit tersebut merupakan orbit yang paling dekat dengan bumi. Satelit yang telah diluncurkan di orbitnya tadi mengorbit mengelilingi Bumi sesuai dengan tujuan orbit tersebut ada yang bertujuan untuk mengantarkan data penting untuk komunikasi, ada yang digunakan sebagai alat navigasi, dan juga satelit tersebut digunakan dengan tujuan observasi ilmiah.²

¹ P. Mikelsten, D., Teigens, V., & Skalfist, *Perlombaan Untuk Menaklukan Ruang Angkasa* (Cambridge Stanford Books, 1974).

² D Arius, *Komunikasi Data* (yogyakarta: Penerbit ANDI, 2020).

Namun, di balik kemajuan manusia dalam mengeksplorasi ruang angkasa dengan satelit buatan, terdapat konsekuensi lain yang ditimbulkan dari hal tersebut. Salah satu konsekuensinya yaitu munculnya sampah satelit. Sampah satelit sendiri merupakan salah satu bagian dari sampah ruang angkasa (*Space Debris*) yang tersebar di ruang angkasa.

Berdasarkan data dari *United Nations Outer Space Objects Index* secara total terdapat kurang lebih 7500 satelit aktif yang mengorbit pada *Low Earth Orbit*. Selain dengan jumlah satelit aktif tersebut terdapat juga ribuan satelit lain yang tidak lagi berfungsi namun masih berada di jalur orbit LEO.³ Satelit yang tidak lagi berfungsi tersebut jika dibiarkan berada di jalur orbit secara terus menerus dapat saling bertabrakan dan berubah menjadi partikel yang lebih kecil. Partikel kecil dari satelit tersebut dapat melaju dengan kecepatan tinggi serta tidak terarah yang tentu saja berpotensi untuk menimbulkan resiko yang signifikan dan berkelanjutan bagi berbagai benda lain yang berada di ruang angkasa seperti satelit lain maupun keselamatan astronot di ruang angkasa.

Di tengah permasalahan mengenai sampah satelit ruang angkasa ini terdapat aturan internasional yang secara umum mengatur mengenai hal tersebut yaitu *Outer Space Treaty 1967 (Space treaty 1967)*. Perumusan dari *Space Treaty 1967* pada awalnya dipicu oleh pengembangan rudal balistik antarbenua (ICBM) serta peluncuran satelit buatan pertama yaitu Sputnik oleh Uni Soviet dan juga perlombaan peluncuran senjata oleh Amerika Serikat. Akibat dari berbagai hal yang akan dilakukan oleh negara-negara pada saat itu maka disusunlah usulan peraturan internasional yang mengatur tentang eksplorasi ruang angkasa dan pada tahun 1967 perjanjian tersebut ditandatangani di Amerika Serikat, Inggris dan Uni Soviet.⁴ *Outer Space Treaty 1967* sendiri mengatur tentang pembatasan penggunaan benda langit, pelarangan senjata nuklir ke ruang angkasa hingga tentang tanggung jawab negara dalam meluncurkan satelit ke ruang angkasa. Dalam permasalahan sampah ruang angkasa perjanjian ini menjelaskan bahwa negara yang meluncurkan sampah ke ruang angkasa harus melakukan kontrol pada benda yang diluncurkannya dan jika kita kaitkan dengan permasalahan sampah ruang angkasa maka seharusnya sampah yang menumpuk di ruang angkasa tersebut merupakan yurisdiksi negara yang meluncurkan dan sudah seharusnya jika satelit tersebut tidak lagi digunakan maka negara tersebut harus bertanggung jawab atas hal tersebut dalam hal ini membersihkannya. Namun aturan tersebut masih bersifat sangat general dan tidak secara langsung mengatur tentang kapan dan bagaimana cara suatu negara dalam membersihkan sampah ruang angkasa sehingga dalam implementasinya pembersihan atas sampah ruang angkasa itu masih sangat sedikit dilakukan.

Berdasarkan uraian latar belakang, maka akan membahas dua rumusan masalah. Pertama, Bagaimana pengaturan mengenai penanganan sampah satelit luar angkasa

³ H. K. N. Novena, M., & Sumartiningtyas, "Ribuan Satelit Mengorbit Bumi, Apa Dampaknya Bagi Kita?," 2021, <https://www.kompas.com/sains/read/2021/11/23/110100123/ribuan-satelit-mengorbit-bumi-apa-dampaknya-bagi-kita?page=all>.

⁴ S. Buono, "Merely a 'Scrap of Paper'? The Outer Space Treaty in Historical Perspective," *Diplomacy & Statecraft* 31, no. 2 (2020): 350–72.

pada *Low Earth Orbit* berdasarkan *Space Treaty 1967*? Kedua, Bagaimana pelaksanaan penanganan sampah satelit luar angkasa pada *Low Earth Orbit* berdasarkan *Space Treaty 1967*?

B. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan menggunakan metode penelitian hukum normatif. Penelitian hukum normatif sendiri pada hakikatnya merupakan metode penelitian yang melakukan pengkajian hukum yang dikonsepsikan sebagai sebuah norma atau kaidah yang berlaku pada masyarakat luas serta digunakan sebagai suatu acuan masyarakat tersebut dalam berkegiatan sehari-hari.⁵ Penelitian hukum normatif menurut Peter Mahmud Marzuki juga dapat dikatakan sebagai suatu cara yang bertujuan untuk menemukan suatu aturan hukum, prinsip-prinsip hukum, maupun doktrin-doktrin hukum yang digunakan untuk menjawab permasalahan hukum yang dihadapi.⁶ Penulisan hukum normatif ini tidak luput dari penggunaan pendekatan-pendekatan aturan yang dalam hal ini peraturan internasional sebagai sumber hukum primer dan juga artikel maupun literatur yang memuat hal-hal yang relevan dengan penelitian ini dan bahan hukum tersier berupa ensiklopedia maupun media internet yang berkaitan dengan persalahaan yang diangkat.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengaturan Penanganan Sampah Antariksa Pada *Low Earth Orbit* Berdasarkan *Space Treaty 1967*

Ruang angkasa memiliki pengertian sebagai bagian yang relatif kosong dari jagat raya dan berada diluar atmosfer planet bumi. Dalam menentukan suatu ruang angkasa para ahli biasanya menggunakan ukuran ketinggian tertentu sebagai klasifikasi dari bagian ruang angkasa. *Theodore von Kármán* seorang Insinyur ruang angkasa memberikan batasan awal dari wilayah ruang angkasa yaitu 100 Kilometer atau 62 mil dari permukaan laut.⁷ Ruang angkasa pada umumnya diisi oleh asteroid, planet, bintang dan satelit alami, namun seiring perkembangan zaman serta teknologi ruang angkasa dimasa sekarang juga terdapat satelit buatan yang diluncurkan oleh manusia. Berdasarkan data yang ada jumlah satelit yang ada di ruang angkasa berjumlah sebanyak 9,494 satelit aktif yang mengorbit di berbagai orbit bumi dan didominasi pada orbit rendah bumi atau *Low Earth Orbit*.⁸ *Low Earth Orbit* atau Orbit Bumi Rendah sendiri merupakan Orbit yang relatif dekat dengan permukaan bumi, orbit ini berada pada ketinggian kurang dari 1000km namun dapat juga serendah 160km diatas bumi yang tergolong rendah jika dibandingkan dengan orbit yang ada lainnya.⁹ Orbit ini sejak lama memang diperuntukan sebagai tempat kendaraan luar

⁵ Miftahul Ulum, *Modul Metode Penelitian Dan Penulisan Hukum* (Jember: UIN Khas Jember, 2022).

⁶ Peter Mahmud Marzuki, *Penelitian Hukum*, 13th ed. (Jakarta: Jakarta : Kencana, 2008, 2017).

⁷ R. Jastrow, "Definition of Air Space," in *First Colloquium on the Law of Outer Space*, ed. W. Heinrich A.G. Haley (Vienna: Springer, 1959).

⁸ NanoAvionics, "How Many Satellites Are in Space?," NanoAvionics Blog, accessed July 21, 2024, <https://nanoavionics.com/blog/how-many-satellites-are-in-space/>.

⁹ European Space Agency (ESA), "Low Earth Orbit," 2020, https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2020/03/Low_Earth_orbit.

angkasa ataupun satelit yang memiliki tujuan tertentu yang kemudian nantinya akan mengorbit mengelilingi bumi. Pemilihan Low Earth Orbit sebagai tempat mengorbitnya suatu satelit dikarenakan lintasan orbit ini merupakan yang paling dekat dengan bumi jika dibandingkan dengan satelit yang lain sehingga dalam hal pemeliharaan dan pemantauan cenderung lebih mudah.¹⁰ Selain dengan diisi oleh satelit yang masih aktif, orbit ini juga berisikan satelit-satelit yang tidak lagi berfungsi yang di sebabkan karena rusak maupun memang sudah habis umur pakainya namun tetap berada di jalur orbit ruang angkasa dan tidak dibersihkan oleh negara yang bertanggung jawab atas satelit tersebut atau dapat juga dikenal sebagai sampah ruang angkasa (*Space Debris*). NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) mendefinisikan *space debris* atau sampah antariksa sebagai “segala benda yang dibuat oleh manusia dan mengorbit mengelilingi bumi namun tidak lagi memiliki kegunaan”.¹¹ Beberapa contoh yang termasuk kedalam kategori Space Debris adalah: Satelit buatan, bagian dari kendaraan peluncuran ruang angkasa yang ditinggalkan, puing-puing terkait misi, dan fragmen yang dibuat sebagai hasil ledakan atau tabrakan.¹²

Sampah ruang angkasa sendiri telah menjadi permasalahan sejak lama terlebih lagi dengan terus bertambahnya jumlah dari kegiatan eksplorasi ruang angkasa yang melibatkan peluncuran baik satelit dan kendaraan ke ruang angkasa yang terus bertambah setiap tahunnya yang tentu saja bukan hanya menambah satelit di ruang angkasa melainkan juga menggantikan satelit yang tidak lagi beroperasi. Satelit yang tidak terpakai itulah yang menyebabkan banyaknya sampah di ruang angkasa.¹³ Berbagai sampah antariksa tersebut jika tidak ditangani dengan cara yang tepat tentu dapat menyebabkan permasalahan sampah yang tidak terselasaikan dan bahkan jika hanya dibiarkan saja sampah-sampah ruang angkasa tadi akan semakin menumpuk dan menyebabkan berbagai kerugian terhadap berbagai hal yang ada di ruang angkasa.¹⁴ Kerugian tersebut dapat terjadi karena kepadatan di wilayah orbit yang terlalu padat baik oleh satelit yang berfungsi maupun sampah satelit yang jika dibiarkan meningkat secara intensitasnya maka cepat atau lambat akan menimbulkan tabrakan antara dua benda, maka serpihan-serpihan yang tercipta akibat tabrakan dua benda tersebut yang kemudian akan memicu terjadinya kerugian lainnya. Tabrakan tersebut kemudian akan mengakibatkan tabrakan lainnya yang terus berulang dan dapat menyebabkan reaksi tabrakan beruntun benda antariksa yang dikenal dengan *Kessler Syndrome*. Jika sampai *Kessler Syndrome* sampai terjadi, maka berbagai aktivitas di ruang angkasa dapat berhenti karena satelit-satelit yang sebelumnya beroperasi menjadi rusak atau bahkan hancur dan di sisi lain tidak ada negara yang ingin meluncurkan satelit baru dikarenakan potensi kerusakan yang ada.

¹⁰ M. Boley, A. C., & Byers, “Satellite Mega-Constellations Create Risks in Low Earth Orbit, the Atmosphere and on Earth,” *Scientific Reports (Sci Rep)*, 2021.

¹¹ NASA Orbital Debris Program Office, “Earth Observatory,” 2009, <https://earthobservatory.nasa.gov/images/40173/space->.

¹²ARES, “The NASA Orbital Debris Program Office (ODPO),” 2020, <https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/>.

¹³ Novaspace, “Euroconsult,” 2024.

¹⁴ D. Prasetyo, & Aditya, “Tanggung Jawab Negara Peluncur Terhadap Sampah Ruang Angkasa,” *Arena Hukum* 9, no. 1 (2016): 1–16.

Dan hal tersebut tentu akan sangat berdampak kepada kehidupan umat manusia di masa modern ini yang kebanyakan menggunakan satelit sebagai salah satu sumber dari berbagai kegiatan manusia.

Sebagai upaya melakukan pencegahan terjadinya penumpukan sampah ruang angkasa yang pada akhirnya dapat menyebabkan *Kessler Syndrome* perlu digunakannya salah satu instrumen hukum yaitu aturan internasional yang bertujuan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Hingga saat ini terdapat beberapa aturan internasional yang mengatur tentang kegiatan eksplorasi di ruang angkasa namun aturan yang cukup mencakup tentang sampah ruang angkasa adalah *Outer Space Treaty 1967* yang juga merupakan aturan internasional pertama yang mengatur tentang kegiatan negara di ruang angkasa. Jika kita melihat pada Resolusi yang diadopsi oleh majelis umum PBB dari deklarasi prinsip-prinsip hukum yang mengatur kegiatan negara dalam eksplorasi dan penggunaan ruang angkasa tahun 1962 pada angka 5 dijelaskan bahwa pada prinsipnya negara yang melakukan kegiatan di ruang angkasa bertanggung jawab untuk memastikan bahwa kegiatan tersebut harus sesuai dengan prinsip yang ada dan harus dilakukan pengawasan berkelanjutan dan tidak membahayakan.¹⁵ Kemudian pada aturan lanjutan yaitu *Space Treaty 1967* sendiri mengatur tentang sampah ruang angkasa namun hal tersebut masih bersifat cukup implisit dan bukan secara jelas mengatur tentang permasalahan sampah ruang angkasa.

Adapun beberapa pasal pada aturan dalam *Space Treaty 1967* yang dapat digunakan untuk sebagai acuan terhadap permasalahan sampah ruang angkasa diatas adalah:

Pasal VI *Space Treaty 1967*¹⁶

"States Parties to the Treaty shall bear international responsibility for national activities in outer space, including the Moon and other celestial bodies, whether such activities are carried on by governmental agencies or by non-governmental entities, and for assuring that national activities are carried out in conformity with the provisions set forth in the present Treaty. The activities of non-governmental entities in outer space, including the Moon and other celestial bodies, shall require authorization and continuing supervision by the appropriate State Party to the Treaty. When activities are carried on in outer space, including the Moon and other celestial bodies, by an international organization, responsibility for compliance with this Treaty shall be borne both by the international organization and by the States Parties to the Treaty participating in such organization".

Pada pasal tersebut dijelaskan bahwa negara-negara yang ada pada konvensi ini bertanggung jawab atas segala aktivitas yang dilakukannya di ruang angkasa baik yang dilakukan oleh pemerintah negara tersebut ataupun yang bukan dilakukan oleh pemerintah negara tersebut namun masih bagian dari negara tersebut. Dan juga

¹⁵ United Nations Office for Outer Space Affairs (UNOOSA), "Legal Principles," 2024, <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/principles/legal-principles.html>.

¹⁶ United Nations, "Article VI of the Outer Space Treaty 1967," 1967, https://www.unoosa.org/pdf/publications/ST_SPACE_11.pdf.

dalam melakukan kegiatannya di ruang angkasa, pemerintah suatu negara perlu mendapatkan persetujuan dari negara pihak lain dalam konvensi tersebut.¹⁷

Pasal VII Space Treaty 1967¹⁸

“Each State Party to the Treaty that launches or procures the launching of an object into outer space, including the Moon and other celestial bodies, and each State Party from whose territory or facility an object is launched, is internationally liable for damage to another State Party to the Treaty or to its natural or juridical persons by such object or its component parts on the Earth, in air space or in outer space, including the Moon and other celestial bodies”.

Pasal VII konvensi tersebut bahwa setiap negara-negara anggota dari perjanjian tersebut yang melakukan eksplorasi serta peluncuran benda ke ruang angkasa secara internasional berdasarkan aturan ini memiliki tanggung jawab terhadap segala kerusakan yang berakibat dan menimbulkan kerugian kepada negara lain di bumi, udara maupun ruang angkasa sendiri yang didasari oleh international responsibility atau secara internasional bertanggung jawab dan *Internationally Liability* yang merupakan dasar atas pertanggung jawaban suatu Negara yang dalam hal ini terkait dengan pelaksanaan kegiatan di ruang angkasa .¹⁹

Pasal VIII Space Treaty 1967²⁰

“A State Party to the Treaty on whose registry an object launched into outer space is carried shall retain jurisdiction and control over such object, and over any personnel thereof, while in outer space or on a celestial body. Ownership of objects launched into outer space, including objects landed or constructed on a celestial body, and of their component parts, is not affected by their presence in outer space or on a celestial body or by their return to the Earth. Such objects or component parts found beyond the limits of the State Party to the Treaty on whose registry they are carried shall be returned to that State Party, which shall, upon request, furnish identifying data prior to their return”.

Jika diartikan, isi pasal ini menjelaskan bahwa suatu negara harus mendaftarkan benda yang akan diluncurkan ke ruang angkasa dengan tujuan untuk mempertahankan yurisdiksi dan kontrol dari benda tersebut baik di ruang angkasa atau di tempat lainnya. Dan juga pasal diatas mengatur tentang pengembalian objek atau bagian dari benda yang diluncurkan oleh negara pihak konvensi ke luar angkasa ke negara yang memiliki yurisdiksi atas benda tersebut dan harus memberikan data yang sesuai sebelum dilakukannya proses pengembalian. Dari ketiga pasal diatas terdapat beberapa kalimat serupa yaitu *“international responsibility”* atau tanggung jawab internasional dari sebuah negara atas hal-hal yang berkaitan dengan kegiatan eksplorasinya di ruang angkasa. Tanggung jawab negara sendiri diatur dalam hukum

¹⁷ D. Yusvitasari, “State Responsibility Dari Adanya Space Debris Luar Angkasa,” *Jurnal Media Komunikasi Pendidikan Pancasila Dan Kewarganegaraan* 2, no. 1 (2020): 69.

¹⁸ United Nations, “Article VII of the Outer Space Treaty 1967,” 1967, accessed July 21, 2024, https://www.unoosa.org/pdf/publications/ST_SPACE_11.pdf.

¹⁹ Nations.

²⁰ United Nations, “Article VIII of the Outer Space Treaty 1967,” 1967, https://www.unoosa.org/pdf/publications/ST_SPACE_11.pdf.

internasional pada *Draft Article of Responsibility of States for Internationally Wrongful Acts* (ARSIWA) pada pasal 1 disebutkan bahwa setiap tindakan yang salah yang dilakukan suatu negara secara internasional merupakan tanggung jawab negara tersebut yang melakukan.²¹

Selain dengan tanggung jawab negara secara internasional terhadap benda ataupun kerusakan yang diakibatkan oleh benda yang diluncurkannya keruang angkasa pada pasal dijelaskan bahwa negara memiliki tanggung jawab atas pengembalian objek atau benda (komponen) yang diluncurkannya keruang angkasa. Dan dalam hal peluncuran satelit ruang angkasa terdapat beberapa benda yang menjadi bagian dalam melakukan peluncuran satelit ke ruang angkasa yaitu roket yang digunakan sebagai kendaraan satelit untuk menuju keruang angkasa dan satelit itu sendiri.²² Yang dalam hal ini kedua benda itulah yang merupakan penyumbang sampah ruang angkasa terbanyak di orbit ²³dan jika mengacu kepada space treaty 1967 maka sampah tersebut merupakan tanggung jawab dari negara pengirim untuk dikembalikan kembali ke negaranya agar tidak menumpuk di ruang angkasa.

2. Pelaksanaan Penanganan Sampah Satelit Luar Angkasa Pada *Low Earth Orbit* Berdasarkan *Space Treaty* 1967

Berdasarkan pengaturan pada Space Treaty 1967 disebutkan bahwa negara dapat untuk melakukan eksplorasi di ruang angkasa Dan salah satu cara negara untuk melakukan eksplorasi ruang angkasa adalah dengan meluncurkan satelit dengan tujuan tertentu. Satelit sendiri biasanya mengorbit pada tiga tingkat orbit bumi yaitu *Low Earth Orbit* (LEO) yang terletak pada ketinggian 500-1.200 km, *Medium Earth Orbit* (MEO) yang terletak pada ketinggian 5000-20.000 km dan *Geosynchronous Earth Orbit* (GEO) yang terletak pada ketinggian 36.000 km bahkan lebih. Namun diantara ketiga jalur tersebut *Low Earth Orbit* (LEO) merupakan jalur dengan jumlah satelit aktif dan tidak aktif terbanyak. Hal ini dikarenakan dalam hal biaya baik itu peluncuran dan spesifikasi satelit untuk mengorbit pada orbit tertentu.²⁴ Oleh karena itu peluncuran satelit dominan ke *Low Earth Orbit* dari dulu hingga sekarang, seperti halnya *SpaceX* yang memiliki proyek mega-konstelasi dengan merencanakan peluncuran sekitar 11.000 satelit ke *Low Earth Orbit*.²⁵

²¹ International Law Commission (ILC), "Draft Articles on Responsibility of States for Internationally Wrongful Acts," 2001, https://legal.un.org/ilc/texts/instruments/english/draft_articles/9_6_2001.pdf.

²² Nasa Science, "How Do We Launch Things Into Space?," 2023, <https://spaceplace.nasa.gov/launching-into-space/en/>.

²³ The National Aeronautics and Space Administration, "Space Debris," 2023, <https://www.nasa.gov/headquarters/library/find/bibliographies/space-debris/#:~:text=Most orbital debris comprises human,in space a.>

²⁴ United States Space Force, "LEO, MEO or GEO? Diversifying Orbits Is Not a One-Size-Fits-All Mission (Part 2 of 3)," 2023, <https://www.ssc.spaceforce.mil/Newsroom/Article-Display/Article/3465697/leo-meo-or-geo-diversifying-orbits-is-not-a-one-size-fits-all-mission-part-2-of-3>.

²⁵ Boley, A. C., & Byers, "Satellite Mega-Constellations Create Risks in Low Earth Orbit, the Atmosphere and on Earth."

Berdasarkan data yang ada terdapat kurang lebih 32.000 sampah satelit ruang angkasa yang mengorbit di *Low Earth Orbit* (LEO) angka itu merupakan sebagian kecil dari sampah-sampah satelit ruang angkasa yang dapat di data namun terdapat juga sampah-sampah lain yang berukuran lebih kecil yang tidak memungkinkan untuk dilakukannya pendataan. Sampah-sampah tersebut sebagian besar berasal dari negara-negara yang gencar dalam melakukan eksplorasi ruang angkasa yakni China, Amerika Serikat dan Rusia dengan persentase China 42%, dan Amerika Serikat 27,5% dan kedua negara tersebut bertanggung jawab atas lebih dari 50% sampah satelit ruang angkasa yang mengorbit mengelilingi bumi.²⁶

Jika melihat pada jumlah tersebut maka sudah seharusnya ketiga negara inilah yang paling sering dalam melakukan pembersihan sampah satelit ruang angkasa yang didasarkan akan tanggung jawab negara sebagaimana telah diatur pada Pasal VI, VII, VIII dari *Space Treaty* 1967 namun pada faktanya pembersihan tersebut tidak dilakukan secara rutin.²⁷ Hal tersebutlah yang menyebabkan berbagai insiden yang terjadi di ruang angkasa seperti yang terjadi pada tahun 2021 dimana pada saat itu *Internasional Space Stations* (ISS) yang sedang mengorbit mengelilingi bumi ditabrak oleh potongan kecil sampah ruang angkasa yang berasal dari pecahan satelit yang rusak. Hal tersebut menyebabkan kerusakan yang cukup signifikan terhadap lengan robot dari ISS itu yang bernama *Canadarm2* namun lengan robot tersebut masih dapat berfungsi walau tidak secara maksimal.²⁸ Dari penjelasan kasus tersebut dapat kita simpulkan bahwa memang sampah ruang angkasa walau sekecil apapun namun jika bergerak dengan kecepatan tinggi di orbit bumi dapat menyebabkan kerusakan yang signifikan. Pentingnya pembersihan ruang angkasa oleh negara-negara yang bertanggung jawab atas eksplorasi ruang angkasa sebagaimana diatur pada *Space Treaty* 1967 tentu saja perlu digencarkan. Jika kita lihat diseluruh dunia terdapat berbagai metode yang dapat digunakan dalam membersihkan sampah ruang angkasa, adapun metode pembersihan yang ada di yaitu:²⁹

Tabel 1. Metode Pembersihan Sampah Ruang Angkasa*

Metode Pengelolaan Puing	Penerapan Pada Ukuran Puing	Keterangan	Perkiraan Biaya (Rendah)	Perkiraan Biaya (Tinggi)
--------------------------	-----------------------------	------------	--------------------------	--------------------------

²⁶ UK Space Agency, "GOV.UK / Tackling the Growing Risks of Space Debris in Earth Orbit," 2023, <https://space.blog.gov.uk/2023/11/06/tackling-the-growing-risks-of-space-debris-in-earth-orbit/>.

²⁷ A. N. I. Masa'i, F., Vatikawa, A., & Putri, "Tanggungjawab Negara Terhadap Sampah Ruang Angkasa Menurut Hukum Internasional," *Jurnal Ilmu Hukum Kyadiren* 5, no. 2 (2020): 56–64.

²⁸ E. Howell, "Space Station Robotic Arm Hit by Orbital Debris in 'lucky Strike' (Video) / Space.Com," 2021, <https://www.space.com/space-station-robot-arm-orbital-debris-strike>.

²⁹ M. Svitina, V., & Cherkasova, "Space Debris Removal – Review of Technologies and Techniques. Flexible or Virtual Connection between Space Debris and Service Spacecraft," *Acta Astronautica* 204 (2023): 840–53.

Penarikan Sampah Kebumi Secara Terkendali	Besar (≥ 10 cm)	Tangkap suatu objek dan sesuaikan orbitnya sehingga memasuki kembali atmosfer pada sudut tertentu untuk memusatkan jatuhnya puing-puing di area terkonsentrasi.	~\$4.000 per kilogram	~\$60.000 per kilogram
Penarikan Sampah Kebumi Secara Tidak Terkendali	Besar (≥ 10 cm)	Tangkap suatu benda dan sesuaikan orbitnya sehingga benda tersebut dapat memasuki kembali atmosfer dengan bebas tanpa area jatuh yang telah ditentukan sebelumnya dan waktu masuk kembali yang tidak jelas.	~\$3.000 per kilogram	~\$40,000 per kilogram
Dorongan Laser Tanah	Besar (≥ 10 cm), puing kecil (1 cm–10 cm)	Menggunakan laser untuk memindahkan objek tanpa kontak fisik dari permukaan bumi. Membutuhkan banyak energi.	~\$300 per kilogram	~\$6.000 per kilogram
Dorongan Laser Ruang Angkasa	Besar (≥ 10 cm), puing kecil (1 cm–10 cm)	Menggunakan laser untuk memindahkan objek tanpa kontak fisik dari luar angkasa. Menggunakan lebih sedikit energi dari laser berbasis darat	~\$300 per kilogram	~\$3.000 per kilogram

		karena sebagian besar energi tidak akan hilang melalui atmosfer.		
Penghindaran Tabrakan Tepat Waktu (Jca) Melalui Rapid Response Rockets	Besar (≥ 10 cm)	Digunakan untuk mencegah perkiraan tabrakan antara potongan besar puing-puing orbital, seperti satelit dan puing-puing dengan menginformasikan dorongan laser.	Antara \$6 untuk objek 100 kg- \$500 untuk objek 9.000 kg per manuver	Antara \$700 untuk objek 100 kg- \$60,000- untuk objek 9,000 kg per manuver
Penyapuan Fisik	Besar (≥ 10 cm), puing kecil (1 cm–10 cm)	Secara langsung berdampak pada puing-puing untuk bergerak atau direlokasi.	\$90,000 per kilogram	\$900,000 per kilogram
Daur Ulang Puing	Besar (≥ 10 cm)	Mengumpulkan dan mengolah puing-puing dan mengolahnya di ruang angkasa untuk digunakan sebagai bahan bakar atau utilitas lainnya.	~\$1,4 miliar pada 15.000/kg	Tidak ada

*Sumber data: M. Svitina, V., & Cherkasova, 2023.

Dari penjelasan mengenai metode dan biaya diatas jika kita lihat implementasinya oleh salah satu negara yang melakukan peluncuran satelit terbanyak pada *Low Earth Orbit* melalui badan yang khusus bergerak dalam bidang ruang angkasa dalam hal ini NASA, mereka menggunakan langkah diluar daftar yang sudah dijelaskan diatas yaitu langkah mitigasi maupun remediasi sebagai prospek standar dalam pembersihan sampah ruang angkasa. Dalam hal mitigasi secara nasional NASA melakukan kordinasi dengan berbagai departemen di Amerika Serikat yang bergerak dibidang yang sesuai untuk memitigasi puing-puing satelit yang ada dan juga secara internasional NASA melakukan koordinasi dengan *United Nations Committee on the Peaceful Uses of Outer Space* dan *Inter-Agency Space Debris Coordination Committee* untuk melakukan mitigasi terhadap sampah ruang angkasa

dan oleh sebab itu NASA disebut juga sebagai ujung tombak negara-negara di dunia dalam melakukan pembersihan sampah satelit diruang angkasa.³⁰

Selain dengan mitigasi, NASA juga melakukan remediasi yaitu dengan pengumpulan sampah secara langsung dengan metode yang sudah ada namun hanya untuk sampah ruang angkasa yang berukuran kecil.³¹ Kemudian jika kita melihat negara lain yang menggunakan metode yang ada dalam tabel diatas dalam melakukan pembersihan sampah ruang angkasanya yaitu China. China menggunakan Laser Raksasa yang ditembakkan ke sampah yang kemudian akan berubah menjadi partikel yang lebih kecil. Namun hal tersebutlah yang menimbulkan pertentangan dikarenakan dalam proses penghancuran sampah satelit dengan laser tidak sepenuhnya merubah sampah tersebut menjadi puing-puing kecil.³² Hal tersebut ditandai dengan adanya kasus lainnya yaitu tabrakan antara puing satelit *Fengyun 1-C* dengan satelit nanoreflektor berbendera Rusia yaitu *Ball Lens in Space* (BLITS) yang menyebabkan kerusakan cukup parah sehingga satelit tersebut tidak lagi berfungsi dan China bertanggung jawab atas insiden tersebut.³³ Jika kita lihat dari kedua negara tersebut mereka menggunakan metode berbeda dalam membersihkan sampah satelit ruang angkasa mereka.

Sebagai salah dua negara yang melakukan kegiatan eksplorasi ruang angkasa terbanyak di dunia sudah seharusnya Amerika dan China melakukan pembersihan terhadap sampah ruang angkasa yang disebabkan oleh ekspolorasi ruang angkasa yang mereka lakukan. Berdasarkan data yang ada terdapat beberapa upaya yang dilakukan oleh China dan Amerika Serikat dalam menangani sampah ruang angkasa yang di hasilkannya yang didasari oleh konvensi internasional tentang eksplorasi ruang angkasa (*Space Treaty* 1967), yang kurang lebih telah membersihkan kurang lebih sejumlah 25-30% melalui program-program pemerintah Amerika Serikat seperti mission 5A dan OSIRIS-REx³⁴ serta program lainnya dan untuk negara China telah membersihkan kurang lebih 15-20% dengan program *TianGong* dan program serupa lain dengan berbagai metode pembersihan yang tersedia dan tentu bertujuan untuk membersihkan sampah ruang angkasa.³⁵ Namun angka yang penulis jelaskan diatas bukan merupakan angka pertahun melainkan angka persentase pembersihan space debris oleh kedua negara selama 10 tahun terakhir.

Berdasarkan data yang sudah dijelaskan diatas bahwa negara dalam hal ini Amerika Serikat dan China sebagai salah dua negara dengan jumlah kegiatan

³⁰ F. Makarawung, "ANALISIS UPAYA AMERIKA SERIKAT MELALUI NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA) DALAM MENANGANI SPACE DEBRIS DITINJAU DARI RATIONAL CHOICE THEORY," *Jurnal Satya Wacana*, 2022, 19–39.

³¹ Makarawung.

³² A. M. Sahara, "Remediasi Dan Mitigasi Sampah Ruang Angkasa Sebagai Bentuk Tanggung Jawab Negara Dalam Hukum Ruang Angkasa : Remediation and Mitigation of Space Debris as the Responsibility of the State in Space Law," *Brawijaya Law Student*, 2024.

³³ Sahara.

³⁴ B. Wir, "Nearly 30,000 Objects Are Hurling through near-Earth Orbit. That's Not Just a Problem for Space.," 2024, <https://edition.cnn.com/2024/02/21/climate/space-debris-solution-climate-scen/index.html>.

³⁵ BBC, "Chinese Rocket Debris Falls Back to Earth over Malaysia," 2022.

eksplorasi ruang angkasa terbanyak harus mengikuti aturan Internasional mengenai kegiatan negara di ruang angkasa dalam hal ini *Space Treaty* 1967 yang sebagai mana juga sudah dijelaskan negara harus bertanggung jawab atas segala kegiatan yang mereka lakukan di ruang angkasa.³⁶ Namun pada faktanya kedua negara tersebut hanya membersihkan sampah yang menjadi tanggung jawabnya dengan jumlah yang sangat sedikit sekali jika dibandingkan dengan jumlah keseluruhan sampah yang mereka hasilkan. Dan memang hal tersebut sudah sesuai dengan prinsip tanggung jawab negara sebagaimana diatur dalam *Draft Article of International Wrongful Act* pada Pasal 2.³⁷ Namun menurut pendapat penulis walaupun kedua negara tersebut sudah melakukan tugasnya dalam membersihkan sampah yang mereka hasilkan dan sudah seharusnya negara-negara di dunia melakukan kerjasama secara internasional untuk menanggulangi sampah ruang angkasa yang terus meningkat.

Oleh karena hal tersebut berdasarkan pengamatan penulis untuk melindungi keamanan serta kenyamanan dalam melakukan eksplorasi ruang angkasa dan juga upaya mengurangi sampah ruang angkasa perlu dibentuknya suatu aturan baru sebagai upaya preventif dalam mengurangi sampah ruang angkasa yang berisikan metode apa yang harus digunakan oleh suatu negara dalam membersihkan sampah ruang angkasa yang mana sudah penulis jelaskan tadi bahwa setiap negara menggunakan metode yang berbeda dalam melakukan pembersihan sampah ruang angkasa namun al tersebut juga yang menyebabkan banyak negara tidak melakukan pembersihan sampah karena metode-metode tersebut memiliki biaya yang tidak murah, oleh karena itu penulis menyarankan menentukan metode yang efektif namun dengan biaya yang sepadan dan juga dapat diterima oleh semua negara dan juga penulis berpendapat bahwa perlu adanya waktu yang jelas kapan sebuah negara itu harus melakukan pembersihan ruang angkasa sehingga jika negara pada waktu yang ditentukan tidak melakukan pembersihan space debris yang mereka miliki sesuai dengan *Space Treaty* 1967 maka akan ada sanksi yang diatur sebagaimana aturan yang ada. Instrumen hukum internasional baru tersebut dapat sangat berguna sebagai sarana kerjasama serta kepedulian negara internasional dalam memberantas banyaknya sampah di ruang angkasa sehingga terjadi keseimbangan dalam hal melakukan eksplorasi ruang angkasa sekaligus menjaga ruang angkasa itu sendiri.³⁸

Untuk mencapai solusi yang lebih efektif dalam menangani masalah sampah ruang angkasa, perlu adanya pengembangan kerangka hukum internasional yang lebih ketat dan rinci. Kerangka ini harus mencakup aturan yang jelas tentang metode yang disarankan dan diterima untuk pembersihan, serta tenggat waktu yang harus dipatuhi oleh negara-negara pelaku eksplorasi ruang angkasa. Sanksi harus diterapkan kepada negara yang gagal memenuhi tanggung jawabnya sesuai dengan perjanjian internasional. Hal ini tidak hanya untuk menegakkan prinsip tanggung jawab negara, tetapi juga untuk memastikan bahwa semua negara berkontribusi

³⁶ Nations, "Article VII of the Outer Space Treaty 1967."

³⁷ (ILC), "Draft Articles on Responsibility of States for Internationally Wrongful Acts."

³⁸ P. Martinez, "The Role of International Cooperation for Stabilizing Potential Friction Points in the Space Domain," 2023, <https://swfound.org/resource-library/publications/2023/03/the-role-of-international-cooperation-for-stabilizing-potential-friction-points-in-the-space-domain-1>.

secara adil dalam memelihara ruang angkasa sebagai lingkungan yang aman dan berkelanjutan untuk eksplorasi dan penggunaan di masa depan. Selain itu, kolaborasi internasional perlu ditingkatkan, baik dalam hal berbagi teknologi maupun dalam pendanaan untuk penelitian dan pengembangan metode pembersihan yang lebih efektif dan efisien. Negara-negara dengan kemampuan teknologi yang lebih maju dapat memimpin dengan memberi dukungan kepada negara lain, termasuk transfer teknologi dan bantuan teknis, untuk membantu mereka mengatasi tantangan yang berkaitan dengan pengelolaan sampah ruang angkasa. Akhirnya, kesadaran dan pendidikan mengenai pentingnya menjaga kebersihan ruang angkasa harus ditingkatkan pada tingkat global, dengan mendorong semua pihak, termasuk sektor swasta dan publik, untuk berpartisipasi aktif dalam upaya ini. Dengan pendekatan yang terkoordinasi dan kolaboratif, kita dapat memastikan bahwa eksplorasi ruang angkasa dapat berlanjut secara berkelanjutan dan bertanggung jawab, meminimalkan risiko yang dihadapi oleh satelit aktif dan misi masa depan.

D. Kesimpulan

Ruang Angkasa merupakan wilayah yang sudah sejak lama digunakan oleh berbagai negara sebagai tempat eksplorasi. Dalam melakukan eksplorasi negara tersebut meluncurkan satelit dan kendaraan lain sebagai sarana untuk dapat mencapai ke ruang angkasa. Namun peluncuran tersebut menyebabkan banyak sekali sampah ruang angkasa dalam hal ini satelit yang memenuhi ruang angkasa khususnya Orbit Bumi Rendah atau *Low Earth Orbit* (LEO). Jika melihat pada aturan internasional yang berkaitan dengan permasalahan tersebut yaitu *Space Treaty* 1967 maka pelaksanaan penanganan sampah satelit ruang angkasa merupakan kewenangan dari negara yang meluncurkannya dan negara tersebutlah yang harus membersihkan sampah satelit mereka masing-masing.

Dalam artikel ini penulis menyimpulkan bahwa pelaksanaan pembersihan sampah satelit oleh negara belum efektif walaupun memang beberapa negara sudah melakukan namun hal tersebut tidak cukup karena persentase pembersihan dan sampah yang dilakukan tidak seimbang dan juga faktor biaya yang mahal dan juga metode yang berubah-ubah menjadi salah satu alasan pembersihan sampah ruang angkasa oleh negara tidak terlalu sering dilakukan. Selain itu, pasal dalam *Space Treaty* 1967 hanya mengatur tentang tanggung jawab negara (*State Responsibility*) terhadap smpa yang mereka hasilkan tanpa mengatur jangka waktu dari pembersihan sampah satelit itu. Dengan kondisi tersebut seharusnya dibentuk suatu aturan internasional baru yang mengatur lebih lanjut yang mewajibkan negara yang melakukan eksplorasi ruang angkasa untuk melakukan pembersihan sampah ruang angkasa dalam waktu tertentu sebagaimana yurisdiksi mereka menurut *Space Treaty* 1967 baik dalam metode pembersihannya dan juga jangka waktu kapan sebuah negara harus melakukan pembersihan sampah ruang angkasa dan juga guna kerjasama negara secara internasional dalam membersihkan sampah tersebut. Sehingga negara dapat mentaati aturan tersebut dan juga permasalahan sampah ruang angkasa dapat teratasi di masa depan. Pengaturan ini sangat diperlukan sebagai upaya preventif dari kerusakan yang diakibatkan sampah ruang angkasa baik dalam misi ruang angkasa maupun kepada bumi.

DAFTAR PUSTAKA**Jurnal**

- Boley, M. C., & Byers, A., "Satellite Mega-Constellations Create Risks in Low Earth Orbit, the Atmosphere and on Earth," *Scientific Reports (Sci Rep)*, 2021.
- Masa'i, A. N. I., Vatikawa, F., & Putri, A., "Tanggungjawab Negara Terhadap Sampah Ruang Angkasa Menurut Hukum Internasional," *Jurnal Ilmu Hukum Kyadiren 5*, no. 2 (2020): 56–64.
- Makarawung, F., "ANALISIS UPAYA AMERIKA SERIKAT MELALUI NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA) DALAM MENANGANI SPACE DEBRIS DITINJAU DARI RATIONAL CHOICE THEORY," *Jurnal Satya Wacana* (2022): 19–39.
- Prasetyo, D., & Aditya, D., "Tanggung Jawab Negara Peluncur Terhadap Sampah Ruang Angkasa," *Arena Hukum 9*, no. 1 (2016): 1–16.
- Sahara, A. M., "Remediasi Dan Mitigasi Sampah Ruang Angkasa Sebagai Bentuk Tanggung Jawab Negara Dalam Hukum Ruang Angkasa: Remediation and Mitigation of Space Debris as the Responsibility of the State in Space Law," *Brawijaya Law Student* (2024).
- Svotina, V., & Cherkasova, M., "Space Debris Removal – Review of Technologies and Techniques. Flexible or Virtual Connection between Space Debris and Service Spacecraft," *Acta Astronautica 204* (2023): 840–53.
- Yusvitasari, D., "State Responsibility Dari Adanya Space Debris Luar Angkasa," *Jurnal Media Komunikasi Pendidikan Pancasila Dan Kewarganegaraan 2*, no. 1 (2020): 69.

Buku

- Arius, D., *Komunikasi Data* (Yogyakarta: Penerbit ANDI, 2020).
- Jastrow, R., *Definition of Air Space* (Vienna: Springer Link, 1959).
- Marzuki, P. M., *Penelitian Hukum. Edisi Revisi penyunt.* (Surabaya: KENCANA, 2017).
- Mikelsten, P. M., Teigens, D., & Skalfist, V., *Perlombaan Untuk Menaklukan Ruang Angkasa* (Cambridge: Cambridge Stanford Books, 1974).
- Miftahul Ulum, *Modul Metode Penelitian Dan Penulisan Hukum* (Jember: UIN Khas Jember, 2022).

Peraturan

- International Law Commission (ILC), "Draft Articles on Responsibility of States for Internationally Wrongful Acts," 2001, https://legal.un.org/ilc/texts/instruments/english/draft_articles/9_6_2001.pdf.
- United Nations, "Article VI of the Outer Space Treaty 1967," 1967, https://www.unoosa.org/pdf/publications/ST_SPACE_11.pdf.
- United Nations, "Article VII of the Outer Space Treaty 1967," 1967, https://www.unoosa.org/pdf/publications/ST_SPACE_11.pdf.
- United Nations, "Article VIII of the Outer Space Treaty 1967," 1967, https://www.unoosa.org/pdf/publications/ST_SPACE_11.pdf.

Website

- Euroconsult, 2024. *Four tons of satellites to be launched daily by 2032, demand concentrates by a handful of players.* [Online] Available at: <https://www.euroconsult-ec.com/press-release/four-tons-of-satellites-to-be-launched-daily-by-2032-demand-concentrates-by-a-handful-of-players/> [Diakses 06 05 2024].
- Howell, E., 2021. *Space station robotic arm hit by orbital debris in 'lucky strike' (video)* / *Space.com.* [Online] Available at: <https://www.space.com/space-station-robot-arm-orbital-debris-strike> [Diakses 06 05 2024].
- KONGSBERG, 2023. *How Many Satellites are in Space?.* [Online] Available at: <https://nanoavionics.com/blog/how-many-satellites-are-in-space/> [Diakses 30 04 2024].
- Martinez, P., 2023. *The Role of International Cooperation for Stabilizing Potential Friction Points in the Space Domain..* [Online] Available at: <https://swfound.org/resource-library/publications/2023/03/the-role-of-international-cooperation-for-stabilizing-potential-friction-points-in-the-space-domain-1> [Diakses 07 05 2024].
- NASA Orbital Debris Program Office, 2009. *Earth Observatory.* [Online] Available at: <https://earthobservatory.nasa.gov/images/40173/space-> [Diakses 05 06 2024].
- ARES, 2020. *The NASA Orbital Debris Program Office (ODPO).* [Online] Available at: <https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/> [Diakses 06 05 2024].
- Nasa Science, 2023. *How Do We Launch Things Into Space?.* [Online] Available at: <https://spaceplace.nasa.gov/launching-into-space/en/> [Diakses 05 06 2024].
- Science, N. (2018). *Space Place Explore Earth and Space.* [Online] Available at: <https://spaceplace.nasa.gov/launching-into-space/en/>. [Diakses 06 05 2024]
- The National Aeronautics and Space Administration, 2023. *Space Debris.* [Online] Available at: <https://www.nasa.gov/headquarters/library/find/bibliographies/space-debris/#:~:text=Most%20orbital%20debris%20comprises%20human,in%20ospace%20a> [Diakses 06 05 2024].
- UK Space Agency, 2023. *GOV.UK / Tackling the growing risks of space debris in Earth orbit.* [Online] Available at: <https://space.blog.gov.uk/2023/11/06/tackling-the-growing-risks-of-space-debris-in-earth-orbit/> [Diakses 06 05 2024].

United State Space Force, 2023. *LEO, MEO or GEO? Diversifying orbits is not a one-size-fits-all mission (Part 2 of 3)*. [Online] Available at: <https://www.ssc.spaceforce.mil/Newsroom/Article-Display/Article/3465697/leo-meo-or-geo-diversifying-orbits-is-not-a-one-size-fits-all-mission-part-2-of> [Diakses 06 05 2024].

Portal Berita

BBC, 2022. *Chinese rocket debris falls back to Earth over Malaysia*. [Online] Available at: <https://www.bbc.com/news/av/science-environment-62367813> [Diakses 07 05 2024].

Novena, M. & Sumartiningtyas, H. K. N., 2021. *Ribuan Satelit Mengorbit Bumi, Apa Dampaknya bagi Kita?*. [Online] Available at: <https://www.kompas.com/sains/read/2021/11/23/110100123/ribuan-satelit-mengorbit-bumi-apa-dampaknya-bagi-kita?page=all> [Diakses 29 04 2024].

Wir, B., 2024. *Nearly 30,000 objects are hurtling through near-Earth orbit. That's not just a problem for space*. [Online] Available at: <https://edition.cnn.com/2024/02/21/climate/space-debris-solution-climate-scn/index.html> [Diakses 07 05 2024].