

DAMPAK SPACE DEBRIS TERHADAP KEAMANAN ANTARIKSA DAN UPAYA PENANGANANNYA

Melissa Retno Kusumaningtyas

Peneliti

Pusat Kajian Kebijakan Penerbangan dan Antariksa

Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional

Email : melissa.retno@lapan.go.id

Abstract

The growing number of spacecraft objects launched into orbit is directly proportional to the increasing amount of debris space in space, which has a detrimental effect on space security. Not only have a negative impact on space security, space debris also has an impact on the long-term sustainability of the use of space. It is of international concern that the issue of space debris is discussed as an important issue in the international space forum. So far the efforts of countries in international forums in addressing debris space have resulted in some guidelines. These guidelines are designed to prevent and deal with the rising amount of space debris in space.

Abstrak

Semakin banyaknya objek antariksa yang diluncurkan ke orbit berbanding lurus dengan meningkatnya jumlah space debris di antariksa, hal ini memberikan dampak yang membahayakan pada keamanan antariksa. tidak hanya berdampak negatif pada keamanan antariksa, space debris juga memberikan dampak pada keberlanjutan penggunaan antariksa dalam jangka panjang. Hal tersebut menjadi perhatian dunia internasional sehingga isu space debris dibahas sebagai isu penting dalam forum keantariksaan internasional. Sejauh ini upaya negara-negara di forum internasional dalam mengatasi space debris telah menghasilkan beberapa pedoman. Pedoman-pedoman ini dibuat sebagai upaya untuk mencegah dan menangani meningkatnya jumlah space debris di antariksa,

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Diluncurkannya satelit bumi Sputnik pada tahun 1957 oleh Rusia, merupakan awal dari dimulainya era teknologi antariksa, meski masa aktif dari Sputnik hanya bertahan 2 bulan saja, namun hal tersebut membuka mata dunia akan teknologi baru dan juga mengawali kompetisi penjelajahan antariksa diantara Amerika Serikat dan Rusia. Hal ini dibuktikan dengan diluncurkannya Vanguard I oleh Amerika Serikat pada tahun 1958. Hal ini memicu negara-negara lain untuk turut andil dalam penguasaan teknologi antariksa hingga saat ini.

Seiring dengan berkembangnya teknologi satelit dan meningkatnya ketergantungan manusia akan penggunaan teknologi satelit, semakin banyak pula satelit yang diluncurkan ke antariksa. Setelah lebih dari 50 tahun dari berlangsungnya kegiatan keantariksaan, lebih dari 4800 peluncuran telah menempatkan sekitar 6000 satelit di setiap lapisan orbit, baik itu di *Low Earth Orbit* (LEO), *Medium Earth Orbit* (MEO), maupun *Geosynchronous Orbit* (GEO). Semakin meningkatnya peluncuran satelit menyebabkan kejenuhan di orbit bumi, satelit-satelit yang diluncurkan dan yang telah terpasang di orbit semakin banyak, baik satelit yang masih berfungsi maupun satelit yang sudah tidak lagi berfungsi.

Kejenuhan antariksa merupakan salah satu penyebab terjadinya tubrukan antara objek antariksa yang satu dengan objek antariksa yang lain. Tidak hanya itu, objek antariksa juga rentan akan tubrukan dengan benda langit seperti meteoroid dan lainnya yang menyebabkan benda antariksa menjadi kehilangan fungsinya. Tidak hanya kehilangan fungsinya namun tubrukan antar benda antariksa juga menghasilkan puing-puing dan pecahan-pecahan kecil di lingkungan antariksa. Benda-benda antariksa yang sudah tidak berfungsi dalam berbagai ukuran inilah yang disebut dengan sampah antariksa atau yang lebih dikenal dengan sebutan *space debris*.

Space debris merupakan permasalahan yang terus dibahas dalam forum internasional karena keberadaannya tidak hanya memberikan dampak dan ancaman bagi keamanan lingkungan di antariksa namun juga keselamatan kehidupan manusia di bumi. Tidak hanya itu space debris juga dapat memberikan dampak

secara politis. Vitaly Adushkin, seorang peneliti dari Institute of Geosphere Dynamics, Rusia mengatakan bahwa space debris mengancam konflik politik maupun konflik militer antar negara.

Peristiwa uji coba senjata anti satelit (ASAT) yang dilakukan oleh Cina yang ditembakkan ke satelitnya sendiri pada tahun 2007, serta peluncuran interceptor misil pertahanan untuk menghancurkan satelitnya, tidak hanya berdampak pada keamanan antariksa saja namun juga menjadi polemik di antara negara-negara karena mengancam keselamatan dan benda antariksa negara lain, yang dapat memicu konflik antar negara dan mengancam stabilitas internasional.

Dengan demikian dapat dibayangkan dampak dan ancaman space debris di masa depan, isu space debris menjadi isu yang rumit dan berpotensi menyebabkan konflik antar negara. Isu space debris telah menjadi salah satu mata agenda yang terus dibahas dan diperhatikan perkembangannya dalam forum United Nations Committee on Peaceful Uses of Outer Space (UNCOPUOS). Serangkaian pengaturan untuk menangani dan mengurangi space debris telah dibentuk, hal ini menjadi bentuk upaya negara-negara untuk mengatasi isu space debris. Namun demikian dampak dan ancaman di masa mendatang mengenai space debris masih harus terus dibahas demi terciptanya keamanan dan keselamatan di setiap aspek.

1.2. Permasalahan

Berdasarkan uraian dalam latar belakang di atas, yang menjadi permasalahan makalah ini adalah bagaimana dampak space debris terhadap keamanan antariksa dan upaya penanganannya.

1.3. Tujuan

Penelitian ini ditujukan untuk mengkaji mengenai dampak space debris terhadap keamanan antariksa dan upaya penanganannya. Hasil kajian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan masukan atau kajian lebih lanjut terkait isu space debris.

1.4. Metodologi

Metode yang digunakan adalah deskriptif yaitu menggunakan data ataupun informasi tentang ancaman dan upaya yang dilakukan dalam penanganan space debris. Data maupun informasi yang dihimpun dan selanjutnya dianalisa dengan mendeskripsikan dan kemudian melakukan interpretasi pada fenomena tersebut. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah metoda kepustakaan (library research) melalui berbagai referensi baik buku, jurnal ilmiah maupun sumber-sumber lain yang dinilai relevan. Referensi kepustakaan tersebut diperoleh dari perpustakaan dan internet.

2. SPACE DEBRIS

2.1. Definisi space debris

Seperti yang telah diketahui sampai saat ini belum ada definisi space debris yang disepakati dalam perjanjian internasional. Dalam pedoman Inter-Agency Space Debris Coordination Committee (IADC) definisi space debris adalah semua benda buatan manusia termasuk bagian-bagian dan unsur-unsur yang melekat di dalamnya yang berada di orbit bumi atau memasuki lapisan atmosfer, yang sudah tidak berfungsi (IADC 2002). Definisi versi IADC tersebut juga menjadi rujukan dalam pembahasan isu sampah antariksa pada sidang sub komite ilmiah dan teknik UNCOPUOS. Pada pedoman mitigasi sampah antariksa PBB dinyatakan bahwa sumber utama dari sampah antariksa di orbit bumi meliputi :

- a. Pelepasan kepingan-kepingan (*fragments*) ke orbit bumi baik yang disengaja maupun tidak disengaja, sehingga menyebabkan pembentukan sampah antariksa dalam waktu lama.
- b. Sampah antariksa yang dilepaskan secara sengaja selama pengoperasian pesawat antariksa dan wahana peluncur memasuki orbit.

Keberadaan space debris dimulai sejak peluncuran satelit sputnik oleh Rusia pada tahun 1957. Sejak saat itu negara-negara berlomba untuk menguasai teknologi antariksa dan meluncurkan satelit ke antariksa. Keberadaan benda antariksa dapat dikelompokkan dalam jenis orbit, yaitu :

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

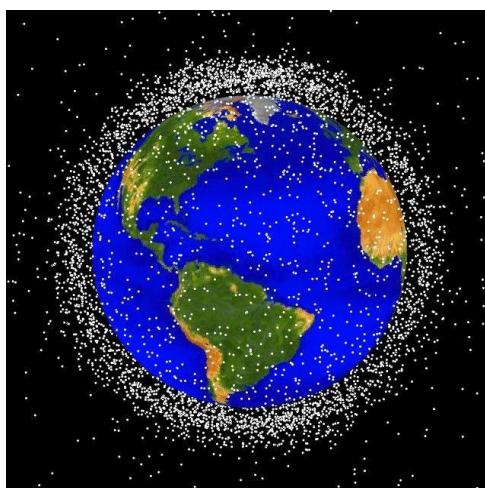
Lebih dari 4800 peluncuran telah menempatkan lebih dari 6000 satelit di berbagai orbit dan kurang dari 1000 benda antariksa buatan manusia yang saat ini masih aktif. Berdasarkan data yang didapat dari European Space Agency pada tahun 2013, kepadatan space debris mencapai 29.000 objek yang ukurannya lebih dari 10 cm, 670.000 objek yang ukurannya lebih dari 1 cm dan lebih dari 170.000.000 objek berukuran lebih dari 1 mm. Jumlah ini tentunya semakin meningkat setiap tahunnya dan hal ini merupakan ancaman bagi keamanan lingkungan antariksa. Secara umum penyebab keberadaan space debris dikelompokkan menjadi tiga penyebab, yaitu :

- a. Misi antariksa
- b. Kecelakaan
- c. Kesengajaan

Seperti yang telah diketahui bahwa setiap misi antariksa seperti peluncuran satelit ke orbit melewati tahap pelepasan. Dalam proses penempatan benda antariksa/satelit terdapat beberapa bagian/komponen yang menyertai dan terlepas pada saat peluncurannya, antara lain seperti bekas tangki, bahan bakar roket, selongsong roket dan lain sebagainya. Bagian/komponen yang terlepas itu menjadi space debris.

Selain space debris yang disebabkan oleh misi antariksa, kecelakaan juga merupakan salah satu penyebab dari terjadinya space debris, tubrukan antara objek antariksa satu dengan yang lain maupun tubrukan antara debris yang sudah ada di antariksa menimbulkan pecahan debris yang baru. Tubrukan antara objek antariksa satu dengan yang lain pernah terjadi pada satelit Kosmos milik Rusia yang menabrak satelit Iridium milik Amerika Serikat pada tahun 2009, berdasarkan data yang diperoleh dari NASA tubrukan antar satelit ini menyebabkan setidaknya 1000 puing debris berukuran 10 cm.

Penyebab keberadaan space debris yang terakhir adalah yang disebabkan oleh kesengajaan, salah satu contoh konkritnya adalah uji coba senjata anti satelit (ASAT) yang dilakukan oleh Cina yang menghancurkan satelitnya sendiri. Menurut hasil tracking yang dilakukan oleh Amerika Serikat, dampak dari uji coba ASAT menghasilkan setidaknya 2.087 pecahan debris yang berukuran besar dan merupakan jumlah debris terburuk.



Gambar 2.1. Space debris yang berada di orbit bumi
(sumber:NASA)

Seiring dengan berkembangnya isu space debris dan meningkatnya keprihatinan terkait isu ini, negara-negara pengembang dan pengguna antariksa mulai membahas isu space debris dalam forum-forum internasional, salah satu forum internasional yang membahas permasalahan space debris adalah UNCOUPOS yang merupakan badan PBB yang mengurus permasalahan keantariksaan. Di dalam

UNCOPUOS permasalahan space debris dibahas dalam dua subkomite yaitu pertama Subkomite Ilmiah Dan Teknis dan kedua Subkomite Hukum.

Dalam Subkomite Ilmiah dan Teknis, isu space debris dibahas dalam mata agenda Space Debris, dalam subkomite ini sisi teknis penanganan space debris dibahas, sedangkan di dalam Subkomite Hukum, isu space debris dibahas dari sisi pengaturan hukum dan regulasi.

Pada tahun 2007, subkomite hukum mencapai kesepakatan dengan disahkannya Space Debris Mitigation Guidelines of COPUOS, serangkaian pedoman yang memuat dasar-dasar khusus bagi negara-negara untuk di-adopt dalam mekanisme nasionalnya terkait dengan penanganan space debris. Space Debris Mitigation Guidelines sendiri terdiri dari 7 guidelines dan hingga saat ini, beberapa negara telah memasukkan guidelines ini dalam mekanisme nasionalnya.

Dalam forum UNCOPUOS sendiri negara-negara diminta untuk melaporkan mekanisme nasionalnya terkait dengan penanganan space debris yang akan dikumpulkan dalam satu compendium mengenai penanganan space debris di negara masing-masing dan sampai saat ini lebih 30 negara telah mengumpulkan laporan mengenai mekanisme nasionalnya. Beberapa negara telah memiliki mekanisme nasional terkait penanganan space debris dan meng-adopt mekanisme internasional di dalamnya, namun juga sebagian negara juga belum memiliki mekanisme nasional dan belum meng-adopt Space Debris Mitigation Guidelines of COPUOS.

2.2. Dampak terhadap keamanan antariksa

Sebelum mengenali dampak space debris terhadap keamanan antariksa, kita perlu mengetahui definisi keamanan antariksa itu sendiri. Menurut UU No.21 Tahun 2013 tentang Keantariksaan, Keamanan antariksa adalah segala upaya dan komitmen secara internasional bagi setiap Penyelenggara Keantariksaan untuk memelihara dan/atau menjamin pemanfaatan Antariksa dan benda-benda langit lainnya untuk maksud-maksud damai dan tidak menimbulkan kerusakan bagi lingkungan bumi dan Antariksa melalui keterpaduan pemanfaatan sumber daya manusia, fasilitas, dan prosedur.

Dalam keamanan antariksa terdapat 2 kategori tantangan terhadap keamanan antariksa, yaitu kategori ancaman *weaponization* antariksa dan perlombaan senjata dan kategori yang terdiri dari orbit yang padat, kekurangan channel untuk distribusi frekuensi, dan meningkatnya space debris yang berasal dari benda antariksa dan keterlibatan negara-negara dalam kegiatan keantariksaan yang semakin meningkat, serta pengembangan kegiatan antariksa oleh manusia. Dalam kategori yang kedua, space debris merupakan tantangan terhadap keamanan antariksa.

Meningkatnya jumlah space debris di antariksa tentunya memiliki dampak dan ancaman khususnya bagi keamanan keantariksaan. Keberadaan space debris mengancam keamanan keantariksaan dari sisi lingkungan keantariksaan dan juga keberlanjutan penggunaan antariksa di masa mendatang. Jika jumlah space debris semakin banyak dan tidak segera ditangani maka akan terjadi kejenuhan dan memungkinkan lingkungan antariksa tidak lagi dapat dipergunakan di masa mendatang.

Selain itu space debris juga mengancam keselamatan para astronot di antariksa. Contohnya pada tahun 2009, Stasiun Antariksa Internasional (ISS) hampir ditabrak oleh pecahan space debris yang meski diameternya hanya 0,8 cm namun memiliki kecepatan 30.000 km per jam. Hal ini tentunya mengancam jiwa para astronot yang berada dalam stasiun antariksa tersebut.

Space debris juga mengancam keselamatan dan keamanan benda antariksa lain seperti satelit-satelit yang masih berfungsi. Resiko tubrukan merupakan salah satu ancaman bagi keselamatan benda antariksa lain di orbit. Pecahan-pecahan space debris yang sangat banyak dan memiliki kecepatan tinggi tentunya berpotensi menabrak benda antariksa lain, hal ini tentunya akan sangat merugikan pihak-pihak atau negara-negara yang satelitnya terancam bertubrukan dengan space debris. Kerugian yang ditimbulkan tidak hanya dari sisi fungsi teknologi saja namun juga dari sisi ekonomi.

Peristiwa uji coba ASAT oleh Cina merupakan salah satu contoh konkrit bahwa pecahan space debris mengancam benda antariksa lain yang masih berfungsi.

2.3. Upaya penanganan space debris

Sejak dibahasnya space debris sebagai permasalahan antariksa, negara-negara melakukan berbagai upaya untuk mengatasi isu space debris yang semakin meningkat. Beberapa langkah pengaturan mengenai space debris telah dibuat berdasarkan kesepakatan negara-negara, diantara langkah-langkah tersebut salah satunya adalah langkah preventif untuk mengurangi terbentuknya space debris yang lebih banyak. Hingga saat ini ada lima

mekanisme internasional yang telah dibuat dan sudah diadopsi oleh beberapa negara dalam mekanisme nasionalnya, antara lain :

a. Inter-agency Space Debris Coordination Committee (IADC)

Merupakan guidelines yang dihasilkan oleh IADC pada tahun 2002 dan direvisi pada tahun 2007 dan pada tahun 2003 diajukan dalam sidang Subkomite Ilmiah dan Teknis. Guidelines ini mencakup seluruh dampak misi antariksa terhadap lingkungan dengan fokus pada :

- a) pembatasan pelepasan debris selama operasi normal,
- b) meminimalisir potensi on-orbit break-ups,
- c) pembuangan pasca-misi,
- d) pencegahan tubrukan di orbit.

Dalam hubungannya dengan mekanisme internasional yang lain, IADC Space Debris Mitigation Guidelines merupakan dasar dari pengembangan Space Debris Mitigation Guidelines of the Committee, yang diadopsi oleh COPUOS dan disahkan oleh majelis umum PBB pada tahun 2007. Selain itu IADC guidelines merupakan dasar dari International Organization for Standardization ISO standard 24113 “space systems-space debris mitigation”.

b. Space Debris Mitigation Guidelines of UNCOPUOS

Space Debris Mitigation Guidelines of UNCOPUOS disahkan oleh Majelis Umum PBB pada tahun 2007. Pedoman UNCOPUOS memuat 7 pedoman yang merefleksikan praktek-praktek yang dikembangkan oleh organisasi nasional dan internasional. Dan dapat diaplikasikan untuk rencana misi dan pengoperasian desain pesawat antariksa baru dan tahap orbital.

Isi dari *Space Debris Mitigation Guidelines of UNCOPUOS* memuat 7 pedoman, yaitu :

- a) Guideline 1: *Limit debris released during normal operations* (membatasi sampah pada saat pengoperasian normal)
- b) Guideline 2: *Minimize the potential for break-ups during operational phases* (mengurangi potensi kerusakan selama fase operasional)
- c) Guideline 3: *Limit the probability of accidental collision in orbit* (membatasi kemungkinan kecelakaan tubrukan di orbit)
- d) Guideline 4: *Avoid intentional destruction and other harmful activities* (menghindari penghancuran secara sengaja dan kegiatan berbahaya lainnya)
- e) Guideline 5: *Minimize potential for post-mission break-ups resulting from stored energy* (mengurangi potensi terjadinya kerusakan setelah selesainya misi akibat energi yang tersimpan)
- f) Guideline 6: *Limit the long-term presence of spacecraft and launch vehicle orbital stages in the low-Earth orbit (LEO) region after the end of their mission* (membatasi keberadaan dalam waktu lama wahana antariksa dan wahana peluncur di LEO setelah berakhirnya misi)
- g) Guideline 7: *Limit the long-term interference of spacecraft and launch vehicle orbital stages with the geosynchronous Earth orbit (GEO) region after the end of their mission* (membatasi keberadaan dalam waktu lama wahana antariksa dan wahana peluncur di GSO setelah berakhirnya misi)

Sifat hukum dari Guidelines ini tidak mengikat dan negara-negara diharapkan dapat mengaplikasikan guidelines ini dalam mekanisme nasionalnya secara sukarela. Dalam keterkaitannya dengan mekanisme internasional yang lain, konten teknis dan definisi dasar dari guidelines ini berdasar pada IADC Space Debris Mitigation Guidelines.

c. International Telecommunication Union (ITU) Recommendation S.1003.2

ITU Recommendation atau yang disebut dengan ITU-R S.1003.2 merupakan kumpulan rekomendasi yang di dalamnya menyediakan pedoman mengenai orbit-orbit pembuangan untuk satelit di Geostationary Orbit (GSO)

Untuk menghindari akumulasi objek yang tidak berfungsi dan tubrukan dengan satelit-satelit yang masih berfungsi di GSO diperlukan suatu wilayah di area GSO sehingga satelit yang masa aktifnya sudah berakhir bisa dipindahkan ke wilayah luar yang ketinggiannya lebih tinggi dibanding GSO

Rekomendasi yang dicantumkan adalah :

- a) Recommendation 1: As little debris as possible should be released into the GSO region during the placement of a satellite in orbit.
- b) Recommendation 2: Every reasonable effort should be made to shorten the lifetime of debris in elliptical transfer orbits with the apogees at or near GSO altitude.
- c) Recommendation 3: Before complete exhaustion of its propellant, a geostationary satellite at the end of its life should be removed from the GSO region such that under the influence of perturbing forces on its trajectory, it would subsequently remain in an orbit with a perigee no less than 200 km above the geostationary altitude.
- d) Recommendation 4: The transfer to the graveyard orbit removal should be carried out with particular caution in order to avoid radio frequency interference with active satellites

Rekomendasi ini tidak bersifat mengikat dan tidak memiliki keterkaitan dengan mekanisme internasional lainnya.

d. European Space Agency (ESA) Space Debris Mitigation For Agency Projects

ESA Space Debris Mitigation For Agency Projects merupakan instruksi administratif yang mulai diberlakukan pada tahun 2014. Instruksi administratif ini sepenuhnya menyelaraskan dengan ESA's space debris mitigation policy to ISO standard 24113 "Space Systems-Space Debris Mitigation Requirements" yang diterbitkan pada tahun 2011 dan diadopsi oleh European Coordination on Space Standardisation (ECSS) sebagai ECSS-U-AS-10C standard pada tahun 2012.

Instruksi administratif ini diaplikasikan pada :

- a) Pembelian sistem antariksa ESA (misalnya : peluncur, satelit, wahana robotic tak berpenghuni)
- b) Operasi dibawah tanggung jawab ESA dari setiap sistem antariksa yang diberikan.

Instruksi administratif ini mengacu pada mekanisme internasional lainnya, diantaranya yaitu European Code of Conduct for Space Debris Mitigation, IADC Guidelines for Space Debris Mitigation, Space Debris Mitigation Guidelines of the Committee and the United Nations Treaties

e. European Code of Conduct for Space Debris Mitigation

Kode etik ini diterbitkan pada tahun 2004, merupakan Kode Etik Mitigasi Space Debris yang dikembangkan oleh Direktur Jenderal dari *Italian Space Agency (ASI)*, *British National Space Centre (BNSC4)*, *French Space Agency (CNES)*, *German Aerospace Agency (DLR)* dan *European Space Agency (ESA)*. Tujuan dari kode etik ini adalah untuk :

- a) Mencegah *on-orbit break-ups* dan tubrukan antar wahana antariksa
- b) Memfasilitasi pembersihan kepadatan area orbit yang berguna dan berikut dengan pembuangan wahana antariksa dan orbital,
- c) Membatasi objek yang dilepaskan selama pengoperasian wahana antariksa.

Untuk mencapai tujuan-tujuan diatas, Kode etik ini menyajikan langkah dasar mitigasi, keselamatan dan perlindungan untuk desain dan sistem pengoperasian antariksa. Langkah-langkah ini dikelompokkan menjadi 5 kelompok, yaitu :

- a) Langkah manajemen
- b) Langkah perencanaan termasuk *end-of-life measures*
- c) Langkah operasional
- d) Langkah perlindungan dampak
- e) Langkah keselamatan re-entry

Kode etik ini sesuai dengan IADC Space Debris Mitigation Guidelines dan mengacu pada Artikel 1 dan IX *Outer Space Treaty of 1967* dan *Liability Convention of 1972*.

3. ANALISIS

Hingga saat ini isu space debris masih menjadi isu yang terus dibahas dan menjadi perhatian khusus di forum internasional. Berkembang dan bertambahnya jumlah space debris di antariksa merupakan sebuah ancaman bagi keberlangsungan lingkungan antariksa, tidak hanya lingkungan antariksa namun juga objek antariksa lainnya yang masih beroperasi yang turut memberikan kontribusi untuk keberlangsungan kehidupan di bumi. Sampai saat ini memang belum ada teknologi yang dapat secara aktif mengurangi space debris, namun langkah-langkah preventif bagi bertambahnya space debris telah dilakukan negara-negara.

Upaya penanganan space debris dilakukan oleh negara-negara dalam forum internasional salah satunya UNCOPUOS yang telah melahirkan beberapa guidelines untuk mitigasi space debris yang disepakati pada tahun 2007, sebagai pedoman negara-negara untuk di-adopt dalam mekanisme nasionalnya. Tidak hanya Space Debris Mitigation Guideline of COPUOS namun ada beberapa mekanisme internasional lainnya yang dibuat oleh negara-negara dan forum internasional terkait dengan penanganan space debris.

Sejauh ini sudah ada lima mekanisme internasional yang dibuat, yaitu Space Debris Mitigation Guidelines of COPUOS, IADC Mitigation Guidelines, ITU-R S.1003.2, ESA Space Debris Mitigation For Agency Projects, European Code of Conduct for Space Debris Mitigation dan ESA Space Debris Mitigation For Agency Projects. Kelimanya merupakan pedoman ataupun standar dari penanganan space debris yang dibentuk secara internasional dan diharapkan dapat menjadi pedoman bagi negara-negara dalam menangani space debris melalui mekanisme nasionalnya.

Pengaturan-pengaturan dan mekanisme internasional telah dibuat sebagai pedoman bagi negara-negara untuk mencegah pertambahan space debris. Namun demikian mekanisme-mekanisme tersebut masih memiliki banyak kekurangan. Salah satunya adalah bahwa pengaturan-pengaturan tersebut hanya bersifat sukarela dan tidak bersifat mengikat, sehingga langkah preventif ini masih kurang efektif dalam mengurangi peningkatan jumlah space debris.

4. KESIMPULAN

Dampak yang ditimbulkan space debris tidak hanya mengancam keamanan lingkungan antariksa namun juga keberlangsungan kegiatan keantariksaan dan keberlanjutan antariksa dalam jangka panjang. Tidak hanya di antariksa namun dampak space debris juga berdampak pada keberlangsungan hidup di bumi dan hal ini menjadi permasalahan yang sangat penting untuk dijadikan perhatian bagi aktor-aktor keantariksaan.

Negara-negara secara bersama-sama telah melakukan upaya untuk menangani dan mengurangi jumlah space debris. Salah satu upaya nyata yang dilakukan oleh negara-negara adalah membahasnya dalam forum internasional yaitu UNCOPUOS dan telah menghasilkan Space Debris Mitigation Guidelines of COPUOS yang diharapkan dapat menjadi pedoman dasar bagi negara-negara dalam mengimplementasikan mitigasi dan langkah preventif dari terbentuknya space debris.

Tidak hanya Space Debris Mitigation Guidelines of COPUOS saja yang menjadi pedoman, namun juga ada empat pedoman lainnya yang dapat dijadikan dasar bagi negara-negara untuk mengatasi space debris. Namun demikian pedoman-pedoman tersebut masih memiliki kekurangan, salah satunya karena pedoman tersebut tidak memiliki sifat hukum yang mengikat dan sukarela, sehingga tanggung jawab negara-negara akan isu space debris masih sangat minim. Peraturan mengikat terkait space debris kemungkinan besar akan lebih efektif jika diberlakukan, sehingga tanggung jawab negara-negara akan lebih besar terkait penanganan space debris.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Kajian Kebijakan Penerbangan dan Antariksa LAPAN yang memfasilitasi penerbitan makalah ini, dan kepada semua pihak yang telah memberikan saran dan masukan sehingga makalah ini dapat diterbitkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Salter, W.A, Space Debris A Law and Economics Analysis of the Orbital Commons, <https://www.mercatus.org/system/files/sa;ter-Space-Debris.pdf> , diakses 1 Oktober 2016.
- Yoshida, H and Araki, M, Social Impact of Space Debris: Study of Economic and Political Aspects, www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0094576594902712, diakses 1 Oktober 2016.

Bonnal, Ch and Alby.F, Measure to reduce the growth or decrease the space debris population, www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0094576500001077, diakses 1 Oktober 2016.

Susilawati, Euis. 2011. Analisis Upaya Internasional Dan Kepentingan Indonesia Dalam Mempertahankan Keamanan Antariksa, Kajian Kebijakan dan Informasi Kedirgantaraan, Jakarta:Massama Publishing

Emanuelli, M, G.Federico, J.Loughman, D.Prasad, T.Chow, M. Rathnasabapathy, Conceptualizing an economically, legally, and politically viable active debris removal option, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0094576514002914>, diakses 6 Juni 2016.

Schrogl, Kai-Uwe, Peter L. Hays, ed.2015. Handbook of Space Security, Springer

Space Debris Mitigation Guidelines of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, http://www.unoosa.org/pdf/publications/st_space_49E.pdf, diakses 18 September 2016.

ESA Space Debris Mitigation For Agency Projects http://www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/sd/ESA_space_debris_mitigation_for_agency_projects.pdf

Inter-Agency Space Debris Coordination Committee (IADC) Space Debris Mitigation Guidelines, http://www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/sd/IADC_space_debris_mitigation_guidelines.pdf

International Telecommunications Union (ITU) Recommendation ITU-R S.1003.2, <http://www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/sd/ITU-recommendation.pdf>

European Code of Conduct for Space Debris Mitigation, http://www.unoosa.org/documents/pdf/spacelaw/sd/European_code_of_conduct_for_space_debris_mitigation.pdf