



Regulasi Pengembangan Teknologi Roket Negara-Negara dan Implementasinya di Indonesia

Nur Almatin

Pusat Kajian Kebijakan Penerbangan dan Antariksa, LAPAN
E-mail: nralmatn@icloud.com

ABSTRAK - Pengembangan teknologi, khususnya di bidang teknologi roket, saat ini sedang gencar dilakukan oleh berbagai negara di dunia. Tulisan ini melihat sejauh mana regulasi pengembangan teknologi roket yang diatur oleh Amerika Serikat dan Rusia sebagai contoh negara maju dalam keantariksaan serta Korea Selatan sebagai contoh negara Asia yang berkembang menjadi negara *spacefaring*. Penulisan dilakukan dengan metode yuridis normatif yang membahas pelaksanaan hukum nasional negara-negara dimaksud. Kemudian lebih lanjut akan dikaji praktiknya di Indonesia sesuai dengan beberapa ketentuan nasional yang relevan. Hasil kajian menunjukkan bahwa baik ketentuan nasional maupun praktik Amerika Serikat, Rusia dan Korea Selatan mengarahkan ke pengembangan teknologi RLVs dan roket kelas berat. Sementara, berdasarkan ketentuan nasional Indonesia, pengembangan roket masih mengarah ke roket sonda dan roket pengorbit satelit mikro ke orbit bumi rendah.

Kata Kunci: regulasi, pengembangan, teknologi roket

ABSTRACT - *Technology development, rocket technology in particular, is an area in which developed rapidly by most states in the world today. This study tries to observe the means of rocket technology development carried out by the United States of America and Russia as examples of spacefaring nations and South Korea as example of emerging spacefaring nation in Asia. This writing is conducted with normative juridical method to which will observe the enforceability of other state's national space legislations. Furthermore, this writing, will particularly observe Indonesian's practice under its relevant national provisions. The results of this study show that either the national provisions or the practice of the United States of America, Russia, and South Korea address them to pursue the development of RLVs and heavy rocket technology, to which it is currently being done by them. And in Indonesia itself, based on its national provisions, address Indonesia to pursue the development of sounding rocket and micro satellite launcher to low earth orbit.*

Keywords: Regulation, development, rocket technology

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Roket merupakan bagian wahana antariksa yang digunakan untuk mengantarkan muatan ke antariksa dan/atau mengembalikan wahana antariksa, termasuk muatannya ke bumi (Kementerian Sekretariat Negara RI, 2013). Dilihat dari jenisnya, maka roket dibedakan berdasarkan fungsi untuk militer yaitu *missile* dan untuk kepentingan sipil yaitu roket yang hanya digunakan satu kali (*Expendable Launch Vehicle/ELVs*) yang merupakan roket yang berkembang dari awal kegiatan antariksa dan roket yang dapat digunakan kembali (*Reusable Launch Vehicle/RLVs*) sebagai roket yang saat ini sedang dikembangkan. Praktik negara-negara dalam mengembangkan roket didasari dengan pemahaman mengenai peran penting dari kegiatan berbasis antariksa sebagai kegiatan yang membawa manfaat bagi masyarakat, ekonomi nasional, keamanan dan daya saing komersil (Gibbs, 2012). Dengan melihat berbagai manfaat tersebut, maka negara-negara, selain berkomitmen untuk melakukan pengembangannya, juga mengatur berbagai ketentuan nasional di bidang ini. Salah satu alasannya adalah untuk memastikan kegiatan antariksa yang dilakukan pihak-pihak baik swasta, komersil, atau non pemerintah berjalan sesuai dengan kepentingan nasional negara (Marboe, 2013).

Sebelum menguraikan lebih lanjut mengenai regulasi pengembangan teknologi roket, harus dipahami terlebih dahulu pengertian kebijakan dan regulasi itu sendiri secara umum. Regulasi (*regulation*) merupakan aturan resmi yang dibuat oleh pemerintah atau otoritas lainnya (Hornby, 2006) untuk menetapkan undang-undang termasuk tujuan lembaga. Atau dengan kata lain, merupakan standar atau instruksi tentang apa yang

dapat atau tidak dapat dilakukan baik oleh individu atau organisasi/kelompok tertentu (Dudley dan Brito, 2012). Sedangkan kebijakan (*policy*) adalah rencana aksi yang disetujui atau dipilih oleh partai politik, bisnis, dan lainnya (Hornby, 2006).

Untuk bidang antariksa, “hukum antariksa” mengacu pada serangkaian aturan dan ketentuan nasional dan internasional yang mengatur kegiatan manusia baik di dan berhubungan dengan antariksa. Tujuan dari hukum antariksa sendiri adalah untuk membentuk lingkungan hukum yang memungkinkan dicapainya tujuan dan kepentingan bersama di bidang eksplorasi dan penggunaan antariksa, juga bertujuan untuk mencegah munculnya ketegangan dan konflik antar subjek yang terlibat pada kegiatan tersebut. Sedangkan “kebijakan antariksa” merupakan strategi suatu negara mengenai program antariksa sipil, militer dan pemanfaatan komersil antariksa. Secara singkat, kebijakan antariksa memberikan arahan kepada semua subjek negara yang terlibat dalam kegiatan antariksa (Tronchetti, 2013). Oleh karena itu, rezim kebijakan dan peraturan penerbangan dan antariksa yang tepat, baik di tingkat internasional maupun nasional, sangat diperlukan untuk inisiasi, operasi dan peningkatan kegiatan penerbangan dan antariksa (Jakhu, 2009).

Mengenai pengaturan tentang roket, biasanya materi muatan ini dimuat dalam perundang-undangan tentang keantariksaan umum suatu negara, contohnya: Indonesia dalam Undang-Undang Nomor 21 Tahun 2013 tentang Keantariksaan, Korea Selatan dalam Undang-Undang Promosi Pengembangan Antariksa tahun 2015 (*Space Development Promotion act of the Republic of Korea 2015*), dan lainnya. Namun, beberapa negara juga memiliki ketentuan tersendiri diluar hukum keantariksaan umumnya yang relevan dengan roket, antara lain; Lisensi Operasi Antariksa Rusia (*Resolution No. 104 Statute on Licensing Space Operation 1996*), Undang-Undang Republik Korea tentang Kompensasi Kerusakan Antariksa tahun 2007 (*the Space Damage Compensation act of 2007 of the republic of Korea*), Kebijakan Transportasi Antariksa Amerika tahun 2013 (*US National Space Transportation Policy 2013*), dan lainnya. Disamping itu, negara-negara tertentu juga memiliki kebijakan keantariksaan nasional, seperti *National Space Policy 2010* milik Amerika, *Federal Space Program* periode 2006-2015 dan periode 2016-2025 milik Rusia, dan *Mid-to-Long Term Space Development Plan* milik Korea Selatan.

Dalam pembahasan makalah ini, akan dibahas regulasi dari tiga negara, yaitu Amerika Serikat dan Rusia sebagai contoh negara *spacefaring* dan Korea Selatan sebagai salah satu contoh negara yang sedang berkembang menjadi negara *spacefaring*. Pembahasan masing-masing ketentuan nasional negara tersebut akan difokuskan pada regulasi yang memiliki relevansi dengan pengembangan teknologi roket saja. Kemudian akan dilakukan perbandingan untuk melihat bagaimana implementasi antara materi muatan yang terdapat dalam regulasi negara-negara tersebut dengan regulasi-regulasi relevan yang berlaku di Indonesia, yaitu Undang-Undang Nomor 21 tahun 2013 tentang Keantariksaan, Peraturan Presiden Nomor 45 tahun 2017 tentang Rencana Induk Penyelenggaraan Keantariksaan Tahun 2016-2040, dan Peraturan Kepala Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional Republik Indonesia Nomor 8 tahun 2015 tentang Organisasi dan Tata Kerja Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional.

1.2. Permasalahan

Berdasarkan uraian pada latar belakang di atas, maka rumusan masalah makalah ini adalah, bagaimana regulasi pengembangan teknologi roket negara-negara dan implementasinya di Indonesia?

1.3. Tujuan

Tujuan dari penulisan ini adalah untuk mengetahui regulasi pengembangan teknologi roket negara-negara dan implementasinya di Indonesia.

1.4. Metodologi

Penulisan dilakukan dengan metode yuridis normatif, yaitu studi kepustakaan yang memanfaatkan berbagai data sekunder antara lain ketentuan nasional negara-negara lain dan Indonesia, buku, jurnal, artikel, dan literatur yang relevan. Pendekatan penulisan dilakukan dengan pendekatan komparatif dan perundang-undangan (*comparative and statute approach*) yaitu dengan menelaah berbagai perundang-undangan atau

ketentuan nasional yang relevan berbagai negara untuk kemudian dibandingkan dengan ketentuan yang berlaku di Indonesia.

2. PENGEMBANGAN DAN REGULASI TEKNOLOGI ROKET NEGARA NEGARA

2.1. Pengembangan Teknologi Roket

Roket merupakan salah satu teknologi guna ganda. Pertama digunakan untuk kepentingan sipil atau untuk meluncurkan satelit yang secara umum dibagi dalam dua kelompok besar roket yaitu roket yang digunakan satu kali (*expendable launch vehicles-ELVs*) dan roket yang dapat digunakan kembali (*reusable launch vehicles-RLVs*). ELVs adalah roket komersial yang berkembang dari awal kegiatan keantariksaan, yang sekaligus menyebabkan biaya peluncuran komersial ini menjadi mahal karena roket jenis ini hanya digunakan sekali dan pada saat peluncuran terjadi roket tersebut termasuk bagian yang dibuang. Biaya yang diperlukan untuk penggunaan ELVs mencapai \$10.000 per pon (Hertzfeld dan Peter, 2007). Sedangkan RLVs adalah roket yang saat ini sedang dikembangkan dan ditujukan untuk mengganti ELVs di masa depan. Kedua, roket yang digunakan untuk kepentingan militer yang disebut dengan rudal (*missile*).

Dari segi teknis pengembangannya, terdapat beberapa hal yang harus dikuasai suatu negara dalam upaya mengembangkan teknologi roket, antara lain sistem propulsi, struktur, kemampuan tingkat atau penguatan besar, bimbingan canggih dan sistem kontrol, wahana masuk kembali, dan keterampilan operasi penerbangan, serta infrastruktur teknis dan kelembagaan yang diperlukan untuk integrasi (*propulsion systems, structures, staging ability or large boosters, sophisticated guidance and control systems, reentry vehicles, and flight operation skills, as well as the technical and institutional infrastructure necessary for integration*) (Pekkanen dan Umezu, 2010). Oleh karena itu, program pengembangan roket merupakan proses yang membutuhkan waktu panjang, biaya tinggi dan berhubungan dengan isu-isu politik, peraturan, serta hukum. Negara-negara *spacefaring* melakukan berbagai program pengembangan antariksa didasarkan pada pemahaman mengenai peran penting dan manfaat dari layanan berbasis antariksa terhadap warga negaranya, ekonomi nasional, keamanan dan daya saing ekonomi (Gibbs, 2012).

Percobaan untuk mengembangkan roket baru dengan terobosan teknologi dan pengurangan persoalan biaya per peluncuran telah dilakukan negara-negara *spacefaring* dengan tingkat keberhasilan marjinal. Dimana saat ini, setidaknya-tidaknya hanya terdapat tujuh negara yang memiliki roket yang kompeten, dengan Amerika dan Rusia sebagai negara-negara dengan roket paling andal (dalam hal ini, roket tersebut andal, dapat membawa muatan besar ke orbit, dan memenuhi apa yang menjadi kebutuhan negaranya). Di samping Amerika, berbagai negara lain juga turut menunjukkan kemampuan dan roket barunya. Pengembangan pesat sistem transportasi antariksa sedang dilakukan oleh Eropa, Jepang, India, dan Cina. Selain itu Israel memiliki kemampuan peluncuran *payload* berskala kecil (*smaller payloads*), dan Ukraina, Korea (Selatan dan Utara secara terpisah), Iran, dan Brazil memiliki kemampuan yang terbatas atau rencana utama untuk mengembangkan roket baru dalam waktu dekat. Keberhasilan dalam pengembangan teknologi roket negara-negara tidak terlepas dari kebijakan nasionalnya yang secara aktif mengizinkan pihak swasta untuk terlibat dalam bentuk kerja sama internasional *Research and Design (R&D)* (Hertzfeld dan Peter, 2007).

2.2. Regulasi Pengembangan Teknologi Roket

2.2.1. Urgensi Pengaturan Pengembangan Roket Bagi Negara-Negara

Terminologi 'hukum antariksa' dapat mengacu pada dua sistem hukum yang saling berhubungan, yaitu hukum nasional dan internasional. Dibentuknya hukum antariksa adalah karena adanya aktivitas negara-negara dan organisasi antar negara di bidang ini, yang mana kemudian menjadi bagian dari hukum internasional publik. Sedangkan kebijakan di bidang keantariksaan adalah suatu pendekatan yang dilakukan negara untuk melakukan eksplorasi dan pemanfaatan antariksa. Umumnya, suatu kebijakan antariksa menjelaskan strategi suatu negara berkaitan dengan program antariksa sipil, militer dan pemanfaatan komersil antariksa (Tronchetti, 2013).

Beberapa urgensi mengapa negara-negara perlu untuk mengatur dan memiliki ketentuan nasional keantariksaan adalah karena (Xiaodian, 2018):

- a. Hukum nasional cenderung bersifat untuk mengimplementasikan dan melengkapi norma-norma internasional melalui peraturan, baik atas hal-hal internal dari kegiatan antariksa di bawah yurisdiksi masing-masing negara. Keberlakuan perundang-undangan diperlukan untuk transformasi kewajiban internasional kedalam konteks nasional.
- b. Berkembangnya nilai komersil dari kegiatan antariksa dan keterlibatan dari entitas non-pemerintah telah mengubah paradigma dari kegiatan antariksa sebelumnya. Ketentuan nasional dianggap sebagai instrumen terpenting dan paling cocok untuk mengatur kegiatan komersil keantariksaan.
- c. Fakta bahwa perkembangan teknologi dan politik telah melampaui kerangka kerja/tata kelola internasional yang ada. Sehingga ketentuan nasional dianggap cocok untuk mengisi kekosongan yang ada.
- d. Suatu negara dapat memperkirakan/mempertanggungjawabkan pertimbangannya dan keputusannya dalam mengatur kegiatan antariksa. Tujuannya adalah untuk mencegah kegiatan yang dianggap dapat mengganggu keamanan nasional dan kebijakan luar negeri serta untuk menarik investasi dari pihak non pemerintah.
- e. Sebagai instrumen untuk memastikan kegiatan antariksa yang dilakukan pihak-pihak (swasta, komersil, atau non pemerintah) sesuai dengan kepentingan nasional negara (Marboe, 2013).
- f. Mengingat pemerintah hanya bisa bertindak dengan dasar hukum atau peraturan yang diakui, pembentukan hukum nasional antariksa merupakan cara yang paling efektif bagi negara untuk mengizinkan dan mengawasi kegiatan antariksa pihak non pemerintah (Dempsey, 2014).

Terdapat beberapa tren yang menjadi motivasi bagi negara-negara, dalam hal ini *spacefaring nations*, untuk (mengatur) program antariksa nasionalnya secara umum, yaitu faktor (Gibbs, 2012):

- a. Pengetahuan
- b. Penemuan
- c. Pertumbuhan ekonomi
- d. Prestis nasional
- e. Pertahanan dan keamanan
- f. Hubungan internasional
- g. Pendidikan
- h. Kepemimpinan
- i. Bidang aplikasinya (contoh; observasi bumi untuk pengembangan berkelanjutan).

Di samping beberapa faktor diatas, juga terdapat tiga tren utama lainnya (Gibbs, 2012):

- a. Kegiatan antariksa sejalan dengan kebutuhan warga negara;
- b. Sektor industri merupakan mesin penggerak inovasi teknis dan daya saing suatu negara; dan
- c. Aplikasi guna ganda yaitu untuk kepentingan sipil dan militer.

Setidak tidaknya dua puluh enam negara, sekitar 14% negara anggota Perserikatan Bangsa Bangsa (PBB), memiliki peraturan tentang kegiatan keantariksaan (Dempsey, 2014). Regulasi mengenai pengembangan teknologi roket pada umumnya dimuat dalam undang-undang antariksa suatu negara. Akan tetapi, beberapa negara juga memiliki regulasi terpisah yang relevan dengan roket. Beberapa contoh diantaranya, *US National Space Transportation Policy 2013*, *Russian Federation Resolution No. 104 Statute on Licensing Space Operation 1996*, dan *The Space Damage Compensation of the Republic of Korea 2007*. Disamping itu, negara-negara tertentu juga memiliki kebijakan keantariksaan nasional, seperti *National Space Policy 2010 2013* milik Amerika, *Federal Space Program* periode 2006-2015 dan periode 2016-2025 milik Rusia, dan *Mid-to-Long Term Space Development Plan* milik Korea Selatan.

2.2.2. Pengaturan Negara-Negara

A. Amerika Serikat

Amerika merupakan negara dengan hukum antariksa nasional yang rinci. Pengembangan hukum antariksa nasional Amerika selalu berkaitan dengan kegiatan antariksa dan kemajuan teknologi aktual negaranya. Setiap kali teknologi memungkinkan adanya kegiatan antariksa atau situasi geo-politik dan ekonomi yang bergeser ke arah yang baru, sebuah undang-undang baru pun di adopsi oleh Amerika (Tronchetti, 2013).

Kebijakan pertama Amerika adalah Undang-Undang Antariksa tahun 1958 yang membentuk NASA. NASA dibentuk untuk mengemban tanggung jawab melakukan koordinasi di bidang kegiatan antariksa. Diantara tujuan tersebut, NASA harus berfokus pada bumi dan sains antariksa serta pengembangan roket dan satelit. Tujuan politik utamanya adalah untuk mempertahankan kepemimpinan Amerika sebagai negara *spacefaring* (Tronchetti, 2013). Selain Undang-Undang tahun 1958 tersebut, juga terdapat ketentuan-ketentuan lain yang secara spesifik dan konkrit berlaku terhadap kegiatan antariksa, khususnya pengembangan teknologi roket.

National Space Policy of the United States of America 2010

Pada kebijakan ini dijelaskan mengenai tugas NASA di bidang sains antariksa, eksplorasi dan penemuan. Di bidang pengembangan teknologi roket, NASA diwajibkan untuk mengimplementasikan program pengembangan dan uji coba dari teknologi antariksa baru, termasuk untuk bekerjasama dengan industri, akademisi, dan partner internasional untuk membangun, menerbangkan, dan menguji coba beberapa teknologi inti yang dapat meningkatkan kemampuan, mengurangi biaya dan memperbesar kesempatan untuk kegiatan antariksa di masa depan. Selain itu NASA juga diwajibkan untuk melakukan riset dan pengembangan dalam hal untuk mendukung sistem peluncuran generasi selanjutnya, termasuk teknologi mesin roket Amerika yang baru. Selain ketentuan tersebut dan perubahannya, terdapat dua regulasi AS yang secara langsung berhubungan dengan teknologi roket yaitu:

Space Transportation Policy of the United States of America 2013

Tujuan yang hendak dicapai melalui kebijakan ini adalah untuk menjamin akses Amerika ke berbagai kawasan antariksa, mulai dari suborbital hingga orbit Bumi dan *deep-space*, guna mendukung misi-misi sipil dan keamanan nasional. Kemudian untuk mendukung tujuan tersebut, salah satunya badan dan departemen Amerika sesuai dengan kapasitasnya harus melakukan dan mempromosikan kegiatan riset dan pengembangan teknologi untuk meningkatkan keterjangkauan, keandalan, performa, keamanan dan koresponsifan dari kemampuan transportasi antariksa Amerika, bersamaan dengan meningkatkan kerja sama dan koordinasi antar badan dan departemen.

Selain itu berdasarkan *Space Transportation Policy of the United States of America 2013* ini, NASA dan Menteri Pertahanan sebagai agen peluncur untuk misi sipil dan kepentingan nasional harus:

- 1) mengandalkan transportasi antariksa buatan Amerika sebagai dasar untuk mencapai akses ke antariksa;
- 2) memperoleh suatu kemampuan dan layanan transportasi antariksa, dan memastikan kemampuannya untuk berkembang, beroperasi dan meningkatkan kemampuan, infrastruktur serta kegiatan pendukung; dan
- 3) menjalin kerjasama baik satu sama lain maupun dengan badan/departemen lainnya, termasuk sektor swasta, sebagaimana mestinya, untuk melakukan kegiatan riset dan pengembangan teknologi yang berhubungan dengan kemampuan peluncuran alternatif untuk meningkatkan koresponsifan, ketahanan dan efektivitas biaya untuk peluncuran alternatif masa depan.

Di bidang program antariksa untuk kepentingan keamanan nasional, Sekretaris Pertahanan, diwajibkan untuk memastikan semaksimal mungkin, ketersediaan setidaknya dua jenis wahana transportasi antariksa yang mampu dan andal untuk meluncurkan muatan keamanan nasional (*national security payloads*).

Untuk mengembangkan teknologi transportasi antariksa, badan Amerika sesuai tanggung jawab dan bekerjasama dengan entitas non-federal Amerika, wajib untuk:

- 1) mendukung kegiatan riset dan pengembangan yang ditujukan untuk meningkatkan keandalan, koresponsifan, performa dan efektivitas biaya atas sistem transportasi antariksa Amerika saat ini dan masa depan. Yang mana dapat berarti peningkatan komponen atau tingkatan sistem terintegrasi, termasuk propulsi peluncur antariksa generasi selanjutnya untuk aplikasi tahap pertama dan lanjutan, kemampuan transportasi antariksa yang dapat digunakan kembali, dan propulsi listrik tenaga surya.

- 2) melaksanakan dan mempromosikan riset dan pengembangan dari kemampuan transportasi antariksa yang maju, non-tradisional (*non-traditional*). Termasuk propulsi yang dapat meluaskan jangkauan, meningkatkan fleksibilitas, mengurangi waktu transit misi, dan mengurangi biaya misi antariksa masa depan
- 3) membentuk mekanisme atau hal lainnya yang diperlukan untuk meningkatkan kolaborasi dan koordinasi antar badan di bidang riset dan pengembangan transportasi antariksa yang relevan
- 4) bekerja sama dengan Sekretaris bidang Energi (*Secretary of Energy*) dan badan lainnya untuk meningkatkan potensi riset dan pengembangan aktivitas di bidang tenaga nuklir antariksa atau teknologi propulsi nuklir.

B. Rusia

Rusia, sebagai salah satu negara yang maju di bidang industri antariksa, melakukan penelitian intensif di bidang pengembangan dan pemanfaatan antariksa sejak beberapa dekade belakangan. Saat ini, Rusia memiliki pengalaman dan teknologi yang maju dalam menempatkan pesawat antariksa ke orbit dan implementasi penerbangan antariksa berawak jangka Panjang (Edelkina dkk, 2015). Pemerintah Rusia juga telah membentuk kerangka hukum dan peraturan untuk memastikan adanya peningkatan pengelolaan teknologi dan inovasi di bidang industri antariksa. Beberapa instrumen yang relevan dengan materi pengembangan teknologi roket dapat dilihat pada *Decree No. 5663-1 of the Russian Federation House of Soviet, Resoultion No. 104 Statute on Licensing Space Operations of 1996*, dan *Edict of the President of Russian Federation About Structure of Management of Space Activity in Russian Federation of 1992*.

Beberapa instrumen kebijakan pengembangan antariksa Rusia tersebut membentuk sasaran utama kebijakan negara di bidang kegiatan antariksa. Utamanya ditujukan untuk melindungi kepentingan negara termasuk untuk menjamin akses Rusia ke antariksa dari teritorialnya, mendorong pengembangan ekonomi dengan membentuk dan mendukung pentingnya asset-aset antariksa yang berada di orbit (*in-orbit groups of space assets*), roket, dan infrastruktur darat, memastikan ketentuan muatan yang diperlukan dan kualitas layanan yang pantas dalam hal sosial-ekonomi, dan mempertahankan posisi Rusia di bidang industri antariksa dan memperluas kerja sama internasional (Edelkina dkk, 2015).

Amanat mengenai kegiatan antariksa dalam hal pengembangan teknologi roket diatur dalam dua instrument hukum berikut:

Law of the Russian Federation No. 5663-1 on Space Activities

Undang-undang ini dibentuk untuk memastikan adanya ketentuan hukum terhadap kegiatan antariksa yang ditujukan untuk mengembangkan ekonomi, sains dan teknologi, memperkuat pertahanan dan keamanan Rusia serta memajukan kerjasama internasional Rusia dimana eksplorasi dan penggunaan antariksa, termasuk bulan dan benda langit lainnya merupakan prioritas utama kepentingan negara.

Berdasarkan undang-undang ini, konsep kegiatan antariksa merupakan kegiatan yang berhubungan dan mengarah langsung dengan kegiatan eksplorasi dan penggunaan antariksa termasuk bulan dan benda langit lainnya. Jenis mendasar dari kegiatan antariksa diantaranya penggunaan peralatan antariksa, material antariksa, dan teknologi antariksa untuk kepentingan pertahanan dan keamanan Rusia, uji coba peralatan antariksa, produksi material antariksa, dan jenis aktifitas lainnya yang diimplementasikan dengan bantuan teknologi antariksa, dan lainnya. Kemudian kegiatan antariksa termasuk pembuatan (termasuk pengembangan, produksi dan uji coba), penggunaan (eksplorasi) peralatan antariksa dan teknologi antariksa dan lainnya yang berhubungan dengan kegiatan antariksa termasuk kerja sama internasional Rusia di bidang antariksa. serta penggunaan dan transfer teknologi antariksa, teknologi antariksa, produk dan layanan lainnya yang diperlukan dalam melaksanakan kegiatan antariksa. Terhadap kegiatan antariksa yang dilakukan, pemerintah Rusia diwajibkan salah satunya untuk memastikan fungsi dan pengembangan bidang peroketan dan infrastruktur antariksa, melakukan koordinasi kerja sama internasional terhadap kegiatan pengembangan antariksa Rusia.

The Russian Federal Space Program for 2016-2025

Dokumen kebijakan program antariksa Rusia ini menggantikan dokumen program antariksa periode sebelumnya, *the Russian Federal Space Program for 2006-2015*. Melalui dokumen ini arahan kegiatan antariksa Rusia mencakup kegiatan di bidang komunikasi, satelit penyiaran, penerbangan manusia ke antariksa, ISS, pengembangan pesawat antariksa generasi selanjutnya dan roket. Rencana besar Rusia mengenai Roket adalah untuk melakukan pendaratan kosmonot di Bulan pada akhir 2020 dan mulai membangun pangkalan permanen di sana. Hal ini dicapat dengan membangun roket besar kelas berat (*giant super-heavy rocket*). Selain itu, mengenai misi *deep-space* dan ekspedisi ke Bulan, akan diselesaikan pengembangan pesawat antariksa generasi selanjutnya khusus untuk misi ini (*next-generation spacecraft*) yang akan menggantikan Soyuz Capsule (Zak, 2018).

C. Korea Selatan

Di Asia, terlepas dari program antariksa India yang telah dikembangkan secara luas, beberapa aktor (negara) turut menunjukkan peningkatan ketertarikan di bidang antariksa. Korea merupakan salah satu negara yang sedang berkembang menjadi *spacefaring nation* (*emerging space faring nation*). Korea mengembangkan kemampuan antariksa yang impresif dan mengatur struktur tata kelola antariksa yang handal melalui seperangkat undang-undang untuk mengatur programnya (Gibbs, 2012), sebagaimana hal ini menjadi prioritas pemerintah korea di bidang industri kedirgantaraan.

Beberapa instrumen hukum antariksa Korea meliputi (1) *Space Development Promotion Act of 2005* dan (2) *The Space Damage Compensation Act of 2007*, dan (3) *Mid to Long Term Space Development Plan*

Space Development Promotion Act of 2005

Pengembangan antariksa, sebagai sebuah strategis nasional dan industri publik, membutuhkan biaya yang besar dan resiko tinggi. Oleh karena itu, pemerintah korea menyadari urgensi pembentukan dasar hukum atas hal ini, termasuk pembentukan *Space Development Promotion Act of 2005* dan rencana promosi (*promotion plan*). Undang-undang ini ditujukan untuk mengontrol dukungan sistematis dari pengembangan antariksa, untuk mengontrol peluncuran objek antariksa dan untuk membentuk suatu pedoman penanganan klaim potensi kompensasi/ganti rugi dari kerusakan disebabkan oleh kecelakaan antariksa. Pembentukan undang-undang ini disesuaikan dengan kewajiban internasional Korea dalam beberapa perjanjian dan konvensi antariksa PBB (*Outer Space Treaty of 1967, the Rescue Agreement of 1968, the Liability Convention of 1972 dan the Registration Convention of 1975*). Selain itu, dalam perancangannya juga dilakukan analisa terhadap materi muatan beberapa hukum antariksa negara lain seperti Amerika Serikat, UK, Kanada, Rusia, Jerman, Perancis, dan lain lain (Kim, 2010).

Berdasarkan *Space Development Promotion Act of 2015*, roket digolongkan sebagai objek antariksa (termasuk satelit, *spaceship*, dan komponennya) dalam hal ini roket yang dirancang dan digunakan di antariksa. Dari segi pengembangannya, mencakup kegiatan riset dan pengembangan teknologi yang berhubungan dengan perancangan, produksi, peluncuran, operasi dan lainnya dari objek antariksa kemudian penggunaan dan eksplorasi antariksa dan kegiatan yang memfasilitasinya.

The Space Damage Compensation Act of 2007

Pembentukan undang-undang ini didasarkan pada pertimbangan Korea dengan memperhatikan *Liability Convention of 1972* termasuk studi terhadap beberapa contoh perundang undangan domestik tentang kompensasi dari kerugian antariksa di negara maju (Kim, 2010). Tujuannya adalah untuk melindungi korban dalam hal terjadinya kerugian antariksa dan solusi yang cepat dari sengketa termasuk lingkup dari kerugian untuk direstitusi dan pembatasan kewajiban. Dihubungkan dengan peluncuran sebagai salah satu kegiatan pengembangan antariksa berdasarkan *Space Development Promotion Act 2005*, diatur bahwa dalam hal terjadi kerugian antariksa, maka pihak yang terkait dalam peluncuran objek antariksa berkewajiban membayar kerugian atas kerusakan.

Mid-to-Long Term Space Development Plan

Korea memiliki *Mid-to-Long Term Space Development Plan* yang bertujuan agar Korea secara aktif mempromosikan pengembangan roket dan pesawat antariksa yang dipimpin oleh perusahaan swasta. Terdapat beberapa proyek utama yang dimuat dalam dokumen ini, diantaranya (i) pemerintah Korea akan menyelesaikan tahap awal proyek eksplorasi bulannya pada tahun 2020, dan (ii) untuk tahap kedua, melakukan pendaratan pesawat antariksanya di Bulan pada 2030 yang akan dicapai dengan pengembangan roket dan pesawat antariksa (Ho-Sup dan Mira, 2018).

3. IMPLEMENTASI DALAM PENGATURAN DI INDONESIA

Indonesia memiliki ketertarikan kuat dalam penguasaan dan pengaplikasian sains antariksa dan teknologi dalam hal untuk memenuhi kebutuhan pengembangan nasionalnya. Untuk mencapai hal itu, terdapat suatu keharusan bagi Indonesia untuk membentuk sistem hukum nasional berkenaan dengan kegiatan antariksa, atau disebut hukum antariksa nasional.

Hukum antariksa nasional harus dibentuk sebagai bagian dari sistem hukum nasional dan bersifat pelengkap, serta tidak bertentangan dengan ketentuan nasional lainnya (Supancana, 2016). Dalam proses pembentukannya, beberapa hal yang harus dipertimbangkan adalah (Supancana, 2016):

- a. Kepentingan nasional di antariksa;
- b. Situasi geografis Indonesia;
- c. Tren komersialisasi dan privatisasi kegiatan antariksa;
- d. Perlindungan kepentingan publik;
- e. Standar perundang-undangan nasional;
- f. Harmonisasi dengan berbagai instrumen hukum, baik nasional maupun internasional, dan
- g. Efektifitas mekanisme penegakan hukum itu sendiri.

Mengenai praktik Indonesia berdasarkan regulasi nasionalnya, kebanyakan negara Asia masih memperdebatkan perlunya suatu kebijakan antariksa nasional (Goh, 2017). Contohnya China (Xiaodian, 2018), dan India (Gibbs, 2012) sebagai contoh negara *spacefaring* di Asia yang belum memiliki perundang-undangan mengenai antariksa. Sementara itu, Indonesia telah memiliki beberapa ketentuan nasional di bidang antariksa dan relevan untuk digunakan membahas pengembangan teknologi antariksa, khususnya teknologi roket. Diantaranya Undang-Undang Nomor 21 tahun 2013 tentang Keantariksaan, Peraturan Presiden Nomor 45 tahun 2017 tentang Rencana Induk Penyelenggaraan Keantariksaan Tahun 2016-2040, dan Peraturan Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2015 tentang Organisasi dan Tata Kerja Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional.

3.1. Undang Undang Nomor 21 tahun 2013 tentang Keantariksaan

Setelah melalui perundingan panjang, Indonesia pada akhirnya mengesahkan undang-undang antariksanya melalui Undang Undang Nomor 21 tahun 2013 tentang Keantariksaan (selanjutnya disebut UUK). Pengesahan UUK merupakan upaya untuk memastikan perilaku nasional (*national conduct*) sesuai dengan kewajiban internasional bersamaan dengan kepentingan nasional sendiri (Froehlich dan Seffinga, 2018). Kegiatan antariksa berdasarkan UUK mencakup:

- a. Sains antariksa;
- b. Penginderaan jauh;
- c. Penguasaan teknologi keantariksaan;
- d. Peluncuran, dan
- e. Kegiatan komersil keantariksaan.

Pada kegiatan penguasaan teknologi keantariksaan pada butir (c) diatas, khususnya teknologi roket, lembaga dalam hal ini LAPAN, wajib untuk menyusun program, membuat perancangan dan prototipe, dan melaksanakan uji coba (Kementerian Sekretariat Negara RI, 2013). Untuk melaksanakannya, LAPAN

diwajibkan untuk mengembangkan sarana dan prasarana serta sumber daya terkait, memastikan keamanan dan keselamatan pada tahap uji coba. Disamping itu, LAPAN dapat bekerjasama dengan penyelenggara antariksa lainnya (baik asing maupun dalam negeri), termasuk wajib melakukan alih teknologi untuk melakukan penguasaan dan pengembangan teknologi roket.

3.2. Peraturan Presiden Nomor 45 tahun 2017 tentang Rencana Induk Penyelenggaraan Keantariksaan Tahun 2016-2040

Rencana Induk Penyelenggaraan Keantariksaan Tahun 2016-2040 (selanjutnya disebut RENDUK) merupakan pedoman nasional untuk penyelenggaraan keantariksaan yang memuat visi dan misi, kebijakan, strategi dan peta rencana strategis penyelenggaraan keantariksaan (jangka pendek, menengah dan panjang).

Berdasarkan RENDUK, visi penyelenggaraan keantariksaan Indonesia adalah keantariksaan Indonesia yang mandiri, maju dan berkelanjutan. Salah satunya dapat diwujudkan dengan memperkuat penelitian, pengembangan dan perekayasa teknologi penerbangan dan antariksa serta pemanfaatannya menuju kemandirian nasional. Pada poin kebijakan penyelenggaraan keantariksaan, disebutkan bahwa penguasaan teknologi keantariksaan dicapai melalui, salah satunya, pemajuan penguasaan teknologi roket berdasarkan pemenuhan kebutuhan nasional yang antara lain dilakukan dengan kerja sama.

Strategi strategi penguatan penelitian, pengembangan dan perekayasa teknologi antariksa, dilakukan dengan:

- a) Meningkatkan kualitas dan kuantitas sumber daya manusia;
- b) Mengembangkan sarana dan prasarana (fasilitas AIT, laboratorium, stasiun kendali dan penerima data misi);
- c) Meningkatkan kerjasama nasional dan internasional;
- d) Mendorong tumbuhnya industri dalam negeri;
- e) Mengutamakan penggunaan komponen lokal, dan
- f) Melibatkan industri nasional.

Berdasarkan Peta Rencana Strategis mengenai teknologi roket, beberapa poin kegiatan secara umum mencakup: Uji terbang dan uji statik roket, menghasilkan rancang bangun, dihasilkannya prototipe, pengujian, meningkatkan fasilitas, peluncuran, hingga roket beroperasi. Tujuan terbesar jangka panjang yang tercantum adalah pengembangan dan pengoperasian roket sonda *altitude* 300 km dan menghasilkan rancang bangun, prototipe hingga peluncuran roket pengorbit satelit mikro LEO (Kementerian Sekretariat Negara, 2017).

3.3. Peraturan Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2015 tentang Organisasi dan Tata Kerja Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional

Peraturan ini dikeluarkan guna meningkatkan efektifitas dan efisiensi pelaksanaan dan fungsi LAPAN yang terdiri dari berbagai bagian, salah satunya Pusat Teknologi Roket. Berdasarkan pasal 86 disebutkan bahwa Pusat Teknologi Roket bertugas untuk melaksanakan penelitian, pengembangan, perekayasa, dan pemanfaatan serta penyelenggaraan keantariksaan di bidang teknologi roket. Selain itu, juga untuk menjalankan beberapa fungsi diantaranya, melakukan penjalaran, kerja sama, alih teknologi di bidang teknologi roket (LAPAN, 2015).

4. ANALISIS

Berdasarkan uraian pada bagian tiga, maka diketahui bahwa negara-negara pembanding (dalam hal ini Amerika, Rusia dan Korea Selatan) masing-masing memiliki kebijakan nasional keantariksaan. Kebijakan ini menjadi pedoman mengenai apa yang akan dilakukan dan menjadi fokus negara di bidang aktivitas dan pengembangan keantariksaan. Hal yang menarik untuk dicermati dari sejumlah dokumen tersebut adalah (i) jangka waktu dan (ii) materi muatan dan arahan kebijakan keantariksaan tersebut, khususnya arahan dan kebijakan yang relevan mengenai kegiatan pengembangan teknologi roket.

4.1. Amerika Serikat

Berdasarkan dua kebijakan keantariksaan Amerika, dapat dilihat bahwa kebijakan keantariksaan Amerika adalah kebijakan jangka pendek, atau setidaknya-tidaknya sebagaimana telah disebutkan, setiap ditemukannya suatu teknologi baru atau hal yang memungkinkan adanya arahan untuk menuju arah baru, maka akan diadopsi suatu ketentuan yang baru pula.

Mengenai materi muatan, poin yang dapat digarisbawahi adalah “generasi selanjutnya” (*next generation*). Secara harfiah berdasarkan kamus Cambridge, pengertian generasi selanjutnya digunakan untuk menjelaskan suatu produk yang telah dikembangkan menggunakan teknologi terbaru dan akan menggantikan produk yang telah ada (*next-generation: used to describe a product that has been developed using the latest technology and will probably replace an existing product*). Apabila dianalogikan dengan teknologi roket, maka materi muatan kebijakan Amerika tersebut mengarah ke konteks roket yang dapat digunakan kembali (RLVs). Kemudian untuk mencapai kemampuan di bidang RLVs sendiri, fokus kegiatan yang saat ini akan dilakukan secara garis besar hanya sampai riset dan pengembangan saja.

Sebagai implementasi dari berbagai ketentuan yang telah disebutkan, salah satu program besar yang sedang dilakukan NASA adalah untuk mengirim manusia ke antariksa (*sending humans out into solar system*). Pengembangan roket dan pesawat antariksa paling canggih ke level selanjutnya dari perjalanan terjauh manusia di antariksa. Peluncuran akan dilakukan di *NASA Kennedy Space Center*, Florida. Roket peluncur akan membawa astronot dengan Orion ke Bulan, disana astronot akan membangun dan mulai menguji coba sistem yang dibutuhkan untuk misi yang lebih besar lagi, termasuk Mars dan selanjutnya.

NASA akan menguji sistem eksplorasi antariksa yang baru yang dimulai dengan penerbangan system peluncuran antariksa (*Space Launch System/SLS*) yang terintegrasi dan tanpa awak, dan Orion, atau yang dikenal dengan *Exploration Mission-1*. Selama penerbangan kedua dan selanjutnya, NASA akan mengembangkan teknologi dan tehnik serta mengaplikasikan pendekatan inovatif untuk memecahkan permasalahan dalam persiapan untuk misi berdurasi panjang jauh dari Bumi. NASA akan membangun kemampuan antariksanya sebelum akhirnya mengirim manusia ke *Red Planet* (NASA, 2018).

4.2. Rusia

Ditinjau dari jangka waktu kebijakan kenatariksaan Rusia, maka Rusia menggunakan kebijakan jangka menengah. Yang mana sebagai contoh, dikeluarkannya dokumen kebijakan keantariksaan untuk periode 2006-2015 dan kemudian setelah itu dikeluarkan kembali kebijakan untuk periode 2016-2025.

Sesuai dengan arahan kegiatan keantariksaan beberapa ketentuan nasional Rusia diatas, terdapat sejumlah proyek keantariksaan yang sedang dilakukan Rusia. Pertama, untuk meluncurkan *reusable rocket booster* pertama Rusia pada tahun 2020 yang diberi nama *Re-entry Rocket Module* (RRM). Sebagai proyek Rusia untuk mengembangkan *partially reusable rocket* yang disebut *Reusable Integrated Launch Vehicle* (RILV). RRM di desain untuk beroperasi sebanyak 100 kali peluncuran. RILV merupakan gambaran dari roket peluncur yang dapat menempatkan payload sekitar 55.000 sampai 132.000 pon (25.000 sampai 60.000 kg) ke orbit bumi rendah (Coppinger, 2012). Kedua, Rusia juga mengembangkan roket kelas berat dengan kapasitas muatan mencapai 90 ton ke *earth orbit* dan 20 ton ke *lunar orbit*, sesuai rencana roket ini akan diluncurkan pada tahun 2028 (Zak, 2018). Ketiga, Rusia kembali merancang multi-use *Vertical Take-Off and Landing rocket* (VTOL rocket) sebagai *new-reusable single stage rocket* milik Rusia yang merupakan proyek sejak tahun 1990an namun terhenti pada tahun 2012 karena masalah pendanaan (iHLS, 2018).

4.3. Korea Selatan

Sebagai amanat Undang-Undang Pengembangan Antariksa Korea tahun 2005, dibentuk rencana dasar pengembangan antariksa (*basic space development plan*). Korea menganut jangka waktu panjang hingga menengah untuk dokumen rencana dasar ini. Di bidang teknologi roket, pemerintah Korea pun sedang mengejar

dua target utama yang akan dicapai negaranya dengan fokus-fokus yang mengarah ke pengembangan roket dan pesawat antariksa.

Walaupun Korea sempat dikritik bahwa program antariksanya “tertinggal” dikarenakan masalah pendanaan dan kurangnya kerjasama yang dijalin KARI dengan pihak swasta (Kim, 2017). Tetapi nyatanya saat ini pemerintah Korea melakukan sebaliknya. Untuk bidang roket, misalnya, pemerintah Korea akan mendorong pengembangan RLVs negaranya. Sebagaimana diketahui, SpaceX sukses meluncurkan dan mendaratkan *partially reusable rockets*. Direktur KARI menyampaikan bahwa KARI saat ini sedang dalam proses pemetaan rencana dasar untuk roket serupa (Yonhap News Agency, 2018). Mengenai kritik bahwa Korea kurang melakukan kerjasama dengan pihak swasta, untuk mencapai misi-misi besar ini pemerintah akan secara aktif mendorong perusahaan swasta untuk mengembangkan dan memproduksi roket dan pesawat antariksa.

4.4. Indonesia

Berdasarkan uraian pada bagian tiga, mengingat terdapat sejumlah negara yang hingga saat ini masih memperdebatkan urgensi bagi suatu negara untuk memiliki ketentuan keantariksaan nasional, maka upaya pemerintah Indonesia yang telah memiliki sejumlah ketentuan relevan termasuk peta rencana strategis jangka panjang keantariksaan merupakan hal yang patut diapresiasi. Akan tetapi, apabila dianalisa lebih lanjut materi muatannya, terdapat beberapa fokus pemerintah Indonesia yang harus digaris bawahi yaitu untuk mengembangkan roket sonda (*sounding rocket*) dengan *altitude* 300 km, meluncurkan roket pengorbit satelit mikro LEO, dan jangka waktu.

Pertama, mengenai roket sonda. Roket sonda merupakan roket yang digunakan untuk penelitian. Lingkupnya tidak terbatas pada fisika matahari (*solar physics*) dan penelitian astrofisika (*astrophysics research*) tetapi juga ilmu bumi, geofisika, fisika antariksa, ilmu planet dan lainnya (Christe, Steven dkk, 2016). Target pemerintah Indonesia adalah untuk mengoperasikan roket sonda *altitude* 300 km pada tahun 2030. Sementara, sebagai satu gambaran perbandingan, roket sonda pertama Amerika adalah proyek dengan *Army Signal Corps* pada tahun 1944 yaitu “WAC Corporal” yang membawa muatan setinggi kurang lebih 30,5 km. Kemudian pada pertengahan tahun 1980an, program roket sonda NASA (*NASA Sounding Rocket Program/NSRP*) melakukan konsolidasi dengan *Wallops Flight Facility* dari *Goddards Space Flight Center*. Program ini terus berkembang, dan sistem penerbangan NSRP merupakan sistem yang canggih, yaitu mampu mengangkut muatan 1000 pon ke ketinggian 280 km dan muatan 250 pon ke ketinggian 1500 km (NASA, 2015).

Kedua, roket pengorbit satelit mikro ke orbit bumi rendah (*Low Earth Orbit/LEO*). LEO merupakan orbit bumi rendah dengan ketinggian dibawah 2.000 km, sedangkan satelit mikro merupakan satelit dengan berat maksimal 100 kg (Wekerle, 2017). Berdasarkan Renduk, target pemerintah Indonesia adalah untuk meluncurkan roket pengorbit satelit mikro ke LEO yang diperkirakan pada tahun 2036-2040. Sementara dilihat aktivitas antariksa negara lain, beberapa perbandingan adalah beberapa negara saat ini sudah memiliki roket pengorbit satelit LEO. Contohnya Amerika dengan Athena IIC (200 km) dan Taurus (2110) (500 km), dan Rusia dengan Kosmos 3M (250 km) dan Shtil-1 dan Shtil-2.1 (500 km) (Crisp, Nicholas Husayn dkk, 2014). Kemudian, dilihat praktik lainnya yaitu Korea Selatan, *Korean Space Launch Vehicle-1* (KSLV-1) yang digunakan untuk meluncurkan satelit ke LEO dengan *perigee* pada 300 km dan *apogee* pada 1500 km. Pada percobaan ketiga (Januari 2013), roket ini berhasil meluncurkan satelit penelitian dan teknologi Korea Selatan STSAT-2C (KAIA, 2015).

Ketiga, mengenai jangka waktu. Berbeda dengan Indonesia pada Rencana Induknya yang memuat peta rencana strategis jangka panjang keantariksaan 2016 sampai 2040, beberapa negara memiliki kebijakan keantariksaan dengan jangka pendek hingga menengah saja. Dua kebijakan keantariksaan Amerika Serikat misalnya, dikeluarkan dalam jangka waktu kurang dari lima tahun (tahun 2010 kemudian 2013), Rusia memiliki kebijakan keantariksaan dengan jangka menengah yaitu *Federal Space Program 2006-2015* yang kemudian digantikan dengan *Federal Space Program 2016-2025*, dan Korea Selatan yang kebijakan keantariksannya memuat rencana jangka menengah yaitu hingga 2030. Dari materi muatannya pun secara keseluruhan memuat pengembangan roket antara lain ke arah RLVs dan roket kelas berat. Sedangkan target terbesar untuk jangka menengah hingga panjang Indonesia di bidang roket adalah mengoperasikan roket sonda dengan *altitude* 300 km (2026-2030) dan meluncurkan roket pengorbit satelit mikro ke LEO (2036-2040).

Dari ketiga hal tersebut, menurut pandangan penulis, apa yang menjadi target pemerintah Indonesia pada bidang pengembangan teknologi roket berdasarkan Renduk dapat dikatakan tertinggal dari beberapa negara pembanding terpilih. Hal ini dapat dilihat baik dari sisi teknologi yang saat ini sudah dimiliki negara-negara tersebut akan tetapi baru akan dicapai oleh Indonesia kemudian, maupun dari sisi kebijakan negara-negara tersebut yang mengarahkan kegiatan keantariksaannya ke pengembangan teknologi roket RLVs atau roket kelas berat.

Tabel 4-1: Perbandingan Kebijakan Nasional Negara-negara Terkait Peroketan

	AMERIKA SERIKAT	RUSIA	KOREA SELATAN	INDONESIA
JANGKA WAKTU	Jangka Pendek 2010, 2013	Jangka Menengah 2006-2015, 2016-2025	Jangka Menengah 2018-2030	Jangka Panjang 2016-2040
ARAHAN KEBIJAKAN NASIONAL	<p>National Space Policy 2010</p> <p>a. Program pengembangan dan uji coba dari teknologi antariksa baru.</p> <p>b. Riset dan pengembangan sistem peluncuran generasi selanjutnya, termasuk teknologi mesin roket Amerika yang baru.</p> <p>Space Transportation Policy 2013</p> <p>a. Riset dan pengembangan peluncur antariksa generasi selanjutnya</p> <p>b. Kemampuan transportasi antariksa yang dapat digunakan kembali</p> <p>c. Propulsi listrik tenaga surya.</p>	<p>Law of the Russian Federation No. 5663-1 on Space Activities</p> <p>a. Pembuatan (termasuk pengembangan, produksi dan uji coba), penggunaan (eksplorasi) peralatan antariksa dan teknologi antariksa</p> <p>b. Memastikan fungsi dan pengembangan roket dan infrastruktur antariksa</p> <p>The Russian Federal Space Program for 2016-2025</p> <p>c. Membangun roket besar kelas berat (<i>giant super-heavy rocket</i>).</p> <p>d. Pengembangan pesawat antariksa generasi (<i>next generation spacecraft</i>) yang akan menggantikan Soyuz Capsule</p>	<p>Space Development Act of 2005</p> <p>Riset dan pengembangan teknologi roket mencakup perancangan, produksi, peluncuran, operasi dan lainnya</p> <p>Mid-to-Long Term Space Development Plan</p> <p>Pengembangan roket dan pesawat antariksa untuk mencapai proyek utama pemerintah, yaitu:</p> <p>a. Menyelesaikan tahap awal proyek eksplorasi bulannya pada tahun 2020</p> <p>b. Melakukan pendaratan pesawat antariksanya di bulan pada 2030</p>	<p>Renduk Keantariksaan 2016-2040</p> <p>Target Jangka Panjang mencakup:</p> <p>a. Beroperasinya roket sonda <i>altitude</i> 300 km (2026-2030)</p> <p>b. Peluncuran roket pengorbit satelit mikro ke LEO (2036-2040)</p>
SASARAN TERKAIT ROKET	<p>a. Pengembangan roket paling canggih ke level selanjutnya</p> <p>b. Roket peluncur untuk membawa astronot ke Bulan, Mars dan misi selanjutnya yang lebih besar lagi</p>	<p>a. Pengembangan Reusable Integrated Launch Vehicle (RILV) dengan kapasitas 25 sampai 60 ton ke LEO</p> <p>b. Roket besar kelas berat (<i>giant super-heavy rocket</i>) dengan kapasitas 90 ton ke earth orbit, dan 20 ton ke lunar orbit</p> <p>c. Merancang VTOL Rocket sebagai reusable single stage rocket Rusia</p>	<p>a. Pemetaan rencana dasar program RLVs</p> <p>b. Peningkatan kerja sama dengan pihak swasta untuk pengembangan roket (merujuk kerjasama NASA dan SpaceX)</p>	<p>Target 2016-2020</p> <p>a. Dihasilkan roket tiga tingkat sampai diameter 550 mm</p> <p>b. Dihasilkan prototipe roket kendali low altitude-high subsonic</p> <p>c. Uji terbang roket cair <i>noncryogenic engine</i> kelas gaya dorong 1000-2000 kgf</p> <p>d. Uji terbang roket sonda dengan muatan sensor atmosfer</p> <p>e. Meningkatkan fasilitas produksi dan pengujian komponen, subsistem, sistem roket sonda</p>

5. PENUTUP

Berdasarkan pembahasan diatas, maka beberapa hal yang dapat disimpulkan antara lain:

- a. Berdasarkan uraian diatas, maka regulasi dan kebijakan antariksa negara-negara pada umumnya difokuskan untuk mengejar pengembangan kegiatan keantariksaan. Secara khusus pada negara tertentu juga memuat tentang upaya untuk mengejar kemampuan teknologi roket RLVs dan roket kelas berat.
- b. Sedangkan untuk Indonesia sendiri, berdasarkan Renduk Keantariksaannya, yang menjadi fokus terbesar pemerintah untuk jangka 2016-2040 adalah diantaranya untuk melakukan pengembangan teknologi roket sonda (untuk kepentingan penelitian) *altitude* 300 km (2026-2030) dan untuk meluncurkan roket pengorbit satelit mikro ke LEO (2036-2040).
- c. Kedepannya, ada baiknya pemerintah Indonesia mempercepat pengembangan kegiatan keantariksaan nasional dengan merujuk berbagai ketentuan dan kebijakan nasional negara *spacefaring* khususnya untuk pengembangan teknologi roket.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Kajian Kebijakan Penerbangan dan Antariksa LAPAN (PusKKPA LAPAN). Khususnya kepada Kepala PusKKPA LAPAN, Bapak Ir. Agus Hidayat, M.Sc. periode 2016-2018, dan Kepala Kelompok Peneliti 2, Bapak DR. Mardianis, S.H., M.H., yang telah membantu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan makalah ini.

DAFTAR ACUAN

- Christe, Steven., Ben Zeiger., Rob Pfaff., dan Michael Garcia., 2016, *Introduction to the Special Issue on Sounding Rockets and Instrumentation*, dalam *Journal of Astronomical Instrumentation*, World Scientific Publishing Company.
- Coppinger, Rob., 2012, *Russia Wants Reusable Rockets By 2020*, dalam <https://www.space.com/18046-russia-reusable-rockets-2020.html>.
- Crisp, Nicholas Husayn., Katherine Lucy Smith., dan Peter Michael Hollingsworth., 2014, *Small Satellite Launch to LEO: A Review of Current and Future Launch Systems*, dalam *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Science*.
- Dempsey, Paul Stephen., 2014, *National Legislation Governing Commercial Space Activities*, dalam *Journal of Space Safety Engineering*, Vol. 1 No. 2.
- Dudley, Susan E., dan Brito, Jerry, 2012, *Regulation: A Primer*, Meratus Center, George Mason University, Arlington.
- Edelkina., Anastasia., Oleg Karasev., dan Natalia Velikanova., 2015, *Space Policies Strategies and Priorities in Russia*, dalam *Basic Research Program Working Papers, Series: Science, Technology and Innovation*, National Research University of Higher School of Economics.
- Froehlich, Annette., dan Vincent Seffinga., 2018, *National Space Legislation: A Comparative and Evaluative Analysis*. Springer, Switzerland.
- Gibbs, Graham., 2012, *An Analysis of the Space Policies of the Major Space Faring Nations and Selected Emerging Space Faring Nations*, dalam *Annals of Air and Space Law*, Vol. XXXVII, McGill Institue of Air & Space Law.
- Goh, Deyana., 2017, *Indonesia's Space Policy as Outlined in the National Space Law of 2013*, dalam <http://www.spacetechnasia.com/indonesias-space-policy-as-outlined-in-the-national-space-law-of-2013/>.
- Kim, Harry., 2017, *South Korea's Race to Space is Lagging Behind*, dalam <https://thedi diplomat.com/2017/11/south-koreas-race-to-space-is-lagging-behind/>.
- Herzfeld, Henry R., dan Peter, Nicholas., 2007, *Developing New Launch Vehicle Technology: the Case of Multi-National Private Sector Cooperation*, dalam *Journal of Space Policy*, Vol. 23 Issue 2.
- Ho-Sup, Won., dan Choi Mira., 2018, *Korea Vows to Promote Private-Led Space Development by 2030*, dalam <http://pulsenews.co.kr/view.php?sc=30800019&year=2018&no=83120>.

- Hornby, A.S., 2006, *Oxford Advanced Learner's Dictionary of Current English*, Edisi ketujuh, Oxford University Press, Oxford.
- iHLS, 2018, *Russia Developing New Multi-Use VTOL Rocket*, dalam <https://i-hls.com/archives/81327>.
- Jakhu, Ram, 2009, *Capacity Building in Space Law and Space Policy*, dalam *Advances in Space Research*, Vol. 44.
- Kim, Doo Hwan., 2010, *Space Law and Policy in the Republic of Korea*, dalam <http://www.unoosa.org/pdf/pres/2010/SLW2010/02-09.pdf>.
- Kementerian Sekretariat Negara RI, 2013, *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2013 tentang Keantariksaan*, 6 Agustus 2013, Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2013 Nomor 133, Jakarta.
- Kementerian Sekretariat Negara, 2017, *Peraturan Presiden Nomor 45 tahun 2017 tentang Rencana Induk Penyelenggaraan Keantariksaan tahun 2016-2040*, 12 April 2017, Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2017 Nomor 84, Jakarta.
- LAPAN, 2015, *Peraturan Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2015 tentang Organisasi dan Tata Kerja Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional*, Jakarta.
- Law of the Russian Federation No. 5663-1 on Space Activities.
- Marboe, Irmgard. 2013, *The Importance of National Space Legislation for the Peaceful Uses of Outer Space*, UNCOPUOS Legal Subcommittee 16 April 2013.
- NASA, 2015, *NASA Sounding Rockets User Handbook*, NASA Goddard Space Flight Center, Wallops.
- NASA, 2018, *What's Next for NASA*, dalam https://www.nasa.gov/about/whats_next.html.
- National Space Policy of the United States of America 2010.
- National Transportation Policy of the United States of America 2013.
- Pekkanen, Saadia M., and Paul Kallender- Umezu, 2010, *In Defense of Japan: From the Market to the Military in Space Policy*, Stanford University Press, Stanford, California.
- Space Development Promotion Act of the Republic of Korea 2005.
- Supancana, I. B. R., 2016, *the Development of Space Law in Indonesia*, dalam *Indonesian Law Journal*, Vol. 1 No.1.
- The Space Damage Compensation Act of the Republic of Korea 2007.
- Tronchetti, Fabio, 2013, *Fundamentals of Space Law and Policy*, Springer, Berlin.
- Xiaodian, Wu, 2018, *China's Space Law: Rushing to the Finish Line of Its Marathon*, dalam *Journal of Space Policy*, <https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2018.03.004>.
- Yonhap News Agency, 2018, *S. Korea to Develop Reusable Space Launch Vehicle*, dalam <http://english.yonhapnews.co.kr/business/2018/03/14/0504000000AEN20180314009200320.html>.
- Zak, Anatoly, 2016, *Russia Approves its 10-Year Space Strategy*, dalam <http://www.planetary.org/blogs/guest-blogs/2016/0323-russia-space-budget.html>.
- Zak, Anatoly, 2018, *Russia Is Now Working on a Super Heavy Rocket of Its Own*, dalam <https://www.popularmechanics.com/space/rockets/a16761777/russia-super-heavy-rocket/>.