

Implikasi Hukum Terhadap Peningkatan Sampah Ruang Angkasa Akibat Aktivitas Komersialisasi Ruang Angkasa

Nuriyah Fara Muthia¹, Juajir Sumardi², Maskun³

Universitas Hasanuddin

Email: nuriyahfara99@gmail.com; juajirsumardi@yahoo.com; maskun@gmail.com;

Author Correspondence: nuriyahfara99@gmail.com

Abstract: *This research aims to analyze the legal implications of the increase in space debris generated through space commercialization activities. This research uses a normative legal method using a qualitative approach to determine the application of law in commercial activities carried out in space. The results of this study, namely: (1) the increase in space junk cases caused by commercial activities in space is increasing until 2022 due to various satellites being launched and causing junk to scatter freely in space. The rules of the Outer Space Treaty 1967 are still unable to guarantee legal certainty so that all parties carrying out commercial activities in space obey them; (2) the calculation of damage caused by commercial activities in space will result in liability that has been regulated in the Space Liability Convention 1972 that there are two legal principles governing the responsibility for compensation carried out by all parties in space, both state and private parties.*

Keywords: *Legal Implications; Space Debris; Commercial Activities; Space*

Legal Implications of the Increase in Space Debris Due to Space Commercialisation Activities

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis implikasi hukum terhadap peningkatan sampah ruang angkasa yang dihasilkan melalui aktivitas komersialisasi ruang angkasa. Penelitian ini menggunakan metode hukum normatif dengan menggunakan pendekatan kualitatif untuk menentukan penerapan hukum dalam aktivitas komersial yang dilakukan di ruang angkasa. Adapun hasil dari penelitian ini, yaitu: (1) peningkatan kasus sampah ruang angkasa yang diakibatkan oleh aktivitas komersial di ruang angkasa semakin meningkat hingga tahun 2022 yang diakibatkan bermacam satelit yang diluncurkan dan menimbulkan sampah yang bertebaran secara bebas di ruang angkasa. Aturan dari Outer Space Treaty 1967 masih kurang mampu untuk menjamin kepastian hukum agar semua pihak yang melakukan aktivitas komersial di ruang angkasa menaatinya; (2) perhitungan mengenai kerusakan yang ditimbulkan oleh aktivitas komersial di ruang angkasa akan mengakibatkan pertanggungjawaban yang telah diatur dalam Space Liability Convention 1972 bahwa terdapat dua prinsip hukum yang mengatur tentang tanggungjawab untuk ganti rugi yang dilakukan oleh semua pihak di ruang angkasa, baik pihak negara maupun pihak swasta.

Kata Kunci: Implikasi Hukum; Sampah Ruang Angkasa; Aktivitas Komersial; Ruang Angkasa

A. Pendahuluan

Ruang angkasa adalah sumber kekayaan alam yang dalam hal-hal tertentu bersifat terbatas, khususnya terkait dengan keistimewaan wilayah khatulistiwa. Secara *de jure* ruang angkasa saat ini diposisikan sebagai milik bersama masyarakat internasional, dan secara *de facto* ruang angkasa dinikmati dan dikendalikan oleh sebagian kecil negara-negara di dunia dan beberapa organisasi internasional. Sesuai dengan pernyataan bahwa ruang angkasa sebagai milik bersama, maka pemberlakuan prinsip *Common Heritage of Mankind* (warisan bagi seluruh umat manusia) di dalam pemanfaatan ruang angkasa membuat negara-negara maju yang memiliki teknologi tinggi secara berlomba-lomba ingin menguasai pemanfaatan kawasan antariksa tersebut.¹

Fakta sejarah mengatakan bahwasannya penerbangan ruang angkasa pertama kali dilakukan oleh Uni Soviet melalui misi *Sputnik I*-nya pada tanggal 4 Oktober 1957, yang kemudian disusul oleh keberhasilan Amerika Serikat dengan misi *Apollo*-nya melalui pendaratan yang dilakukan oleh astronot Amerika Serikat di Bulan pada tanggal 20 Juli 1969 dengan mulus yang merupakan sebuah kejadian yang menggemparkan dunia internasional dan sekaligus menaikkan eksistensi Amerika Serikat di forum internasional.²

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi yang telah dicapai di bidang keantariksaan telah memungkinkan dan membuka kesempatan yang cukup besar bagi berbagai pihak maupun negara tertentu untuk melakukan aktivitas di ruang angkasa. Dasar hukum yang melandasi aktivitas eksplorasi dan pemanfaatan ruang angkasa telah diatur oleh Majelis Umum Perserikatan Bangsa-Bangsa pada tanggal 20 Desember 1961 yang melahirkan sebuah resolusi yang diterapkan di ruang angkasa, bulan, dan benda-benda langit lainnya. Melalui *United Nations Committee on the Peaceful Uses of Outer Space* (UNCOPUOS) kemudian lahirlah sebuah perjanjian internasional tentang penggunaan dan pemanfaatan ruang angkasa yang disebut

¹Mardianis, *Pengkajian Aspek Hukum Tentang Tanggung Jawab Keantariksaan* (Jakarta: Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional, 2013), 1.

²Abdurrasyid Priyatna, *Kedaulatan Negara di Ruang Udara* (Jakarta: Pusat Penelitian Hukum Angkasa, 1972), 5.

Treaty on the Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies pada tahun 1967 yang kemudian dikenal dengan sebutan *Outer Space Treaty* 1967.

Salah satu ketentuan penting dalam *Outer Space Treaty* 1967 ini adalah ketentuan yang terdapat dalam pasal 1 paragraf (2) yang menyatakan:

*Outer space, including the moon and other celestial bodies shall be free for exploration and use by all states without discrimination of any kind, on a basis of equality and in accordance with international law, and there shall be free access to all areas of celestial bodies.*³

(Ruang angkasa, termasuk bulan dan benda-benda angkasa lainnya harus bebas untuk dieksplorasi dan digunakan oleh semua negara tanpa diskriminasi dalam bentuk apa pun, atas dasar kesetaraan dan sesuai dengan hukum internasional, dan harus ada akses bebas ke semua area benda-benda angkasa).

Aturan sebagaimana yang diatur dalam pasal 1 paragraf (2) *Outer Space Treaty* 1967 disebut mengatur mengenai prinsip prinsip pintu terbuka (*free access*). Adapun yang dimaksud dengan prinsip tersebut ternyata bukan semata-mata terbatas pada maksud bebas memasuki, melainkan berarti pula bahwa setiap negara juga bebas untuk mendirikan stasiun-stasiun dan instalasi-instalasi guna melakukan berbagai percobaan, juga bebas memakai benda-benda langit tersebut baik untuk sebagian maupun keseluruhannya.⁴

Salah satu hal yang sedang berkembang pesat dalam era modern ini adalah komersialisasi ruang angkasa. Ini merupakan suatu fenomena baru dalam memasuki abad ke-21. Namun meskipun komersialisasi telah berkembang dan tentunya menjadi fenomena baru yang semakin menarik perhatian masyarakat internasional, belum ada perjanjian-perjanjian internasional yang telah mengatur ataupun menjelaskan terkait pengertian istilah ini atau definisi istilah lain yang mempunyai maksud yang sama. Untuk sementara dapat dikemukakan bahwa komersialisasi ruang angkasa itu adalah

³United Nations, *Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies (Outer Space Treaty 1967)* (Vienna: United Nations Office for Outer Space Affairs, 1967), <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/introouterspacetreaty.html>

⁴Priyatna, *Kedaulatan Negara ...*, 35-36.

segala macam aktivitas yang berhubungan dengan ruang angkasa untuk memperoleh suatu keuntungan ekonomis.

Aktivitas komersial ini dilakukan baik oleh badan-badan pemerintah atau swasta, nasional maupun internasional. Aktivitas ini juga banyak dilakukan oleh badan-badan semi-pemerintah yang melibatkan perusahaan swasta atau sebagian sahamnya dimiliki swasta. Bentuk-bentuk aktivitas yang telah atau sedang dikembangkan untuk dikomersialkan saat ini diantaranya komunikasi, penginderaan jauh, sistem transportasi ruang angkasa, pengolahan bahan (*manufacturing*), pembangkit tenaga, dan pertambangan (*mining*).

Di antara berbagai aktivitas ruang angkasa, komunikasi, penginderaan jauh, dan sistem transportasi, khususnya wahana peluncur, telah bergerak maju mendahului aktivitas lainnya. Suasana persaingan untuk merebut pasar semakin terasa di antara negara-negara maju. Jasa komunikasi melalui satelit, misalnya, sangat dibutuhkan oleh mereka yang bergerak di bidang keuangan, penerbitan, hiburan, pengolahan data, hukum, tata buku, dan periklanan.⁵

Adanya perkembangan pemanfaatan ruang angkasa untuk tujuan komersial tersebut harus dapat diikuti oleh perkembangan pengaturan hukum internasional agar ketentuan hukum tidak menunjukkan suatu fenomena hukum yang tidur. Namun demikian, para ahli tetap berpendapat bahwa prinsip-prinsip tanggung jawab yang telah disetujui oleh berbagai konvensi internasional tetap berlaku bagi semua aktivitas manusia di ruang angkasa, dikarenakan prinsip-prinsip tersebut mendasarkan diri pada prinsip yang telah berkembang dan telah diterima dalam sistem-sistem hukum nasional.

Sejalan dengan kebebasan yang diberikan oleh *Outer Space Treaty* 1967, aktivitas negara-negara di ruang angkasa makin hari makin meningkat. Salah satu indikasinya adalah bahwa sampai dengan awal tahun delapan puluhan saja diperkirakan tidak kurang dari 11.951 buah benda angkasa buatan (*space objects*), baik yang masih aktif berfungsi ataupun tidak berada di ruang angkasa dan tentunya

⁵Wahyuni Bahar, *Pertanggungjawaban Negara Terhadap Aktivitas Komersial di Ruang Angkasa, Hukum Angkasa dan Perkembangannya* (Bandung: CV Remaja Karya, 1988), 166.

semakin bertambah di abad ke-21 ini, sebagaimana data yang dilansir dari *European Space Agency* (ESA) terdapat 29.00 untuk ukuran lebih besar dari 10 cm, 670.000 untuk ukuran lebih besar dari 1 cm, dan lebih dari 170 juta untuk ukuran lebih besar dari 1 mm benda yang terdeteksi sebagai *space objects* yang berada di tata surya.⁶

Mengingat bahwa semakin pesatnya aktivitas di ruang angkasa, juga menimbulkan permasalahan baru mengenai masalah sampah ruang angkasa. Dalam hal ini, dampak akan masalah sampah menjadi lebih kompleks karena akan mengakibatkan ketidakstabilan benda-benda ruang angkasa seperti satelit dengan objek benda lainnya yang dapat masuk ke bumi, dan tentu saja selanjutnya akan mengalami gesekan di atmosfer dan kemudian mengalami kehancuran.⁷

Benda angkasa yang jatuh kembali ke bumi akan melalui lapisan udara atau atmosfer bumi dan mengalami pergesekan, semakin dekat benda angkasa tersebut dengan permukaan bumi maka semakin tinggi kecepatannya. Pergesekan dengan lapisan udara atau atmosfer bumi tersebut akan menimbulkan panas yang sangat tinggi dan mengakibatkan benda angkasa tersebut pecah menjadi kepingan-kepingan yang disebut dengan sampah ruang angkasa. Inilah yang kemudian mampu menimpa suatu wilayah yang memiliki luas ribuan bahkan puluhan ribu kilometer.

Sampah ruang angkasa atau *space debris* tidak hanya berakibat buruk bagi benda-benda langit lainnya, namun juga adanya kemungkinan sampah tersebut jatuh ke bumi. Semakin rendah posisi orbit satelit atau sampah ruang angkasa, semakin cepat pula kemungkinan untuk jatuh ke permukaan bumi. Benda angkasa itu mulai ada sejak *Sputnik I* yang diluncurkan ke ruang angkasa oleh Uni Soviet. Mulai dasawarsa 1960-an, terjadi perlombaan senjata di antariksa. Setelah itu dimulai era satelit komersial. Dalam 10 tahun terakhir, industri satelit mulai meluncurkan satelit dengan jumlah rata-rata 76 unit per tahun. Dari data yang ada, sejak 1957, terdapat 6.000 satelit diluncurkan ke ruang angkasa serta 3.338 satelit masih beroperasi dan

⁶The European Space Agency, "Berapa Banyak Benda Sampah Angkasa yang Saat Ini Berada di Orbit?" dalam https://www-esa-int.translate.google/Space_Safety/Clean_Space/How_many_space_debris_objects_are_currently_in_orbit?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=tc, diakses 20 November 2023.

⁷Budi Mulyana dan Ananty Hidayat, "Penanganan Sampah Ruang Angkasa Dalam Kerangka Hukum Internasional," *Jurnal Ilmu Politik dan Komunikasi* 9, no. 1 (2019): 40.

tidak aktif lagi. Dalam dekade mendatang, aktivitas diprediksi tumbuh sebesar 50 persen.⁸

Sampah ruang angkasa jatuh ke wilayah permukaan bumi dapat menimbulkan kerugian, kehilangan makhluk hidup, harta benda, dan juga kerusakan lingkungan, terlebih lagi jika sampah tersebut memuat bahan radioaktif atau nuklir yang dapat menimbulkan pencemaran udara dan timbul efek radiasi yang dapat mengancam kelangsungan hidup makhluk hidup yang tinggal di sekitar wilayah tempat jatuhnya sampah ruang angkasa tersebut.⁹ Olehnya itu perlu adanya penegakan hukum terhadap sampah ruang angkasa tersebut.

B. Peningkatan Kasus Sampah Ruang Angkasa Akibat Aktivitas Komersialisasi Ruang Angkasa

Sampah ruang angkasa diartikan sebagai satelit yang telah habis masa pakainya, kendaraan ruang angkasa yang tidak berfungsi lagi, partikel hasil peluncuran benda ruang angkasa yang sudah tidak terpakai, pecahan benda angkasa sisa misi ruang angkasa, dan kepingan atau serpihan benda ruang angkasa. Peningkatan sampah ruang angkasa tentu saja tidak lepas dengan semakin pesatnya aktivitas komersialisasi ruang angkasa yang terjadi saat ini. Berbagai macam satelit-satelit yang diluncurkan menimbulkan sampah yang berterbangan secara bebas di ruang angkasa. Salah satu pemicunya ialah peristiwa satelit yang menabrak benda-benda ruang angkasa yang berdampak pada kerusakan satelit tersebut di ruang angkasa.

Pada Mei 2021, satelit *International Space Station* harus melakukan *maneuver* darurat sebanyak tiga kali untuk menghindari tabrakan dari puing-puing

⁸Frijan Masa'i, Afrizal Vatikawa, dan Annisa Novia Indra Putri, "The State's Responsibility for Space Waste According to International Law; Tanggung Jawab Negara Terhadap Sampah Ruang Angkasa Menurut Hukum Internasional," *Jurnal Ilmu Hukum Kyadiren* 2, no. 1 (2020): 56-64, <https://doi.org/10.46924/jihk.v2i1.135>

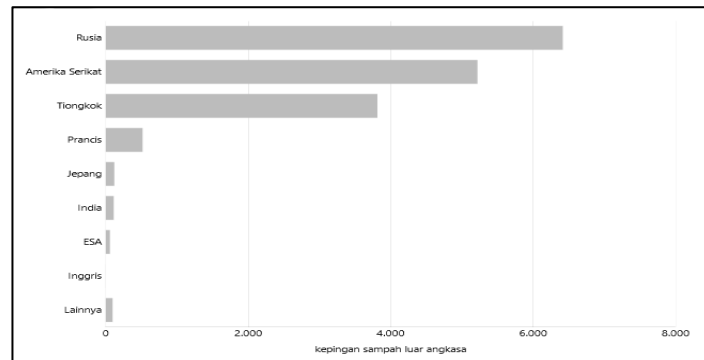
⁹Dikjiratmi S., "Analisis Mekanisme Penanganan Bencana Benda Antariksa Bermuatan Nuklir di Indonesia," *Laporan Tahap Akhir* (Jakarta: Program Intensif Riset untuk Penelitian dan Perencanaan LPND dan LPD Lapan, Jakarta, 2010), 1.

sampah ruang angkasa.¹⁰ Keamanan lingkungan ruang angkasa sendiri akan mempengaruhi kondisi manusia yang ada di bumi. Terdapat pula beberapa satelit yang dibuat menggunakan radio aktif dan dilengkapi dengan persenjataan nuklir.

Ribuan kepingan sampah dari satelit yang telah rusak, roket pendorong, dan senjata bekas uji coba ternyata telah menciptakan pencemaran di ruang angkasa yang terjebak di orbit selama bertahun-tahun. Tak hanya mencemari ruang angkasa, sampah-sampah tersebut juga dapat menipiskan lapisan ozon saat kembali masuk ke bumi. Kepingan sampah ruang angkasa ini juga dapat berpotensi menciptakan masalah saat peluncuran dan eksplorasi ruang angkasa di masa depan.

Berdasarkan laporan *Orbital Debris Programme Office (ODPO)* terdapat 16.355 kepingan sampah ruang angkasa hingga 4 Agustus 2022¹¹ yang digambarkan melalui diagram berikut ini:

Diagram 1. Kepingan Sampah Luar Angkasa



Berdasarkan diagram 1 diketahui Rusia tercatat sebagai negara penyumbang sampah ruang angkasa terbanyak dengan jumlah mencapai 6.416 kepingan sampah ruang angkasa atau setara dengan 39,22% dari total kepingan sampah ruang angkasa pada periode bulan lalu, disusul Amerika Serikat yang menempati peringkat kedua penyumbang sampah ruang angkasa terbanyak yang mencapai 5.219 kepingan

¹⁰Dini Listiyani, "Sampah Antariksa Menumpuk di Orbit, Ini Negara yang Paling Berkontribusi," iNews, Senin, 11 Mei 2020, <https://www.inews.id/techno/sains/sampah-antariksa-menumpuk-di-orbit-ini-negara-yang-paling-berkontribusi>, diakses 18 Oktober 2023.

¹¹Cindy Mutia Annur, "Deretan Negara Penyumbang Sampah di Luar Angkasa," 24/10/2022, <https://databoks.katadata.co.id/index.php/datapublish/2022/09/24/deretan-negara-penyumbang-sampah-di-luar-angkasa-terbanyak>, diakses 18 Oktober 2023.

sampah, kemudian Tiongkok dengan total 3.814 kepingan sampah ruang angkasa. Selanjutnya ada Prancis yang memiliki sampah ruang angkasa sebanyak 517 keping. Diikuti oleh Jepang, India, dan *European Space Agency* (ESA) yang menyumbang masing-masing sebanyak 121 kepingan sampah, 112 kepingan sampah, dan 59 kepingan sampah. Sementara Inggris merupakan negara penyumbang sampah ruang angkasa paling sedikit hingga 4 Agustus 2022 yakni hanya 1 kepingan sampah. Sisanya, ada 96 kepingan sampah ruang angkasa dari negara lainnya.¹²

Permasalahan puing-puing sampah ruang angkasa ini perlu segera diselesaikan. Apalagi, dalam beberapa tahun ke depan perusahaan seperti SpaceX akan meluncurkan ribuan pesawat di ruang angkasa sehingga berpotensi meningkatkan banyak tabrakan dan lebih banyak puing sampah di masa depan. Pengaturan terkait dengan sampah ruang angkasa itu sendiri tidaklah lepas dari dasar hukum aktivitas ruang angkasa. Sebagai seluruh aktivitas yang berkaitan dengan ruang angkasa tentunya terdapat suatu dasar hukum dalam *Outer Space Treaty* 1967.

Pada bulan September 2022, Nanoracks untuk pertama kalinya menguji teknologi yang berfungsi mengiris atau menghancurkan sampah ruang angkasa di orbit. Eksperimen ini dilakukan pada bulan Mei oleh Nanoracks dan perusahaan induknya *Voyager Space*, setelah mengorbit di atas peluncuran *SpaceX Transposter 5*. Teknik yang didemonstrasikan pada misi Transpoerter 5 awal tahun ini disebut teknik penggilingan gesekan (*friction milling*), menggunakan alat pemotong yang beroperasi pada rotasi tinggi per menit untuk melunakkan logam. Tujuan misi ruang angkasa ini adalah untuk memotong sepotong logam tahan korosi, mirip dengan kulit terluar dari *Vulcan Centaur Unites Launch Alliance*, dan secara umum dikenal sebagai puing-puing ruang angkasa. Untuk misi selanjutnya, Nanoracks akan mencoba melakukan pemotongan dalam skala yang lebih besar untuk melakukan upaya konstruksi yang lebih besar.¹³

¹²*Ibid.*

¹³Wasis Wibowo, "Pertama Kali, Nanoracks Menguji Teknologi Penghancur Sampah Luar Angkasa," *Sindonews.com*, Kamis, 06 Oktober 2022, <https://sains.sindonews.com/read/905419/767/pertama-kali-nanoracks-menguji-teknologi-penghancur-sampah-luar-angkasa-1665051056>, diakses 23 November 2023.

National Aeronautics and Space Administration (NASA) kemudian memilih grup Nanoracks dan Voyager yang bermitra dengan Lockhees Martin untuk mengembangkan stasiun ruang angkasa komersial lalu mengembangkan rencana NASA itu sendiri di bawah program Destinasi Orbit Bumi Komersial dari badan tersebut.¹⁴ Saat ini, studi yang telah dilakukan oleh NASA mengungkap bahwa sampah ruang angkasa menjadi tantangan besar bagi industri dirgantara. Bahkan, dikatakan bahwa sampah ruang angkasa ini dapat menjadi ancaman bagi satelit orbit rendah bumi atau *Low Earth Orbit* (LEO), pesawat ruang angkasa, hingga stasiun ruang angkasa internasional (ISS). Sampah ruang angkasa tersebut sebagian besar berasal dari puing-puing pesawat ruang angkasa yang tidak berfungsi, fragmentasi misi ruang angkasa, hingga bagian roket yang ditinggalkan.

Data dari *European Space Agency* (ESA) mengatakan bahwa hingga Oktober 2022 sudah ada sekitar 6.220 roket yang berhasil diluncurkan sejak 1957, dengan total keseluruhan peluncuran yakni 13.320 satelit. Sekitar 8.580 satelit masih berada di ruang angkasa. Namun, dari sekian banyak satelit di ruang angkasa, hanya sekitar 6.100 satelit yang masih berfungsi. Yang artinya terdapat 2.480 satelit yang tidak berfungsi dan menjadi sampah ruang angkasa, di mana telah terjadi 630 ledakan dan tabrakan yang mengakibatkan pecahnya objek dan benda ruang angkasa.¹⁵

Salah satu permasalahan yang sangat penting dan patut untuk diberikan penanganan yang cepat adalah kasus sampah di ruang angkasa. Olehnya itu, UNCOPUOS melalui salah satu badannya yang disebut *Inter-Agency Space Debris Coordination Committee* (IADC) tidak menutup mata. IADC telah menerbitkan sebuah panduan tentang hal-hal yang harus dilakukan oleh negara peluncur untuk mengurangi jumlah sampah ruang angkasa yang mungkin muncul saat ini dan kemudian hari. Namun panduan tersebut hanya berisi hal-hal yang sebaiknya dilakukan sebelum adanya peluncuran, tindakan-tindakan yang sifatnya preventif atau pencegahan. Selain sifatnya pencegahan, isi dari panduan ini sifatnya adalah

¹⁴*Ibid.*

¹⁵Space Data Association, "Puing Luar Angkasa: Mengatasi Masalah," https://www-space--data-org.translate.googleusercontent.com/sda/blog/space-debris/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=tc, diakses 28 November 2023.

teknis. Hanya berisi panduan praktis yang sebaiknya dilakukan negara untuk mengurangi keberadaan sampah ruang angkasa sedini mungkin.

Outer Space Treaty 1967 sebagai dasar prinsip aktivitas negara di ruang angkasa telah berusia 55 tahun. Sedangkan selama 55 tahun itu pula, teknologi negara untuk beraktivitas di ruang angkasa telah meningkat dengan pesat. Bersamaan dengan meningkatnya aktivitas tersebut tentunya semakin banyak pula permasalahan yang muncul. Tentunya instrumen hukum yang menjamin kepastian juga diperlukan agar semua pihak menaatinya. Permasalahannya ialah keberadaan sampah ruang angkasa ini telah cukup banyak jumlahnya, sehingga diperlukan mekanisme kontrol terhadap permasalahan yang telah terjadi, dan hal ini menjadi tanggung jawab bagi pihak-pihak yang menggunakan ruang angkasa secara komersil maupun non-komersil.

C. Perhitungan Mengenai Kerusakan Ruang Angkasa Akibat Aktivitas Komersial di Ruang Angkasa

Apabila dalam suatu aktivitas menimbulkan kerugian kepada pihak lain, negara wajib memberikan ganti rugi kepada pihak yang dirugikan. Prinsip dan prosedur pemberian ganti rugi ini dijabarkan dalam *Liability Convention* 1972 yang telah menetapkan 2 (dua) prinsip hukum yang mengatur tentang tanggungjawab untuk ganti rugi, yaitu:

- a. Apabila kerugian terjadi di atas permukaan bumi, maka pihak negara peluncur bertanggungjawab secara penuh dan mutlak.
- b. Apabila terjadi kerugian bukan di atas permukaan bumi dan menimpa benda angkasa milik negara peluncur lain atau orang dan harta milik negara peluncur lain maka, tanggungjawab peluncur yang menimbulkan kerugian itu harus bertanggungjawab, dan negara yang dirugikan harus dapat membuktikan adanya unsur kesalahan atau kelalaian besar di pihak negara peluncur tersebut.¹⁶

¹⁶Saefullah Wiradipradja dan Mieke Komar, *Hukum Angkasa dan Perkembangannya* (Bandung: CV Remaja Karya, 1988), 152.

Sesuai dengan *Liability Convention* 1972 pasal 1 arti kata *damage*, yaitu:

*Loss of life, personal injury or other impairment of health; or loss of or damage to property of States or of persons, natural or juridical, or property of international intergovernmental organizations.*¹⁷

(Hilangnya nyawa, cedera pribadi atau gangguan kesehatan lainnya; atau kehilangan atau kerusakan pada properti Negara atau orang, baik secara alamiah maupun yuridis, atau properti organisasi antarpemerintah internasional).

Selanjutnya dalam pasal 12 menjelaskan bahwa ‘kerusakan dibayar dalam bentuk kompensasi yang ditentukan sesuai dengan hukum internasional dan prinsip-prinsip keadilan dan kesetaraan. Sejauh untuk memulihkan pihak terluka atau yang dirugikan dengan kondisi yang ada sebelum kerusakan terjadi.’¹⁸ Dalam *Liability Convention* 1972 ini diatur beberapa jenis kerusakan yang harus dipertanggungjawabkan oleh negara-negara yang terlibat dalam peluncuran, yaitu:

a. Kerusakan secara langsung (*direct damage*)

Pada pasal 1 *Liability Convention* 1972 dijelaskan mengenai 4 (empat) hal spesifik yang termasuk kerusakan langsung, yaitu hilangnya nyawa, cedera pribadi, gangguan lain dari kesehatan, dan kehilangan atau kerusakan properti. Dalam konteks kerusakan tersebut, negara penuntut akan diperlukan untuk menunjukkan bahwa bahaya atau kerusakan yang dirasakan merupakan hasil langsung dari benda ruang angkasa.

Beberapa ahli mencatat bahwa “gangguan kesehatan” dapat berasal dari kontaminasi benda ruang angkasa serta adanya cedera fisik yang tidak perlu untuk memiliki kontak langsung dengan benda ruang angkasa tersebut namun tetap menderita kerugian. Dalam konteks ini kerusakan yang menyebabkan radiasi disebabkan oleh masuk kembalinya beberapa satelit secara tidak terduga. Hal tersebut dapat dikategorikan secara langsung, bahkan tanpa perlu bergantung pada prinsip-prinsip *Nuclear Power Source* (NPS).

¹⁷United Nations, *Convention on International Liability for Damage Caused by Space Objects, opened for signature at London, Moscow and Washington on 29 March 1972 (Liability for Damage 1972)*, <https://treaties.un.org/doc/Publication/UNTS/Volume%20961/volume-961-I-13810-English.pdf>, diakses 28 November 2023.

¹⁸*Ibid.*

Beberapa kompensasi untuk kerusakan-kerusakan yang dianggap sebagai kerusakan langsung, antara lain: (1) kehilangan waktu dan pendapatan dan penurunan kapasitas peroduktif; (2) penghancuran atau perampasan penggunaan properti, termasuk di mana properti telah diberikan tidak layak untuk tujuan yang dimaksudkan; (3) hilangnya keuntungan akibat gangguan bisnis; (4) kehilangan hak sewa; (5) masalah medis, rumah sakit, dan keperawatan biaya yang terkait dengan luka yang diderita oleh orang-orang alami; (6) gangguan fisik dan mental; (7) rasa sakit dan penderitaan; (8) penghinaan; (9) biaya yang terjangkau atau perbaikan properti; dan (10) biaya yang dikeluarkan dalam tindakan diambil untuk mengurangi kerusakan yang disebabkan oleh benda ruang angkasa.

b. Kerusakan secara tidak langsung (*indirect damage*) dan kerugian ekonomi

Pada *Liability Convention* 1972 tidak dijelaskan mengenai kerusakan tidak langsung atau konsekuensial. Dalam pasal 2 dan 3 konvensi ini merujuk pada kerusakan yang disebabkan oleh benda ruang angkasa. Namun Negara Hungaria dan Uni Soviet (kala itu) menentang penafsiran mengenai kemungkinan adanya pemulihan terhadap kerusakan secara tidak langsung, sementara Italia dan Jepang menyetujui tafsiran tersebut, sehingga kata “disebabkan” dalam konvensi itu harus ditafsirkan sebagai pengarah perhatian pada kebutuhan untuk beberapa hubungan sebab-akibat antara kecelakaan dan kerusakan, sedangkan dalam penafsiran secara luas yaitu agar klaim dapat ditentukan sesuai jenis kerusakan atau kerugian.

Terdapat beberapa teori yang mendukung proposisi bahwa kalimat “*caused by*” tidak memerlukan lebih dari satu hubungan sebab-akibat antara objek ruang angkasa dan kerusakan. *Liability Convention* 1972 meliputi kerusakan baik langsung dan tidak langsung. Dalam konteks kasus *Cosmos-954*, misalnya, Peter Hannapel menyarankan agar biaya penyelidikan dan pemulihan yang dikeluarkan oleh Kanada, serta biaya yang di keluarkan untuk mengurangi kerusakan secara tidak langsung (*indirect damage*) untuk tujuan pasal 7 *Outer Space Treaty* 1967 dan *Liability Convention* 1972. Negara hanya akan dapat menanggung biaya yang dikeluarkan dalam hal mengurangi kerusakan yang ada dalam kontrak yang diatur serta untuk mencegah kerusakan yang akan terjadi di masa depan.

c. Kerusakan moral

Hukum internasional menjelaskan kerusakan atau kerugian moral diartikan sebagai cedera terhadap martabat atau kedaulatan negara, seperti jika terjadi pelanggaran kewajiban terhadap perjanjian yang tidak menghasilkan cedera material, namun negara yang melanggar diharapkan untuk membayar denda terhadap kerugian yang timbul. Selain itu, rasa sakit dan penderitaan dan kehilangan kemampuan untuk menikmati hidup juga dapat dianggap sebagai kerusakan moral.

Istilah “keadilan” tidak merujuk kepada prinsip hukum keadilan pada umumnya melainkan merujuk kepada “keadilan moral”. Dengan kata lain, penilaian terhadap kerusakan adalah tugas yang harus dilakukan dengan mengacu pada kerugian yang dialami penderita melalui penerapan prinsip-prinsip internasional maupun nasional.

Amerika Serikat telah lama menyatakan pandangan bahwa kerusakan moral tercakup dalam *Liability Convention* 1972 dan jika klaim dibuat di masa depan dengan Amerika Serikat, klaim tersebut akan mencakup komponen mengenai kerusakan. Sementara kerusakan moral yang dilakukan terhadap pribadi atau individu dapat membentuk hubungan sebab-akibat dengan benda ruang angkasa. Namun sulit untuk mengetahui bagaimana kerusakan moral yang diderita oleh negara akan dipulihkan jika dihubungkan dengan akibat yang disebabkan peluncuran benda ruang angkasa, mengingat penyebab kerusakan benda ruang angkasa tersebut bukan merupakan “*prima facie*” tetapi lebih kepada pelanggaran terhadap prinsip yang ada dalam hukum perjanjian.

Liability Convention 1972 pasal 9 menyatakan bahwa klaim untuk kompensasi kerusakan akan disampaikan kepada keadaan peluncuran melalui saluran diplomatik, yang meliputi representasi diplomatik bilateral melalui negara lain yang memiliki hubungan diplomatik dengan negara *launching* atau Sekretaris Jenderal Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB). Jika ada kompensasi yang perlu dibayar, dengan pemanfaatan mekanisme diplomatik, negara penuntut dan negara peluncur dapat menegosiasikan penyelesaian mengenai jumlah kompensasi yang tepat.

Jika negara penuntut dan negara peluncur gagal untuk menyelesaikan sengketa dalam waktu satu tahun proses klaim, salah satu pihak dapat meminta pembentukan suatu komisi penuntut, komisi penuntut ini terdiri dari tiga anggota yaitu satu ditunjuk oleh negara peluncur, satu ditunjuk oleh negara penuntut, dan ketua komisi penuntut yang akan dipilih bersama oleh kedua belah pihak. Jumlah komisi tidak akan meningkat jika ada lebih dari satu negara penuntut atau negara, namun mereka secara kolektif menunjuk satu anggota dari klaim komisi.

Negara penuntut dan negara peluncur diberikan waktu dua bulan dari waktu permintaan pembentukan komisi penuntut untuk menunjuk para anggota komisi penuntut dan empat bulan untuk menyetujui penunjukan ketua komisi penuntut tersebut. Jika para pihak gagal untuk menunjuk anggotanya dari komisi penuntut dalam waktu yang diberikan, maka pihak lain dapat meminta ketua untuk membentuk komisi penyelesaian tuntutan yang beranggotakan tunggal. Jika pihak gagal menyepakati pemilihan ketua, salah satu pihak dapat meminta sekretaris Amerika Serikat untuk menunjuk Ketua Komisi Penuntut.

Setiap sistem hukum jika terjadi pelanggaran terhadap kewajiban secara umum akan memunculkan tanggungjawab negara. Prinsip tanggungjawab negara telah dikembangkan dalam hukum kebiasaan internasional yang meliputi aspek prosedural dan substansial, yaitu: (1) dalam situasi dan kondisi yang bagaimana suatu negara dapat menuntut negara lain; (2) dalam hal melakukan tindakan apa negara bertanggungjawab; dan (3) berdasarkan prinsip apa tanggungjawab negara ini akan dilaksanakan.

Begitu pula dengan keterkaitan aktivitas ruang angkasa yang dilakukan oleh pihak swasta di suatu negara, dalam hal ini jika terjadi kerugian akibat aktivitas tersebut oleh pihak swasta ini lantas bagaimana pelimpahan tanggungjawabnya kepada negara. Sehubungan dengan aktivitas komersialisasi ruang angkasa yang dilakukan oleh pihak swasta dapat ditarik suatu pengertian bahwa aktivitas komersial tersebut dilakukan oleh pihak swasta yang berada dalam pengawasan dan kekuasaan negara, sehingga jika aktivitas tersebut menimbulkan kerugian negara lain maka akan memunculkan tanggungjawab negara.

Dengan demikian aktivitas ruang angkasa yang dilakukan oleh pihak swasta di suatu negara akan memunculkan tanggungjawab negara jika aktivitas tersebut merugikan negara lain. Mengingat bahwasannya selain memberikan keuntungan bagi umat manusia seperti riset ilmiah, telekomunikasi, penginderaan jarak jauh, penyiaran langsung melalui satelit, tetapi hal ini juga berdampak buruk bagi manusia itu sendiri. Akibat negatif dari aktivitas ruang angkasa ini ialah pada umumnya lebih dari sekedar resiko kehilangan atau kerusakan objek ruang angkasa.

Kegagalan peluncuran satelit ke ruang angkasa sangat berbahaya dan dapat mempengaruhi keberadaan umat manusia secara keseluruhan, karena dapat mencemari lingkungan bumi, atmosfer dan menimbulkan gangguan berat terhadap kehidupan. Oleh sebab itu, risikonya terbilang sangat besar dan berbahaya, maka negaralah yang kemudian dibebani tanggungjawab internasional terhadap aktivitas komersialisasi ruang angkasa di negaranya, baik yang dilakukan oleh badan atau instansi pemerintah maupun swasta dan bukan si pelaku langsung.

D. Implikasi Hukum Terhadap Aktivitas Komersialisasi di Ruang Angkasa

Aktivitas komersialisasi di ruang angkasa walaupun hanya menjamin adanya hak yang sama bagi negara untuk mengakses, mengeksploitasi dan memanfaatkan ruang angkasa,¹⁹ tetapi bukan berarti tidak membolehkan keterlibatan sektor swasta dalam aktivitas ruang angkasa sebagaimana diatur dalam ketentuan *Outer Space Treaty 1967* bahwa dalam kaitannya dengan pertanggungjawaban internasional, negara bertanggungjawab atas aktivitas ruang angkasa yang dilakukan oleh sektor swasta, dan negaralah yang berhak memberikan izin dan berkewajiban untuk mengawasi aktivitas ruang angkasa yang dilakukan oleh pihak swasta.²⁰

Meskipun pihak swasta bukanlah subjek langsung yang dapat melaksanakan aktivitas ruang angkasa, namun dalam *Outer Space Treaty 1967* yang berkaitan dengan pengertian “*exploration and use*” digunakan dalam pengertian ekonomi dan pengetahuan yang luas. Sedangkan dalam *Moon Agreement 1979*, pengertian

¹⁹United Nations, *Outer Space Treaty 1967*, pasal 1.

²⁰*Ibid.*, pasal 4.

“*exploration*” diartikan sebagai pengertian yang menimbulkan kepentingan ekonomi.²¹

Prinsip kepentingan bersama yang tertuang dalam pasal 1 ayat (1) *Outer Space Treaty 1967* menyatakan bahwa eksplorasi dan penggunaan ruang angkasa harus dilakukan untuk keuntungan dan kepentingan seluruh umat manusia, hal ini sesuai dengan prinsip ruang angkasa sebagai warisan bersama umat manusia (*common heritage of mankind*).²² Ini berarti setiap negara berhak untuk memanfaatkan ruang angkasa, namun tidak ada satu negara pun yang memiliki kedaulatan di ruang angkasa.

Berdasarkan kebijaksanaan dan pandangan hukum, dapat diartikan bahwa dalam pemanfaatan ruang angkasa seharusnya dapat menjamin adanya pemanfaatan yang adil terhadap ruang angkasa (*equitable utilization of outer space*) dan memberikan perlindungan hukum kepada negara atas pelanggaran yang dilakukan oleh negara lain yang melakukan aktivitas ruang angkasa. Menjamin keadilan pemanfaatan ruang angkasa berarti ruang angkasa memang benar-benar digunakan untuk kepentingan semua negara dan bukan hanya untuk kepentingan negara secara individual atau sekelompok negara saja.

Untuk menentukan apakah aktivitas komersialisasi di ruang angkasa telah sesuai dengan ketentuan hukum yang berlaku atau tidak ialah tergantung kepada pertimbangan apakah prinsip kepentingan bersama merupakan suatu kewajiban yang mengikat dan tertuang dalam perjanjian internasional atau hanya merupakan suatu deklarasi yang tidak memiliki kekuatan. Dalam prinsip ini dapat diinterpretasikan bahwa aktivitas komersial di ruang angkasa hanya akan diterima kalau menjamin adanya keuntungan bagi seluruh umat manusia.

Prinsip kepentingan bersama tidak harus diinterpretasikan sebagai suatu larangan terhadap aktivitas komersial di ruang angkasa oleh pihak swasta. Hal ini dapat ditemukan dalam ketentuan pasal 6 dan pasal 9 *Outer Space Treaty 1967*, secara jelas menunjukkan bahwa diizinkan partisipasi pihak swasta dalam aktivitas

²¹United Nations, *Agreement Governing The Activities of States on The Moon and Other Celestial Bodies (Moon Agreement 1979)*, pasal 4; <https://legal.un.org/avl/ha/agasmocb/agasmocb.html>

²²Williams, “The Exploitation and Use of Natural Resources in the New Law of the Sea and the Law of Outer Space,” *Proceedings of the 29th Colloquium on the Law of Outer Space*, 1988; 198.

komersial di ruang angkasa.²³ Selain itu, aktivitas komersial di ruang angkasa oleh pihak swasta akan memungkinkan bagi negara-negara kecil yang kurang memiliki dana dan teknologi untuk aktivitas tersebut berpartisipasi dalam aktivitas komersial di ruang angkasa. Salah satunya melalui investasi yang dilakukan oleh *Multinational Cooperation* di suatu negara. Hal ini didasarkan pada pasal 6 *Outer Space Treaty* 1967 yang menyebutkan bahwa negara bertanggungjawab atas aktivitas ruang angkasa baik yang dilakukan oleh negara maupun yang dilakukan oleh pihak swasta. Sekalipun aktivitas tersebut belum diatur secara detail, sehingga memberikan kesempatan kepada masing-masing negara untuk mengatur sesuai dengan kebijakan nasionalnya terhadap aktivitas komersialisasi ruang angkasa.

Masalah tanggungjawab negara ini sangat erat kaitannya dengan masalah yurisdiksi negara terhadap objek yang diluncurkan di ruang angkasa, sehingga jika aktivitas komersial tersebut dilakukan oleh pihak swasta, maka yang memiliki yurisdiksi atas objek ruang angkasa tersebut adalah negara.²⁴ Pengertian yurisdiksi berarti hak atau otoritas untuk melaksanakan kewenangannya bukan hanya dalam bidang hukum, tetapi juga kekuasaan legislatif dan eksekutif yang berkaitan dengan awak pesawat dan objek ruang angkasa. Yurisdiksi merupakan manifestasi dari kedaulatan itu sendiri, dan dalam setiap sistem hukum jika terjadi pelanggaran terhadap kewajiban secara umum akan memunculkan tanggungjawab negara. Prinsip tanggungjawab negara telah dikembangkan dalam hukum kebiasaan internasional yang meliputi aspek prosedural dan substansial.

Olehnya itu dengan semakin bervariasinya aktivitas yang dilakukan oleh negara dengan berbagai dampak yang signifikan baik terhadap manusia maupun terhadap lingkungan, terjadi juga pergeseran tentang penerapan prinsip tanggungjawab negara yang masing-masing kasus berbeda-beda terkait prinsip tanggungjawab yang diterapkannya. Adapun tingkatan tanggungjawab negara yang paling tradisional, yaitu:

²³United Nations, *Outer Space Treaty* 1967, pasal 6 dan pasal 9.

²⁴United Nations, *Convention on Registration of Objects Launched into Outer Space (Registration Convention 1975)*, pasal 1; <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/introregistration-convention.html>

1. *Liability Based on Fault*

Berdasarkan prinsip *liability based on fault* tanggungjawab tidak akan pernah lahir tanpa adanya kesalahan (*fault*), sehingga *fault* menjadi satu-satunya faktor yang melahirkan tanggungjawab. Hal yang sangat penting dalam prinsip *liability based on fault* ini adalah masalah beban pembuktian. Sebagai ketentuan umum, prinsip ini menetapkan penggugat yang berkewajiban untuk membuktikan bahwa tergugat telah melakukan perbuatan melawan hukum, telah melakukan suatu kesalahan, dan akibat kesalahannya itu mengakibatkan kerugian kepada pihak tergugat.

2. *Absolute Liability*

Pada prinsip ini terdapat hubungan kausalitas antara pihak yang bertanggungjawab dengan kerugian tidak disyaratkan. Dengan demikian *absolute liability* akan timbul pada saat keadaan yang menimbulkan tanggungjawab ada tanpa mempermasalahkan oleh siapa atau bagaimana terjadinya kerugian tersebut. Prinsip ini juga sebagai prinsip tanggungjawab tanpa adanya kemungkinan untuk membebaskan diri.

Berdasarkan tinjauan umum *Liability Convention 1972*, terdapat empat sudut pandang yang saling berkesinambungan yaitu: berkaitan dengan sudut pandang geografis, kebendaan atau (materiil), fungsional atau (personal) dan sudut pandang waktu. Melalui analisa keempat sudut pandang tersebut, maka menjadi pertimbangan terkait di wilayah ruang mana saja konvensi dapat berlaku, pada siapa saja yang dapat dikenakan konvensi tersebut, apa saja yang menjadi tujuan dari konvensi tersebut, serta berkaitan dengan waktu berlakunya konvensi tersebut, sehingga implikasi hukum yang timbul dari adanya peningkatan sampah ruang angkasa tersebut yang diakibatkan oleh aktivitas komersialisasi ruang angkasa berupa kerugian, baik yang sifatnya materiil maupun immaterial.

E. Kesimpulan

Peningkatan sampah ruang angkasa (*space debris*) semakin tahun semakin mengalami peningkatan akibat aktivitas komersial yang berdampak sangat fatal bagi bagi kesehatan lingkungan antariksa. Implikasi hukum yang timbul dari adanya

peningkatan sampah ruang angkasa tersebut yang diakibatkan oleh aktivitas komersialisasi ruang angkasa berupa kerugian, baik yang sifatnya materil maupun immaterial. Hukum *Outer Space Treaty 1967* sebagai *mother treaty* tidak memiliki daya atur yang kuat untuk menanggulangi peningkatan sampah ruang angkasa melalui aktivitas komersial tersebut. Di sisi lain, pedoman PBB yang sifatnya hanya pencegahan dan hal teknis tidak mengatur secara detail dan normatif.

Daftar Pustaka

- Annur, Cindy Mutia. "Deretan Negara Penyumbang Sampah di Luar Angkasa," 24/10/2022, <https://databoks.katadata.co.id/index.php/datapublish/2022/09/24/deretan-negara-penyumbang-sampah-di-luar-angkasa-terbanyak>
- Bahar, Wahyuni. *Pertanggungjawaban Negara Terhadap Aktivitas Komersial di Ruang Angkasa, Hukum Angkasa dan Perkembangannya*. Bandung: CV Remaja Karya, 1988.
- Dikjiratmi S. "Analisis Mekanisme Penanganan Bencana Benda Antariksa Bermuatan Nuklir di Indonesia." *Laporan Tahap Akhir*. Jakarta: Program Intensif Riset untuk Penelitian dan Perencanaan LPND dan LPD Lapan, Jakarta, 2010.
- Listiyani, Dini. "Sampah Antariksa Menumpuk di Orbit, Ini Negara yang Paling Berkontribusi," iNews, Senin, 11 Mei 2020, <https://www.inews.id/techno/sains/sampah-antariksa-menumpuk-di-orbit-ini-negara-yang-paling-berkontribusi>
- Mardianis. *Pengkajian Aspek Hukum Tentang Tanggung Jawab Keantariksaan*. Jakarta: Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional, 2013.
- Masa'i, Frijan, Afrizal Vatikawa, dan Annisa Novia Indra Putri. "The State's Responsibility for Space Waste According to International Law; Tanggung Jawab Negara Terhadap Sampah Ruang Angkasa Menurut Hukum Internasional." *Jurnal Ilmu Hukum Kyadiren 2*, no. 1 (2020): 56-64, <https://doi.org/10.46924/jihk.v2i1.135>
- Mulyana, Budi, dan Ananty Hidayat. "Penanganan Sampah Ruang Angkasa Dalam Kerangka Hukum Internasional." *Jurnal Ilmu Politik dan Komunikasi 9*, no. 1 (2019): 40.
- Priyatna, Abdurasyid. *Kedaulatan Negara di Ruang Udara*. Jakarta: Pusat Penelitian Hukum Angkasa, 1972.
- Space Data Association. "Puing Luar Angkasa: Mengatasi Masalah," https://www-space--data-org.translate.google.com/sda/blog/space-debris/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=tc
- The European Space Agency. "Berapa Banyak Benda Sampah Angkasa yang Saat Ini Berada di Orbit?" dalam https://www-esa-int.translate.google.com/Space_Safety/

Clean_Space/How_many_space_debris_objects_are_currently_in_orbit?_x_t
r_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=tc

United Nations, *Agreement Governing The Activities of States on The Moon and Other Celestial Bodies (Moon Agreement 1979)*, <https://legal.un.org/avl/ha/agasmocb/agasmocb.html>

United Nations. *Convention on International Liability for Damage Caused by Space Objects*, opened for signature at London, Moscow and Washington on 29 March 1972 (*Liability for Damage 1972*), <https://treaties.un.org/doc/Publication/UNTS/Volume%20961/volume-961-I-13810-English.pdf>

United Nations, *Convention on Registration of Objects Launched into Outer Space (Registration Convention 1975)*, <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/introregistration-convention.html>

United Nations. *Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies (Outer Space Treaty)*. Vienna: United Nations Office for Outer Space Affair, 1967. <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/introouterspacetreaty.html>

Wibowo, Wasis. "Pertama Kali, Nanoracks Menguji Teknologi Penghancur Sampah Luar Angkasa." *Sindonews.com*, Kamis, 06 Oktober 2022, <https://sains.sindonews.com/read/905419/767/pertama-kali-nanoracks-menguji-teknologi-penghancur-sampah-luar-angkasa-1665051056>

Williams, "The Exploitation and Use of Natural Resources in the New Law of the Sea and the Law of Outer Space." *Proceedings of the 29th Colloquium on the Law of Outer Space*, 1988.

Wiradipradja, Saefullah, dan Mieke Komar, *Hukum Angkasa dan Perkembangannya*. Bandung: CV Remaja Karya, 1988.