



## Evaluasi Kebijakan Internasional dan Regulasi Penanganan Sampah Antariksa (*Space Debris*)

Maria Joito Gultom<sup>1\*</sup>, Regita Asiah Azzarah<sup>2</sup>, Nurul Ilmi<sup>3</sup>, Ivan Rivaldo<sup>4</sup>, Roy Eka Telaumbanua<sup>5</sup>, Muhammad Arif<sup>6</sup>, Elsa Kardiana<sup>7</sup>

<sup>1234567</sup> Program Studi Pendidikan Geografi, Universitas Negeri Medan, Indonesia

Alamat: Jl. William Iskandar Ps.V, Kenangan Baru, Kec. Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli

Serdang, Sumatera Utara

Korespondensi penulis: [gultommariajoito@gmail.com](mailto:gultommariajoito@gmail.com)

**Abstract.** *Space debris is increasingly becoming a global problem that has the potential to threaten the sustainability of space exploration and satellite operations. This study aims to evaluate the effectiveness of international policies and regulations that have been implemented in handling space debris, and to identify gaps and challenges in their implementation. The research method used is a literature study, with an analysis of policy documents from international organizations, academic journals, and reports from related research institutions. Data analysis was carried out using the Miles and Huberman approach, including data reduction, data presentation, and drawing conclusions. The results of the study indicate that although there are a number of international agreements, such as the Outer Space Treaty 1967, the Liability Convention 1972, and the Registration Convention 1975, there is no effective law enforcement mechanism in cleaning up space debris globally. The lack of binding regulations and coordination between countries in mitigating space debris are major challenges that must be overcome. This study recommends the establishment of clearer international standards and an effective implementation system to ensure the sustainability of space exploration.*

**Keywords:** *Space Debris, International Policy, Regulation.*

**Abstrak.** Sampah antariksa (*space debris*) semakin menjadi permasalahan global yang berpotensi mengancam keberlanjutan eksplorasi luar angkasa dan operasional satelit. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas kebijakan dan regulasi internasional yang telah diterapkan dalam penanganan sampah antariksa, serta mengidentifikasi kesenjangan dan tantangan dalam implementasinya. Metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur, dengan analisis terhadap dokumen kebijakan dari organisasi internasional, jurnal akademik, serta laporan dari lembaga penelitian terkait. Analisis data dilakukan dengan pendekatan Miles dan Huberman, mencakup reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun terdapat sejumlah perjanjian internasional, seperti *Outer Space Treaty 1967*, *Liability Convention 1972*, dan *Registration Convention 1975*, belum ada mekanisme penegakan hukum yang efektif dalam membersihkan sampah antariksa secara global. Kurangnya regulasi yang mengikat dan koordinasi antarnegara dalam mitigasi *space debris* menjadi tantangan utama yang harus diatasi. Penelitian ini merekomendasikan pembentukan standar internasional yang lebih jelas serta sistem implementasi yang efektif untuk memastikan keberlanjutan eksplorasi ruang angkasa.

**Kata kunci:** *Sampah Antariksa, Kebijakan Internasional, Regulasi*

### 1. LATAR BELAKANG

Sampah antariksa, atau *space debris*, telah menjadi isu global yang semakin mendesak seiring dengan pesatnya aktivitas eksplorasi luar angkasa dalam beberapa dekade terakhir. Jumlah objek tidak terpakai yang mengorbit Bumi terus meningkat, terdiri dari satelit yang

sudah tidak berfungsi, puing-puing roket, hingga sisa-sisa dari tabrakan antar objek luar angkasa. Akumulasi objek ini menimbulkan risiko besar terhadap operasional satelit aktif dan keselamatan astronot yang menjalankan misi luar angkasa.

Secara hukum internasional, telah ada ketentuan yang mengatur peluncuran benda ke luar angkasa. Salah satu instrumen penting adalah Konvensi Registrasi 1975, yang mewajibkan setiap negara untuk mendaftarkan benda angkasa yang diluncurkan kepada Sekretaris Jenderal Perserikatan Bangsa-Bangsa. Dalam kasus peluncuran oleh lebih dari satu negara, hanya satu negara yang diwajibkan menjadi negara pendaftar. Registrasi ini harus mencakup informasi teknis seperti nama negara peluncur, nomor registrasi, tanggal dan tempat peluncuran, serta parameter orbit seperti apogee dan perigee.

Selain itu, prinsip kerja sama internasional dalam kegiatan luar angkasa juga ditegaskan dalam Perjanjian Ruang Angkasa Luar 1967, terutama dalam Pasal V. Negara-negara pihak perjanjian diwajibkan untuk menganggap astronot sebagai utusan umat manusia dan memberikan bantuan dalam situasi darurat. Ketentuan ini menekankan pentingnya solidaritas dan tanggung jawab bersama antarnegara dalam menjaga keselamatan di ruang angkasa.

Latar belakang penelitian ini menyoroti pentingnya evaluasi terhadap kebijakan dan regulasi internasional yang ada dalam menangani sampah antariksa. Meskipun telah terdapat berbagai perjanjian seperti *Outer Space Treaty 1967* dan *Liability Convention 1972*, implementasi dan kepatuhan terhadap aturan tersebut masih menghadapi hambatan serius. Minimnya kesadaran global serta lemahnya kerja sama antarnegara peluncur turut memperburuk kondisi ini.

Dampak yang ditimbulkan oleh sampah antariksa bukan hanya terbatas pada ancaman terhadap teknologi luar angkasa, tetapi juga berpotensi membahayakan kehidupan manusia di Bumi. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada pengkajian efektivitas regulasi yang telah diterapkan dan menyusun rekomendasi kebijakan yang lebih adaptif dan kolaboratif. Melalui pemahaman yang lebih mendalam, diharapkan dapat ditemukan solusi yang efektif dan berkelanjutan demi menjamin keamanan dan keberlangsungan eksplorasi luar angkasa di masa mendatang.

## **2. KAJIAN TEORITIS**

### **A. Definisi Sampah antariksa (*Space Debris*)**

Sampah antariksa adalah segala jenis benda luar angkasa yang dibuat oleh manusia, tidak lagi digunakan secara aktif, dan berada di orbit Bumi. Ini dapat berupa seluruh pesawat ruang angkasa yang keluar dari misi, kendaraan peluncuran atau sebagian darinya,

atau benda atau alat apa pun yang dilepaskan yang hilang oleh astronot selama misi dalam aktivitas orbit dan peristiwa fragmentasi, yang dapat terjadi secara kebetulan atau disengaja (Zhafran, Lestari, dan Sc 2023)

Menurut Chairunnisa & Rosmawati (2021) Space debris terbentuk karena puing-puing dari benda astronomi yang gagal diluncurkan. Space debris yang banyak beredar di antariksa berupa satelit bekas, sampah roket, hasil tabrakan satelit dan Uji senjata

Sampah antariksa sendiri dapat dibagi kembali berdasarkan ketinggiannya, di mana ada 3 (tiga), yaitu: low earth orbit, medium earth orbit, serta geostationary orbit (ESA, n.d.). Low earth orbit (LEO) sendiri merupakan wilayah orbit terdekat dengan bumi, di mana orbit tersebut berjarak 160 hingga 1000-kilometer dari permukaan bumi, yang di mana satelit yang mengorbit pada LEO sendiri memiliki kecepatan 7.8 km/d. Dengan kecepatan satelit tersebut, maka wajar saja terdapat kekhawatiran jika ada sampah antariksa yang terdapat pada LEO yang dapat menyebabkan tabrakan kepada satelit yang sedang beroperasi.

Sedangkan, MEO sendiri merupakan salah satu wilayah orbit satelit yang terletak pada ketinggian 20,000-kilometer yang digunakan sebagai wilayah orbit satelit yang memiliki kegunaan navigasi, seperti satelit Galileo (ESA, n.d.). Serta, wilayah orbit yang paling tinggi adalah GEO, di mana orbit tersebut terletak pada ketinggian ~35,000 kilometer, di mana orbit ini biasanya digunakan oleh satelit yang membutuhkan untuk tetap pada satu wilayah tertentu di orbit seperti satelit komunikasi.

Terdapat beberapa penyebab mengenai mengapa sampah antariksa yang ada di LEO dapat terjadi, di antaranya: disebabkan oleh misi, kecelakaan, serta disengaja (Prasetyanto 2022)

## **B. Dampak *Space Debris***

Dampak dari sampah luar angkasa bukan hanya berakibat pada berubahnya lingkungan di luar angkasa namun mengancam kehidupan di bumi. Sampah di luar angkasa dapat menabrak satelit yang mengorbit bumi dan membahayakan para astronot.

Menurut Mulyana & Hidayat (2019) terdapat beberapa dampak dari *space debris* diantaranya:

### **1. Objek benda mengakibatkan tabrakan**

Kecepatan space debris dapat mengalahkan kecepatan peluru karena tidak adanya gravitasi dan dapat mengakibatkan pergerakan sampah luar angkasa tidak terkendali. Tabrakan satelit dengan sampah luar angkasa mungkin telah sering terjadi, namun dampak buruk dari sampah luar angkasa dapat mengancam para

penjelajah luar angkasa atau Astronaut. Pada 12 Mei 2016, Tim Peake yang berasal dari Inggris berhasil memotret retakan di jendela Stasiun Luar Angkasa atau ISS akibat sampah luar angkasa.

2. Kerusakan satelit dan jaringan informasi.

Keberadaan sampah antariksa di orbit bumi berbahaya karena tubrukan antar sampah antariksa dapat mengakibatkan rusaknya bagian satelit seperti berlubang, merusak bagian satelit, dan ledakan, dampak lainnya dapat menabrak satelit negara lain yang pada dasarnya digunakan sebagai penginderaan atau system informasi.

3. Bertambahnya sampah di bumi dan kerusakan yang ditimbulkan jika satelit jatuh di permukaan bumi.

Meskipun sampah luar angkasa apabila masuk ke bumi memerlukan waktu 10 – 20 tahun, tetapi massa akan sampah luar angkasa yang besar tidak memungkinkan perubahan akibat gesekan di atmosfer yang lama dan panas pun tidak dapat menghancurkan sampah luar angkasa, karena sebagian dari sampah luar angkasa telah di lindungi teknologi akan kerusakan di atmosfer.

4. Mengganggu perjalanan luar angkasa dan keberlangsungan luar angkasa masa depan. Alasan terbesar dari pentingnya membersihkan sampah sebagai isu bersama merupakan gerakan untuk melindungi luar angkasa agar keberlangsungannya dapat dijaga. Seiring dengan semakin banyaknya sampah maka eksplorasi yang dilakukan semakin sulit karena ancaman sampah yang menabrak dan sampah baru muncul sebagai akibat peluncuran.

### **C. Pengaturan Mengenai Peluncuran Benda Angkasa (Space Object) Menurut Hukum Internasional**

Terdapat peraturan mengenai peluncuran benda angkasa menurut Hukum Internasional (Simamora 2016)

1. Pendaftaran Benda Angkasa

(a) Setiap benda angkasa yang diluncurkan ke ruang angkasa harus diregistrasikan kepada Sekretaris Jendral Perserikatan Bangsa-Bangsa (Pasal II ayat 1 Konvensi Registrasi 1975).

(b) Bila negara yang terlibat dalam peluncuran benda angkasa tersebut lebih dari satu, maka dalam hal ini mereka hanya dapat bekerjasama dan cukup satu negara saja yang menjadi negara pendaftar dari benda angkasa tersebut (Pasal II ayat 2 Konvensi Registrasi 1975 )

(c) Isi dari registrasi ditentukan oleh negara yang bersangkutan (Pasal II ayat 3 Konvensi Registrasi 1975) d) Sekretaris Jendral PBB dapat juga membuat registrasi yang memuat ketentuan-ketentuan sebagai berikut: 1) Nama negara peluncur; 2) Nomor registrasi; 3) Tanggal dan tempat peluncuran; 4) Memuat parameter parameter seperti periode nodal, inklinasi, apogee (titik orbit terjauh); perigee (titik orbit terdekat bumi), terdapat dalam Pasal II ayat 1 Konvensi Registrasi 1975.

## 2. Pengaturan Internasional Tentang Kewajiban Kerja Sama Dalam Kegiatan Ruang Angkasa

Prinsip kerjasama ini akan menjadi suatu keharusan bila menyangkut pelaksanaan Pasal V Perjanjian Ruang Angkasa Luar 1967: *”State Parties to the Treaty shall regard astronauts as envoys of mankind in outer space and shall render to them all possible assistance in the event of accident, distress, or emergency landing on the territory of another State Party or on the high seas. When astronauts make such a landing, they shall be safely and promptly returned to State of registry of their space vehicle”*

### D. Pengaturan Hukum Internasional terkait Sampah Luar Angkasa Tak Teridentifikasi

G.P. Zukhov mengatakan bahwa “Hukum ruang angkasa dapat didefinisikan sebagai jumlah total dari aturan-aturan hukum internasional yang mengatur hubungan antara negara-negara dan organisasi internasional berhubungan dengan aktivitas ruang angkasa mereka dan membangun sebuah rezim hukum internasional untuk ruang angkasa dan benda angkasa lainnya” Berikut berbagai peraturan hukum terkait sampah luar angkasa yang tidak teridentifikasi

#### (1) *Outer Space Treaty 1967*

Perjanjian Ruang Angkasa 1967 atau yang biasa dikenal *Outer Space Treaty 1967* adalah landasan hukum untuk pembuatan aturan-aturan tentang aktivitas manusia di luar angkasa yang termasuk Bulan dan objek langit lainnya. Berdasarkan prinsip-prinsip yang terdapat dalam Perjanjian Angkasa Luar 1967 tersebut, Perserikatan Bangsa-Bangsa telah membentuk Komite Penggunaan Damai Ruang Angkasa (*United Nation Committee on the Peaceful Uses of Outer Space* yang disingkat UNCOPUOS) atau disingkat UNCOPUOS yang bertujuan menciptakan regulasi internasional mengenai kegiatan di luar angkasa, yaitu:

(a) *Rescue Agreement 1968*

(b) *Liability Convention 1972*

(c) *Registration Convention 1975*

(d) *Moon Agreement 1978*

Outer Space Treaty 1967 terdiri dari pendahuluan dan 17 pasal yang berisi tentang berbagai hal yang harus dipatuhi oleh negara-negara dalam menjelajahi dan menggunakan ruang angkasa, termasuk bulan dan benda langit lainnya (Santriana1 & Atika, 2024).

(2) *Liability Convention 1972*

Tanggung jawab negara dalam penanganan sampah luar angkasa juga diatur dalam *Liability Convention 1972*, yaitu: Pasal II menggambarkan prinsip tanggung jawab mutlak (absolute liability) bagi negara peluncur dalam hal terjadi kerusakan akibat objek luar angkasa di permukaan Bumi atau terhadap pesawat udara dalam penerbangan. Ketentuan ini mencerminkan pentingnya perlindungan hukum bagi negara dan individu yang terdampak oleh aktivitas luar angkasa, tanpa harus membuktikan adanya kesalahan atau kelalaian dari pihak peluncur. Oleh karena itu, negara yang meluncurkan atau memfasilitasi peluncuran objek luar angkasa tetap berkewajiban membayar kompensasi apabila terjadi insiden, bahkan jika kejadian tersebut bersifat tidak disengaja. Pasal III mengatur tanggung jawab negara peluncur atas kerusakan yang terjadi di luar permukaan Bumi, termasuk terhadap objek luar angkasa negara lain atau astronaut. Dalam kasus tabrakan atau kerusakan akibat sampah antariksa, negara peluncur hanya bertanggung jawab jika terbukti ada kesalahan atau kelalaian. Ancaman terhadap keselamatan astronaut, seperti tabrakan dengan puing-puing luar angkasa atau kegagalan teknis yang disebabkan oleh kelalaian, bisa menjadi masalah serius dalam hal ini. Misalnya, jika puing dari satelit atau roket yang diluncurkan oleh suatu negara menabrak stasiun luar angkasa atau wahana antariksa yang berisi astronaut, negara peluncur objek yang menyebabkan kerusakan hanya akan bertanggung jawab jika bisa dibuktikan bahwa kecelakaan tersebut akibat kesalahan atau kelalaian. Pasal IV ayat (1) mengatur mengenai jika kerusakan pada objek luar angkasa, orang, atau properti di dalamnya disebabkan oleh objek negara lain, kedua negara peluncur bertanggung jawab bersama.

Dengan kondisi sebagai berikut: (a) Kerusakan di permukaan Bumi atau pesawat udara merupakan tanggung jawab mutlak tanpa perlu pembuktian kesalahan. (b) Kerusakan di luar permukaan Bumi merupakan tanggung jawab berdasarkan tingkat kesalahan salah satu atau kedua negara peluncur.

### (3) *Rescue Agreement* 1967

Perlindungan terhadap keselamatan astronaut dalam hal ancaman dari sampah luar angkasa secara tidak langsung diatur dalam *Rescue Agreement 1961*, antara lain: Pasal I mengatur bahwa Setiap negara peserta yang menerima informasi atau menemukan awak pesawat antariksa yang mengalami kecelakaan, darurat, atau pendaratan tidak terduga di wilayahnya wajib untuk memberikan bantuan segera serta memberitahu negara peluncur dan Sekretaris Jenderal PBB. Contohnya adalah ketika sampah luar angkasa menyebabkan kerusakan pada wahana antariksa sehingga astronaut terdampar, negara penerima wajib menyelamatkan mereka. Pasal II menjelaskan bahwa jika astronaut mendarat di wilayah yurisdiksi negara peserta, negara tersebut harus menyelamatkan dan memberikan pertolongan medis serta mengembalikan astronaut ke negara peluncur. Implikasinya ketika terdapat ancaman sampah luar angkasa yang menyebabkan kerusakan wahana antariksa tetap mengikat negara penerima untuk bertindak.

Pasal IV mengatur suatu kondisi ketika astronaut yang terdampar di laut bebas atau wilayah tanpa yurisdiksi wajib diselamatkan dan dikembalikan ke negara peluncur. *Rescue Agreement 1967* memberikan perlindungan reaktif bagi astronaut dalam keadaan darurat, termasuk yang disebabkan oleh sampah luar angkasa. Sampah luar angkasa dapat menyebabkan kerusakan pada pesawat luar angkasa, kebocoran tekanan, atau kegagalan sistem yang memicu keadaan darurat. Perjanjian ini hanya mengatur tindakan pascakejadian (setelah ancaman terjadi) dan tidak mengatur langkah pencegahan atau mitigasi risiko sampah luar angkasa. Sehingga tidak memberikan kewajiban bagi negara untuk membersihkan sampah luar angkasa yang membahayakan misi astronaut (Adzkie et al. 2025)

## **E. Tanggung Jawab Negara Peluncur Terhadap Pengelolaan Sampah Ruang Angkasa**

Subjek hukum internasional yang paling utama adalah negara. Tanggung jawab negara merupakan prinsip dasar di bawah hukum internasional, yang dibuat secara alami dari sistem hukum internasional, doktrin penguasa serta kesetaraan bagi setiap negara. Dalam jurnal (Zhafran et al. 2023) Morris Forkosch berpendapat bahwa tanggung jawab dan kewajiban dalam konteks kegiatan ruang angkasa ialah memuat sejumlah besar ketentuan yang mengatur baik itu prinsip tanggung jawab dalam hukum internasional maupun sejumlah ketentuan tentang kewajiban atas kerusakan disebabkan

oleh benda-benda ruang angkasa dan aktivitas ruang angkasa. Setiap individu, kelompok atau negara yang melakukan suatu tindakan yang merugikan pihak lain maka dapat dituntut dan dikenakan pertanggungjawaban.

Berikut beberapa upaya pertanggung jawaban dalam penanggulangan pembersihan sampah antariksa yang dapat dilakukan:

1. Mitigasi, bersifat pasif sebagaimana dinyatakan dalam *United Nation Space Debris Guideline*. Pedoman diajukan oleh NASA ke negara-negara maju dalam *International Debris Coordination (IADC)*. Sebuah studi NASA pada tahun 1990-an oleh John Kessler dkk yang juga dilakukan oleh negara lain mengungkapkan bahwa mitigasi puing antariksa tidak akan efektif di masa depan. Diproyeksikan dalam 200 tahun ke depan, jumlah puing antariksa akan meningkat secara eksponensial meskipun tidak ada lagi satelit yang diluncurkan sejak 2005, terutama di LEO (*low earth orbit*) (<2000Km).
2. Meminimalkan akibat limbah yang dihasilkan, dengan cara menggunakan teknik ADR (*active debris removal*) menggunakan laser, jaring besar, dan lengan robot. Ini telah dilakukan oleh negara Swiss. Tahun lalu Swiss mempresentasikan desain lengan robotiknya pada sidang PBB. Namun dari segi biaya, satelit lengan robotik ini tergolong mahal (Chairunnisa dan Rosmawati 2021)

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur untuk menganalisis kebijakan dan regulasi internasional terkait sampah antariksa, dengan populasi mencakup dokumen kebijakan, regulasi, dan literatur akademik yang relevan, serta sampel yang dipilih melalui purposive sampling berdasarkan signifikansi terhadap regulasi global. Data dikumpulkan dari dokumen kebijakan organisasi internasional, jurnal akademik, dan laporan penelitian, kemudian dianalisis menggunakan pendekatan Miles dan Huberman yang mencakup reduksi data untuk menyeleksi informasi penting, penyajian data dalam bentuk naratif atau visual untuk memudahkan analisis, serta penarikan kesimpulan yang diverifikasi berdasarkan bukti valid guna memastikan kredibilitas temuan.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Dampak *Space Debris*

Sampah ruang angkasa telah menjadi masalah yang ada selama bertahun-tahun. Umat manusia perlu berhenti memikirkan orbit planet hanya sebagai bagian dari luasnya ruang



angkasa, dan ingat bahwa itu, pada kenyataannya, adalah bagian dari lingkungan kita . Sebelum abad ke 20, ruang angkasa yang mengelilingi bumi adalah lingkungan yang murni. Pada saat ini, bumi dikelilingi oleh lingkungan yang penuh sampah di ruang angkasa, dan orbitnya sangat tercemar oleh puing-puing ruang angkasa maupun satelit yang tidak terpakai. Puing-puing ruang angkasa adalah puing-puing yang tersisa dari objek diluncurkan ke ruang angkasa, dan mencakup segala sesuatu mulai dari satelit terlantar (Sitompul, 2021) Puing-puing orbit terus meningkat dan menimbulkan masalah, karena saat puing-puing bergerak di orbit, potongan-potongannya bertabrakan dan pecah, sehingga menciptakan lebih banyak puing. Salah satu sumber utama puing-puing orbital adalah roket yang meledak

Menurut (Prasetyanto, 2022) memperkirakan jumlah total benda puing ruang angkasa di orbit Bumi berada dalam urutan:

1. 29.000 - untuk ukuran lebih besar dari 10 cm
2. 670.000 - untuk ukuran lebih besar dari 1 cm
3. Lebih dari 170 juta - untuk ukuran lebih besar dari 1 mm.

Ini sangat meningkatkan kemungkinan satelit yang rusak meluncur ke satelit lain objek yang mengorbit, baik itu satelit lain atau puing-puing, dan terus berlanjut siklus pembentukan puing-puing. Menurut perhitungan ilmiah, kecepatan lari satu puing antariksa akan mencapai 15 kilometer per detik. Yaitu, puing-puing ruang angkasa yang lebih besar dari level cm sepenuhnya mampu merusak satelit di orbit atau pesawat ruang angkasa dalam operasi normal pada saat yang sama, partikel halus mampu memecah selubung satelit buatan manusia, mengenai sistem kontrol internal, dan akibatnya merusak satelit dan pesawat ruang angkasa. Bahkan untuk beberapa partikel kecil yang berjalan dengan kecepatan rendah dapat merusak bagian permukaan pesawat ruang angkasa atau benda ruang angkasa sampai batas tertentu, akan membentuk lubang tumbukan di permukaan benda ruang angkasa, serta akan mengubah kinerja permukaan benda ruang angkasa dan menyebabkan efek buruk pada aktivitas ruang angkasa selanjutnya.

## **B. Evaluasi Efektivitas Kebijakan Internasional dalam Penanganan Sampah Antariksa**

Kebijakan internasional dalam mengelola sampah antariksa telah dirintis sejak era awal eksplorasi luar angkasa. Salah satu perjanjian penting adalah *Outer Space Treaty 1967*, yang menetapkan bahwa ruang angkasa adalah wilayah bebas bagi semua umat manusia dan harus digunakan untuk tujuan damai. Selain itu, *Liability Convention 1972*

menegaskan bahwa negara peluncur bertanggung jawab penuh atas kerusakan yang disebabkan oleh benda antariksa mereka, baik di permukaan Bumi maupun di ruang angkasa. *Registration Convention 1975* mewajibkan negara untuk mendaftarkan setiap peluncuran kepada PBB sebagai bentuk transparansi. Namun, meskipun kerangka hukum ini sudah terbentuk, implementasinya masih lemah. Tidak ada mekanisme penegakan hukum yang efektif untuk memaksa negara atau perusahaan swasta mematuhi aturan mitigasi debris, dan belum ada kewajiban hukum internasional yang eksplisit untuk membersihkan debris yang sudah ada.

Hal tersebut sesuai dengan penelitian Adzkia,dkk yang menyebutkan alasan mengapa kebijakan-kebijakan tersebut belum efektif (Adzkia *et al.*, 2025) :

### **1. *Outer Space Treaty 1967***

Outer Space Treaty 1967 merupakan perjanjian internasional paling fundamental dalam hukum ruang angkasa. Perjanjian ini menetapkan prinsip-prinsip dasar seperti tanggung jawab negara atas seluruh aktivitas luar angkasa, baik oleh entitas pemerintah maupun non-pemerintah (Pasal VI), pertanggungjawaban atas kerusakan yang ditimbulkan oleh objek luar angkasa (Pasal VII), serta yurisdiksi dan kepemilikan negara peluncur atas objek luar angkasa yang diluncurkannya (Pasal VIII). Keunggulan perjanjian ini terletak pada kemampuannya menciptakan kerangka hukum yang universal dan mengatur tata kelola luar angkasa secara damai. Namun demikian, perjanjian ini memiliki sejumlah kelemahan, khususnya dalam konteks penanganan sampah antariksa. Outer Space Treaty tidak secara eksplisit mengatur kewajiban negara dalam mencegah atau membersihkan sampah luar angkasa, tidak mencantumkan sanksi bagi pelanggaran, dan tidak menjawab permasalahan atribusi tanggung jawab terhadap puing-puing luar angkasa yang tidak dapat diidentifikasi. Ketidadaan instrumen penegakan hukum membuat perjanjian ini lemah dalam hal implementasi praktis di lapangan.

### **2. *Liability Convention 1972***

*Liability Convention 1972* merupakan instrumen hukum yang dirancang untuk menetapkan tanggung jawab negara terhadap kerusakan yang ditimbulkan oleh objek luar angkasa. Konvensi ini memiliki dua jenis rezim tanggung jawab: tanggung jawab mutlak atas kerusakan di permukaan Bumi dan terhadap pesawat udara (Pasal II), serta tanggung jawab berbasis kesalahan untuk kerusakan yang terjadi di luar angkasa (Pasal III). Kelebihan konvensi ini adalah adanya jaminan kompensasi bagi pihak yang dirugikan, tanpa perlu membuktikan kesalahan dalam kasus di Bumi. Namun, kelemahan utama dari konvensi ini terletak pada sulitnya pembuktian kesalahan dalam

kecelakaan di luar angkasa, khususnya pada sampah antariksa yang kecil atau tidak teridentifikasi. Atribusi kepemilikan terhadap debris sangat rumit, sementara kerusakan yang terjadi akibat serpihan yang tidak bisa dilacak sering kali tidak dapat dikaitkan dengan negara peluncur secara sah. Hal ini menyebabkan banyak kasus kerusakan tidak dapat diselesaikan secara hukum, karena minimnya bukti kausalitas dan teknologi pelacakan yang terbatas.

### 3. ***Registration Convention 1975***

Registration Convention 1975 melengkapi dua perjanjian sebelumnya dengan menetapkan kewajiban pendaftaran objek luar angkasa ke Perserikatan Bangsa-Bangsa. Setiap negara peluncur diwajibkan mencatat objek-objek luar angkasa yang diluncurkan ke orbit atau luar angkasa, termasuk data teknis seperti parameter orbit dan waktu peluncuran. Tujuan dari konvensi ini adalah untuk meningkatkan transparansi dan akuntabilitas dalam aktivitas luar angkasa. Kelebihannya terletak pada kemampuannya mendukung sistem identifikasi objek luar angkasa yang memungkinkan atribusi tanggung jawab secara hukum. Namun demikian, konvensi ini hanya mengatur pendaftaran objek saat peluncuran dan tidak memiliki ketentuan lanjutan jika objek tersebut menjadi puing atau sampah. Akibatnya, debris yang tidak terdaftar atau tidak lagi dapat dikenali tidak tercakup dalam sistem pendaftaran ini. Selain itu, tidak terdapat sanksi atau tekanan hukum bagi negara yang tidak melaporkan atau memperbarui informasi objek luar angkasa mereka, sehingga pelaksanaan konvensi ini bersifat terbatas dan bergantung pada komitmen sukarela negara-negara anggota.

### **C. Kegagalan Implementasi oleh Negara Peluncur dalam Pengelolaan Sampah Antariksa (Amerika Serikat-China)**

Kebijakan penanganan sampah antariksa oleh China dan Amerika Serikat dinilai belum efektif meskipun kedua negara telah melakukan upaya pembersihan, karena terdapat tiga masalah mendasar yang tidak tertangani.

Pertama, terjadi ketidakseimbangan signifikan antara volume sampah yang dihasilkan dan upaya pembersihan. China bertanggung jawab atas 42% sampah di Orbit Bumi Rendah (LEO), sementara Amerika Serikat menyumbang 27,5%, tetapi upaya pembersihan mereka selama 10 tahun terakhir hanya mencakup 15–20% (China) dan 25–30% (AS) dari total sampah yang mereka hasilkan. Ketimpangan ini diperparah oleh proyek-proyek baru seperti mega-konstelasi *SpaceX* yang berencana meluncurkan 11.000 satelit baru ke LEO, sehingga pertumbuhan sampah baru jauh melampaui kapasitas pembersihan.

Kedua, metode pembersihan yang digunakan tidak konsisten dan kontraproduktif. Amerika Serikat (melalui NASA) lebih mengandalkan strategi mitigasi seperti koordinasi kebijakan internasional dan remediasi terbatas untuk sampah berukuran kecil, tanpa tindakan masif terhadap sampah besar. Sementara China menggunakan laser penghancur yang justru menghasilkan puing-puing kecil tidak terkendali, seperti pada insiden tabrakan puing satelit Fengyun 1C dengan satelit Rusia BLITS tahun 2013. Biaya pembersihan yang sangat tinggi (misalnya \$4.000–\$60.000 per kg untuk metode controlled re-entry) juga menjadi penghambat pelaksanaan rutin.

Ketiga, kelemahan regulasi internasional dalam *Outer Space Treaty 1967* menjadi akar masalah. Perjanjian ini hanya mengatur tanggung jawab negara atas aktivitas antariksa (Pasal VI), liabilitas kerusakan (Pasal VII), dan yurisdiksi objek (Pasal VIII), tetapi tidak menjabarkan mekanisme teknis pembersihan, jangka waktu wajib, atau sanksi bagi pelanggar. Akibatnya, kebijakan pembersihan bersifat sukarela (*soft law*) dan tidak memadai untuk mencegah risiko seperti *Kessler Syndrome* (reaksi berantai tabrakan sampah) atau insiden kerusakan fasilitas antariksa, contohnya kerusakan lengan robot ISS akibat tabrakan puing tahun 2021 (Nugraha, Simangunsong dan Septaria, 2024).

Dengan demikian, upaya pembersihan yang ada hanya bersifat parsial dan tidak menyelesaikan masalah inti. Tidak adanya instrumen hukum internasional yang mengikat untuk menetapkan standar metode, jadwal pembersihan rutin, serta sanksi tegas. Solusi berkelanjutan dan memerlukan perjanjian baru yang mewajibkan kolaborasi global, alih teknologi, dan pendanaan bersama demi menyeimbangkan eksplorasi antariksa dengan pelestarian lingkungan orbit.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun telah ada berbagai kebijakan dan regulasi internasional terkait penanganan sampah antariksa, seperti *Outer Space Treaty 1967*, *Liability Convention 1972*, dan *Registration Convention 1975*, implementasi dan kepatuhan terhadap regulasi tersebut masih menghadapi tantangan besar. Kurangnya mekanisme penegakan hukum yang efektif serta koordinasi antarnegara dalam mitigasi space debris menyebabkan terus meningkatnya jumlah sampah antariksa, yang berpotensi mengancam operasional satelit dan keberlanjutan eksplorasi luar angkasa. Selain itu, kegagalan beberapa negara peluncur dalam mengelola sampah antariksa secara optimal memperburuk kondisi ini. Oleh karena itu, diperlukan standar internasional yang lebih jelas dan mekanisme implementasi yang kuat guna

memastikan pengelolaan sampah antariksa yang berkelanjutan serta keamanan eksplorasi ruang angkasa di masa depan.

## 6. DAFTAR REFERENSI

- Adzkia, N. *et al.* (2025) “Tantangan Hukum dan Keamanan dalam Mitigasi Sampah Luar Angkasa Tak Teridentifikasi: Ancaman bagi Misi Antariksa dan Keselamatan Astronaut,” (4), hal. 1–15.
- Akbar, D., Setiawan, A., Mariani, M., Adhayanto, O., Okparizan, O., & Yudiatmaja, WE (2021). Kesadaran dan kepedulian lingkungan atas tumpahan minyak lintas batas di Pulau Bintan: Hasil analisis awal. *Web Konferensi E3S*, 324, 06003. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202132406003>
- Ardi, S. Urgensi Dibentuknya Badan Peradilan Khusus Lingkungan Internasional Dan Badan Pembersih Sampah Antariksa (Space Debris). *Opinio Juris*.
- Chairunnisa, C.D. dan Rosmawati (2021) “TANGGUNG JAWAB NEGARA DALAM PENGUPAYAAN PEMBERSIHAN SAMPAH ANTARIKSA ( SPACE DEBRIS ) DITINJAU DARI HUKUM INTERNASIONAL STATE RESPONSIBILITY IN THE ATTEMPT TO CLEAN UP THE SPACE DEBRIS PENDAHULUAN Teknologi antariksa merupakan suatu teknologi yang berfungsi,” 5(2), hal. 97–105.
- El Renova, Ed., & Siregar, dkk. (2024). Tinjauan hukum internasional tentang upaya mitigasi puing-puing luar angkasa. *Jurnal Internasional Penelitian Pendidikan & Ilmu Sosial*, 5(2), 217–223. <https://doi.org/10.51601/ijersc.v5i2.790>
- Kuntoro, T. 2006. *Pengembangan Kurikulum Pelatihan Magang di STM Nasional Semarang: Suatu Studi Berdasarkan Dunia Usaha*. Tesis tidak diterbitkan. Semarang: PPS UNNES
- Mulyana, B. dan Hidayat, A. (2019) “Penanganan Sampah Luar Angkasa Dalam Kerangka Hukum Internasional,” *Jurnal Ilmu Politik dan Komunikasi*, IX(1). Tersedia pada: <https://www.google.co.id/amp/s/amp.space.com/1467>.
- Nugraha, R.I., Simangunsong, R.J. dan Septaria, E. (2024) “Penanganan Sampah Satelit Ruang Angkasa Pada Low Earth Orbit Berdasarkan Hukum Internasional,” 9(2), hal. 430–445.
- Parthasarathi, S., & Mali, K. R. (2020). Puing-puing luar angkasa: Jenis, dampak, dan mitigasi. *Jurnal Internasional untuk Penelitian & Pengembangan Ilmiah (IJSRD)*, 8(10), 123-130. [IJSRDV8I100224\[1\].pdf](https://www.ijerdt.com/index.php/ijerdt/article/view/100224/1)
- Permata, CQ N, & Khasanah, NBU (2021). Tata kelola puing-puing luar angkasa: Perspektif hukum internasional. *Tinjauan Kebijakan & Sosial*, 1(2), 81-89. [53-Other-213-1-10-20220206\[1\].pdf](https://doi.org/10.24198/padjir.v4i1.33825)
- Pitunov, B. 13 Desember 2007. Sekolah Unggulan Ataukah Sekolah Pengunggulan ? *Majalah Pos*, hlm. 4 & 11
- Prasetyanto, E.R. (2022) “Padjajaran Journal of International Relations ( PADJIR ) Kebijakan Uni Eropa dalam Menangani Sampah Antariksa,” 4(1), hal. 20–35. Tersedia pada: <https://doi.org/10.24198/padjir.v4i1.33825>.
- Simamora, S.U. (2016) “Tanggungjawab Negara Peluncur Benda Angkasa Terkait Masalah Sampah Luar Angkasa (Space Debris) Berdasarkan Liability Convention 1972,” *JOM*

- Fakultas Hukum*, 3(2), hal. 49–58. Tersedia pada: <https://www.google.co.id/amp/s/amp.space.com/1467>.
- Sitompul, M.N. (2021) “Tanggung Jawab Negara Peluncur Terhadap Sampah Ruang Angkasa Menurut Hukum Lingkungan Internasional,” *Iuris Studia: Jurnal Kajian Hukum*, 2(2), hal. 115–123. Tersedia pada: <https://doi.org/10.55357/is.v2i2.94>.
- Susilo, HE, & Vernando, I. (2021). Studi kesiapan Laboratorium Pusat Teknologi Satelit LAPAN sebagai laboratorium pengujian produk Cube Satellite (CubeSat) sesuai dengan ISO 17025:2017. Dalam *Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Standardisasi 2020* (hlm. 155–164).
- Waseso, M.G. 2001. *Isi dan Format Jurnal Ilmiah*. Makalah disajikan dalam Seminar Lokakarya Penulisan artikel dan Pengelolaan jurnal Ilmiah, Universitas Lambungmangkurat, 9-11 Agustus
- Yusvitasari, D. (2020). Tanggung jawab negara dari adanya space debris luar angkasa. *Jurnal Media Komunikasi Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan*, 2(1), [halaman jika diketahui]. [STATE RESPONSIBILITY DARI ADANYA SPACE DEBRIS LUAR ANGKASA\[1\].pdf](#).
- Zein, A. (2022). *Eksplorasi Luar Angkasa dan Pencapaian Manusia*. Bandung: Pustaka Angkasa.
- Zhafran, A.M., Lestari, M.M. dan Sc, M. (2023) “UPAYA PEMBERSIHAN SAMPAH RUANG ANGKASA SEBAGAI PENANGANAN SAMPAH RUANG ANGKASA BERDASARKAN SPACE TREATY 1967,” 2(7), hal. 1919–1938. <https://lapan.go.id/index.php/subblog/read/2016/3055/Serpihan-Roket-Falcom-9-diSumenep-Jadi-Sampah-Antariksa-Terbesar/1580> .Diakses Pada Tanggal 25 Mei 2025.