

## **PENGEMBANGAN TEKNOLOGI ROKET: URGENSI DAN TANTANGAN BAGI INDONESIA**

**Adriana Elisabeth**

P2 Politik Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

Email : adriana.elisabeth@gmail.com

### **ABSTRACT**

*Referring to the latest spacecraft technology of NASA called Orion which has the capacity to reach deep space beyond the moon and Mars, there are at least three lesson learned for Indonesia if it wants to develop rocket technology. First, development of rocket technology needs a long and sustainable process. Second, research and development technology need long term funding. Third, it needs experts and professional staffs, including from relevant scientists. To support national space science and technology, the Government of Indonesia has set a decree or master plan to manage national space science or Peraturan Pemerintah Nomor 45 Tahun 2017 tentang Rencana Induk Penyelenggaraan Keantariksaan. Space science and technology is urgent to be developed, but it needs to be long term and strong coordination with/among several different sectors. Research and development (R&D) in particular the national rocket technology must be conducted integratively. This also means to drive science and technology as the bases of national development policy and priority. Space science and technology have direct connections to several different sectors, such as maritime safety and security with regards to trade routes and shipping lines both domestically and globally, agricultural sector in relation to climate change, etc. The implementation of master plan of national space science and technology needs to be aware of environmental and social aspects. These integrated approaches include impact assessments of the technology towards the environment and local society. In accordance with the urgency of national space science and technology in Indonesia, there are challenges because of some reasons: First, lack of political commitment from the Government of Indonesia. Second, limited budget for supporting R&D. Third, lack of public awareness, including resistance from local community against the development of national technology. Fourth, business sector has limited interest to invest in advanced technology.*

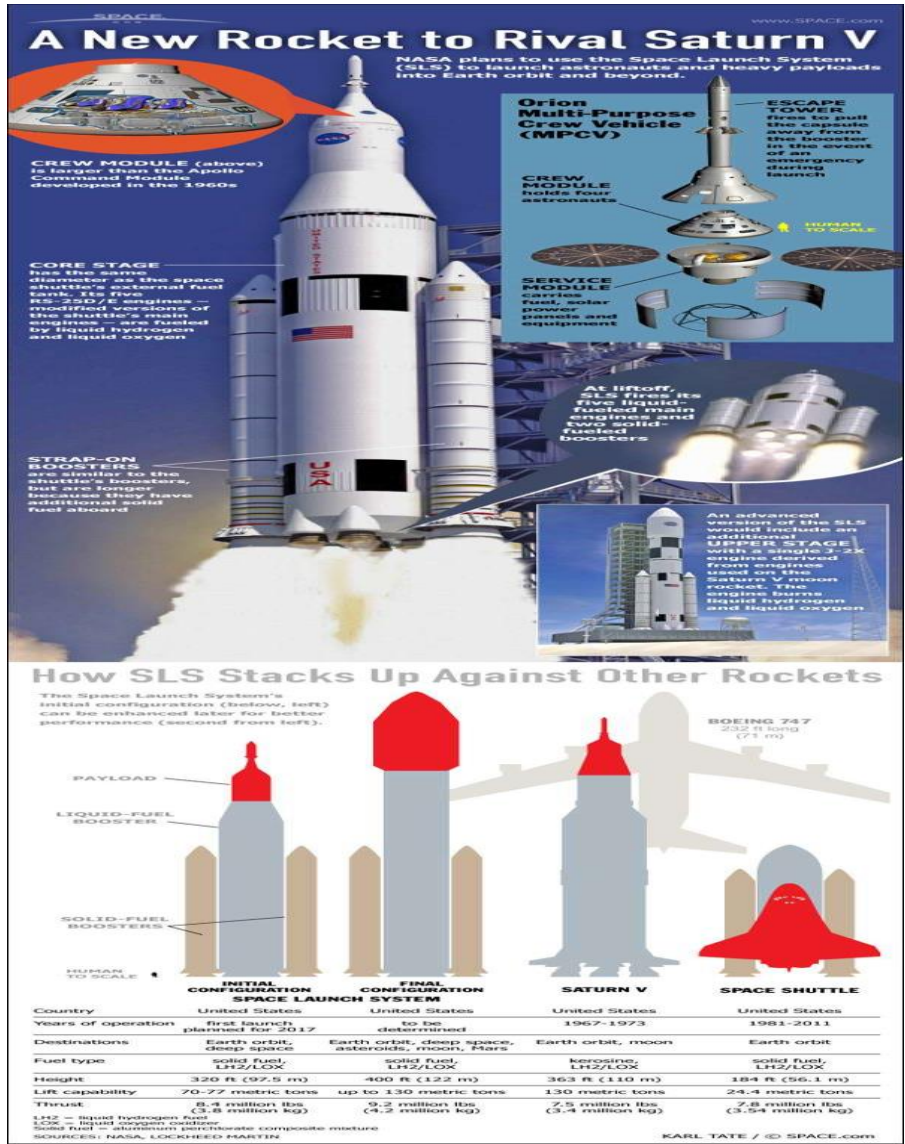
*Keyword : rocket technology, research and development, Indonesia*

### **ABSTRAK**

Mengacu pada pesawat antariksa yang mampu mencapai *deep space* melampaui bulan, planet Mars dan sistem solar atau Orion oleh Lembaga Antariksa Amerika Serikat atau *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), terdapat tiga pelajaran penting yang dapat diambil oleh Indonesia terkait pengembangan teknologi roket nasional: pertama, pengembangan teknologi roket merupakan proses panjang dan berkesinambungan, kedua, pengembangan teknologi roket beserta inovasinya memerlukan dukungan dan ketersediaan dana yang sangat besar, ketiga, pengembangan teknologi perlu ditopang oleh sumber daya manusia (SDM) yang menguasai teknologi roket secara tepat dan juga berbagai keahlian bidang ilmu pengetahuan lain. Untuk mendukung teknologi antariksa, Pemerintah Indonesia telah menetapkan Peraturan Pemerintah Nomor 45 Tahun 2017 tentang Rencana Induk Penyelenggaraan Keantariksaan. Urgensi pengembangan teknologi antariksa nasional selain perlu segera direalisasikan, juga bersifat jangka panjang. Hal ini terutama berhubungan dengan pembangunan konektivitas dan koordinasi antarsektor, penataan terpadu lembaga riset dan pengembangan teknologi roket nasional. *Science and technology driven* di bidang roket harus menjadi prioritas pembangunan nasional, karena ini berhubungan langsung dengan pembangunan sektor maritim, keselamatan jalur perdagangan dan pelayaran, pertanian terkait perubahan iklim, dan lain-lain. Selanjutnya, strategi pengembangan teknologi satelit nasional perlu memperhatikan pendekatan lingkungan dan dampak sosial bagi masyarakat lokal (*environmental and social impact assessments*), di mana pendekatan ini sebaiknya dilakukan secara terpadu. Sejalan dengan urgensi untuk mengembangkan teknologi satelit nasional, beberapa tantangan yang akan dihadapi oleh Pemerintah Indonesia antara lain terkait komitmen politik Pemerintah yang belum sepenuhnya difokuskan pada pengembangan teknologi ini. Kedua, masalah anggaran riset dan pengembangan yang relatif terbatas. Ketiga, pemahaman masyarakat Indonesia yang relatif minim, bahkan sebagian menentang. Keempat, fokus bisnis masih terbatas pada pemanfaatan belum pada investasi di bidang teknologi canggih untuk membangun kehidupan yang lebih baik. Kata Kunci : teknologi roket, penelitian dan pengembangan, Indonesia

# 1. PENDAHULUAN

Lembaga Antariksa Amerika Serikat atau *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) telah meluncurkan pesawat antariksa yang dapat mencapai *deep space* (wilayah luar angkasa melampaui bulan, planet Mars dan sistem solar) disebut Orion (May, 2017). (Lihat Gambar 1.1 Roket Orion di bawah ini) ([www.space.com](http://www.space.com), 2017). Biaya yang dikeluarkan untuk teknologi roket Orion mencapai 870 triliun rupiah. Pengembangan teknologi roket terbaru NASA ini menggunakan sistem kontrol digital yang diadopsi dari Boeing 787 Dreamliner. Pada bagian luar pesawat Orion dilapisi oleh material yang mengandung lithium aluminium, jenis senyawa kimia untuk melindungi pesawat ini dari kenaikan suhu panas yang ekstrim pada waktu pesawat mengorbit (Yudha Pratomo, 2017).



Gambar 1.1 Roket Orion

Ada tiga esensi penting dalam pemberitaan singkat mengenai pesawat Orion. Pertama, pengembangan teknologi roket merupakan proses panjang dan berkesinambungan. Selain kegagalan yang pernah dialami oleh NASA, teknologi roket ini tetap berguna untuk mengeksplorasi hal-hal yang dapat dimanfaatkan untuk kebaikan umat manusia, misalnya energi yang bersumber dari antariksa atau *space energy*. Kedua, pengembangan teknologi roket beserta inovasinya memerlukan dukungan dan ketersediaan dana yang sangat besar, bahkan ini menjadi syarat utama untuk mendukung hasil pengembangan dan keberlanjutannya. Ketiga, pengembangan teknologi perlu ditopang oleh sumber daya manusia (SDM) yang menguasai teknologi roket secara tepat dan juga berbagai keahlian bidang ilmu pengetahuan lain yang terkait dengan pemanfaatan dan penguasaan roket, seperti ahli teknologi komunikasi dan informasi, sumber daya alam (SDA), khususnya jenis *rare earth*, seperti lithium, thorium, dan lain-lain.

Indonesia memiliki LAPAN, sebuah lembaga yang memiliki otoritas dalam mengembangkan teknologi antariksa Indonesia, termasuk satelit dan roket, selain juga lembaga riset atau perguruan tinggi lain yang relevan di bidang kedirgantaraan (*sky*) dan ruang angkasa (*space*). Untuk mendukung teknologi antariksa ini, Pemerintah Indonesia telah menetapkan Peraturan Pemerintah Nomor 45 Tahun 2017 tentang Rencana Induk Penyelenggaraan Keantariksaan. Meskipun dalam kenyataannya, Indonesia masih harus mengejar aspek penguasaan teknologi roket. Sementara itu, kerja sama dengan negara lain ataupun menjadi anggota rejim internasional seperti *Missile Technology Control Regime* (MTCR) (MTCR, 2017), tidak otomatis mendapatkan keuntungan dalam peningkatan dan penguasaan teknologi roket nasional (Lismawati F. Malau, 2014). Kepentingan Indonesia menjadi anggota rejim informal ini bergantung pada dinamika di tingkat global dan urgensi di tingkat nasional, namun semua hal perlu diperhitungkan untung ruginya dengan pendekatan *cost and benefit analysis* (CBA).

Urgensi pengembangan teknologi antariksa nasional didasarkan pada peraturan yang sudah ada dan perlu segera direalisasikan dengan proyeksi jangka panjang. Sedangkan tantangan yang dihadapi adalah terkait komitmen politik Pemerintah yang belum penuh, anggaran riset dan pengembangan yang relatif terbatas, pemahaman masyarakat Indonesia yang minim (bahkan menentang), dan fokus bisnis masih terbatas pada pemanfaatan belum pada investasi di bidang teknologi canggih untuk kehidupan yang lebih baik.

## 2. MEMBANGUN KONEKTIVITAS DAN KOORDINASI ANTAR SEKTOR

Letak Indonesia secara geografis bersifat netral, artinya posisi itu bisa menguntungkan ataupun merugikan. Semua ini sangat bergantung pada kemampuan Indonesia dalam memanfaatkan potensi dan kekayaan yang dimilikinya, termasuk posisi strategis Indonesia di simpang antara dua samudra dan dua benua. Sebagai *archipelagic state*, Indonesia terdiri dari wilayah laut yang luas sekitar 2/3 dari seluruh luas wilayah, di mana di dalamnya terdapat pulau-pulau besar maupun kecil.

Kondisi alam Indonesia juga dikenal dengan berbagai potensi dan kekayaan sumber daya alam (SDA) mulai dari air, hutan, laut, tambang, mineral, panas bumi, minyak dan gas, nuklir, termasuk *rare earth*. Salah satu bentuk pemanfaatan SDA adalah untuk meningkatkan/memenuhi kebutuhan energi domestik dan negara lain. Namun dalam konteks energi nasional, pemahaman mengenai potensi dan kekayaan SDA nasional tidak sepenuhnya benar. Hal ini disebabkan kesenjangan antara ketersediaan SDA dengan kebutuhan konsumsi energi nasional cenderung membesar. Hal ini mendorong kepentingan banyak negara untuk mengembangkan energi baru dan terbarukan (EBT) atau *renewable energy* secara lebih serius. Salah satu sumber potensial EBT adalah ruang angkasa (*space energy*), seperti energi solar.

Secara singkat, penguasaan wilayah antariksa melalui teknologi berkorelasi dengan kepentingan sektor yang lain, seperti pertanian, SDA, pencegahan bencana alam karena perubahan iklim. Letak Indonesia dan SDA yang dimilikinya bernilai ekonomi tinggi, dan bernilai strategis sebagai posisi tawar sebagai jalur pelayaran dan perdagangan dunia, serta dalam konteks lingkungan hidup dan perubahan iklim global. Keadaan ini berimplikasi dinamika regional dan internasional yang ingin memanfaatkan kekuatan sumber daya ekonomi Indonesia (SDA, pasar, lahan dan tenaga kerja) untuk mendapatkan keuntungan yang lebih besar.

Pada awal Pemerintahan Jokowi-JK, isu maritim relatif mengemuka, bahkan *master plan* pembangunan nasional sebagian besar berhubungan dengan sektor maritim. Sejak Pemerintahan Joko Widodo (Jokowi)-Jusuf Kalla (JK), sektor maritim menjadi perhatian khusus dalam program pembangunan nasional. Laut dan perairan Indonesia terhubung oleh pulau atau daratan, bahkan daratan dan laut juga terhubung dengan udara. Keterhubungan antarsektor ini tidak secara otomatis mengubah paradigma pembangunan yang selama ini masih berbasis daratan atau *land-based orientation*. Padahal master plan pembangunan yang komprehensif harus mampu mencapai hasil yang saling memenuhi kepentingan setiap sektor.

Untuk membangun sektor maritim secara komprehensif, Pemerintah Indonesia telah mengeluarkan Kebijakan Kelautan Indonesia (KKI) pada Maret 2017, tujuan pembangunan sektor maritim semakin relevan apalagi bila dikaitkan dengan upaya merealisasikan peran global Indonesia dalam konteks Poros Maritim Dunia. Namun hal yang masih sulit dicapai adalah pemahaman banyak pihak mengenai keterhubungan antara darat dengan laut, bahkan dengan udara. Hal ini berdampak pada implementasi kebijakan dan program yang masih cenderung sektoral atau parsial. Akibatnya, optimalisasi hasil pembangunan juga bersifat parsial, sehingga perlu dilakukan sinkronisasi antarketiga sektor yang saling terkait, bahkan harus saling mendukung. Sebagai contoh, pengembangan teknologi satelit semakin relevan untuk mendukung sektor pertanian dan pemantauan cuaca/iklim untuk meningkatkan hasil pertanian.

Contoh lain, teknologi satelit sangat relevan dengan pengelolaan informasi secara terpadu terkait digitalisasi komunikasi, termasuk koordinasi antarkelompok kepentingan politik yang bertujuan mengganggu keamanan negara, termasuk komunikasi dan koordinasi antar kelompok teror/violent extremism/ISIS, dan juga perompak (*piracy*) dan perompak bersenjata (*armed robbery*). Yang sangat relevan dengan kebijakan pemerintah

dalam menghapuskan praktik korupsi, baik di kalangan politisi pemerintahan maupun parlemen dan juga pelaku ekonomi, pengembangan satelit juga sangat penting untuk mampu melakukan deteksi atas rencana kegiatan ekonomi informal (*informal/illegal economy*), terutama di sektor SDA.

### 3. PENATAAN TERPADU R&D TEKNOLOGI ROKET NASIONAL

Pengembangan dan penguasaan teknologi roket nasional tidak dapat dipisahkan dari penataan lembaga secara profesional dan peningkatan sumber daya manusia di bidang teknologi roket dan yang terkait, seperti teknologi komunikasi dan informasi, nuklir, geospasial/aerospasial (Aerospasial, 2017), hubungan internasional, keamanan dan pertahanan, sosial politik lokal, ekonomi dan perdagangan internasional, dan lain-lain.

Secara nasional, lembaga di bidang roket dan yang terkait perlu membangun koordinasi secara kuat, sehingga hasil-hasil penelitian dan pengembangannya tidak hanya berguna untuk ilmu pengetahuan, namun juga dapat dimanfaatkan oleh pemerintah ataupun pihak swasta/pelaku bisnis untuk mendukung kepentingan nasional dalam hubungan dengan pengamanan dan pertahanan negara, pembangunan ekonomi domestik, dan pelestarian lingkungan hidup secara berkelanjutan. Selain juga, pengembangan dan kemampuan penguasaan teknologi roket merupakan bagian dari posisi tawar Indonesia dalam ikut menentukan arah perkembangan dunia menuju stabilitas keamanan dan kesejahteraan ekonomi secara merata.

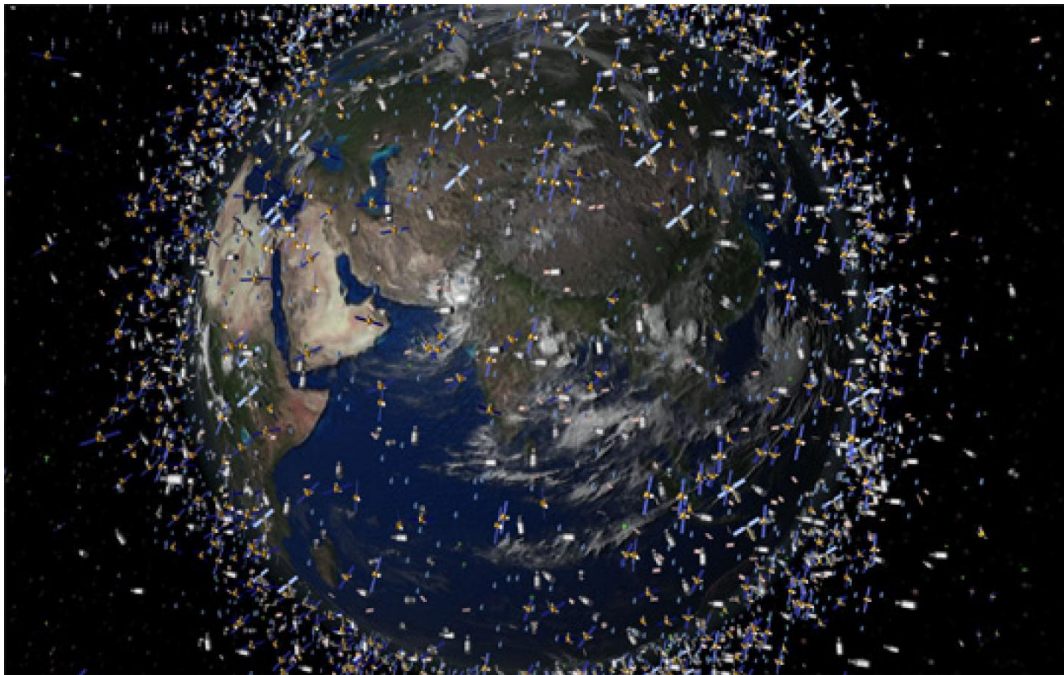
Dalam jangka panjang, lembaga riset nasional (seperti LAPAN, LIPI, BATAN) tidak dapat lagi diperlakukan layaknya lembaga birokrasi. Idealnya, lembaga riset perlu dikelola secara profesional dengan memisahkan antara manajemen R&D dengan tugas dan fungsi periset untuk fokus menghasilkan riset yang sesuai dengan kebutuhan negara. Dalam konteks sekarang adalah disesuaikan dengan program atau prioritas nasional. Selain itu, penguasaan teknologi antariksa nasional, apalagi bila terdapat penemuan dan penciptaan teknologi baru (*invention and inovation*), maka kepentingan dari negara/kekuatan besar akan semakin terarah kepada Indonesia. Apalagi Indonesia juga memiliki potensi dan kekayaan sumber daya alam (SDA) yang belum seluruhnya dieksplorasi dan dieksploitasi, khususnya nuklir dan/atau jenis *rare earth* lainnya.

Selain itu, *science and technology driven*, termasuk di bidang roket harus menjadi prioritas pembangunan nasional, karena hal ini berhubungan langsung dengan pembangunan sektor maritim, keselamatan jalur perdagangan dan pelayaran, pertanian terkait perubahan iklim, dan lain-lain. Sebagaimana dilakukan oleh Pemerintah RRT di bawah Presiden Xie Jin Ping, ilmu pengetahuan dan teknologi menjadi salah satu pilar pembangunan Tiongkok menjadi negara moderen, selain pembangunan pertahanan, industri dan manufaktur, dan pertanian. Pada 2016, Pemerintah Tiongkok secara resmi mengkonfirmasi *manned lunar mission*, yakni misi ke bulan, bukan hanya mendarat, namun juga menempatkan orangnya di bulan (Connor, 2017). Indonesia pernah memiliki visi jauh ke depan dalam bidang teknologi satelit dan roket. Pada 1986, Indonesia berencana memberangkatkan astronotnya dalam misi STS-61-H dengan menggunakan pesawat ulang-alik Columbia. Misi itu akan meluncurkan tiga satelit komersil, yaitu: Skynet 4A, Palapa B3 dan Westar 6S (Muharam, 2017). Namun karena misi itu gagal, hingga saat ini, belum pernah ada astronot Indonesia yang mendarat di bulan.

Pengembangan dan penguasaan teknologi roket nasional tidak dapat dilepaskan dari dinamika di berbagai kawasan, misalnya di wilayah Semenanjung Korea. Pemerintah Indonesia telah menyampaikan pernyataan politik yang tegas, yakni mengutuk pembangunan senjata nuklir Korea Utara karena dampaknya bukan hanya dirasakan oleh pihak yang menjadi musuh negara itu, melainkan juga berdampak menghancurkan bagi stabilitas dan perdamaian dunia.

Meskipun kerja sama di bidang pengembangan teknologi roket sangat mungkin dilakukan antara Indonesia dengan negara lain, seperti NASA (Amerika Serikat) atau RUSNANO (Russia) (*Business Council for Cooperation with Indonesia, 2016*) dan juga MTCR, tetap perlu dibuat analisa untung ruginya. Pertama, hal ini karena tidak sepenuhnya alih teknologi bisa diperoleh sekali pun kesepakatan telah ditandatangani. Kedua, kewajiban berkontribusi secara finansial sebagai anggota. Skenario yang bisa dilakukan sebelum Indonesia menjadi anggota MTCR adalah mendukung pengembangan dan penguasaan teknologi roket dengan dukungan nyata terkait penyediaan fasilitas dan dana yang memadai. Hal ini penting untuk keberlanjutan teknologi dirgantara dan roket yang pernah dibuat oleh Indonesia, misalnya oleh LAPAN dan P.T. Dirgantara Indoensia.

Secara nasional, bilateral atau regional, Indonesia juga perlu membangun mekanisme mengatasi “sampah antariksa” atau benda jatuh dari luar angkasa di wilayah Indonesia khususnya, seperti pada 1981 di Gorontalo, 1988 di Lampung, 2003 di Bengkulu, 2016 di Madura, dan 2017 di Agam. Jenis-jenis sampah luar angkasa itu antara lain berupa bagian motor roket, pecahan roket, dan benda bulat menyerupai kendi (Priyambodo, 2017). Sejauh ini belum pernah ada laporan mengenai dampak jatuhnya sampah antariksa bagi penduduk di lokasi-lokasi tersebut. Namun mengacu pada frekuensi kejadian sejak 1981-2017, maka akan baik bila diantisipasi kerugian Indonesia bila sampah antariksa itu berpotensi memengaruhi kualitas hidup masyarakat dan kelestarian lingkungan di wilayah udara, laut dan darat Indonesia. (Lihat Gambar 3.1) (Elshinta.com, 2017).



Gambar 3.1 Sampah Antariksa

Dalam jangka panjang, pengembangan dan penguasaan teknologi roket juga berkorelasi dengan strategi nasional dalam pengelolaan SDA secara inklusif dan berkelanjutan berbasis pada *stakeholder analysis*: pemerintah, pasar dan masyarakat sipil. Pendekatan ini ditujukan untuk meningkatkan peran serta setiap pemangku kepentingan dengan memperhatikan aspek lingkungan (AMDAL) dan aspek sosial (AMDAS). Secara terpadu, dua pendekatan itu dikombinasi menjadi pendekatan *Environmental and Social Impact Assessment* (ESIA). Pendekatan ini sangat relevan dalam konteks mengelola investasi di sektor SDA. Biasanya persyaratan terkait AMDAL relatif dipahami, namun tidak demikian dengan analisa mengenai dampak sosial.

Bagi investor, khususnya, dampak sosial cenderung dipandang sebagai kerugian atau di wilayah konflik disebut sebagai biaya konflik (*cost of conflict*). Padahal melalui AMDAS dapat diproyeksikan keuntungan ataupun kerugian di masa depan. Namun hal ini memerlukan perubahan paradigma terkait kepentingan investasi di bidang teknologi dalam hubungannya dengan rencana pembangunan nasional di suatu wilayah. Sebagai contoh, pembangunan badan/stasion antariksa nasional di Pulau Morotai (Provinsi Maluku Utara) atau Pulau Biak (Provinsi Papua). Terkait Papua, rencana ini perlu memperhatikan aspek sosial politik lokal, bukan hanya karena Papua dan Papua Barat memiliki otonomi khusus (melalui Undang-Undang Nomor 21 Tahun 2001 tentang Otonomi Khusus bagi Papua), namun juga untuk mengantisipasi adanya resistensi dari masyarakat lokal, karena mereka menilai pembangunan nasional yang dilakukan di Tanah Papua sering tidak memperhitungkan eksistensi nilai-nilai tradisional yang masih memegang teguh oleh masyarakat, khususnya mengenai hak-hak tanah adat (Elisabeth, 2017).

Indonesia yang dikenal memiliki potensi dan kekayaan SDA yang beragam sangat membutuhkan peran teknologi roket yang canggih. Hal ini berguna untuk pengelolaan dan pemanfaatannya dalam jangka panjang yang memerlukan pemetaan dan data SDA secara nasional beserta persebarannya. Selanjutnya, hal ini juga relevan dalam mengatur kepentingan investasi, selain juga investasi di sektor SDA semakin diperlukan untuk memenuhi kebutuhan domestik dan luar negeri. Dalam upaya mengantisipasi dampak perubahan iklim global yang berasal dari wilayah laut dan udara Indonesia (ataupun sebaliknya), pengembangan dan penguasaan teknologi roket nasional sangat berguna untuk mendukung kemampuan dalam menjaga keselamatan jalur perdagangan dan pelayaran melalui wilayah perairan dan laut Indonesia.

#### 4. PENUTUP

Tantangan yang dihadapi dalam bidang riset dan pengembangan teknologi antariksa tidak mengurangi urgensi untuk segera merealisasikan pengembangan bidang teknologi ini. Oleh karena itu, pengembangan teknologi dirgantara dan antariksa Indonesia tetap menjadi kebutuhan mendesak karena kepentingan berbagai sektor teknis di level domestik/lokal, serta kepentingan menghadapi dinamika global (regional dan internasional), baik dalam hubungannya dengan teknologi EBT, termasuk yang bersumber dari luar angkasa, serta kepentingan kedaulatan politik, ekonomi dan wilayah negara Indonesia.

Untuk dapat memajukan sektor udara dan antariksa nasional, maka selain PP 45/2017, Pemerintah Indonesia perlu menerbitkan Kebijakan Dirgantara dan Antariksa Indonesia yang komprehensif, sehingga kegiatan K/L dan pemangku kepentingan yang relevan dapat semakin terkoordinasi dan sinergis, bahkan juga dengan sektor maritim dan darat. Pengembangan teknologi satelit dan roket sebagai bagian dari pengembangan sektor dirgantara dan antariksa bertujuan untuk membangun kekuatan nasional yang harus diproyeksikan untuk mampu menghadapi ancaman ataupun potensi ancaman di masa depan, terutama sampai tahun 2045. Sebagai bentuk komitmen politik yang konkret, pemerintah dan parlemen harus mendukung ketersediaan anggaran yang memadai, termasuk meningkatkan kualitas dan kuantitas sumber daya manusia (SDM) di bidang ini.

Untuk dapat memiliki lembaga antariksa nasional yang moderen, maka diperlukan beberapa langkah strategis, terutama menuju 100 tahun Indonesia pada 2045. *Pertama*, menjelang tahun politik pada 2019 secara khusus, maka di dalam kampanye politik para calon presiden dan wakil presiden harus menyatakan secara tegas mengenai visi dan misi Indonesia dalam membangun dan mengembangkan *sky and space technology*. *Kedua*, dalam sisa waktu pemerintahan Presiden Jokowi dan Wapres Jusuf Kalla, perlu merumuskan secara lebih tepat arah Indonesia dalam bidang dirgantara dan antariksa berdasarkan: (1) posisi dan kondisi geografis Indonesia dalam perspektif geopolitik dan geoekonomi global, (2) pembangunan konektivitas antarsektor untuk mewujudkan Indonesia sebagai Poros Maritim Dunia, (3) penataan pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya alam (SDA) untuk kepentingan kesejahteraan rakyat dan perdagangan internasional, (4) penataan lembaga riset nasional yang meliputi: pengembangan ilmu pengetahuan (*science*), teknologi (*technology*), inovasi (*innovation*), dan manajemen riset (*R&D management*) secara profesional. Untuk mengembangkan teknologi udara dan mengeksplorasi antariksa, Indonesia/LAPAN dapat bekerjasama dengan beberapa negara, misalnya NASA, RUSNANO, ISRO (*India Space Research Organisation*), dan yang lain, dengan tujuan yang spesifik sesuai keunggulan masing-masing dan sejalan dengan kepentingan nasional di bidang riset dan pengembangan teknologi roket.

Yang terpenting dari semua itu adalah perlunya dukungan politik secara penuh, termasuk dalam politik anggaran untuk mengembangkan teknologi roket Indonesia. Dukungan politik dan anggaran bersifat mendesak dalam konteks pemanfaatan teknologi ini bagi kepentingan pembangunan ekonomi, penanganan dampak kerusakan lingkungan hidup, kepentingan keamanan negara, dan meningkatkan aspek keterhubungan dan saling keterhubungan antara kepentingan riset dengan pengembangan berbagai sektor teknis di seluruh Indonesia. Akhirnya, kemajuan teknologi roket dapat menjadi kebanggaan nasional karena hal ini menjadi simbol keberhasilan sekaligus kekuatan suatu negara dalam mengarahkan hubungan antarnegara dan juga menguasai masa depan dunia melalui antariksa.

## 5. 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 ACUAN

- May, Sandra., 2017, “*What is Orion?*”, dalam *NASA Knows (Grades 5-8) series* (25 Maret 2015), diakses 12 Oktober 2017.  
[www.space.com](http://www.space.com), 2017, (diakses 17 Oktober 2017).
- Yudha Pratomo, Gito., 2017, “*Teknologi di Balik Pesawat Penjelajah Antariksa*”, CNN Indonesia (diakses 12 Oktober 2017).
- MTCR, 2017, *mtr.info* (diakses 16 Oktober 2017).
- Lismawati F. Malau, Ita., 2014, “*LAPAN: Negara Maju Pelit berbagi Ilmu Teknologi Roket: Indonesia harus mampu mengembangkan teknologi roket*”, *viva news*, <https://www.lapan.go.id/index.php/subblog/read/2014/589//756> (diakses 17 Oktober 2017).
- Aerospatial, 2017, *Geospatial Imagery & Data Capture*, <http://www.aerospatial.com.au/geospatial-imagery-data-capture>, (diakses 17 Oktober 2017).
- Connor, Neil., 2017, “*China prepares for manned moon landing*”, *the Telegraph News*, <http://www.telegraph.co.uk/news/2017/06/07/china-prepares-moon-landing/> (diakses 16 Oktober 2017).
- Muharam, Riza., 2017, Opini: “*Mengapa Indonesia belum juga kirim Astronot ke Antariksa?*”, <http://www.infoastronomy.org/2017/01/opini-mengapa-indonesia-belum-juga-mengirim-astronot.html#ixzz4veEQdIFb> (diakses 16 Oktober 2017).
- Business Council for Cooperation with Indonesia*, 2016, “*Teknologi Rusia akan bantu Indonesia mengeksplorasi Antariksa*”, dalam *Rusia Peluang Bisnis, Business Council Russia-Indonesia*, hlm. 16-18, [www.bcri.ru/id](http://www.bcri.ru/id)

- Priyambodo, Utomo., 2017, “5 Sampah Luar Angkasa yang Jatuh di Indonesia”, <https://kumparan.com/utomo-priyambodo/5-sampah-luar-angkasa-yang-jatuh-di-indonesia> (diakses 16 Oktober 2017).
- Elshinta.com, 2017, “Ancaman 100.523.000 Unit Sampah Antariksa” elshinta.com atau [https://www.google.co.id/search?q=sampah+antariksa+di+negara+lain&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi5pZTCIvfWAhUBK5QKHbA5cQ\\_AUICygC&biw=1600&bih=769#imgrc=rL\\_ilvGibfftFM](https://www.google.co.id/search?q=sampah+antariksa+di+negara+lain&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi5pZTCIvfWAhUBK5QKHbA5cQ_AUICygC&biw=1600&bih=769#imgrc=rL_ilvGibfftFM) (diakses 17 Oktober 2017).
- Elisabeth, Adriana., 2017, *Masukan Terkait Rencana Pembangunan Badan Antariksa Di Biak*, Focus Group Discussion, Pusat KKPA, 5 April 2017.