

BAB X

Konsep dan Kebijakan Keantariksaan Indonesia Menuju Kemandirian Antariksa Untuk Kemajuan Masyarakat dan Bangsa

Fitri Nuraeni

A. Pendahuluan

Keantariksaan saat ini menjadi sektor penting dalam kehidupan masyarakat modern secara global. Di Indonesia sendiri perkembangan keantariksaan sudah dimulai sejak lama dengan pembentukan Komite Astronautika pada 31 Mei 1962. Komite ini dibentuk oleh Perdana Menteri Juanda dan R.J. Salatun atas arahan Presiden Soekarno (Pradana dan Permatasari, 2021). Dengan adanya Undang-Undang No. 21 Tahun 2013 tentang Keantariksaan, maka pembangunan keantariksaan Indonesia memiliki landasan hukum yang kuat. Meskipun begitu, kajian kebijakan keantariksaan masih sangat dibutuhkan untuk mendorong dan mempercepat kemajuan penguasaan dan pemanfaatan sains dan teknologi Antariksa.

F. Nuraeni

Badan Riset dan Inovasi Nasional, e-mail: v3kerjaan@gmail.com

© 2025 Editor & Penulis

Nuraeni, F. (2025). Konsep dan Kebijakan Keantariksaan Indonesia Menuju Kemandirian

Antariksa Untuk Kemajuan Masyarakat dan Bangsa Dalam T. Djamaruddin & F.

Nuraeni (Ed.), Keantariksaan untuk Masyarakat dan Kemajuan Bangsa: Konsep dan

Kebijakan(259–273). Penerbit BRIN.

259

DOI: 10.55981/brin.1592.c1504, E-ISBN: 978-602-6303-87-5

Isu geopolitik dunia terutama di Indo-Pasifik mengenai dinamika persaingan dan kerja sama dalam kegiatan keantariksaan tentunya memengaruhi arah kebijakan Antariksa Indonesia sebagai salah satu *emerging power* di kawasan tersebut (Alfathimy dkk., 2021). Posisi Indonesia sebagai negara kepulauan, dengan bentangan yang cukup lebar di khatulistiwa, menyebabkan kita memiliki kesempatan yang sangat besar untuk dapat mengeksplorasi dan memanfaatkan Antariksa sesuai dengan amanat undang-undang. Hal itu juga menjadi penyebab kebutuhan bangsa Indonesia untuk memiliki kemandirian keantariksaan sehingga dapat melindungi wilayahnya dari bencana Antariksa akibat benda Antariksa buatan ataupun alami dan pemanfaatan Antariksa di atas wilayah Indonesia oleh negara lain yang dapat mengancam kedaulatan negara.

B. Sains dan Teknologi Antariksa dalam Budaya Bangsa

Benda Antariksa dan fenomenanya memiliki sejarah yang panjang dalam memengaruhi kehidupan manusia. Sejak zaman dahulu, budaya-budaya tertua di dunia telah memanfaatkan astronomi dalam perkembangan matematika, navigasi, penanggalan dan bahkan perkembangan peradaban masyarakatnya, seperti filsafat, kesenian, sastra, dan ekonomi. Sebagai ilmu berbasis pada pengamatan, astronomi telah berkembang selama ribuan tahun. Perkembangan ini berpuncak pada kemajuan teknologi pada abad ke-20 dan ke-21 yaitu teleskop luar angkasa, seperti Hubble dan ekspedisi, seperti Solar Dynamics Observatory. Perkembangan pesat pada teknologi pengamatan astronomi tidak hanya terjadi pada sisi instrumennya saja, tetapi teknis dan metode, material instrumentasi ataupun lingkungan pengamatannya juga menjadi objek riset yang menghasilkan inovasi baru. Kemajuan teknologi, seperti teleskop, telah menghasilkan inovasi dalam bidang seperti kedokteran (misalnya mesin MRI) dan teknologi komunikasi (misalnya satelit). Teknis dan metode pengamatan astronomi berkembang pesat. Pengamatan tidak lagi terbatas pada gelombang optik, tetapi juga mencakup panjang gelombang radio dan

spektrum elektromagnetik lainnya. Selain itu, telah dikembangkan pula metode pengamatan otomatis yang memanfaatkan teknologi digitalisasi dan sistem robotik. Dalam hal lingkungan pengamatan, riset mengenai polusi cahaya terus dilakukan, kemudian hasilnya didiseminasikan dalam bentuk edukasi ke masyarakat. Upaya ini bertujuan agar lokasi pengamatan tetap terjaga sehingga menghasilkan pengamatan yang berkualitas.

C. Sains dan Teknologi Antariksa untuk Kedaulatan Negara

Hingga saat ini bangsa Indonesia telah menunjukkan kemampuan dari sisi sumber daya manusia dan teknologi Antariksa landas Bumi untuk dapat berkontribusi dalam hal pengembangan keantariksaanm, baik regional maupun global. Hal ini dibuktikan dengan adanya beberapa pusat riset yang memiliki fokus, antara lain untuk mengembangkan sains dan teknologi keantariksaan dalam Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) yang kemudian dilanjutkan di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), meningkatnya kolaborasi antara akademisi terkait keilmuan sains dan teknologi Antariksa, pengembangan jaringan pengamatan Antariksa yang mencakup banyak wilayah Indonesia, dan adanya peningkatan kesadaran tentang kondisi Antariksa dan dampaknya (*Space situational awareness*). Penguasaan sains dan teknologi keantariksaan ini juga perlu didukung dengan kebijakan-kebijakan yang dapat mempercepat kemajuannya.

Oleh karena itu, diinisiasi suatu konsep pemantauan berupa Jaringan Patroli Langit Indonesia (ISPN = *Indonesian Space Patrol Network*) untuk menjaga kedaulatan dan keamanan wilayah Indonesia dari ancaman bencana Antariksa, baik berupa benda jatuh Antariksa buatan maupun alami. Kolaborasi antara Observatorium Astronomi ITERA Lampung (OAIL) dan Surabaya Astronomy Club (SAC) pada 2022 berhasil mewujudkan konsep ini. Hingga saat ini, ISPN telah memiliki anggota yang tersebar di beberapa wilayah Indonesia dan masih mengajak seluruh observatorium dan komunitas astronomi di Indonesia, baik yang dikelola oleh individu maupun lembaga

pemerintah, pendidikan dan swasta untuk ikut serta memantau langit Indonesia. Dengan tujuan memantau langit Indonesia, khususnya terhadap benda jatuh, seperti meteor atau sampah luar angkasa, serta pemantauan polusi cahaya, dibangunlah jaringan *All-Sky Camera* yang dapat langsung diakses oleh masyarakat. Melalui jaringan ini, masyarakat dapat berkolaborasi untuk membangun database *All-Sky Camera*. Kolaborasi dalam bentuk ISPN ini berperan aktif untuk mendeteksi potensi ancaman dari benda-benda langit yang berdampak pada Bumi. Hal ini dapat mendukung upaya mitigasi dan perlindungan khususnya wilayah Indonesia.

Upaya mitigasi dengan pemantauan objek antariksa, baik alami maupun buatan secara kontinu membutuhkan lingkungan pengamatan yang baik. Secara umum suatu observatorium dapat berfungsi optimal membutuhkan lingkungan yang memiliki kondisi cuaca yang stabil dan minim awan, minim getaran seperti jauh dari jalur kereta api ataupun jalan raya yang padat lalu lintas. Selain itu, juga memerlukan ketinggian yang memadai untuk menghindari gangguan atmosfer dan mendapatkan pandangan yang lebih jelas ke angkasa. Lokasi observatorium mengharuskan lokasi yang jauh dari polusi cahaya yang dapat mengganggu pengamatan. Peningkatan polusi cahaya adalah suatu hal yang sulit dihindari karena keberadaan observatorium umumnya akan meningkatkan aktivitas masyarakat sekitar. Polusi cahaya terjadi karena penggunaan pencahayaan yang berlebihan, seperti lampu yang digunakan untuk penerangan perumahan dan jalan raya, lampu taman, penggunaan lampu *fluorescent* dan lampu papan reklame. Untuk mengatasi hal tersebut para akademisi melakukan riset dan pemodelan untuk memperkirakan peningkatan polusi cahaya di sembilan *geopark* di Indonesia. Selain perkiraan peningkatan polusi cahaya dengan pemodelan dilakukan juga upaya pengamatan kualitas langit malam pada beberapa kawasan BRIN. Dari data yang diperoleh kemudian dibuat peta kecerahan langit yang hasilnya mengonfirmasi polusi cahaya di sekitar perkotaan dibandingkan daerah yang lebih jauh dari pusat kota. Beberapa metode mitigasi polusi cahaya yang bersifat ekonomis dan mudah dilakukan

di antaranya adalah dengan mengarahkan cahaya ke tempat yang diperlukan; meredupkan cahaya dan memilih penerangan, spektrum warna dan filter yang paling sesuai; menaungi pencahayaan untuk melindungi sekitar; dan belajar dari alam; serta menciptakan kawasan dengan tingkat kegelapan yang terjaga. Pada tingkat internasional kegiatan *Dark and Quiet Sky Initiatives* diinisiasi oleh International Astronomy Union (IAU) dan United Nations Committee on the Peaceful Uses of Outer Space (UNCOPUOS) sebagai upaya mengurangi polusi cahaya dari gangguan buatan yang berdampak negatif pada visibilitas langit malam dan ilmu astronomi, hingga lingkungan hayati dan kesehatan manusia (UNCOPUOS, 2021). Di Indonesia, langkah strategis yang direncanakan adalah menjadikan kawasan di sekitar observatorium Timau menjadi kawasan taman langit gelap yang membatasi pencahayaan buatan sesuai dengan standar Asosiasi Langit Gelap Internasional (IDA). Dengan adanya taman langit gelap di sekitar kawasan Observatorium Nasional Timau dapat menjaga keberlangsungan dan pengembangan ilmu astronomi, baik modern maupun tradisional, menjaga keberlangsungan ekosistem hayati dan bahkan membangkitkan perekonomian dengan mengembangkan *astrotourism*. Hal tersebut juga sejalan dengan tujuan pembangunan Indonesia berkelanjutan untuk poin mendukung keberlanjutan ekosistem hayati, pendidikan berkualitas, dan pertumbuhan ekonomi.

D. Dukungan konsep dan kebijakan keantariksaan untuk kemandirian antariksa

Pada masa krisis seperti yang baru saja terjadi, yaitu masa saat Covid-19 mewabah secara global, keantariksaan dapat dikatakan berperan sangat penting dalam proses mitigasi, terutama dalam hal komunikasi dan navigasi. Ketika aktivitas fisik manusia pada saat itu sangat terbatas, kita masih dapat terkoneksi dengan baik karena teknologi satelit yang mendukung jaringan telekomunikasi dan navigasi. Selain itu, pemahaman global tentang sains dan teknologi keantariksaan yang semakin baik mempermudah penetrasinya ke masyarakat, termasuk manajemen lingkungan yang mengarah ke digitalisasi dan otomatisasi.

Di wilayah Asia-Pasifik, Indonesia adalah salah satu negara yang telah memiliki sejarah panjang keantarksaan dan bertujuan untuk mengembangkan industri pengamatan antariksa berbasis satelit untuk mendukung pembangunan dalam berbagai sektor. Kebijakan keantarksaan Indonesia pada masa krisis itu, berfokus pada mitigasi bencana, manajemen lingkungan, dan pembangunan satelit. Sebagai contohnya adalah saat masa krisis akibat pandemi Covid-19, langkah yang diambil pemerintah pada saat itu adalah dengan membangun "LAPAN Hub" yang mengintegrasikan data berbasis satelit, geospasial, dan statistik menggunakan suatu antarmuka yang dapat membantu pengambil keputusan mengidentifikasi area berisiko tinggi. Data risiko ini disampaikan kepada pemerintah dan masyarakat dengan cepat, aktual, dan kontinu. Selain itu, pemanfaatan wahana udara tanpa awak (UAV) digunakan untuk memantau kepatuhan pembatasan area dan kerumunan dan pengawasan aktivitas di luar ruangan untuk mengurangi risiko infeksi. Kolaborasi dengan organisasi internasional seperti UNESCAP untuk mendukung implementasi Rencana Aksi Asia-Pasifik mengenai Penggunaan Antariksa untuk Pembangunan Berkelanjutan (2018–2030) juga dilakukan. Hal ini menunjukkan bahwa arah kebijakan keantarksaan pemerintah berfokus pada pembangunan kemampuan domestik dan memanfaatkan teknologi antariksa untuk memenuhi kebutuhan nasional pada masa krisis. Adapun Australia, sebagai salah satu negara dalam regional Asia-Pasifik yang tergolong sebagai negara maju dalam hal keantarksaan, memfokuskan kebijakan keantarksaannya ke arah diversifikasi ekonomi, keamanan, dan inovasi. Kebijakan keantarksaan ini sangat dipengaruhi oleh kepentingan strategis dan keamanan nasional. Pada masa krisis pandemi Covid-19, kebijakan keantarksaan Australia adalah memanfaatkan satelit yang tersedia secara internasional untuk pemantauan kerumunan, pelacakan polusi dan logistik yang bergantung pada kemitraan global. Oleh karena itu, dapat dikatakan Australia tetap memprioritaskan kebijakan keantarksaannya ke arah pertumbuhan industri, kolaborasi internasional, dan lebih memanfaatkan kepakaran eksternal dalam menghadapi masa krisis. Dapat dikatakan, ketika mengalami krisis yang berdampak global terhadap

banyak aspek kehidupan, baik sosial dan ekonomi, Indonesia ataupun Australia memilih tetap memanfaatkan teknologi keantariksaan dalam menghadapi masa krisis meskipun dengan pendekatan yang berbeda berdasarkan pada kemampuan teknologi dan sumber daya masing-masing. Hal ini tampak dari dinamika kebijakan yang diambil oleh Indonesia dan Australia pada masa krisis didominasi oleh para pelakunya. Australia yang didominasi oleh kelompok kepentingan melalui kemitraan global tetap mempertahankan fokus industrialisasi dan responsif dalam memperluas kemitraan global. Sementara itu, Indonesia dengan aktor yang terlibat didominasi oleh birokrasi sehingga kebijakan yang diambil adalah secara aktif memanfaatkan dan mengembangkan kemampuan dalam negeri. Keantariksaan yang memerlukan biaya tinggi, adanya keterbatasan teknologi, dan faktor-faktor geopolitik dapat menjadi hambatan bagi negara berkembang seperti Indonesia untuk dapat ikut memasuki pasar Antariksa global. Hal yang perlu digarisbawahi adalah cakupan antariksa yang semakin kompetitif memerlukan kebijakan yang dapat menyeimbangkan kemajuan teknologi, keamanan, keselamatan, kedaulatan nasional, dan keberlanjutan. Memperkuat kolaborasi internasional juga sangat penting untuk dapat mengatasi tantangan bersama dan mendorong pembangunan berkelanjutan dalam kegiatan keantariksaan. Hal yang tidak kalah penting tentunya diperlukan aktor khusus terkait keantariksaan agar dapat lebih fokus dan bisa mendorong peran Indonesia dalam konteks nasional dan internasional.

Sejarah panjang keantariksaan Indonesia menjadikan bangsa Indonesia memiliki kebanggaan dan identitas nasional sebagai negara pionir di bidang sains dan teknologi antariksa terutama di wilayah Asia Tenggara. Sumber daya lokasi dan pencapaian sejak 1963 sebagai pionir pada sektor keantariksaan di wilayah Asia Tenggara dapat menjadi modal dasar bagi Indonesia untuk berperan lebih besar di kawasan ini. Sebagai negara kepulauan di ekuator dengan bentangan terlebar, secara geostategis memiliki daya tawar sebagai lokasi peluncuran roket dan pengoperasian satelit, ditambah lagi dengan pencapaian selama ini mencakup kemajuan di bidang pengindraan

jauh, aeronautika dan kolaborasi multilevel dalam pengembangan teknologi satelit dan roket.

Dengan modal dasar tersebut, masih ada beberapa tantangan dalam perkembangan keantariksaan Indonesia berupa keterbatasan anggaran, sumber daya manusia, ilmu pengetahuan, dan infrastruktur. Perubahan organisasi keantariksaan yang menjadi bagian struktur lembaga riset juga menciptakan tantangan dalam hal otonomi dan efektivitas penyelenggaraan keantariksaan. Hal ini juga termasuk kebergantungan pada dukungan internasional dan terbatasnya keterlibatan, baik swasta maupun pendidikan tinggi. Di tingkat regional Sub-Committee on Space Technology and Applications (SCOSA) merupakan bagian dari komite teknologi dan ilmu pengetahuan (Committee on Science and Technology-COST) ASEAN, menawarkan kerangka kerja sama regional keantariksaan. Meskipun begitu, struktur SCOSA tidak independen dan kebijakan pendanaan opsional yang membebaskan masing-masing anggotanya untuk ikut berkontribusi ataupun tidak dalam pengembangan riset dan teknologi Antariksa, menyebabkan kemajuan keantariksaan di kawasan Asia Tenggara berjalan lambat. Selain itu, adanya perbedaan prioritas dan kepentingan nasional antarnegara di ASEAN juga menghambat terbentuknya kolaborasi keantariksaan yang kohesif.

Dengan adanya tantangan-tantangan tersebut, baik di tingkat nasional maupun regional, maka integrasi menjadi salah satu cara yang direkomendasikan untuk mengatasi ketimpangan teknologi antarnegara di kawasan Asia Tenggara dan dapat saling mengisi kekurangan masing-masing negara. Integrasi ini dapat memperkuat kedaulatan keantariksaan di kawasan Asia Tenggara. Pada bab sebelumnya telah dijelaskan bahwa model integrasi kerja sama keantariksaan negara-negara kawasan Asia Tenggara yang dianggap cocok adalah model Liberal Intergovernmentalisme (LI). Secara teori, LI berfokus pada interaksi antara kepentingan nasional, dinamika negosiasi, dan desain kelembagaan dalam mendorong upaya integrasi. Terdapat 3 postulat inti LI sebagai panduan dalam integrasi, yang pertama adalah preferensi nasional. Sebagai contoh, dalam kerja

sama keantarkasaan Indonesia beserta negara-negara lainnya di Asia Tenggara akan menyelaraskan prioritas domestik masing-masing, seperti pengembangan teknologi, pemantauan lingkungan ataupun keuntungan ekonomi dengan tujuan kolaboratif regional. Postulat kedua adalah perundingan substantif, yang artinya tahap ini melibatkan proses perundingan antarnegara untuk merekonsiliasi preferensi yang saling bertentangan dan membuat kesepakatan bersama. Daya tawar masing-masing negara bersifat asimetris bergantung pada negara mana yang memiliki kapasitas yang lebih kuat ataupun prioritas yang lebih jelas. Di kawasan Asia Tenggara, kekuatan tawar-menawar Indonesia dapat berasal dari keunggulan peluncuran di wilayah ekuator dan program satelit yang mapan. Namun, adanya perbedaan dalam pengembangan teknologi keantarkasaan antara negara-negara di kawasan Asia Tenggara memperumit proses tawar menawar. Hal ini tampak pada beberapa hal, seperti keterlibatan Vietnam dalam misi Soyuz dan ketertarikan Singapura dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi keantarkasaan, juga keinginan kuat Malaysia dan Thailand untuk menjadi negara yang memiliki kekuatan antariksa di kawasan dan mulai melakukan kerja sama bilateral dengan negara *space faring* di luar kawasan. Postulat yang terakhir adalah pilihan institusional yang berfungsi sebagai kerangka kerja untuk mengimplementasikan perjanjian, memastikan kepatuhan, dan membina kerja sama jangka panjang dengan menyediakan mekanisme hukum dan operasional untuk kolaborasi. LI mengarahkan pada pembentukan lembaga yang fleksibel dan spesifik terhadap isu tertentu. Bagi kawasan Asia Tenggara, badan antariksa independen berdasarkan model ini akan memfasilitasi kerja sama tanpa mengorbankan kedaulatan negara anggota. Singkatnya, LI menawarkan kerangka kerja yang pragmatis dan adaptif untuk mendorong integrasi antariksa di Asia Tenggara. Penekanannya pada penyeimbangan preferensi nasional, mendorong negosiasi yang adil, dan pembentukan lembaga yang fleksibel membuat model LI sangat relevan dengan konteks ASEAN, yang memiliki keragaman kapasitas dan kepentingan negara. Namun, keberhasilan model LI bergantung pada penanganan defisit kepercayaan, peningkatan kapasitas domestik, dan memastikan

partisipasi yang adil pada semua negara anggota. Model LI sangat memungkinkan Indonesia untuk menjadi inisiator integrasi antariksa di kawasan Asia Tenggara dalam tataran teori. Secara praktis tentu saja masih ada keterbatasan Indonesia untuk berperan sebagai inisiator terutama terkait masalah sumber daya teknologi dan manusia. Hal ini dapat diatasi dengan terus meningkatkan kolaborasi dengan negara dalam kawasan dan membuat langkah-langkah strategis dalam sektor antariksa. Salah satunya adalah rencana pembangunan bandara antariksa yang tentunya dapat meningkatkan sektor ekonomi dan memberi dampak positif/daya tarik Indonesia di kawasan dan dunia.

Rencana pemerintah Indonesia mengenai pembangunan bandar antariksa dapat dikatakan sebagai salah satu langkah strategis untuk mencapai kemandirian antariksa dan memperkuat posisi tarik Indonesia di kawasan Asia Tenggara. Studi pembangunan bandar antariksa secara substansi sudah dilakukan sejak lama dan posisi yang dipertimbangkan sebagai lokasi bandar antariksa adalah Biak Numfor. Meskipun begitu, ada beberapa hal yang masih menjadi hambatan dalam pelaksanaan pembangunannya. Dari sisi regulasi persiapan pembangunan bandar antariksa ini berjalan cukup lambat. Saat ini Undang-Undang No. 21 Tahun 2013 tentang Keantariksaan telah mencakup aspek eksplorasi, keamanan, pemanfaatan, pendaftaran benda antariksam dan kerja sama internasional. Dari sekian banyak aspek tersebut, bandar antariksa menjadi salah satu kegiatan keantariksaan yang diatur, tetapi masih memerlukan peraturan pelaksana. Peraturan Presiden No. 45 Tahun 2017 mengenai Rencana Induk Penyelenggaraan Keantariksaan Indonesia 2016–2040 juga telah memuat rencana pembangunan bandara antariksa, hanya saja muatan mengenai bandar antariksa di dalamnya masih bersifat substantif dan umum, hal-hal yang lebih detail mengenai tata cara pembangunan dan operasionalnya belum diatur. Ketidaktersediaan aturan yang lebih rinci ini dapat menghambat jadwal pembangunan bandar antariksa yang sedianya direncanakan pada kurun waktu 2021–2025 (PP No. 45, 2017). Kemudian dari sisi investasi, pemerintah harus dapat menjaga kestabilan politik, baik dalam maupun luar negeri dan memberikan

kejelasan regulasi terkait investasi sehingga investor tertarik untuk menanamkan modal dalam proyek-proyek pemerintah. Stabilitas politik ini tentunya juga dapat meningkatkan keinginan kolaborasi dari negara-negara lain, terutama dengan posisi geografis, yang secara ekonomis sangat menguntungkan Indonesia. Kejelasan regulasi terkait investasi ini pun masih perlu diselesaikan agar dapat meningkatkan kepercayaan investor. Dari sisi lingkungan, pembangunan dan pengoperasian bandar antariksa ini tentunya akan berdampak pada lingkungan hidup di sekitarnya. Oleh karena itu, regulasi terkait analisis dampak lingkungan (AMDAL) di wilayah sekitar bandar antariksa perlu dibuat, sehingga dapat meminimalisasi terjadinya kerusakan ataupun pencemaran lingkungan. Hal lain yang perlu diatur adalah terkait kebijakan pengembangan sumber daya manusia. Untuk dapat berdaulat secara utuh tentunya bangsa Indonesia perlu memiliki kemandirian dalam bidang keantarkasaan termasuk kemampuan menguasai sains dan teknologi antariksa. Hal itu dapat diperoleh ketika kebijakan pemerintah dalam hal pengembangan sumber daya manusia di bidang sains dan teknologi antariksa diatur sedemikian rupa sehingga dapat menciptakan pakar-pakar antariksa. Kemudahan dan investasi untuk pendidikan dan pelatihan yang dapat membangun SDM keantarkasaan yang kuat juga perlu didukung dengan kebijakan dari pemerintah. Secara garis besar pembangunan bandar antariksa ini sangat perlu untuk mendukung kedaulatan nasional dari sisi antariksa. Untuk itu, pemerintah perlu mengakselerasi regulasi yang dibutuhkan untuk dapat menarik investasi, kolaborasi internasional, dan membangun sumber daya manusia yang berdaya saing di bidang keantarkasaan tanpa mengesampingkan keutuhan lingkungan hidup di dalam maupun di sekitar wilayah bandara Antariksa sehingga dapat bermanfaat untuk jangka panjang.

Sejak era antariksa atau disebut juga sebagai *Space Age* yang ditandai dengan keberhasilan peluncuran Sputnik-1 oleh Uni Soviet saat itu, maka kompetisi antarbangsa untuk mengeksplorasi dan mengembangkan teknologi antariksa dimulai. Indonesia termasuk menjadi negara pionir dalam hal keantarkasaan di kawasan Asia

Tenggara dengan peluncuran satelit Palapa dan berhasil mengoperasikan Sistem Komunikasi Satelit Domestik (SKSD). Akan tetapi, kemajuan sains dan teknologi keantariksaan Indonesia hingga saat ini bisa dikatakan sangat lambat jika dibandingkan negara-negara di kawasan Asia Tenggara lain yang memulai program keantariksaan baru beberapa waktu setelahnya. Tidak dapat dipungkiri bahwa fokus keantariksaan Indonesia lebih kearah pemanfaatan teknologi satelit untuk mendukung aspek sosioekonomi sehingga inisiatif ke arah eksplorasi antariksa tidak banyak dilakukan. Memasuki era baru keantariksaan ini, kompetisi negara-negara ke arah eksplorasi antariksa semakin meningkat. Hal ini disebabkan banyak manfaat nyata yang berdampak pada kehidupan manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung. Contohnya, tantangan dan kendala yang dihadapi untuk mengeksplorasi antariksa mendorong terciptanya inovasi baru di bidang teknologi yang selanjutnya berdampak pada pertumbuhan ekonomi dan monitoring, baik lingkungan maupun cuaca. Di sisi lain eksplorasi antariksa juga meningkatkan minat generasi muda untuk mendalami bidang sains, teknologi, *engineering* (kerekayasaan), dan matematika (STEM). Bahkan lebih jauh lagi eksplorasi antariksa menawarkan pemahaman filosofis yang terus berkembang mengenai posisi umat manusia di alam semesta. Kompleksnya kegiatan eksplorasi antariksa, termasuk kebutuhan SDM dengan kemampuan sains dan teknologi tinggi dan pembiayaan yang cukup besar menyebabkan eksplorasi antariksa membuka peluang kolaborasi global antarnegara. Lalu bagaimanakah posisi Indonesia dalam hal eksplorasi Antariksa? Tentunya dengan modal dasar yang dimiliki, berupa posisi geografis dan peran aktif di forum-forum antariksa internasional hingga saat ini, Indonesia memiliki daya tawar untuk terlibat dalam misi eksplorasi antariksa dengan kolaborasi internasional dan keterlibatan sektor swasta. Untuk itu, strategi keantariksaan Indonesia perlu tetap fokus pada pengembangan infrastruktur dan teknologi keantariksaan, seperti pembangunan observatorium dan bandar antariksa, pengembangan roket dan satelit, peningkatan kemampuan SDM dalam bidang dan sains teknologi, sambil menjajaki kemitraan global. Selain itu, beberapa kegiatan terkait pemanfaatan sumber daya antariksa (*space*

resource utilization) dapat juga menjadi peluang Indonesia untuk terlibat dan berkontribusi dalam misi eksplorasi antariksa. Kontribusi ini sebagai bagian dari usaha pemanfaatan antariksa berkelanjutan dalam jangka panjang untuk tujuan damai.

Ketahanan antariksa merupakan salah satu aspek dari ketahanan nasional yang perlu dimiliki suatu bangsa untuk menjaga kedaulatannya. Di Indonesia bencana antariksa sudah kerap kali terjadi. Hal ini disebabkan wilayah Indonesia yang terbentang sangat luas di daerah ekuator sehingga memiliki risiko cukup besar mengalami bencana akibatnya jatuhnya sampah antariksa. Selain itu, sebagai negara kepulauan yang terletak di lintang rendah geomagnetik menyebabkan Indonesia rentan dengan bencana akibat cuaca antariksa ekstrem, seperti badai geomagnet dan ionosfer yang dapat mengganggu sistem satelit, komunikasi, dan navigasi yang dampaknya akan memengaruhi sosioekonomi dan juga pertahanan negara. Namun, Indonesia belum mengintegrasikan ketahanan antariksa ke dalam kerangka ketahanan nasional sehingga belum ada kerangka kerja terpadu untuk mengatasi ancaman bencana antariksa. Dari sisi praktis, contohnya adalah mengenai posisi Indonesia terhadap pengaturan pemanfaatan orbit Geostasioner yang sudah ada sejak lama dan menjadi kurang relevan dengan kondisi terkini, juga adanya perubahan dalam skala internasional yang menyebabkan perlunya penyesuaian di tingkat domestik. Dari sisi konsep ketahanan yang berkembang di Indonesia pun belum memasukkan aktivitas antariksa dan dinamikanya, sedangkan di tingkat internasional sudah banyak ahli dari negara-negara lain yang mengembangkan gagasan mengenai keterkaitan antara aktivitas antariksa dan ketahanan nasional. Dengan mempertimbangkan kemungkinan ancaman dari bencana antariksa dan kebutuhan akan kedaulatan yang menyeluruh, baik dari sisi praktis maupun akademis , maka gagasan mengenai ketahanan nasional yang mempertimbangkan dinamika aktivitas antariksa di Indonesia perlu untuk diwujudkan. Geopolitik kritis kemudian diadopsi sebagai paradigma teoretis yang mendasari tiga konsep utama, yaitu ancaman (*threats*), ketahanan antariksa (*space resilience*), dan ketahanan na-

sional (*national resilience*) untuk menganalisis lebih lanjut mengenai permasalahan dan penerapan gagasan terkait kegiatan keantariksaan dan ketahanan nasional. Indonesia sendiri mendefinisikan ancaman menjadi 2 kategori, yaitu ancaman aktual dan potensial, dari segi aktivitasnya ancaman didefinisikan dalam 3 kategori, yaitu militer, non-militer dan hibrid. Keunikan di lingkungan antariksa karena ancaman dari bencana antariksa dapat terjadi di permukaan bumi ataupun di orbit bumi, dan keduanya dapat saling memengaruhi. Hal ini karena sistem antariksa-bumi saling terhubung menyebabkan klasifikasi yang ada belum mencukupi untuk mendefinisikan risiko dari aktivitas antariksa.

Studi kasus yang dianalisis adalah ancaman risiko pemanfaatan orbit Bumi ditinjau dari sisi nasional untuk pemenuhan kepentingan keantariksaan dan memperkokoh ketahanan nasional. Selain itu, juga pengembangan dan penerapan konsep ketahanan antariksa sebagai bagian ketahanan nasional dalam lingkup internasional. Risiko pemanfaatan orbit bumi dalam ruang terrestrial (dari orbit ke permukaan bumi) berupa pemanfaatan satelit, baik dalam orbit GSO maupun NGSO untuk keperluan militer, mencakup satelit pengintai, telekomunikasi, dan navigasi ataupun pemanfaatan satelit sipil untuk keperluan militer. Selain itu, yang termasuk ancaman dalam ruang terrestrial adalah risiko benda jatuh dan teknologi roket balistik. Sementara itu, yang termasuk ancaman dalam ruang orbit di antaranya adalah sampah antariksa, tumbukan antarwahana, keterbatasan slot orbit strategis, interferensi radio, dan masih banyak lagi contoh lainnya. Ketergantungan Indonesia terhadap teknologi dan pemanfaatan satelit milik negara lain juga memiliki potensi ancaman jangka panjang yang cukup besar. Sebagai negara kepulauan yang luas dengan banyak pulau-pulau kecil di dalamnya dan berada di daerah aktif subduksi (*ring of fire*) yang rawan bencana, baik geologi maupun hidrometeorologi, pemanfaatan satelit untuk menjaga kedaulatan negara dan pengawasan wilayah untuk mitigasi bencana termasuk pemanfaatan lahan menjadi sangat penting dan akan sangat berisiko jika masih bergantung pada teknologi antariksa negara lain. Dalam hal

regulasi, RUU Wawasan Nusantara memandang orbit satelit sebagai sumber daya, tetapi dalam UU Cipta Kerja orbit satelit tidak diakui sebagai aset nasional. Hal ini dapat berdampak pada perekonomian, mengingat semakin banyaknya ketergantungan masyarakat modern terhadap teknologi berbasis antariksa terutama pemanfaatan satelit dan orbitnya. Oleh karena itu, untuk meningkatkan kedaulatan, baik wilayah, ekonomi, politik, maupun pertahanan-keamanan nasional, salah satu hal terkait ketahanan antariksa yang diperlukan adalah pengembangan dan pengoperasian satelit domestik dan harus didukung oleh regulasi yang kuat.

Inti utamanya adalah ketahanan antariksa perlu diintegrasikan ke dalam kerangka wawasan Nusantara sehingga terhubung dengan ketahanan nasional yang lebih luas. Antariksa perlu dimasukkan sebagai salah satu matra tersendiri dalam strategi pertahanan nasional selain sektor maritim, siber, dan udara. Untuk keperluan ini tentunya diperlukan suatu lembaga tersendiri yang fokus dalam penyelenggara keantariksaan nasional di antaranya merumuskan landasan konseptual ataupun kerangka kerja untuk meningkatkan ketahanan antariksa.

Referensi

- Pradana, N. M. E, & Permatasari, Y. (2021). Bandar antariksa Biak dalam diplomasi publik Indonesia. *Jurnal Kajian Kebijakan Penerbangan dan Antariksa* 1(2), 139-161. doi: <http://dx.doi.org/10.30536/j.kkpa.v1n2>
- Alfathimy, D. H. A., Permatasari, Y., Susilawati, E., Susanti, D., Diana, S. R., Susanto, J., & Darmawan, A. R. (2021, November). Di antara tiga Launchpad: Indonesia dan dinamika diplomasi antariksa dalam geopolitik Indo-Pasifik. *Intermestic: Journal of International Studies* 6(1), 147-171. e-ISSN.2503-443X. doi:10.24198/intermestic.v6n1.8
- UNCOPUOS. (2021). *Recommendations to Keep Dark and Quiet Skies for Science and Society*. Committee on the Peaceful Uses of Outer Space Scientific and Technical Subcommittee. Fifty-eighth session. Vienna, 19–30 April 2021. A/AC.105/C.1/2021/CRP.17

