



Evaluasi *On Going* Rencana Induk Penyelenggaraan Keantariksaan Tahun 2016–2040

Brian Pratistha^{1,*} dan Robertus Heru Triharjanto¹

¹Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional

*brian.pratistha@lapan.go.id

Received
20 August 2019
Accepted
16 January 2020
Published
30 April 2020

DOI
10.30536/jkpa.v1n1.3

Abstrak

Penyusunan prediksi dan rekomendasi perencanaan program dan kegiatan yang terintegrasi merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari proses pembangunan nasional. Untuk menunjang hal tersebut, aktivitas evaluasi perlu dilakukan secara menyeluruh baik sebelum, saat, dan sesudah pelaksanaan program dan kegiatan. Pembahasan secara sistematis terhadap jenis pelaksanaan evaluasi (saat) *on going* baru-baru ini kembali menguat, untuk menganalisa sampai sejauh mana dampak pelaksanaan program dan kegiatan yang digagas sebuah instansi, tak terkecuali instansi riset pemerintah. Evaluasi jenis ini akan mampu menjawab seberapa efektif pelaksanaan program maupun kegiatan yang sedang berlangsung untuk memastikan minimnya deviasi pencapaian target di akhir periode. Evaluasi *on going* terkait program keantariksaan yang tercantum dalam Rencana Induk Penyelenggaraan Keantariksaan di Indonesia belum banyak dilakukan. Studi ini bermaksud mengisi celah literatur tersebut. Pelaksanaan evaluasi jenis ini juga sesuai implementasinya untuk studi kasus tertentu sebagaimana tercantum dalam Pasal 4 ayat 1 Peraturan Presiden Nomor 45 Tahun 2017 tentang Rencana Induk Penyelenggaraan Keantariksaan Tahun 2016–2040 yang menjelaskan bahwa Kepala Lembaga yang melaksanakan urusan pemerintahan di bidang penyelenggaraan keantariksaan melakukan pemantauan dan evaluasi terhadap pelaksanaan Rencana Induk Penyelenggaraan Keantariksaan 2016–2040. Unit analisis pada studi ini adalah Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN). Jenis studi ini merupakan penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif. Metode pengumpulan datanya ialah observasi, studi kepustakaan dan dokumentasi. Hasil studi yang diperoleh adalah berupa tersusunnya prediksi dan rekomendasi untuk penyelenggaraan keantariksaan di Indonesia untuk periode kedua (2021–2025).

Kata kunci: evaluasi program, evaluasi saat, prediksi, rekomendasi, Rencana Induk Penyelenggaraan Keantariksaan.

Abstract

The preparation for predictions and recommendations for integrated program planning and activities is very important for national development process. For that, evaluation of activities need to be carried out thoroughly before, during and after the implementation of programs and activities. Systematic discussion for ongoing program evaluation is the tools to analyze the impact of the program implementations and activities done by government agencies, including government research institutions. This type of evaluation will be able to answer how effective the implementation of the program and ongoing activities is to ensure the minimum deviation from target that has to be achieved at the end of the period. At the moment, ongoing evaluation for the implementation of Indonesian space activities masterplan has not been done extensively. Therefore, this study intends to fill the gap in such academic literature. The evaluation is aligned with Article 4 paragraph 1 of Presidential Regulation No. 45 of 2017 on Indonesian space activities masterplan 2016-2040, which mention that the head of Indonesian space agency shall carries out the monitoring and evaluation of the implementation of the Indonesian space activities masterplan 2016-2040. The unit of analysis in this study is the National Institute of Aeronautics and Space of Indonesia (LAPAN). The method of the study is a descriptive with qualitative approach. The method of data collection is observation, literature study, and documentation.



The results of the study obtained were in the form of a prediction and recommendation for the implementation of Indonesia space activities for the second period of the masterplan (2021–2025).

Keywords: *program evaluation, ongoing evaluation, prediction, recommendation, Indonesian space activities masterplan.*

1. Pendahuluan

Pelaksanaan evaluasi menjadi sebuah tahapan krusial yang wajib dilakukan di tiap pelaksanaan program maupun kegiatan, tanpa terkecuali. Dalam satu dekade terakhir, literatur mengenai evaluasi program maupun kegiatan semakin berkembang dan sudah mulai memasukkan unsur efek distribusi dampak dari pelaksanaan suatu program. Kecenderungan ini semakin meningkatkan kesadaran (termasuk publik) bahwa dampak program bisa sangat heterogen, bahkan berdampak ekonomi (Heckman, et al, (1997); Bitler, et al, (2006, 2008); Dammert (2008); Djebbari dan Smith (2008); Eren dan Ozbeklik (2014)). Pada perkembangannya pelaksanaan evaluasi dituntut semakin kompleks dengan memperhatikan banyak aspek. Hal tersebut dirasakan wajar mengingat dinamika lingkungan strategis yang kian bertambah dan seringkali berubah. Dalam studinya, Pratistha (2016) menjelaskan bahwa lingkungan strategis mempengaruhi terbentuknya rumusan strategi pelaksanaan program maupun kegiatan. Ada banyak jenis evaluasi yang sering dilakukan oleh tim peramu kebijakan atau para konseptor pelaksana kegiatan, salah satunya evaluasi saat (*on going*). Evaluasi jenis ini sering dipakai untuk memudahkan para pemimpin puncak mengambil keputusan strategis di masa mendatang. Tak jarang, evaluasi jenis ini dipakai untuk mengetahui posisi capaian sebuah institusi saat ini maupun dalam upaya membentuk prediksi dan rekomendasi konsep pelaksanaan suatu program ke depan.

Di instansi pemerintah, seperti halnya lembaga penelitian, pengembangan, pengkajian, dan penerapan (litbangjirap), berdasarkan definisi sebagaimana tertulis dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2019 tentang Sistem Nasional Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, jenis evaluasi *on going* juga banyak digunakan. Dasar pelaksanaan evaluasi juga tercantum dalam Sistem Perencanaan Pembangunan Nasional melalui regulasi berupa Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 25 Tahun 2004 Tentang Sistem Perencanaan Pembangunan Nasional, khususnya pada Pasal 29 ayat 1 dimana Pimpinan Kementerian/Lembaga melakukan evaluasi kinerja pelaksanaan rencana pembangunan Kementerian/Lembaga periode sebelumnya. Di Indonesia, evaluasi *on going* banyak dipakai untuk memantau pelaksanaan rencana induk program sektor pembangunan tertentu, termasuk dalam hal ini sektor keantariksaan yang diatur dalam Peraturan Presiden Nomor 45 Tahun 2017 tentang Rencana Induk Penyelenggaraan Keantariksaan Tahun 2016–2040. Dalam Peraturan Presiden tersebut, pada Pasal 4 ayat 1 menjelaskan bahwa Kepala Lembaga yang melaksanakan urusan pemerintahan di bidang penyelenggaraan keantariksaan melakukan pemantauan dan evaluasi terhadap pelaksanaan Rencana Induk Penyelenggaraan Keantariksaan 2016-2040. Dalam hal ini, Lembaga yang dimaksud adalah Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional.

Penyelenggaraan keantariksaan di Indonesia mulai tumbuh sejak awal tahun 1960. Pada saat itu peluncuran roket Kartika-1 menjadi momentum awal kegiatan keantariksaan di Indonesia. Pada tahun 1963, Pemerintah Indonesia mendirikan Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) yang mempunyai tugas untuk melaksanakan tugas pemerintahan di bidang penelitian dan pengembangan kedirgantaraan dan pemanfaatannya serta penyelenggaraan keantariksaan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan. Hingga kini, upaya Indonesia melalui LAPAN terkait pengembangan teknologi keantariksaan terus dilakukan. Semenjak terbitnya Peraturan Presiden Nomor 45 Tahun 2017 tentang Rencana Induk Penyelenggaraan Keantariksaan Tahun 2016–2040, pelaksanaan program dan kegiatan dikelompokkan dalam lima periode waktu pelaksanaan. Namun demikian, menjelang berakhirnya periode 1 pelaksanaan (2016-2020) dan menjelang pelaksanaan ke periode 2 (2021–2025) masih banyak catatan-catatan dimana beberapa target seperti pengujian roket bertingkat, uji terbang N245, operasionalisasi observatorium nasional berpotensi tidak tercapai.

Hasil evaluasi membutuhkan bukti-bukti empiris. Untuk menyediakan analisis yang mendasar mengenai hal tersebut, studi ini bermaksud membangun prediksi dan rekomendasi yang tepat untuk memasuki periode kedua pelaksanaan program dan kegiatan teknologi keantariksaan di Indonesia. Studi ini membutuhkan hasil sintesa atas beberapa literatur, membentuk kerangka kerja, dan penjelasan secara menyeluruh terhadap hasil dua langkah sebelumnya dengan membentuk konsep prediksi dan rekomendasi yang tepat.

2. Landasan Teori

2.1. Evaluasi Program

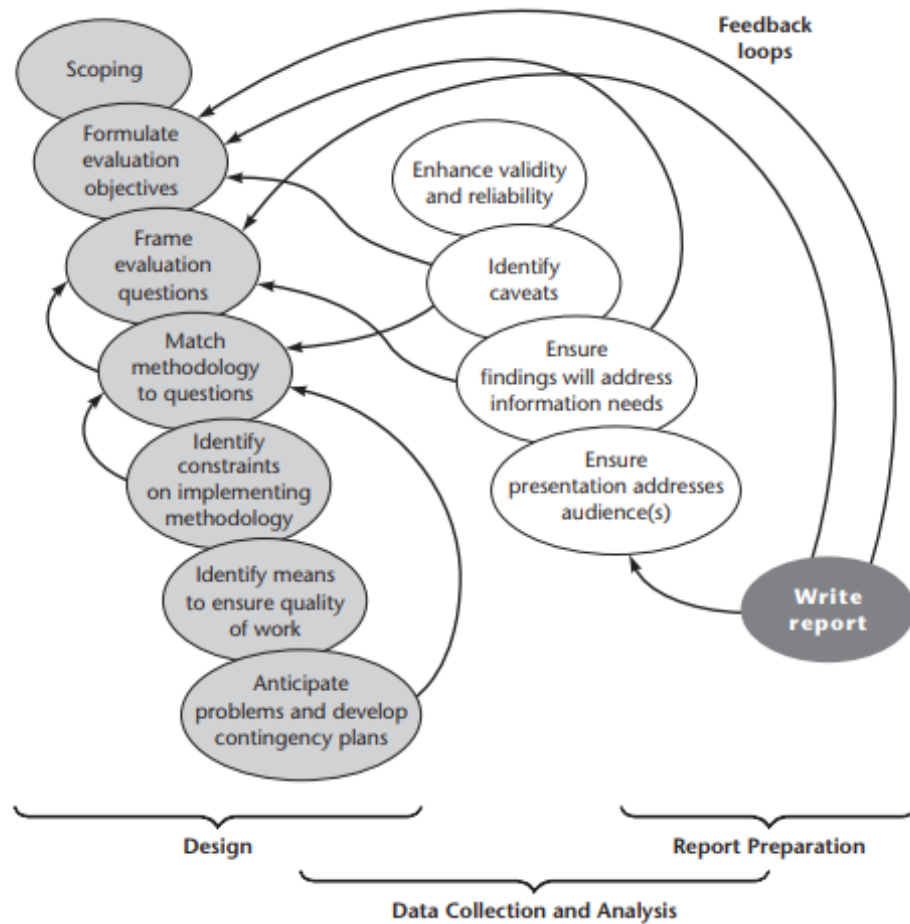
Sebuah program adalah seperangkat sumber daya dan kegiatan yang diarahkan ke dalam satu atau lebih tujuan bersama, biasanya di bawah arahan seorang manajer tunggal atau tim manajemen (Joseph, et al, 2010). Suatu program dapat terdiri dari serangkaian kegiatan terbatas dalam satu lembaga atau serangkaian kegiatan kompleks yang dilaksanakan di banyak situs oleh dua atau lebih tingkat pemerintah dan oleh seperangkat penyedia publik, nirlaba, dan bahkan swasta (Joseph, et al, 2010). Pelaksanaan evaluasi terhadap program menjadi sangat penting sebagai bentuk penelusuran terhadap target kinerja, penjadwalan, bahkan biaya sebuah program (Nicholas, J. M., & Steyn, H. 2017). Mengenai hal ini, manajer suatu program wajib menyampaikan hasil evaluasinya kepada para karyawan, manajemen yang lebih tinggi, dan juga kepada pelanggan (dalam hal ini publik).

Pembahasan evaluasi terhadap program yang berkaitan langsung dengan publik, seperti halnya program terkait teknologi patut untuk selalu dipantau karena biasanya tanpa pemantauan program ini akan mudah terabaikan (Burgess et al.,2007; Bozeman dan Sarewitz, 2005). Beierle dan Konisky (2000) juga menjelaskan bahwa proses literasi publik terhadap kemajuan program teknologi menjadi penting karena perubahan di dalamnya agar bebas dari pihak lain yang ingin memasukkan unsur politik di dalamnya. Namun demikian, yang paling penting adalah evaluasi bisa mendukung proses pengambilan keputusan disertai pemahaman terhadap teknologi jenis apa yang bisa menjadi pilihan terbaik untuk menyelesaikan permasalahan (Trent, 2017). Dalam bukunya, Joseph, et al, (2010) juga menjelaskan definisinya mengenai evaluasi program, mereka menjelaskan bahwa evaluasi program adalah penerapan metode sistematis untuk menjawab pertanyaan tentang operasi dan hasil program. Pendekatan yang umum digunakan untuk evaluasi adalah metodologi penelitian ilmu sosial dan hasil program itu sendiri.

Merencanakan evaluasi atas pelaksanaan program memerlukan pemilihan langkah-langkah yang seharusnya digunakan, desain evaluasi, dan metode pengumpulan data dan analisis data yang akan paling memenuhi kebutuhan informasi. Evaluator disini dituntut harus bisa mengantisipasi cara agar hasil evaluasi dapat digunakan dan bagaimana pengambilan keputusan dapat dibentuk oleh ketersediaan data kinerja. Metode evaluasi yang dilakukan pun dapat beragam, bergantung pada misi dan tipe organisasi tersebut dalam melakukan aktivitas penelitian (U.S. White House, Office of the Press Secretary, 2011), salah satunya adalah evaluasi *on going*. Berdasarkan pemahaman yang disampaikan dari berbagai definisi di atas, maka evaluasi program adalah proses pengambilan keputusan yang sistematis berdasarkan literasi terhadap kemajuan program.

2.2. Evaluasi *On going*

Melalui studinya, Pratistha (2016b) mendefinisikan evaluasi *on going* sama halnya dengan *fastforward control*, sebuah konsep di mana perubahan pada lingkungan strategis yang terjadi secara mendadak (*sudden change*) dapat mempengaruhi proses formulasi strategi (adendum) maupun berupa penyesuaian terhadap pola pelaksanaan. Merujuk pada Peraturan Pemerintah Nomor 39 Tahun 2006 tentang Tata Cara Pengendalian dan Evaluasi Pelaksanaan Rencana Pembangunan menjelaskan bahwa evaluasi pada tahap pelaksanaan (*on-going*) yaitu evaluasi dilakukan pada saat pelaksanaan rencana pembangunan untuk menentukan tingkat kemajuan pelaksanaan rencana dibandingkan dengan rencana yang telah ditentukan sebelumnya. Sedangkan



Gambar 1: Pendekatan Evaluasi. Sumber: Joseph, et al, 2010.

menurut Radyowiriono (2012), evaluasi sewaktu berjalan menjelaskan suatu analisis yang dilakukan ketika pelaksanaan proyek sedang berlangsung yang dilakukan untuk membantu para pengambil keputusan apakah proyek dapat dipertahankan atau tidak, sehingga hal ini penting untuk meminimalisir kegagalan ketika evaluasi hanya dilakukan di ujung kegiatan. Berdasarkan pada definisi yang disampaikan para ahli di atas, maka evaluasi *on going* dapat diartikan sebagai proses identifikasi kemajuan pelaksanaan rencana dibandingkan dengan rencana yang telah ditentukan sebelumnya untuk membantu para pengambil keputusan apakah proyek dapat dipertahankan atau tidak. Secara keseluruhan evaluasi *on going* adalah bentuk konkrit dari manifestasi sebuah konsep mitigasi (pencegahan) agar kegagalan yang mungkin timbul dapat diminimalisir atau bahkan dihilangkan.

Pelaksanaan evaluasi jenis ini menjadi penting untuk meminimalisir deviasi pencapaian target. Penerapan metode yang dapat digunakan bisa dilakukan secara kualitatif maupun kuantitatif (Joseph, et al, 2010). Setidaknya hal ini penting untuk benar-benar mengidentifikasi dampak program yang sedang dilaksanakan, sehingga metode yang umum digunakan adalah *one shot*. Evaluasi jenis ini sifatnya rutin karena perwujudan dari bentuk identifikasi dan sinkronisasi dari input, output, dan *intermediate outcome*.

Dalam pelaksanaannya, pertanyaan rutin yang akan diajukan atas data yang tersaji adalah apa aktivitas yang dilakukan, siapa yang melakukan, seberapa besar biaya yang diperlukan, bagaimana program tersebut dilakukan, bagaimana keterlibatan *stakeholder*, dan bagaimana pencapaian programnya (Joseph, et al, 2010). Sebagai basis data dalam pelaksanaan evaluasi, Poister (2010) menjelaskan di antaranya adalah catatan output, input yang digunakan, dan aktivitas yang dilakukan. Penerapan evaluasi jenis ini banyak dilakukan terhadap pelaksanaan program maupun kegiatan litbang keantariksaan di berbagai negara (Caruzzo, et al, 2015; Straub, et al, 2013; Solomone, 2006; Young, et al, 2003).

2.3. Konsep Prediksi dan Rekomendasi

Prediksi adalah suatu proses memperkirakan secara sistematis tentang sesuatu yang paling mungkin terjadi di masa depan berdasarkan informasi masa lalu dan sekarang yang dimiliki, agar kesalahannya (selisih antara sesuatu yang terjadi dengan hasil perkiraan) dapat diperkecil. Prediksi tidak harus memberikan jawaban secara pasti kejadian yang akan terjadi, melainkan berusaha untuk mencari jawaban sedekat mungkin yang akan terjadi (Herdianto, 2013). Bila merujuk pada teori yang disampaikan Dunn (2000), Dunn menjelaskan bahwa prediksi merupakan bagian dari proses formulasi kebijakan di mana di dalamnya terdapat unsur pembuatan informasi faktual tentang situasi sosial masa depan atas dasar informasi yang telah ada tentang masalah kebijakan. Menurut Rambe (2002), prediksi adalah suatu usaha untuk meramalkan keadaan di masa mendatang melalui pengujian keadaan di masa lalu. Jadi dikatakan bahwa yang dimaksud dengan prediksi adalah suatu usaha yang diharapkan terjadi pada masa yang akan datang. Tujuan lainnya adalah untuk memperoleh informasi mengenai perubahan di masa yang akan datang yang akan mempengaruhi implementasi kebijakan serta konsekuensinya.

Terkait dengan rekomendasi, konsep prediksi yang terbentuk dapat dijadikan input strategis. Untuk membangun keduanya, metode yang paling umum digunakan adalah kualitatif dengan tidak mempergunakan suatu perhitungan dengan rumusan yang pasti, tapi digunakan pendapat-pendapat pribadi dari berbagai pihak, baik itu yang berasal dari dalam maupun luar perusahaan. Pihak yang dapat diminta pendapat adalah pihak eksekutif (dalam hal ini manajemen).

Penggunaan prediksi dan rekomendasi di manajemen litbang, khususnya teknologi tinggi juga sudah banyak dilakukan di berbagai studi. Misalnya, teknologi prediksi gempa (Hirata, 2004), teknologi keantariksaan untuk pemantauan bumi (*Board and National Research Council*, 2007), dan program keantariksaan NASA (LaBel, et al, 1998).

3. Data dan Metodologi

Pada penelitian ini sumber data yang digunakan adalah Lampiran Peraturan Presiden Nomor 45 Tahun 2017 tentang Rencana Induk Penyelenggaraan Keantariksaan Tahun 2016–2040, Laporan Evaluasi Capaian Rencana Induk Penyelenggaraan Keantariksaan Tahun 2018, Rancangan Peraturan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi terkait Prioritas Riset Nasional Tahun 2020–2024, Pagu Indikatif LAPAN 2020 yang berdasarkan pada Surat Bersama Kementerian Keuangan dan Kementerian PPN/Bappenas Nomor S-338/MK.02/2019 DAN S-241/M.PPN/D.8/KU.01.01/04/2019, dan sumber data lainnya yang diperoleh dari hasil observasi, studi kepustakaan, maupun dokumentasi lainnya. Unit analisis dan unit observasi pada studi ini berturut-turut adalah LAPAN (Pusat Teknologi Roket, Pusat Teknologi Satelit, Pusat Teknologi Penerbangan, Pusat Sains Antariksa, Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer, Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh, Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, Pusat Inovasi dan Standar Penerbangan dan Antariksa, dan Pusat Kajian Kebijakan Penerbangan dan Antariksa).

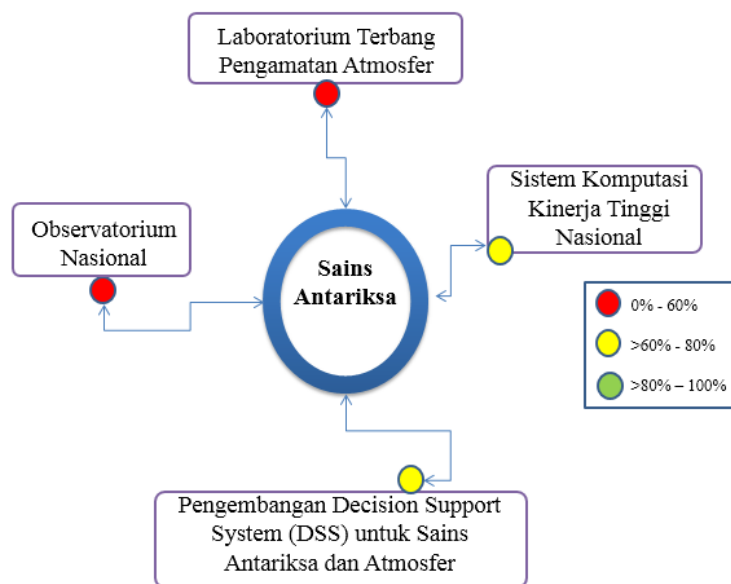
Penelitian ini dilakukan melalui tiga tahapan proses, yaitu penelitian pendahuluan untuk mengetahui fenomena masalah serta gap empiris yang muncul, telaah pustaka untuk mendapatkan konsep penerapan yang tepat terkait evaluasi *on going* pada pelaksanaan program penerbangan dan antariksa yang tertuang pada Rencana Induk Penyelenggaraan Keantariksaan Tahun 2016–2040 (khususnya pada periode 1 tahun 2016–2020), dan yang terakhir berupa analisis dan pembahasan yang mendalam sehingga mampu menyusun prediksi dan rekomendasi bagi penyelenggaraan keantariksaan di tahun-tahun mendatang. Prediksi yang dibangun mengacu pada penelusuran studi dokumentasi. Studi ini memiliki batasan yakni evaluasi *on going* hanya diterapkan berdasarkan pada hasil pelaksanaan program dan kegiatan program penerbangan dan antariksa tahun 2018, postur anggaran LAPAN Tahun 2019 dan Pagu Indikatif LAPAN Tahun 2020.

4. Analisis

4.1. Hasil Evaluasi On going Periode 1 Tahun 2016–2020 Rencana Induk Penyelenggaraan Keantariksaan

Merujuk pada hasil dokumentasi yang dilakukan Bagian Pemantauan dan Evaluasi (Biro Perencanaan dan Keuangan) terhadap Laporan Evaluasi Capaian Rencana Induk Penyelenggaraan Keantariksaan Tahun 2018 dan hasil observasi, maka pelaksanaan program dan kegiatan teknologi keantariksaan yang tergambar adalah sebagai berikut:

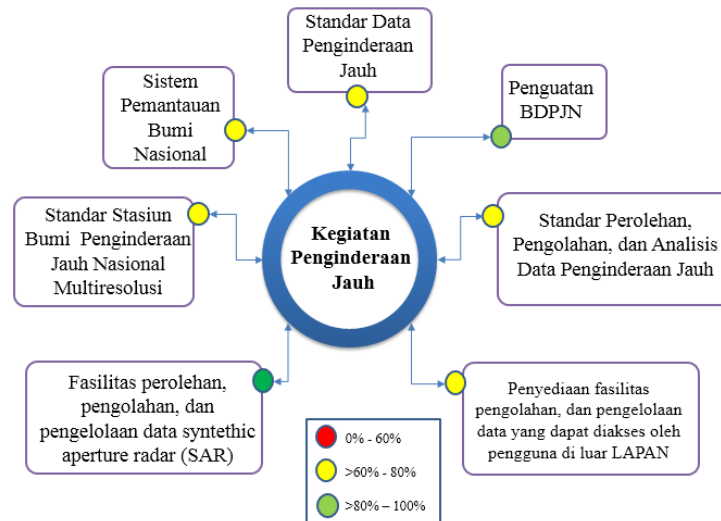
Hasil yang dicapai pada bidang sains antariksa adalah telah dilakukannya pengembangan, penguatan dan operasionalisasi Enam *Decision Support System* (DSS), di antaranya SADEWA, SEMAR, SRIKANDI, SRIRAMA, SANTANU, dan SWIFTS. DSS SADEWA telah berhasil terintegrasi secara otomatis dengan stasiun cuaca otomatis, DSS SEMAR telah terintegrasi dengan aplikasi Zona Potensi Penangkapan Ikan (ZPPI), DSS SRIKANDI telah terintegrasi dengan data aerosol dan kimia, DSS SRIRAMA telah terintegrasi dengan data pengamatan untuk validasi, DSS SANTANU telah dikembangkan untuk pemantauan hujan berbasis radar kapal telah sampai tahap analisa kebutuhan sistem, dan DSS SWIFTS yang telah dapat melakukan prediksi tiga harian kondisi cuaca antariksa, serta berhasil mendapatkan Sertifikat ISO 9001:2015. Selain itu, capaian lain di bidang sains antariksa adalah sistem komputasi kinerja tinggi hingga pertengahan tahun 2018 yang telah melakukan pengembangan jangkauan prediksi, resolusi, dan kecepatan *update* data melalui pembangunan ruang Basis Data Atmosfer Indonesia (Bisma) dan Komputasi Prediksi Numerik Atmosfir (Kresna). Sedangkan kegiatan strategis lainnya yang berhasil dilakukan di bidang sains antariksa adalah pembangunan Observatorium Nasional di mana telah diselesaikannya penyediaan lahan, perizinan, tahap awal pembangunan, penyediaan alat dan instalasi tahap awal. Secara keseluruhan, untuk capaian periode 1 Tahun 2016–2020 bidang sains antariksa melalui infografis dapat tersaji sebagaimana gambar di bawah ini:



Gambar 2: Info Grafis Hasil Evaluasi On Going Bidang Sains Antariksa. Sumber: Evaluasi Paruh Waktu Periode 2016–2020 Rencana Induk Penyelenggaraan Keantariksaan, 2018.

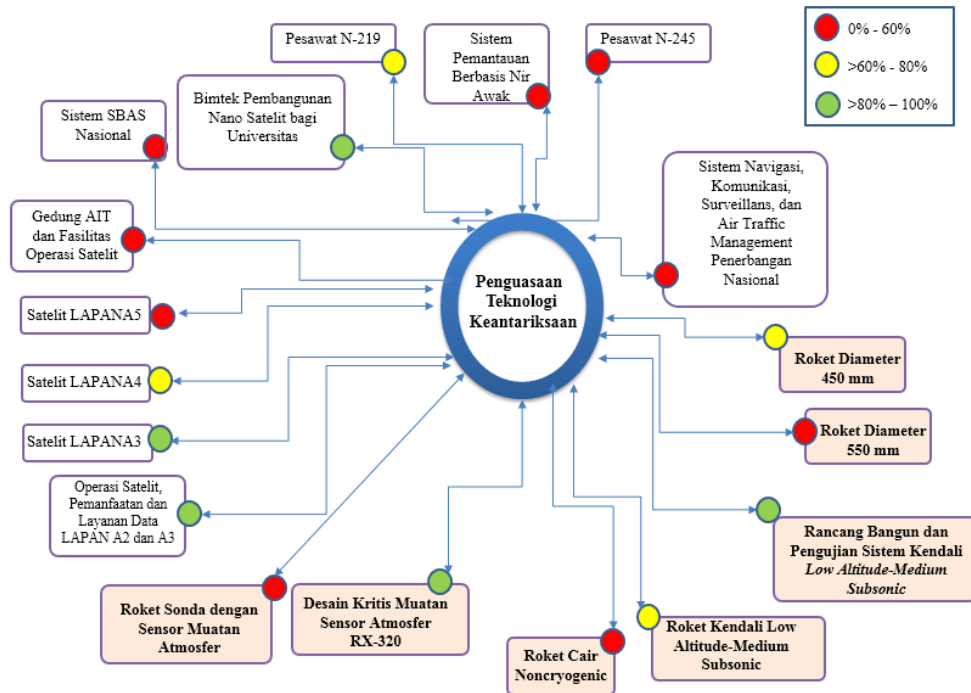
Hasil yang dicapai pada bidang penginderaan jauh adalah telah dilakukan pengembangan Bank Data Penginderaan Jauh Nasional (BDPJN) yang dimulai dari peningkatan kemudahan akses melalui pembangunan *platform Space Map*, peningkatan fasilitas, melakukan sistem otomatisasi, dan pembangunan gedung. Pengolahan dan pelayanan data BDPJN LAPAN juga telah mengikuti standar ISO 9001:2015 dan 27001:2013. Pada Sistem Pemantauan Bumi Nasional (SPBN) telah tersedia *platform Android* (SiPandora) untuk penyajian data dan informasi untuk 34 Pemerintah Provinsi (Sistem Pemantauan Bumi Provinsi), yang terdiri dari informasi perubahan lahan, deforestasi (tahunan), fase padi (8-harian), ZPPI (harian), kondisi danau, *mangrove*,

dan konte-konten spesifik provinsi termasuk informasi sumber daya alam lain. Sedangkan pada target penyediaan standar perolehan, pengolahan dan analisis data telah diselesaikan naskah akademik pengajuan standar koreksi geometrik data optik satelit penginderaan jauh resolusi menengah. Ketika hal tersebut telah menjadi standar nasional, maka akan menjadi acuan bagi penginderaan jauh nasional untuk mengakuisisi data resolusi menengah. Secara keseluruhan, untuk capaian periode 1 Tahun 2016–2020 bidang penginderaan jauh melalui infografis dapat tersaji sebagaimana gambar di bawah ini:



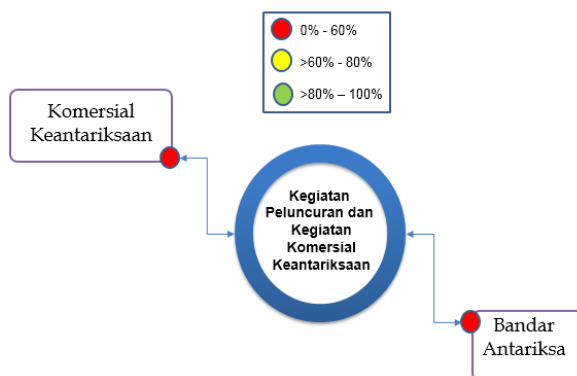
Gambar 3: Info Grafis Hasil Evaluasi On Going Bidang Penginderaan Jauh. Sumber: Evaluasi Paruh Waktu Periode 2016–2020 Rencana Induk Penyelenggaraan Keantariksaan, 2018.

Hasil yang dicapai pada penguasaan teknologi keantariksaan pada bidang teknologi roket adalah: 1) telah dilakukan uji terbang roket diameter 450 mm yang masih memerlukan penyempurnaan; 2) uji statik roket diameter 550 mm yang masih memerlukan penyempurnaan; 3) rancang bangun dan pengujian sistem kendali *low altitude-medium subsonic* yang masih memerlukan penyempurnaan, desains kritis muatan sensor atmosfer RX-320, roket kendali *low altitude-medium subsonic*, uji statik roket cair noncryogenic. Pada penguasaan teknologi keantariksaan pada bidang teknologi satelit, hasil yang telah dicapai adalah : 1) satelit LAPAN A2 dan A3 yang telah dioperasikan untuk pemanfaatan layanan data; 2) satelit LAPAN A4 telah terlaksana pada tahap penyediaan komponen, prototipe *engineering model flight system*; 3) Satelit LAPAN-A5 sampai pada tahap prototipe EM satelit; dan 4) Gedung AIT dan Fasilitas Operasi Satelit baru sampai tahap penyediaan lahan dan *feasibility study*. Sedangkan hasil yang telah dicapai pada penguasaan teknologi keantariksaan bidang pengembangan teknologi aeronautika adalah rancang bangun pesawat N-219 sedang melaksanakan pemenuhan jam terbang dan pengujian beberapa komponen, pesawat N-245 masih dalam tahap desain konsep, Sistem Navigasi, Komunikasi, Surveillans, dan Air Traffic Management Penerbangan Nasional tengah berupaya mengambil alih otoritas FIR (*Flight Information Region*) pada sektor A yang mencakup wilayah Batam dan Natuna dari Singapura ke *Air Trafic Controller* Indonesia melalui AirNav serta implementasi ADS-B untuk 7 bandara di wilayah Papua, yaitu Bandara Wamena, Sentani, Oksibil, Dekai, Senggeh, Borme dan Elelim. Secara keseluruhan, untuk capaian periode 1 Tahun 2016–2020 bidang penguasaan teknologi keantariksaan melalui infografis dapat tersaji sebagaimana gambar di bawah ini:



Gambar 4: Info Grafis Hasil Evaluasi On Going Penguasaan Teknologi Keantariksaan. Sumber: Evaluasi Paruh Waktu Periode 2016–2020 Rencana Induk Penyelenggaraan Keantariksaan, 2018.

Kegiatan pada bidang peluncuran dan komersialisasi kegiatan keantariksaan masih perlu mendapatkan perhatian lebih. Adapun hasil yang telah dicapai masih berada pada level administratif yaitu berupa: tersusunnya Surat Keputusan Kepala LAPAN tentang Lokasi Bandar Antariksa dan melaksanakan penyesuaian kelembagaan dengan melahirkan Pusat Inovasi dan Standar Penerbangan dan Antariksa (Pusispn) untuk mendukung kegiatan komersialisasi keantariksaan hingga akhir tahun 2018. Secara keseluruhan, untuk capaian periode 1 Tahun 2016–2020 bidang peluncuran dan komersialisasi kegiatan keantariksaan melalui infografis dapat tersaji sebagaimana gambar di bawah ini:



Gambar 5: Info Grafis Hasil Evaluasi On Going Bidang Peluncuran dan Komersialisasi Keantariksaan. Sumber: Evaluasi Paruh Waktu Periode 2016–2020 Rencana Induk Penyelenggaraan Keantariksaan, 2018.

4.2. Prediksi

Pembangunan konsep prediksi mengacu pada penelusuran studi dokumentasi kebijakan penganggaran LAPAN (Rencana Kerja Anggaran Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (RKA LAPAN) Tahun 2019 dan Pagu Indikatif LAPAN 2020 yang berdasarkan pada Surat Bersama Kementerian Keuangan dan Kementerian PPN/Bappenas

Nomor S-338/MK.02/2019 dan S-241/M.PPN/D.8/KU.01.01/04/2019) dan arah Rancangan Peraturan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi (RPermenristekdikti) terkait Prioritas Riset Nasional (PRN) Tahun 2020–2024. Prediksi atas beberapa target periode 1 Tahun 2016–2020 yang kemungkinan tidak tercapai adalah:

1. Laboratorium Terbang Pengamatan Atmosfer, dengan alasan tidak dialokasikan anggarannya pada RKA LAPAN Tahun 2019, Pagu Indikatif LAPAN 2020, dan RPermenristekdikti tentang PRN Tahun 2020-2024;
2. Sistem Pemantauan Berbasis Nir Awak, dengan alasan LAPAN mengusulkan kegiatan ini sebagai instansi pendukung pada RPermenristekdikti tentang PRN Tahun 2020-2024 dengan berfokus pada pencapaian *mission system*;
3. Pesawat N-245, dengan alasan bahwa kegiatan ini diusulkan PT. Dirgantara Indonesia melalui skema PINA (Pembiayaan Infrastruktur Non APBN);
4. Sistem Navigasi, Komunikasi, *Surveillans*, dan *Air Traffic Management* Penerbangan Nasional, dengan alasan tidak dialokasikan anggarannya pada RKA LAPAN Tahun 2019, Pagu Indikatif LAPAN 2020, dan RPermenristekdikti tentang PRN Tahun 2020-2024;
5. Roket Diameter 550 mm, dengan alasan tidak dialokasikan anggarannya pada Pagu Indikatif LAPAN 2020, dan RPermenristekdikti tentang PRN Tahun 2020-2024. Pada RPermenristekdikti tentang PRN Tahun 2020-2024, kegiatan pengembangan teknologi roket berfokus pada upaya litbang terkait teknologi roket bertingkat dengan jangkauan 100 km;
6. Roket Cair *NonCryogenic*, dengan alasan yang sama pada poin 5;
7. Roket Sonda dengan Sensor Muatan Atmosfer, dengan alasan yang sama pada poin 5;
8. Satelit LAPAN A5, dengan alasan “tugas tambahan” yang dibebankan melalui RPermenristekdikti tentang PRN Tahun 2020-2024 membuat fokus pelaksanaan litbang di Pusat Teknologi Satelit LAPAN beralih ke satelit konstelasi komunikasi orbit rendah yang menargetkan pada tahun 2024 berhasil meluncurkan 9 satelit konstelasi. Untuk satelit LAPAN A5 itu sendiri saat ini masih berfokus pada pembahasan detail terkait penetapan misi yang akan dibebankan pada satelit jenis tersebut (muatan radar atau muatan komunikasi);
9. Sistem SBAS Nasional, dengan alasan tidak dialokasikan anggarannya pada Pagu Indikatif LAPAN 2020, dan RPermenristekdikti tentang PRN Tahun 2020-2024; dan
10. Bandar Antariksa (Skala Kecil), dengan alasan alokasi anggarannya untuk tahun 2020 melalui Pagu Indikatif LAPAN 2020 masih sangat minim. Dokumen AMDAL dan Master Plan yang urung selesai membuat kemajuan output ini agak terkendala.

Implikasi luar biasa akan terjadi bila beberapa output teknologi keantariksaan di atas tidak tercapai, di antaranya adalah tertundanya pertumbuhan industri keantariksaan nasional dan kemandirian nasional di bidang teknologi keantariksaan membutuhkan waktu yang makin lama. Selain itu, dampak yang lebih terasa oleh masyarakat di antaranya belum terbangunnya mitigasi bencana yang diakibatkan perubahan cuaca antariksa dan atmosfer seperti gangguan operasional di berbagai satelit di atas bumi, pemantauan sumber daya alam Indonesia yang rentan terhadap kegiatan pencurian sumber daya alam, inkonektivitas sistem transportasi udara nasional dan adanya ancaman pemenuhan kebutuhan terhadap keselamatan transportasi udara nasional, berkurangnya efek getar negara dengan tidak aktifnya kegiatan litbang roket berdiameter 550 mm yang memiliki kemampuan jangkauan lebih dari 60 km, berkurangnya frekuensi pemantauan secara *real time* wilayah nasional berbasis satelit (bermuatan radar) yang memiliki kemampuan menembus awan, dan hilangnya potensi pendapatan nasional secara masif yang akan terjadi bila bandar antariksa tidak teralokasikan anggarannya.

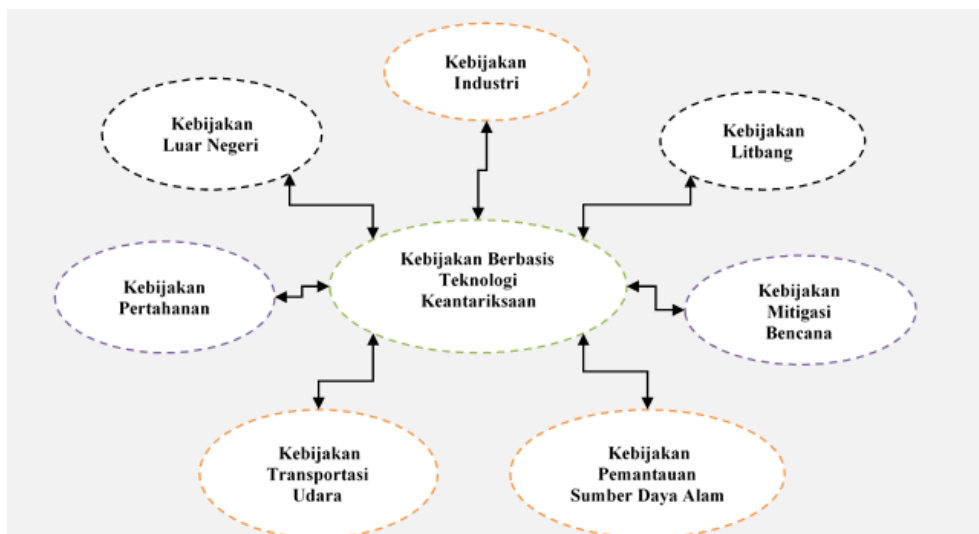
Selanjutnya, beberapa solusi manajerial untuk hal ini coba dibangun LAPAN melalui rancangan teknokratik Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (2020-2024) bersama Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Bappenas. Pada rancangan tersebut, LAPAN mengusulkan sejumlah redaksi terkait masukan LAPAN pada Rancangan Teknokratik RPJMN 2020-2024 untuk dijadikan dasar hukum pelaksanaan kegiatan strategis selanjutnya, di antaranya kebijakan industri, kebijak-

an litbang, kebijakan mitigasi bencana, kebijakan pemantauan sumber daya alam, kebijakan transportasi udara, kebijakan pertahanan, dan kebijakan luar negeri yang bisa digerakkan melalui pengembangan teknologi keantariksaan. Secara redaksi, hal tersebut coba dirangkum dalam upaya LAPAN mendukung pencapaian target RPJMN, khususnya pada Prioritas Nasional Nomor 3 (meningkatkan sumber daya manusia yang berkualitas dan berdaya saing) dan Prioritas Nasional Nomor 6 (membangun lingkungan hidup, meningkatkan ketahanan bencana dan perubahan iklim).

4.3. Konsep Rekomendasi

Mengacu pada hasil prediksi yang dibahas pada poin 4.2. di atas, maka perlu dibangun beberapa skenario rekomendasi untuk lebih mengaktifkan penyelenggaraan keantariksaan di Indonesia. Pertama sampai ketiga berturut-turut adalah Indonesia perlu membangun model kebijakan berbasis teknologi keantariksaan, mengaktifkan keterlibatan sumber daya litbang nasional dalam suatu *Work Breakdown Structure* berbasis litbang keantariksaan, dan menggerakkan kegiatan komersialisasi dengan pendekatan alih teknologi.

Teknologi keantariksaan merupakan sebuah keharusan dan sangat layak dijadikan indikator kemajuan ekonomi suatu bangsa, tanpa terkecuali bangsa Indonesia. Penempatan rekomendasi berupa teknologi keantariksaan sebagai indikator utama dalam pembuatan definisi kemajuan suatu bangsa dapat diartikan bahwa kebijakan pembangunan ekonomi Indonesia harus berbasis pada teknologi keantariksaan. Di masa depan, teknologi keantariksaan harus terinternalisasi untuk memastikan pembangunan ekonomi yang berkelanjutan.



Gambar 6: Model Kebijakan Berbasis Teknologi Keantariksaan

a. Kebijakan Industri

Konsep kebijakan berbasis teknologi keantariksaan yang menempatkan teknologi keantariksaan sebagai sektor penggerak akan mempengaruhi kebijakan industri. Industri kini semakin memanfaatkan perkembangan teknologi dalam keseharian operasionalnya, maka konsep *Internet of Things* (IoT) yang menjadi salah satu produk turunan teknologi keantariksaan perlu ditingkatkan penggunaannya. Penggunaan teknologi meningkatkan nilai efisiensi manajemen industri. Dengan semakin meningkatnya teknologi keantariksaan di masa depan, Indonesia akan terus menikmati industri yang kian berkembang, baik pada industri hulu maupun industri hilir.

Industri hulu masih bertumpu pada eksploitasi sumber daya alam, diharapkan dengan adanya teknologi keantariksaan yang terus digalakkan maka industri berbasis sumber daya alam menjadi berkurang dan beralih ke industri yang lebih baik dengan menghasilkan produk yang memiliki nilai tambah

ekonomi yang lebih tinggi. Kegiatan inovasi pada produk industri juga lebih menjanjikan dengan hadirnya teknologi keantariksaan.

b. Kebijakan Litbang

Konsep kebijakan berbasis teknologi keantariksaan yang menempatkan teknologi keantariksaan sebagai sektor penggerak akan mempengaruhi kebijakan litbang. Penguasaan ilmu dasar dan ilmu terapan akan lebih terarah untuk menghasilkan struktur pengetahuan yang tepat guna terkait teknologi keantariksaan dan aplikasinya. Pengembangan keilmuan ke depan tentu perlu didukung dengan investasi besar – besaran oleh negara secara ekonomi. Pengadaan teknologi terkini yang dimiliki negara – negara yang terlebih dahulu menguasai teknologi keantariksaan perlu dilakukan agar litbang bisa melakukan rekayasa teknologi dan fitur pemanfaatan yang disesuaikan dengan geografis Indonesia.

c. Kebijakan Mitigasi Bencana

Konsep kebijakan berbasis teknologi keantariksaan yang menempatkan teknologi keantariksaan sebagai sektor penggerak akan mempengaruhi kebijakan mitigasi bencana. Indonesia dikenal sebagai negara supermarket bencana. Bencana alam yang terjadi tiap tahunnya dapat menghabiskan anggaran negara hingga 22 triliun rupiah. Kebijakan mitigasi bencana yang diperlukan untuk mengurangi dampak secara ekonomi maupun sosial kejadian bencana memerlukan perangkat teknologi terbaik. Teknologi keantariksaan dengan segala kompleksitasnya saat ini masih menjadi teknologi terbaik untuk mengidentifikasi kemungkinan terjadinya bencana alam di Indonesia. Dalam suatu pemaparan, konsep pembangunan satelit konstelasi komunikasi orbit rendah yang digagas LAPAN teridentifikasi dapat membantu kebutuhan diseminasi informasi saat terjadinya bencana alam (Sumber: Pernyataan Mukhayadi, Pakar Teknologi Satelit pada Rapat InaTews tanggal 17 Mei 2019). Selain teknologi satelit, teknologi keantariksaan lain yang dapat mendukung kebijakan mitigasi bencana adalah teknologi pesawat tanpa awak, teknologi penginderaan jauh, dan teknologi atmosfer.

d. Kebijakan Pemantauan Sumber Daya Alam

Konsep kebijakan berbasis teknologi keantariksaan yang menempatkan teknologi keantariksaan sebagai sektor penggerak akan mempengaruhi kebijakan pemantauan sumber daya alam. Kegiatan pemantauan sumber daya alam merupakan kegiatan yang perlu dilakukan secara *real time* dan terus berlanjut. Berbagai teknologi keantariksaan berbasis satelit dan non satelit perlu dibangun dan disempurnakan untuk memastikan sumber daya alam Indonesia terpantau dengan baik. Kekayaan negara yang masih bertumpu pada eksplorasi sumber daya alam perlu dijaga kesinambungannya, setidaknya dari kegiatan kejahatan berupa pencurian.

e. Kebijakan Transportasi Udara

Konsep kebijakan berbasis teknologi keantariksaan yang menempatkan teknologi keantariksaan sebagai sektor penggerak akan mempengaruhi kebijakan transportasi udara. Konektivitas udara selalu menjadi isu sejak Pemerintah mengangkat kebijakan pemerataan pembangunan. Teknologi pesawat terbang dan segala infrastruktur pendukungnya sangat diperlukan untuk memastikan kebijakan pemerintah terkait transportasi udara dapat berjalan dengan baik. Teknologi keantariksaan mampu mendukung kebijakan tersebut, misalnya konsep sistem pendukung keputusan keselamatan penerbangan yang digagas LAPAN. Konsep ini diharapkan mampu meningkatkan keselamatan penerbangan.

f. Kebijakan Pertahanan

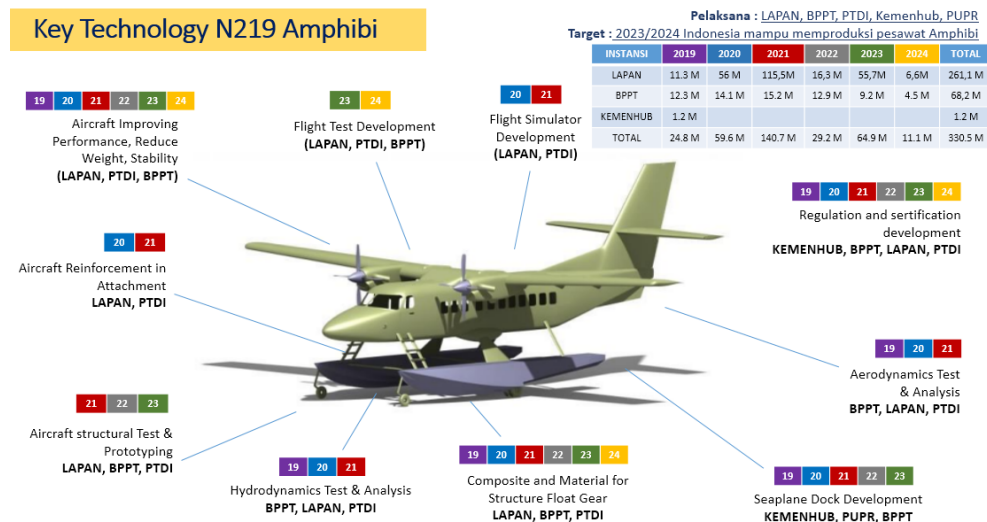
Konsep kebijakan berbasis teknologi keantariksaan yang menempatkan teknologi keantariksaan sebagai sektor penggerak akan mempengaruhi kebijakan pertahanan. Efek daya getar dan pemenuhan kebutuhan minimal (*Minimum Essential Forces*) selalu menjadi isu di lokus kebijakan pertahanan. Keberadaan teknologi keantariksaan yang dapat mengandung penggunaan ganda diha-

rapkan mampu meningkatkan implementasi kebijakan pertahanan nasional. Beberapa teknologi yang umum digunakan adalah teknologi pesawat tanpa awak, teknologi satelit, teknologi roket, dan teknologi penginderaan jauh.

g. Kebijakan Luar Negeri

Konsep kebijakan berbasis teknologi keantariksaan yang menempatkan teknologi keantariksaan sebagai sektor penggerak akan mempengaruhi kebijakan luar negeri. Banyak negara di dunia memanfaatkan kemajuan teknologi keantariksaan sebagai alat diplomasi dan input strategis dalam membentuk kebijakan luar negeri. Negara tersebut di antaranya Rusia, Amerika Serikat, Republik Rakyat Tiongkok, dan Perancis. Bahkan, baru-baru ini Republik Rakyat Tiongkok melalui BUMN-nya menawarkan kerjasama pembangunan roket bertingkat dengan Indonesia (LAPAN).

Rekomendasi selanjutnya yang dapat digagas untuk menjawab kebutuhan pemenuhan target periode 2 Rencana Induk Penyelenggaraan Keantariksaan Tahun 2016–2040 adalah mengaktifkan keterlibatan sumber daya litbang nasional dalam suatu *Work Breakdown Structure* (WBS) berbasis litbang keantariksaan. Konsep WBS ini sebenarnya saat ini sedang digagas oleh Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi melalui Rancangan Peraturan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi (RPermenristekdikti) terkait Prioritas Riset Nasional (PRN) Tahun 2020–2024.



Gambar 7: Pohon Teknologi Pesawat N-219 Ampibi. Sumber: Rancangan Peraturan Menteri Riset dan Teknologi/BRIN tentang Prioritas Riset Nasional 2020-2024, 2019.

WBS yang disusun mengacu pada kompetensi SDM dan infrastruktur yang dimiliki masing-masing instansi yang terlibat. Pemetaan terhadap kompetensi (baik SDM maupun infrastruktur) menjadi keuntungan tersendiri bagi kegiatan litbang dalam upaya peningkatan kapasitas atas teknologi yang belum dikuasai. Untuk teknologi yang belum dikuasai dapat dilakukan dengan skema pengadaan barang yang disertai proposal *Training of Trainee* dari negara penyedia teknologi.

Rekomendasi selanjutnya untuk memastikan berjalan dengan baiknya penyelenggaraan keantariksaan di Indonesia adalah melalui pendekatan alih teknologi. Pengalaman panjang LAPAN dalam melakukan aktivitas keantariksaan di Indonesia perlu difasilitasi dalam bentuk mekanisme alih teknologi kepada pelaku keantariksaan lainnya di Indonesia. Hal ini sangat penting untuk mengaktifasi tumbuhnya industri keantariksaan Indonesia di masa mendatang. Berangkat dari berbagai isu seperti kebutuhan (permintaan) dari pasar (*market driven*) yang tentunya pula disertai dengan motif ekonomi, maka kegiatan alih teknologi dapat berlangsung. Langkah selanjutnya, tentu saja yang harus dimiliki (kemampuan minimal) oleh penerima teknologi adalah pengalaman manufaktur untuk memproduksi secara massal produk teknologi yang telah dihasilkan sebelumnya, strategi bisnis, dan infrastruktur kemampuan lain yang diperlukan. Kemudian, untuk hal – hal yang akan dialih teknologikan meliputi ilmu

pengetahuan, fisik teknologi, desain teknologi, proses rancang bangun teknologi, dan hal lain yang disepakati kedua belah pihak.

5. Kesimpulan

Hasil evaluasi *on going* terhadap periode 1 Tahun 2016–2020 terhadap penyelenggaraan keantariksaan di Indonesia menemukan fakta bahwa terdapat 10 produk teknologi yang kemungkinan tidak tercapai. Hal tersebut mengacu pada studi dokumentasi kebijakan penganggaran LAPAN (Rencana Kerja Anggaran Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (RKA LAPAN) Tahun 2019 dan Pagu Indikatif LAPAN 2020 yang berdasarkan pada Surat Bersama Kementerian Keuangan dan Kementerian PPN/Bappenas Nomor S-338/MK.02/2019 dan S-241/M.PPN/D.8/KU.01.01/04/2019) dan arah Rancangan Peraturan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi (RPermenristekdikti) terkait Prioritas Riset Nasional (PRN) Tahun 2020 – 2024. Dampak ketidaktercapaian tersebut berimplikasi pada berbagai sektor pembangunan, di antaranya belum dapat terbangunnya mitigasi bencana yang diakibatkan perubahan cuaca antariksa dan atmosfer seperti gangguan operasional di berbagai satelit di atas bumi, pemantauan sumber daya alam Indonesia yang rentan terhadap kegiatan pencurian sumber daya alam, inkonektivitas sistem transportasi udara nasional dan adanya ancaman pemenuhan kebutuhan terhadap keselamatan transportasi udara nasional, berkurangnya efek getar negara dengan tidak aktifnya kegiatan litbang roket berdiameter 550 mm yang memiliki kemampuan jangkauan lebih dari 60 km, berkurangnya frekuensi pemantauan secara *real time* wilayah nasional berbasis satelit (bermuatan radar) yang memiliki kemampuan menembus awan, dan hilangnya potensi pendapatan nasional secara masif yang akan terjadi bila bandar antariksa tidak teralokasikan anggarannya. Untuk mengantisipasi hal tersebut, berbagai rekomendasi perlu dibangun. Pada studi ini, terdapat tiga rekomendasi yakni Indonesia perlu membangun model kebijakan berbasis teknologi keantariksaan, mengaktifkan keterlibatan sumber daya litbang nasional dalam suatu *Work Breakdown Structure* berbasis litbang keantariksaan, dan menggerakkan kegiatan komersialisasi dengan pendekatan alih teknologi.

Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada Ir. Henny Setyaningsih, M.Si (Kepala Biro Perencanaan dan Keuangan) dan Fungsional Perencana di Biro Perencanaan dan Keuangan LAPAN atas kontribusi data, ide, dan segala diskusi yang menarik dalam rangka penyusunan studi ini. Adapun ucapan terima kasih selanjutnya diberikan kepada Pusat Kajian Kebijakan Penerbangan dan Antariksa yang telah mawadahi kami dalam sebuah Seminar Nasional Kajian Kebijakan Penerbangan dan Antariksa, sebuah seminar yang hebat yang diisi oleh para narasumber yang hebat. Kami bangga diizinkan terlibat dan menjadi bagian dari sebuah acara yang hebat.

Daftar Acuan

- Beierle, dan Konisky. (2000). Values, conflict, and trust in participatory environmental planning. *Journal of Policy analysis and Management*, 19 (4), 587–602.
- Bitler, M. P., J. B. Gelbach, and H. W. Hoynes. (2006). What Mean Impacts Miss: Distributional Effects of Welfare Reform Experiments. *American Economic Review*, 96, 988–1012.
- Bitler, M. P., J. B. Gelbach, and H. W. Hoynes. (2008). Distributional Impacts of the Self-Sufficiency Project. *Journal of Public Economics*, 92, 748–765
- Board, S. S., dan National Research Council. (2007). *Earth science and applications from space: National imperatives for the next decade and beyond*. National Academies Press.
- Bozeman, dan Sarewitz, D. (2005). Public values and public failure in US science policy. *Science and Public Policy*, 32 (2), 119–136.
- Burgess, J., A. Stirling, J. Clark, G. Davies, M. Eames, K. Staley, and S. Williamson. (2007). Deliberative mapping: Developing an analytic-deliberative methodology

- to support contested science-policy decisions. *Public Understanding of Science*, 16:299-322.
- Caruzzo, A., Belderrain, M. C. N., Fisch, G., & Manso, D. F. (2015). The mapping of aerospace meteorology in the Brazilian Space Program: challenges and opportunities for rocket launch. *Journal of Aerospace Technology and Management*, 7(1), 7-18.
- Dammert. (2008). Child labor and schooling response to changes in coca production in rural Peru. *Journal of Development Economics*, 86(1), 164–180.
- Djebbari, dan Smith. (2008). Heterogeneous impacts in PROGRESA. *Journal of Econometrics*, 145, 64–80.
- Dunn, William N. (2000). Pengantar Analisis Kebijakan Publik (Edisi kedua). Terjemahan Samodra Wibawa, dkk. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Eren dan Ozbeklik. (2014). Who Benefits from Job Corps? A Distributional Analysis of An Active Labor Market Program. *Journal of Applied Econometrics*, 29, 586–611.
- Heckman, Smith, dan Clements. (1997). Making the Most Out of Programme Evaluations and Social Experiments: Accounting for Heterogeneity in Programme Impacts. *Review of Economic Studies*, 64, 487–535.
- Herdianto. (2013). Metode Prediksi. Diakses pada http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/n@file_skripsi/Isi2200481714326.pdf pada tanggal 24 Mei 2019 pukul 14.24 WIB.
- Hirata, N. (2004). Past, current and future of Japanese national program for earthquake prediction research. *Earth, Planets and Space*, 56(8), xliii-l.
- Joseph S. Wholey, Harry P. Hatry, dan Kathryn E. Newcomer. (2010). *Handbook Of Practical Program Evaluation, Third Edition*. Josey Bass - A Wiley Imprint: San Francisco, USA.
- LaBel, K. A., Johnston, A. H., Barth, J. L., Reed, R. A., dan Barnes, C. E. (1998). Emerging radiation hardness assurance (RHA) issues: A NASA approach for space flight programs. *IEEE Transactions on Nuclear Science*, 45(6), 2727-2736.
- Nicholas, J. M., dan Steyn, H. (2017). *Project management for engineering, business and technology*. Routledge.
- Poister, H. Theodore dalam Joseph S. Wholey, Harry P. Harry, dan Kathryn E. Newcomer. (2010). *Handbook Of Practical Program Evaluation, Third Edition*. Josey Bass - A Wiley Imprint: San Francisco, USA.
- Pratistha, B. (2016). The Influence of Strategic Control, Strategy Orientation, and Business Environment on Competitive Strategy and Its Effect to Business Performance. *Academy of Strategic Management Journal*, 15, 15-23.
- Pratistha, B. (2016b). Building a Strategic Control Model for Space Technology Program in Indonesia. *International Journal of Applied Business and Economic Research*, 14(2).
- Radyowirono, Anvina. (2012). Jenis dan Model Evaluasi. Dikutip dari <http://anvinaayunita.blogspot.com/2012/03/jenis-model-evaluasi.html> dan diakses pada tanggal 24 Mei 2019 pukul 13.41 WIB.
- Rambe, M. F. (2002). Analisis Kebutuhan Pasar Dan Prediksi Penjualan. *Jurnal Ilmiah*.
- Solomone, S. (2006). China's Space Program: the great leap upward. *Journal of Contemporary China*, 15(47), 311-327.
- Straub, J., Berk, J., Nervold, A., Korvald, C., dan Torgerson, D. (2013). OpenOrbiter: Analysis of a student-run space program. In *Proceedings of the 64th International Astronautical Congress* (pp. 2-10).
- Trent. (2017). *Integrated Architecture Analysis And Technology Evaluation For Systems Of Systems Modeled At The Subsystem Level*, Disertasi, Doctor of Philosophy in the School of Aerospace Engineering, Georgia Institute of Technology.
- U.S. White House, Office of the Press Secretary. (2011). *Presidential Memorandum: Accelerating Technology Transfer and Commercialization of Federal ResearchinSupport of High Growth Businesses* Downloaded November 10, 2012 from: <http://www.whitehouse.gov/the-press-office/2011/10/28/presidentialmemorandum-accelerating-technology-transfer-and-commerciali>.
- Young, R. C., Buttner, W. J., Linnell, B. R., dan Ramesham, R. (2003). Electronic nose for space program applications. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 93(1-3), 7-16.