

**PEMIKIRAN TENTANG PENELITIAN,
PENGEMBANGAN, DAN PEMANFAATAN TEKNOLOGI
ANTARIKSA YANG TERINTEGRASI DALAM
PEMBANGUNAN NASIONAL UNTUK PENINGKATAN
KESEJAHTERAAN MASYARAKAT**

**Alfred Sitindjak*)
Euis Susilawati **)**

**PUSAT ANALISIS DAN INFORMASI KEDIRGANTARAAN
LEMBAGA PENERBANGAN DAN ANTARIKSA NASIONAL**

***) Peneliti Madya Bidang Analisis Sistem, LAPAN**

*****) Ajun Peneliti Madya Bidang Analisis Sistem, LAPAN**

ABSTRACT

Since the beginning of the 1960s, Indonesian has carried out space activities which initiated with research and development of rocket technology. Later, in the 1970s Indonesian space activities grew rapidly and encompassed utilizations of space technology (communication satellite and remote sensing satellite) and space phenomena observation. Until now, it is perceived that the whole Indonesian space activities have not yet contributed significantly to the betterment of quality of life of Indonesian people. This is because of Indonesian space activities having not yet been integrated in national development for the purpose of increasing Indonesian welfare. In this paper, descriptive-analytical method is applied to identify elements that influence upon research and development of space technology and its applications. Such elements through the systems analysis procedure are used as inputs into the process of technological innovation. The outputs of such the process constitute Indonesian space activities in the coming years. Taking into account the principles and values derived from the existing related national policies and specific characteristics of space activities, the implementation of such Indonesian space activities will be integrated in national development for the betterment of Indonesian people welfare.

ABSTRAK

Sejak awal tahun 1960an, Indonesia telah melakukan kegiatan keantariksaan, yang diawali dengan penelitian dan pengembangan teknologi roket. Kegiatan ini, terutama sejak tahun 1970an diikuti dengan pemanfaatan teknologi antariksa (satelit komunikasi dan satelit penginderaan jauh) dan penelitian fenomena antariksa. Hingga saat ini, keseluruhan kegiatan keantariksaan ini dirasakan masih kurang berhasil dalam memberikan kontribusi yang berarti dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Kurang berhasilnya kegiatan tersebut disebabkan belum terintegrasinya kegiatan keantariksaan dalam pembangunan nasional yang berkaitan dengan kesejahteraan masyarakat. Dalam makalah ini, metoda analisa-deskriptif telah diaplikasikan dalam menggali dan mengidentifikasi elemen-elemen yang berpengaruh dalam penelitian dan pengembangan teknologi antariksa dan aplikasinya. Elemen-elemen tersebut melalui prosedur analisis sistem digunakan sebagai masukan ke dalam proses umum penemuan teknologi baru. Luaran dari proses ini merupakan kegiatan-kegiatan keantariksaan yang dalam implementasinya, dengan memperhatikan prinsip-prinsip dan nilai-nilai yang diturunkan dari kebijakan yang ada dan karakteristik khusus kegiatan keantariksaan, akan terintegrasi dalam pembangunan nasional guna peningkatan kualitas kehidupan masyarakat Indonesia.

1. PENDAHULUAN

Letak dan kondisi geografi Indonesia telah memberikan ciri yang unik bagi Bumi Indonesia. Ciri-ciri yang unik tersebut, meliputi : (i) Bumi Indonesia adalah satu-satunya Benua Maritim di dunia, yang di dalamnya terkandung sumber daya alam daratan dan sumber daya kelautan yang melimpah, dan yang berperan penting dalam pembentukan dan perubahan lingkungan dan iklim global, (ii) Indonesia adalah Negara Kepulauan terbesar yang terdiri dari tidak kurang 17.000 pulau yang tersebar di sekitar garis khatulistiwa

(12,8% dari garis khatulistiwa Bumi) serta memiliki garis pantai lebih dari 80.000 km, dan (iii) Indonesia memiliki hutan tropis yang berperan penting dalam iklim global dan perubahan lingkungan global, dan yang mempunyai arti penting dalam pembangunan dan kesejahteraan bangsa Indonesia.

Ciri-ciri tersebut jelas telah memberikan keunggulan komparatif bagi bangsa Indonesia, tetapi juga sekaligus merupakan tantangan besar dalam pemanfaatannya bagi kesejahteraan masyarakat dan dalam perlindungan kepentingan Indonesia terhadap Bumi Indonesia itu sendiri. Dalam pemanfaatan keunggulan komparatif dan perlindungan kepentingan bangsa Indonesia tersebut, aplikasi teknologi antariksa memainkan peran yang besar. Dengan melihat keunggulan komparatif dan tantangan besar yang ada dalam Bumi Indonesia untuk pemanfaatannya antara lain utamanya bagi kesejahteraan masyarakat dan perlindungan kepentingan nasional serta korelasinya dengan potensi dan peran teknologi antariksa tersebut di atas, upaya bangsa Indonesia dalam penelitian, pengembangan, dan pemanfaatan teknologi antariksa yang telah dirintis sejak tahun 1960an adalah upaya yang tepat.

Dengan maksud untuk meningkatkan upaya penelitian, pengembangan, dan pemanfaatan teknologi antariksa, Indonesia telah membentuk lembaga-lembaga dan atau mengembangkan sumber daya yang diperlukan. Misalnya, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) dibentuk pada tahun 1963. Demikian pula halnya, Dewan Penerbangan yang dibentuk pada tahun 1955 telah ditingkatkan menjadi Dewan Penerbangan dan Angkasa Luar (Antariksa) Nasional Republik Indonesia, disingkat DEPANRI, pada tahun 1963. Sejalan dengan meningkatkan kelembagaan ini dan kemajuan teknologi antariksa dan pemanfaatannya secara global, kegiatan keantariksaan oleh Indonesia terutama sejak awal tahun 1970an juga berlangsung dengan meningkat terutama secara horisontal. LAPAN pada tahun 1972 mulai merintis pemanfaatan teknologi (satelit) penginderaan jauh untuk sumber daya alam. Upaya LAPAN ini juga dibarengi dengan pemanfaatan satelit lingkungan dan cuaca untuk prediksi iklim, ramalan cuaca, dan lingkungan Bumi; penelitian fenomena dan dinamika lapisan-lapisan dirgantara (ruang udara dan antariksa); dan penelitian dan pengembangan roket sonda (non-militer). Indonesia juga mengoperasikan satelit telekomunikasi (buatan negara lain), yang diawali dengan peluncuran Palapa A-1 pada tahun 1976.

Dilihat dari sisi waktu lamanya Indonesia terlibat di bidang keantariksaan, baik yang memulainya pada tahap penelitian, pengembangan ataupun pemanfaatan teknologi antariksa, secara keseluruhannya tidak kurang dari 30 tahun, Indonesia seharusnya telah menghasilkan produk-produk yang signifikan yang berguna bagi peningkatan kesejahteraan masyarakat ataupun untuk kepentingan nasional lainnya. Namun, hasil kegiatan Indonesia di bidang keantariksaan ini yang dianggap kurang memadai telah banyak dipertanyakan oleh berbagai pihak baik di dalam negeri maupun di luar negeri. Kondisi seperti ini tentu tidak diharapkan berlangsung berkelanjutan di masa datang. Kegiatan bangsa Indonesia di bidang keantariksaan, baik secara horisontal maupun vertikal, sebagaimana kegiatan-kegiatan pembangunan lainnya, harus berfokus, langsung atau tidak langsung, pada peningkatan kesejahteraan masyarakat. Dengan kata lain, kegiatan penelitian, pengembangan ataupun pemanfaatan teknologi antariksa perlu dijaga untuk selalu terintegrasi dalam pembangunan nasional guna menciptakan kondisi peningkatan kualitas kehidupan masyarakat Indonesia. Landasan ataupun pedoman untuk terintegrasinya kegiatan di bidang keantariksaan ini dalam pembangunan nasional berpedoman pada

kebijakan-kebijakan yang telah ditetapkan oleh bangsa Indonesia. Kebijakan-kebijakan tersebut, antara lain (i) Garis-garis Besar Haluan Negara (GBHN) Tahun 1999 yang terus dikembangkan sesuai dengan bejalannya waktu, (ii) substansi yang dimuat dalam Rancangan Undang-Undang RI tentang Sistem Nasional Penelitian, Pengembangan, dan Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (yang pembahasannya oleh DPR-RI s.d. Mei 2002 sudah mendekati finalisasi), (iii) UU No. 16 Tahun 2002 tentang Pengesahan Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies, 1967, dan (iv) Konsepsi Kedirgantaraan Nasional yang telah dikukuhkan pada Sidang Paripurna Kedua DEPANRI, tahun 1998.

2. METODOLOGI

Setiap jenis teknologi mempunyai karakteristik tersendiri yang membedakannya satu sama lain. Namun dalam perbedaan tersebut, penelitian, pengembangan, dan atau pemanfaatan setiap teknologi, sampai tingkat tertentu mempunyai kesamaan dalam proses yang telah teruji kebenarannya, dan para pakar teknologi menyebutnya “Teori-Proses Umum” dalam penemuan dan penerapan teknologi. Dalam pengkajian ini, “Teori-Proses Umum” tersebut akan diaplikasikan, dengan memperhatikan berbagai elemen yang terkait dengan kegiatan keantarkiksaan yang terintegrasi dalam pembangunan nasional menuju peningkatan kesejahteraan masyarakat. Metoda analisa -deskriptif akan digunakan dalam menggali elemen-elemen terkait tersebut yang meliputi karakteristik khusus teknologi antariksa, prinsip-prinsip dan nilai-nilai (guiding philosophy), dan tantangan dan peluang yang muncul dari kondisi lingkungan (non-physical environment).

Kebijakan-kebijakan terkait yang telah ditetapkan ataupun disepakati tersebut pada butir 1. di atas, selain menjadi landasan dan penentuan arah kegiatan keantarkiksaan oleh Indonesia, juga sekaligus sebagai sumber penentuan prinsip-prinsip dan nilai tersebut di atas. Dengan menggunakan prosedur analisis sistem (yang disederhanakan), elemen-elemen tersebut di atas digunakan sebagai masukan kedalam Teori-Proses Umum, yang luarannya (output) merupakan pola (pattem) dan modus (mode) kegiatan keantarkiksaan yang dalam implementasinya terintegrasi dalam pembangunan nasional menuju secara langsung atau tidak langsung pada perbaikan kualitas kehidupan masyarakat.

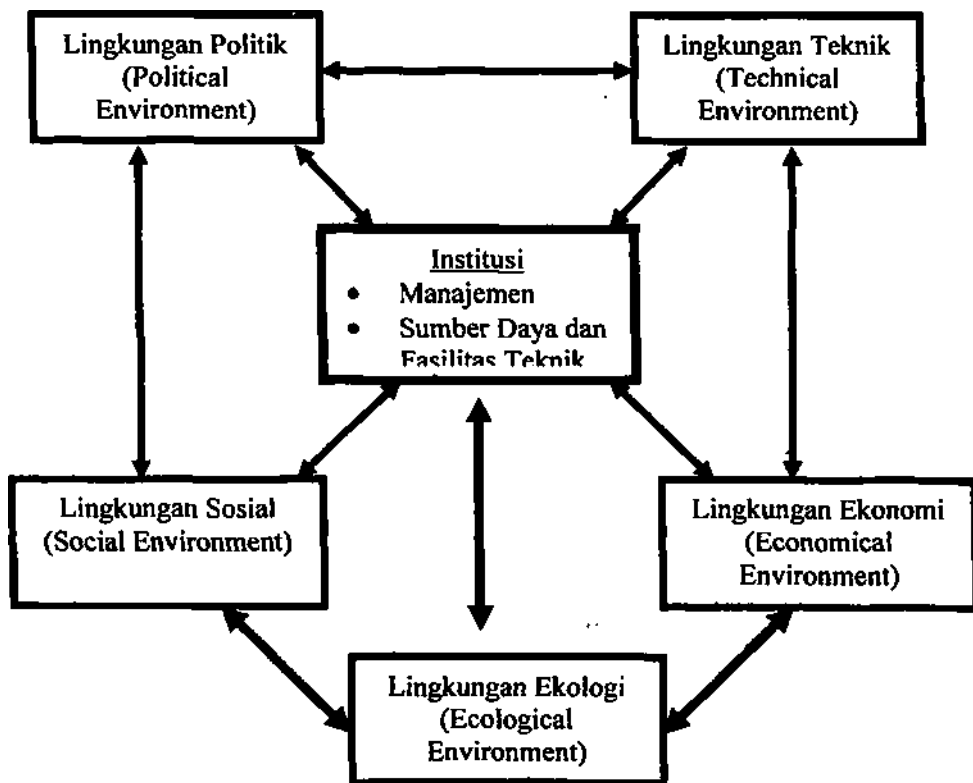
3. TEORI-PROSES UMUM

3.1. Teknologi Dan Interaksi Lingkungan

Penulis menganut teori tentang proses umum mengenai penerapan (pemanfaatan) teknologi yang telah dikembangkan oleh James R. Bright dan dituangkan dalam bukunya *“A Guide to Practical Technological Forecasting”*, terbitan Prentice-Hall Inc., Ertglewood Cliffts, New Jersey, 1973. Walaupun sudah hampir 30 tahun, proses umum tersebut masih cukup relevan dengan kondisi yang berkembang dalam lingkungan proses pemanfaatan teknologi secara umum saat ini. Bahkan dengan melihat kecenderungan perkembangan faktor-faktor berpengaruh, proses umum tersebut masih relevan dalam kondisi-kondisi yang muncul dalam dekade mendatang. [Untuk selanjutnya, kata penerapan sering digunakan sebagai pengganti kata pemanfaatan, yang dalam tulisan ini kedua kata tersebut memberikan makna yang sama].

Proses umum hingga pemanfaatan teknologi (baik yang diawali dari penelitian dan atau pengembangan) adalah suatu pernyataan yang mencakup serangkaian kegiatan yang mentransformasikan pengetahuan teknis ke dalam suatu realita fisik dan kemudian digunakan dalam suatu tindakan yang mempunyai dampak sosial secara substansial. Proses umum tersebut mencakup pencarian gagasan teknis dan pengetahuan yang diperlukan (penelitian), transformasinya ke dalam perangkat keras ataupun adopsinya ke dalam suatu upaya/usaha yang mempunyai dampak yang signifikan. Umumnya, keseluruhan rangkaian kegiatan dalam proses memerlukan waktu yang lamanya tergantung dari sifat-sifat yang melekat pada teknologi tersebut dan faktor-faktor berpengaruh dari lingkungan.

Kegiatan-kegiatan dalam proses tersebut di atas tidaklah berlangsung dalam suatu kondisi yang tanpa gangguan/pengaruh. Kegiatan-kegiatan tersebut berlangsung dalam sistem (kondisi) sosial yang amat rumit yang dapat dikategorikan dalam 5 lingkungan utama. Interaksi kelembagaan dan 5 lingkungan utama tersebut diilustrasikan dalam Gambar-1'.

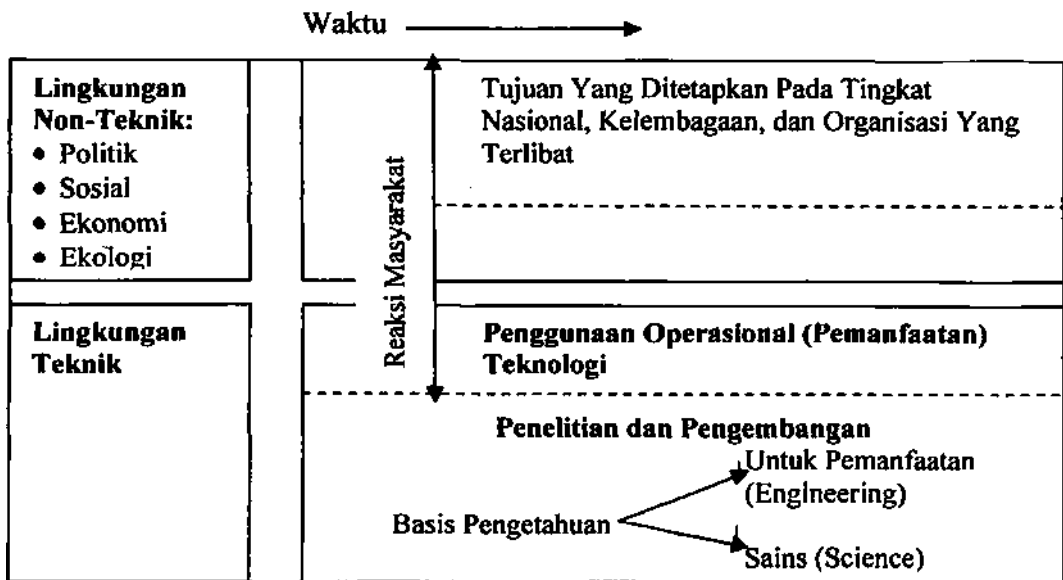


GAMBAR - 1 INTERAKSI ANTARA PENERAPAN TEKNOLOGI DAN LINGKUNGANNYA

Selain kekuatan-kekuatan yang ada dalam setiap lingkungan dapat berinteraksi secara langsung pada upaya proses penerapan teknologi, kekuatan-kekuatan di antara lingkungan juga dapat saling berinteraksi, dan pada gilirannya mempengaruhi upaya proses penerapan teknologi.

3.2. Tahap-Tahap Dalam Proses Upaya Hingga Penerapan Teknologi

Dari interaksi-interaksi yang terjadi di antara kekuatan-kekuatan dari masing-masing lingkungan dan akhirnya pada proses upaya penerapan teknologi tersebut di atas, maka diyakini bahwa proses upaya penerapan teknologi adalah sungguh rumit, dan berbeda dari satu teknologi ke teknologi lainnya. Oleh karena itu, proses upaya penerapan teknologi dengan segala interaksi yang terjadi padanya sering disederhanakan (disimplifikasi) untuk pemahamannya. Dalam model penyederhanaan ini, proses yang berlangsung hingga penerapan teknologi di bagi dalam 2 tahap, tahap pertama terdiri dari penelitian dan pengembangan dan tahap kedua mencakup upaya penggunaan operasional teknologi di mana masyarakat (dari semua lapisan) akan lebih banyak mengetahui dampak dari teknologi dan dengan sendirinya menjadi sumber dari interaksi yang akan diberikan. Secara sederhana, skema dari tahap-tahap dari proses hingga upaya penerapan suatu teknologi dan interaksi dari lingkungan dapat ditunjukkan seperti dalam Gambar-2.



GAMBAR-2 : SKEMA TAHAP-TAHAP PROSES HINGGA PENERAPAN TEKNOLOGI DAN INTERAKSI DENGAN LINGKUNGAN

Penelitian, pengembangan, dan ataupun pemanfaatan setiap teknologi diharapkan dapat berhasil untuk memberikan dampak yang berguna, baik langsung ataupun tidak

langsung, bagi kesejahteraan masyarakat. Untuk menjamin agar keseluruhan kegiatan dalam proses tersebut mengarah pada hasil yang diharapkan, diperlukan informasi tentang kemajuan yang dicapai dari kegiatan-kegiatan dalam proses tersebut. Umumnya, para pakar perencana teknologi telah membagi keseluruhan rangkaian kegiatan dalam proses hingga upaya penerapan teknologi dalam 8 tahap. Kedelapan tahap tersebut dan kategorinya dalam penelitian, pengembangan, dan penerapan (pemanfaatan), serta “milestones” dalam setiap tahap dapat ditunjukkan dalam **Tabel-1**

TABEL-1 : TAHAP-TAHAP DALAM PROSES UPAYA MENUJU HINGGA PENERAPAN (PEMANFAATAN TEKNOLOGI)

Kategori	Tahap	“Milestone”	Keterangan
1	2	3	4
Penelitian	1	Saran ilmiah; penemuan; adanya kebutuhan atau kesempatan (peluang)	Umumnya kegiatan dilakukan karena adanya kebutuhan atau kesempatan (peluang)
Pengembangan	2	Usulan teori atau usulan konsep rancangan (design)	Berhasilnya kristalisasi teori atau konsep rancangan (design), dan biasanya merupakan kulminasi dari upaya coba-coba (trial and error)
	3	Verifikasi laboratorium atas teori atau konsep rancangan	Menunjukkan eksistensi atau validasi operasional konsep yang diusulkan pada Tahp 2, dan masih sulit dinilai karena eksistensi atau validasi operasional tersebut biasanya hanya suatu fenomena dan belum aplikasi
	4	Demonstrasi laboratorium tentang aplikasi	Model laboratorium tentang peralatan (device), contoh material, atau proses pembuatan peralatan atau material tersebut yang menunjukkan bahwa teori atau konsep dalaiti Tahap 2 telah dijadikan ke dalam bentuk yang berguna.
	5	Skala penuh atau percobaan lapangan	Konsep telah berpindah dari laboratorium memasuki percobaan pertama dengan skala penuh, yang kemudian diikuti dengan serangkaian prototip menuju model yang akan operasional.

1	2	3	4
	6	Komersialisasi awal, atau penggunaan operasional pertama.	Penjualan atau operasional pertama. Dalam hal ini mungkin akan mengalami kegagalan karena masih terlalu dini, sehingga memerlukan kegiatan untuk mengulangi kegiatan dalam Tahap 5.
Penerapan (Pemanfaatan)	7	Adopsi (produksi) dengan jumlah sesuai dengan keperluan, keuntungan yang mau diraih ataupun dampak signifikan	Apabila teknologi tersebut bersifat komersial, maka teknologi tersebut akan diproduksi dan dipasok ke pasar untuk memperoleh keuntungan sebesar-besarnya. Namun, apabila teknologi tersebut bersifat strategis dan berkaitan dengan “national security”, maka teknologi akan diproduksi secara terbatas dan hanya akan dipasok kepada pihak lain dengan perjanjian-perjanjian khusus.
	8	Proliferasi	Teknologi diaplikasikan untuk penggunaan lain; Tahap 8 ini kadang-kadang dapat dimulai lebih awal (tidak perlu harus melewati Tahap 7).

Tahap-1 adalah titik awal dari upaya penemuan teknologi dan dapat bersumber dari salah satu dari (f) **saran ilmiah**, yang berarti spekulasi, hipotesa, dan kesimpulan dari ilmuwan dan insinyur (scientists and engineers) atas penelitiannya untuk pengetahuan yang baru, (ii) **penemuan**, yang berarti identifikasi suatu fenomena baru yang muncul dari kegiatan-kegiatan ilmiah dan teknik, dan (iii) **kesadaran atas adanya kebutuhan atau peluang**. Kegiatan yang bersumber dari kesadaran atas adanya kebutuhan atau peluang ini dapat terjadi dalam setiap lingkungan tersebut pada **Gambar-1**. Kesadaran atas adanya kebutuhan di masa datang akan merupakan salah satu masukan yang sangat penting dalam mehetapkan tujuan dari upaya penemuan teknologi dan cara pencapaiannya yang dikehendaki.

Tahap-2 adalah **usulan teori** atau **usulan konsep rancangan (design)**. Biasanya yang paling banyak terjadi adalah usulan konsep rancangan (kombinasi dari teknik-teknik dan pengetahuan yang ada) yang akan menghasilkan produk teknik yang diinginkan dan lebih lanjut akan diidentifikasi dalam tahap berikutnya. Umumnya, banyak upaya coba-coba (trial and error) berlangsung dalam tahap ini. Dalam Tahap-2 ini juga sering terjadi penyempurnaan konsep dan sekaligus menggantikan konsep yang diajukan pada awal Tahap-2.

Tahap-3 adalah **verifikasi teori atau konsep rancangan**. Tahap ini ditandai dengan berlangsungnya eksperimen yang mengkonfirmasi validitas teori atau konsep rancangan yang diusulkan.

Tahap-4 adalah percobaan (demonstrasi) aplikasi dalam laboratorium.

Percobaan ini adalah model primitif pertama konsep teknologi dalam suatu bentuk yang berguna, dan juga sering disebut sebagai model papan pemotong roti laboratorium (*laboratory "bread board" model*) dan ekuivalensinya bagi proses dan material baru. Antara Tahap-4 dan Tahap-5, berlangsung sejumlah percobaan konfigurasi, material, dan skala alternatif. Akhirnya, konsep penemuan teknologi berpindah dari percobaan laboratorium ke skala ukuran yang sebenarnya (*life-size*) dan di bawah kondisi operasional lapangan..

Tahap-5 adalah percobaan lapangan atau percobaan skala penuh (*full scale*).

Dalam percobaan ini sering terjadi kegagalan atau hasil-hasilnya tidak sempurna sehingga perlu kembali ke percobaan laboratorium (Tahap-4). Apabila percobaan berhasil, maka akan diperoleh prototip dari penemuan teknologi yang akan digunakan secara operasional.

Tahap-6 adalah komersialisasi awal (penjualan pertama) atau penggunaan operasional pertama (misalnya untuk keperluan militer atau pemerintah saja), yang menandai waktu pada saat mana penemuan teknologi diyakini siap untuk aplikasi. Dalam tahap ini sering terjadi kekeliruan karena komersialisasi awal yang dilakukan dalam modus operasional sebenarnya masih berupa percobaan-percobaan lebih lanjut. Atau sering penemuan teknologi terlalu dini dikomersialkan atau digunakan secara operasional sebelum teknologi tersebut disempurnakan secara memadai.

Tahap-7 adalah adopsi secara luas, pada saat mana teknologi telah mencapai penggunaan dalam suatu skala yang cukup besar yang memberikan dampak berupa keuntungan bagi perusahaan yang memproduksi atau berupa reaksi dari kalangan masyarakat (seperti perubahan kebijakan nasional dalam isu militer dan luar negeri sebagai akibat dari penemuan teknologi).

Tahap-8 adalah proliferasi. Dalam Tabel-1, proliferasi dalam urutan terakhir, namun aplikasi potensial dari teknologi baru untuk maksud lain ada kalanya telah mulai dalam Tahap-3 dan Tahap-4. Apabila aplikasi teknologi baru telah dimungkinkan dalam Tahap-3 atau dalam Tahap-4, sponsor pada awalnya hanya melakukan satu atau sejumlah kecil aplikasi teknologi baru tersebut. Umumnya, kebanyakan proliferasi berlangsung setelah mencapai Tahap-6.

Skema tahap-tahap dan "milestones" dalam proses penemuan teknologi dengan uraiannya seperti tersebut di atas telah disederhanakan dari keadaan yang sebenarnya dan karenanya memerlukan berbagai kualifikasi tertentu. **Pertama,** keseluruhan atau setiap bagian dari proses dapat mengalami keterlambatan-keterlambatan yang dapat mengakibatkan kegagalan, permulaan pelaksanaan kegiatan yang tidak tepat, dan kemajuan yang tidak jelas. Begitu rumitnya kegiatan dalam proses tersebut dan kaitannya dengan kekuatan-kekuatan yang ada dalam lingkungan proses penemuan teknologi ini, dan karenanya tidak dapat digambarkan sebagai suatu proses linier yang sederhana. Tidak ada ekuivalensi waktu, upaya, ataupun nilai di antara "milestone" dari masing-masing tahap. **Kedua,** peralatan teknologi terdiri dari sejumlah komponen atau subsistem. Peralatan yang diperiukah tentu berbeda pada tahap yang berbeda. Dalam hal ini, adalah sangat penting untuk mengetahui status dari setiap komponen atau subsistem dalam kaitannya dengan kondisi saat ini dan prospek di masa mendatang dari teknologi baru yang ingin dihasilkan.

Tahap-tahap dan “milestones” dalam proses upaya hingga penerapan (pemanfaatan) teknologi dan kaitannya dengan waktu dan lingkungan ditunjukkan dalam Gambar-3.

Dari Gambar-3 jelas nampak bahwa kegiatan-kegiatan dalam tahap yang berbeda akan berlangsung dalam lingkungan dan lokasi yang berbeda. Begitu juga kegiatan-kegiatan dari tahap yang berbeda juga akan dipengaruhi lingkungan yang berbeda. Kekuatan-kekuatan dalam lingkungan yang berbeda ini akan mempengaruhi laju perkembangan kemajuan pada tahap-tahap yang berbeda. Semuanya faktor-faktor yang saling berbeda ini yang berpengaruh pada proses hingga penerapan teknologi baru sudah harus dikenali pada saat perumusan atau penetapan tindakan yang akan diambil (*actions to be taken*) dalam proses tersebut.

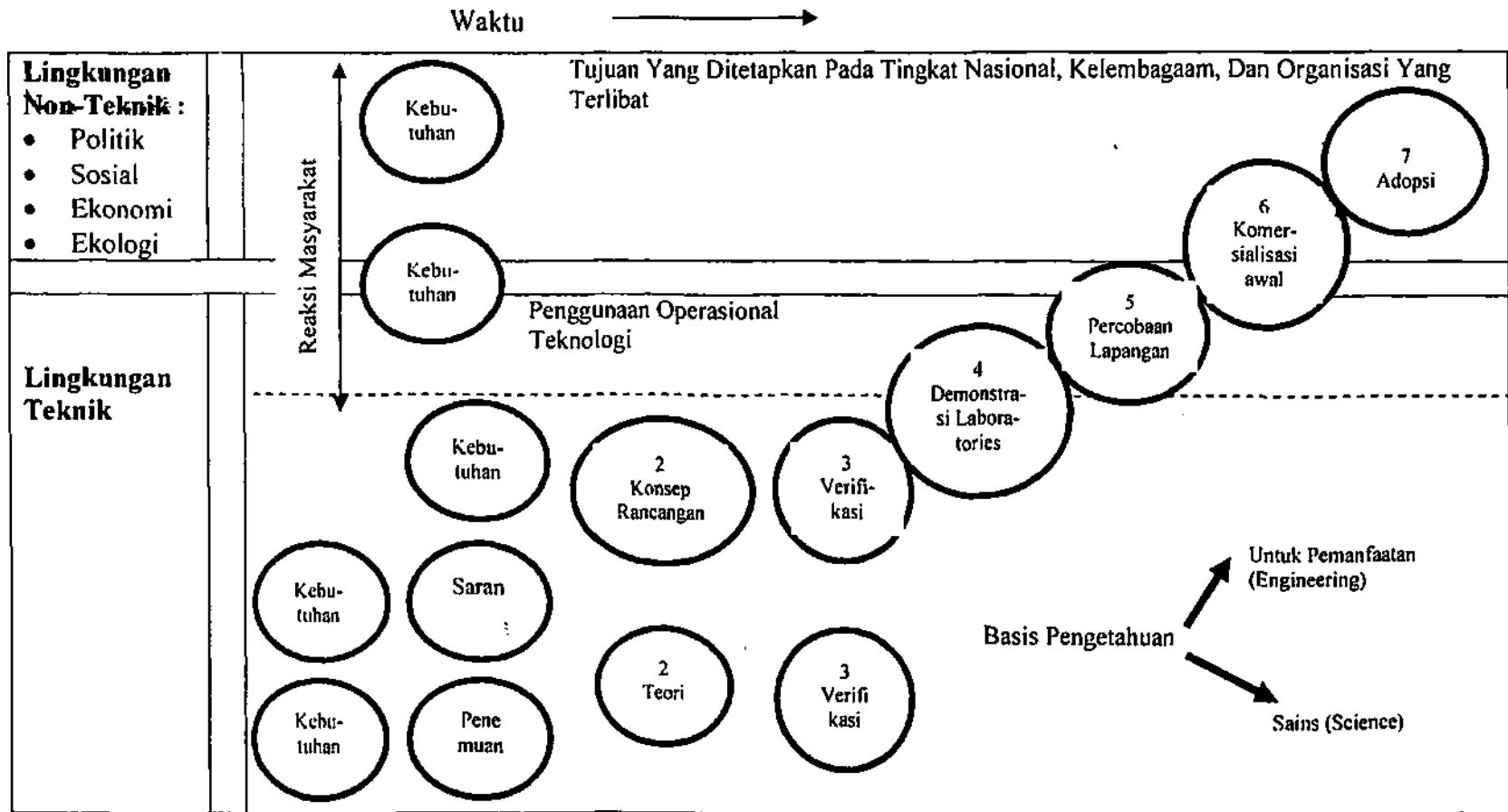
Berdasarkan pengalaman dan data yang dihimpun sejak tahun 1960an s.d. tahun 1990an, para pakar perencana (*planners*) dan peramal (*forecasters*) teknologi telah mengungkap berbagai hal sebagai proposisi yang berkaitan dengan waktu, faktor-faktor berpengaruh dan pertimbangan-pertimbangan lainnya dalam proses hingga penerapan teknologi baru. Proposisi tersebut, antara lain yang utama:

Proposisi 1 yang menyatakan bahwa keseluruhan proses hingga penerapan teknologi baru biasanya memerlukan waktu di atas 10 tahun. Akhir-akhir ini waktu (lamanya) cenderung semakin singkat, karena semakin tersedianya dukungan teknologi untuk pengembangannya. Tahap-1 s.d. Tahap-3 berlangsung tidak kurang dari 10 tahun, dan dari Tahap-6 s.d. Tahap-7 tidak kurang dari 5 Tahun. Walaupun badan (pemerintah) ataupun perusahaan (swasta) sebagai sponsor selalu berharap dapat memperoleh hasil penemuan teknologi baru akhir Tahap-3 atau Tahap-4, namun harus selalu siap s.d. Tahap-7. Dalam kaitan ini, sponsor harus mempunyai komitmen atas sumber daya yang diperlukan untuk keseluruhan proses. Khusus di bidang keantariksaan, sumber daya harus dapat dijamin mtilai dari *technical suggestion* s.d. Tahap-6 atau Tahap-7 paling sedikit dalam 10 tahun.

Proposisi 2 yang menyatakan bahwa banyak faktor akan mempengaruhi perjalanan (kemajuan dan arah) dari kegiatan-kegiatan dari tahap-tahap proses penemuan teknologi baru. Dalam kaitan ini, selain kekuatan-kekuatan yang muncul dari 5 lingkungan yang disebutkan dalam Gambar-1, kadang-kadang faktor-faktor seperti kepemimpinan, kebijakan, organisasi, dan kesempatan juga akan mempengaruhi.

Proposisi 3 yang menyatakan bahwa tindakan-tindakan pemerintah untuk memilih arah, tujuan atau besarnya dukungan, atau untuk mengendalikan teknologi adalah sangat signifikan dalam penemuan teknologi. Dengan kata lain, tinfcknn-tindakan pemerintah seperti ini disebut kemauan politik (*political will*) dari suatu bangsa atau negara.

Propopsjsi 4 yang menyatakan bahwa kemampuan teknologi (fidek mencakup seluruh karajcteristik teknologi baru) seperti kecepatan, kekuatan, daya tahan, dan lain sebagainya meningkat secara eksponensial. Laju peningkatan pada awalnya kecil, namun ^emjudian akan tehjadi eksplosif. Memang peningkatan akan mencapai suatu jpo/icak tertentu sebagai akibat batasan-batasan yang muncul dari kekuatan-kekuatan yang ada dalam 5 lingkungan teknologi, politik, sosial, ekonomi, ataupun ekologi.



GAMBAR-3 : TAHAP-TAHAP DAN “MILESTONES” DALAM PROSES HINGGA PENERAPAN TEKNOLOGI DAN KAITANNYA DENGAN WAKTU DAN LINGKUNGAN

Proposisi 5 yang menyatakan bahwa perkiraan tersedianya kemampuan teknologi tidak dapat diekuivalenkan ataupun sebagai indikator keuntungan atau besarnya pemakaian/penggunaan. Banyak faktor seperti hambatan politik, sosial, ekonomi, dan ekologi yang dapat mengekang, mencegah ataupun memperlambat penggunaan operasional teknologi tersebut. Karenanya, laju penyempurnaan teknologi tidak dapat disamakan dengan laju penggunaan, adopsi, ataupun perolehan keuntungan.

Proposisi 6 yang menyatakan bahwa kemajuan yang dipercepat ataupun tak terduga sering muncul apabila satu teknologi bersinggungan dengan teknologi lain. Misalnya, perkembangan teknologi satelit mikro ataupun mini yang sangat cepat tiada lain karena juga disebabkan oleh miniaturisasi dari teknologi elektronika.

Proposisi 7 yang menyatakan bahwa modus pembiayaan kegiatan-kegiatan dalam proses hingga penerapan teknologi baru akan sangat berarti dalam (i) percepatan difusi dan (ii) pengembalian biaya bagi sponsor. Sebagai contoh: Pemerintah Kanada tidak pernah mengharapkan akan memperoleh sewa satelit Radarsat-1 dari pihak pengguna (penerima data dari satelit) untuk dapat mengganti biaya keseluruhan satelit tersebut yang besarnya kurang lebih US\$700 juta, tetapi industri di negaranya telah memperoleh penjualan dari stasiun bumi dan pengolah data sebesar US\$2 miliar, dan sebagai konsekuensinya proliferasi pengguna telah berkembang dengan pesat.

Proposisi 8 yang menyatakan bahwa peran individu adalah sering menentukan. Seseorang yang cakap dan penuh dengan tekad yang menduduki suatu posisi tertentu sering sangat dominan dalam menetapkan arah ataupun waktu pelaksanaan kegiatan penemuan teknologi baru. Individu seperti ini sangat diperlukan dalam memunculkan gagasan penemuan teknologi baru, namun gagasan tersebut tetap memerlukan kajian dalam semua lingkungan (teknik dan non-teknik) untuk tidak menghindari hal-hal yang tak terduga. Dengan kata lain, pendekatan “melihat sebelum melompat (looking before leaping)” harus tetap diterapkan.

Proposisi 9 yang menyatakan banyak teknologi ditawarkan/diusulkan dapat memecahkan berbagai masalah, namun kebanyakan dari teknologi tersebut dalam penggunaannya secara operasional tidak pernah dapat memberikan peningkatan kualitas kehidupan ekonomi dan sosial masyarakat. Penyebab dari kegagalan ini lebih banyak disebabkan oleh kurang cermatnya perencanaan dan peramal teknologi dalam menilai kekuatan-kekuatan yang ada dalam lingkungan dan perkiraan perkembangan teknologi-teknologi pesaing atas teknologi yang ditawarkan/diusulkan. Karenanya, dalam perencanaan dan peramalan teknologi baru mutlak perlu diterapkan pendekatan “kelangsungan hidup dalam persaingan yang saling mematikan”. Artinya, dari sekian banyak pesaing hanya sedikit yang hidup, dan yang hidup tersebut adalah yang paling arif (wisest).

Proposisi 10 yang menyatakan bahwa banyak teknologi baru jarang mencapai dampak ekonomi yang besar (signifikan) hingga teknologi-teknologi tersebut ataupun produknya digunakan operasional secara luas. Penanganan masalah penggunaan operasional untuk dapat memberikan dampak ekonomi yang signifikan sering memerlukan waktu 5 tahun atau lebih. Dalam hal ini kesadaran (awareness) dari lapisan masyarakat terkait mutlak diperlukan agar kegiatan dalam proses penemuan hingga penggunaannya secara operasional dapat berlangsung sebagaimana mestinya.

Proposisi-proposisi tersebut di atas adalah bersifat umum. Dalam kenyataannya, proposisi-proposisi tersebut perlu disesuaikan dengan karakteristik yang melekat pada setiap teknologi yang sering berbeda satu sama lain. Selain itu, penemuan ataupun penerapan suatu teknologi baru tidak perlu harus dimulai dari Tahap-1, tetapi dapat dimulai pada setiap tahap melalui alih teknologi., dengan mempertimbangkan lingkungan, waktu dan ketersediaan teknologi yang akan digunakan.

4. PENELITIAN, PENGEMBANGAN, DAN PEMANFAATAN TEKNOLOGI ANTARIKSA YANG TERINTEGRASI DALAM KEGIATAN PENINGKATAN KESEJAHTERAAN MASYARAKAT

4.1. Kebijakan Sebagai Landasan Dan Penentuan Arah Kegiatan Keantariksaan Oleh Indonesia •

Sebagaimana dikemukakan dalam butir1., bangsa Indonesia telah menetapkan kebijakan-kebijakan yang berkaitan dengan keantariksaan. Berikut ini akan dikemukakan inti dari masing-masing kebijakan tersebut yang terkait dengan penelitian, pengembangan, dan pemanfaat (penerapan) teknologi antariksa yang terintegrasi dalam kegiatan peningkatan kesejahteraan masyarakat.

a. Garis-Garis Besar Haluan Negara Tahun 1999

Ketetapan MPR Nomor IV/MPR/1999 Tahun 1999 telah mengamanatkan pentingnya pembangunan dalam ilmu pengetahuan dan teknologi untuk mempercepat pencapaian tujuan negara yang diamanatkan dalam Pembukaan Undang-Undang Dasar Negara RI 1945. Dalam hal ini, telah diamanatkan bahwa bangsa Indonesia harus menyadari pentingnya fungsi dan peran ilmu pengetahuan dan teknologi serta secara sungguh-sungguh melaksanakan langkah-langkah memperkuat penguasaan, pemanfaatan, dan pemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi.

b. Konsepsi Kedirgantaraan Nasional

Konsepsi Kedirgantaraan Nasional yang telah dikukuhkan dalam Sidang Paripurna Kedua DEPANRI, tanggal 10 Desember 1998, juga telah dicantumkan dalam penjelasan UU No.16 Tahun 2002. Sesuai dengan asas, sifat, konsepsi dasar, dan arah pandang yang dimuat dalam Konsepsi Kedirgantaraan Nasional, pembangunan (kegiatan-kegiatan) di bidang keantariksaan haruslah, antara lain :

- dijiwai kekeluargaan dan didasari pada keterpaduan dan kesamaan pola pikir, pola sikap, dan pola tindak bangsa;
- bersifat berkelanjutan yang semakin meningkat baik secara horisontal maupun vertikal;
- sebagai bagian integral dan bersifat utuh dan menyeluruh serta terpadu dengan segenap upaya bangsa dalam meningkatkan kesejahteraan dan keamanan bangsa Indonesia;
- memanfaatkan keunggulan komparatif dan memecahkan masalah-masalah yang terkait dengan letak dan kondisi geografi Bumi Indonesia dan nilai-nilai yang terkandung dalam kehidupan bangsa Indonesia;

- ilmu pengetahuan teknologi antariksa dikembangkan guna peningkatan kesejahteraan, kemajuan peradaban, dan ketangguhan dan daya saing bangsa guna memacu pembangunan nasional yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan menuju masyarakat berkualitas, maju, mandiri, dan sejahtera.

c. UU No.16 Tahun 2002 tentang Pengesahan Outer Space Treaty, 1967

Outer Space Treaty, 1967 telah disahkan (diratifikasi) Indonesia berdasarkan UU No.16 Tahun 2002, tanggal 17 April 2002. Sesuai dengan mukadimah dan prinsip-prinsip yang dimuat dalam treaty tersebut, kegiatan-kegiatan keantariksaan oleh bangsa Indonesia perlu memperhatikan berbagai hal, antara lain :

- kegiatan keantariksaan dilaksanakan berdasarkan prinsip-prinsip damai dan untuk maksud damai;
- kegiatan keantariksaan dilaksanakan untuk kemanfaatan semua bangsa tanpa memandang tingkat perkembangan ekonomi atau ilmu pengetahuan dari bangsa-bangsa tersebut;
- setiap negara bertanggungjawab secara internasional atas kegiatan antariksa nasionalnya, baik yang dilakukan oleh badan-badan pemerintah maupun non-pemerintah;
- setiap negara hendaknya dapat meningkatkan kerja sama dalam kegiatan keantariksaan yang harus berpedoman pada prinsip-prinsip kerja sama dan saling membantu.

d. Rancangan UU Tentang Sistem Nasional Penelitian, Pengembangan, dan Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi

Berdasarkan asas dan tujuan, serta ketentuan-ketentuan yang dimuat dalam Rancangan UU tentang Sistem Nasional Penelitian, Pengembangan, dan Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (diyakini bahwa rancangan UU ini tanpa mengalami perubahan substansi yang prinsipil akan ditetapkan segera), kegiatan keantariksaan oleh Indonesia ke depan perlu memperhatikan berbagai hal, antara lain:

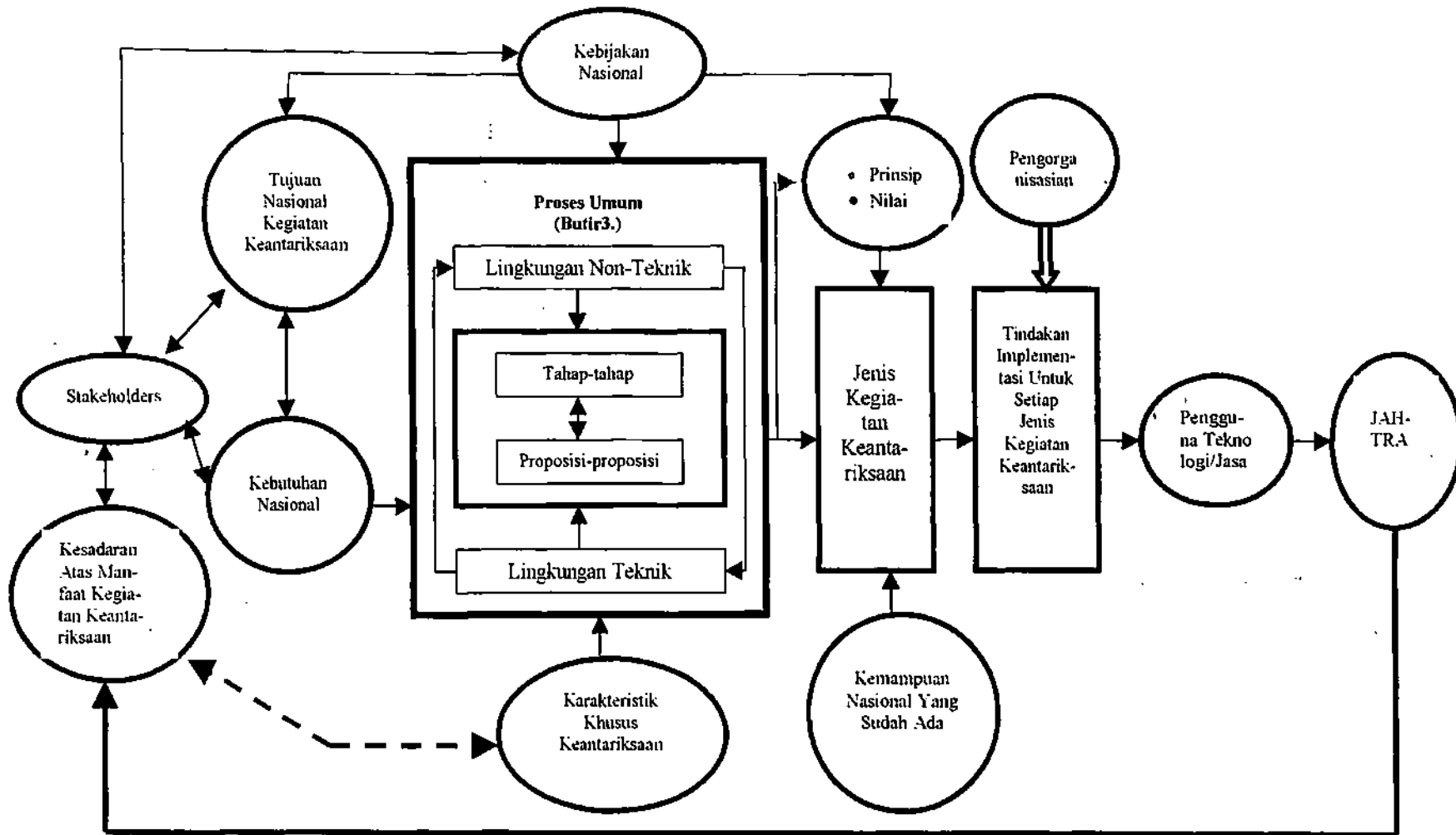
- penelitian, pengembangan, dan penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi antariksa ditujukan untuk memperkuat dukungan bagi keperluan mempercepat pencapaian tujuan negara, serta meningkatkan daya saing dan kemandirian dalam mempejuangkan kepentingan negara dalam pergaulan internasional;
- unsur-unsur dalam penelitian, pengembangan, dan penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi antariksa, yang terdiri dari kelembagaan, sumber daya , dan jaringan, merupakan satu keseluruhan yang utuh dan saling memperkuat dalam menguasai, memanfaatkan, dan memajukan ilmu pengetahuan dan teknologi antariksa guna mencapai tujuan tersebut di atas;
- kegiatan penelitian, pengembangan, dan penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi antariksa merupakan implementasi dari kebijakan strategis pembangunan nasional ilmu pengetahuan dan teknologi antariksa (arah, prioritas utama dan kerangka kebijakan pemerintah) yang dirumuskan oleh pemerintah pusat (Presiden beserta menteri terkait), dan dalam perumusannya dikoordinasikan oleh menteri yang membidangi penelitian, pengembangan, dan penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi antariksa;

- kegiatan penelitian, pengembangan, dan penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi antariksa di daerah (didorong sejauh hal itu dimungkinkan) merupakan implementasi dari kebijakan strategis pembangunan ilmu pengetahuan dan teknologi antariksa di daerah yang dirumuskan oleh pemerintah daerah (kepala daerah beserta perangkat daerah otonom yang lain sebagai badan eksekutif daerah);
- perumusan kebijakan strategis pembangunan ilmu pengetahuan dan teknologi antariksa termasuk yang di daerah yang merupakan satu keseluruhan dalam subsistem dari Sistem Nasional Penelitian, Pengembangan, dan Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi harus mempertimbangkan masukan dari unsur kelembagaan (perguruan tinggi, lembaga litbang, badan usaha, dan lembaga penunjang);
- pembiayaan yang diperlukan merupakan tanggung jawab bersama antara masyarakat dan pemerintah, untuk mana unsur kelembagaan (perguruan tinggi, lembaga litbang, badan usaha, dan lembaga penunjang), organisasi masyarakat dan inventor mandiri berhak atas dukungan dana dari anggaran pemerintah pusat dan daerah untuk meningkatkan penguasaan, pemanfaatan, dan pemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi antariksa sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

4.2. Integrasi Penelitian, Pengembangan, dan Pemanfaatan Teknologi Antariksa Dalam Pembangunan Nasional Bagi Kesejahteraan Masyarakat

Adanya suatu kegiatan selalu didasarkan pada kesadaran atas manfaat dari kegiatan tersebut untuk memenuhi kebutuhan dari semua unsur yang terkait (stakeholders). Kebutuhan tersebut dituangkan dalam tujuan dari kegiatan yang bersangkutan. Pada tingkat nasional dan sifatnya yang strategis, tujuan nasional dari kegiatan yang bersangkutan berada dalam area politik dan ideologi yang mungkin sudah tertuang dalam kebijakan-kebijakan tingkat nasional. Karakteristik khusus kegiatan tersebut ataupun teknologinya sebagai obyek, kebijakan-kebijakan yang ada sebagai penuntun arah, penetapan prinsip-prinsip dan nilai-nilai, dan kemampuan terkait yang ada, dengan menggunakan prosedur analisis sistem dengan inti metodologi PATTERN (*Planning Assistance Through Technical Evaluation of Relevance Numbers*), keseluruhannya menjadi masukan terhadap proses umum penemuan teknologi dan penerapannya (butir3.). PATTERN adalah suatu metodologi dalam prosedur analisis sistem untuk membantu pengambil keputusan dalam menetapkan jenis-jenis teknologi yang perlu disempurnakan atau diciptakan guna mendukung pengembangan program ke depan. Luaran dari proses umum tersebut ialah berbagai jenis kegiatan keantariksaan. Lebih lanjut, tindakan-tindakan untuk implementasi jenis-jenis kegiatan tersebut ditetapkan yang disertai dengan pengorganisasian, manajemen, pemantauan, dan evaluasi untuk menjamin bahwa tindakan-tindakan tersebut benar-benar terintegrasi dalam pembangunan nasional yang mengarah pada peningkatan kesejahteraan masyarakat

Proses penentuan kegiatan penelitian, pengembangan, dan pemanfaatan teknologi antariksa yang terintegrasi dalam pembangunan nasional bagi kesejahteraan masyarakat ditunjukkan dalam skema seperti dalam Gambar-4.



GAMBAR-4 : SKEMA PENETAPAN KEGIATAN KEANTARIKSAAN YANG TERINTEGRASI DALAM PEMBANGUNAN NASIONAL UNTUK KESEJAHTERAAN MASYARAKAT

4.2.1. Elemen-elemen dalam integrasi dan jenis-jenis kegiatan '

Sebelum prasyarat untuk integrasi ditetapkan, terlebih dahulu akan diuraikan elemen-elemen utama yang berperan dalam integrasi pelaksanaan kegiatan-kegiatan dalam pembangunan nasional yang mengarah pada kesejahteraan masyarakat.

a. Stakeholders

Dengan melihat Gambar-4, Stakeholders mempunyai peran yang sangat penting (sentral) dalam menyadari manfaat besar kegiatan antariksa bagi kesejahteraan masyarakat. Atas kesadaran tersebut, ditetapkan berbagai kebijakan nasional dalam kegiatan antariksa (butir 4.1.), dan tentunya lebih lanjut stakeholders dapat merumuskan tujuan nasional kegiatan antariksa yang didalamnya terkandung kebutuhan nasional.

Berbagai kebijakan nasional sebagaimana dikemukakan dalam butir 4.1. sudah dinilai memadai sebagai landasan pokok dan penuntun arah kegiatan keantariksaan oleh Indonesia. Manfaat kegiatan antariksa baik secara horisontal maupun secara vertikal diyakini mempunyai peran besar dalam upaya-upaya yang dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Manfaat kegiatan antariksa tersebut nampak untuk berbagai keperluan, antara lain (i) telekomunikasi, (ii) penginderaan jauh sumber daya alam, (iii) meteorologi, bencana alam, dan lingkungan (ekologi), dan (iv) navigasi dan penentuan posisi lokasi.

Mengingat bahwa kebutuhan Indonesia atas manfaat tersebut cukup besar dan berkelanjutan, dan dengan bersumber pada kebijakan nasional yang ada, maka seyogyanya tujuan nasional kegiatan keantariksaan (penelitian, pengembangan, dan pemanfaatan teknologi) haruslah diwarnai semangat:

- memfokuskan kegiatan keantariksaan untuk kesejahteraan masyarakat;
- membangun pondasi atau basis untuk keberhasilan pendayagunaan antariksa dan inovasi teknologi antariksa secara berkelanjutan;
- meningkatkan sinergi di antara instansi terkait di tingkat nasional, dan di antara Indonesia dengan negara/pihak lain melalui kerja sama internasional/bilateral;
- mendorong pertumbuhan bisnis antariksa yang dilakukan swasta nasional.

Pengembangan kebijakan nasional dan penetapan tujuan nasional dari kegiatan antariksa dilakukan oleh stakeholders. Pertanyaannya ialah siapa saja sebagai stakeholders?. Jawabnya tentu juga akan tergantung pada elemen-elemen lainnya.

b. Karakteristik khusus penelitian, pengembangan, dan pemanfaatan teknologi antariksa

Teknologi antariksa pada umumnya dikelompokkan ke dalam ruas antariksa (space segment) dan ruas Bumi (Earth segment). Ruas antariksa terdiri dari wahana peluncur (roket dan pesawat ulang-alik) dan wahana antariksa (satelit, stasiun antariksa, anjungan antariksa). Sedangkan ruas bumi terdiri dari fasilitas untuk pengoperasian ruas antariksa dan fasilitas untuk pemanfaatan/penggunaan teknologi antariksa (stasiun bumi transmisi dan penerima telekomunikasi, very small aperture terminal (VSAT) untuk telekomunikasi, dan stasiun bumi penerima data satelit penginderaan jauh).

Merujuk pada Tabel-1, Tahap-1 s.d. Tahap-6 termasuk dalam Kategori Penelitian dan Pengembangan untuk ruas antariksa dan ruas bumi. Tahap-7 dan Tahap-8 termasuk dalam Kategori Pemanfaatan (penerapan) yang meliputi riset dan pengembangan aplikasi, komersialisasi dan penggunaan produk/jasa.

Karakteristik khusus penelitian, pengembangan, dan pemanfaatan teknologi antariksa, antara lain:

- kegiatan penelitian dan pengembangan (Tahap-1 s.d. Tahap-6) bersifat eksklusif, artinya memerlukan fasilitas, dan keahlian khusus, hampir tidak melibatkan masyarakat umum dalam rangkaian kegiatan tersebut, memerlukan waktu yang cukup lama (tidak kurang dari 10 tahun), dan dana yang cukup besar (misalnya untuk roket yang mampu meluncurkan wahana antariksa ke orbit rendah memerlukan dana ratusan juta bahkan miliaran dollar Amerika Serikat);
- kegiatan pemanfaatan teknologi antariksa untuk berbagai bidang aplikasi secara horisontal meningkat sangat pesat, sehingga memerlukan kecermatan yang tinggi dalam investasi fasilitas untuk pengembangan aplikasi yang juga memerlukan dana jutaan dollar Amerika Serikat;
- teknologi antariksa, terutama ruas antariksa, dalam pemanfaatan ataupun penerapannya bersifat internasional, misalnya satu satelit telekomunikasi, satu satelit penginderaan jauh, dan satu satelit navigasi dan penentuan posisi dapat melayani jasa yang diperlukan oleh lebih dari satu negara, sehingga kerja sama internasional seringkali sebagai salah satu modus pelaksanaan kegiatan yang “cost-effective”;
- teknologi antariksa sebenarnya adalah merupakan perpaduan dari berbagai teknologi, seperti teknologi elektronika, teknologi bahan/material, dan lain sebagainya, sehingga kemajuan teknologi antariksa sangat ditentukan oleh industri-industri teknologi lain yang dapat memproduksi komponen-komponen sistem teknologi antariksa.

c. Lingkungan

Sebagaimana dikemukakan pada butir 3.1. dan secara eksplisit pada Gambar-1, lingkungan dalam proses penemuan dan penerapan teknologi terdiri dari lingkungan non-teknik (politik, sosial, ekonomi, dan ekologi) dan lingkungan teknik.

- Lingkungan politik cukup mendukung dengan adanya berbagai kebijakan yang telah ditetapkan bangsa Indonesia (Pemerintah dan wakil-wakil rakyat yang duduk dalam Dewan Perwakilan Rakyat (DPR)-RI sebagaimana dikemukakan dalam butir 4.1. di atas. Akan tetapi, kebijakan-kebijakan tersebut belum sepenuhnya diimplementasikan secara operasional. Dalam kegiatan-kegiatan penemuan teknologi antariksa ataupun penerapannya, masih nampak adanya kehati-hatian bahkan sering keragu-ruguan yang sangat dipengaruhi oleh pengalaman pahit bangsa Indonesia mengenai kegagalan industri-industri teknologi strategis di masa lampau dan juga oleh kesadaran ataupun pemahaman yang kurang oleh unsur-unsur yang terkait dari stakeholders tentang peran dan manfaat besar kegiatan antariksa dan meningkatkan kualitas kehidupan masyarakat.

Lingkungan sosial yang di dalamnya terkandung berbagai isu antara lain biaya dan manfaat sosial, distribusi biaya (siapa yang akan menanggung) dan manfaat, budaya dan estetika, dan integrasi bangsa belum nampak secara jelas dalam kaitannya dengan penerapan teknologi antariksa. Satelit telekomunikasi yang penerapannya oleh swasta nasional masih berfokus pada upaya bisnis, sedangkan untuk penyelenggaraan pendidikan dan kesehatan masih belum ada yang berlangsung signifikan

Lingkungan ekonomi ke depan akan berada dalam kondisi global dan pasar bebas. Sehubungan dengan ini, penemuan teknologi baru dan penerapannya dalam upaya ekonomi akan dilihat dari pengaruh pada pertumbuhan industri dan daya kompetisi, perusahaan-perusahaan kecil dan menengah, pekerjaan (employment), produktivitas per kapita (karyawan), dan jangka waktu pengembalian biaya investasi (return on investment). Sektor swasta melihat bahwa penerapan teknologi antariksa, walaupun mempunyai keunggulan tertentu, adalah alternatif dari teknologi terestrial yang ada. Penerapan sistem teknologi telekomunikasi yang telah memasuki komersialisasi secara besar-besaran dan telah merupakan domain sektor swasta tetap dipandang sebagai upaya yang mengandung risiko tinggi dan relatif memerlukan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan teknologi lain dalam pengembalian biaya investasi. Oleh karena itu, penggunaan ataupun penerapan teknologi antariksa oleh sektor swasta ke depan adalah teknologi dengan biaya rendah (low costs) dan waktu “return on investment” yang relatif singkat. Penggunaan sistem penginderaan jauh (sumber daya alam, lingkungan dan cuaca) dalam dekade ini masih relatif domain publik (pemerintah).

Lingkungan ekologi nampaknya tidak ada yang berarti dalam menghambat penemuan teknologi antariksa dan penerapannya. Bahkan penerapan teknologi antariksa seperti sistem satelit lingkungan dan cuaca justru sangat diperlukan dalam memantau, mengurangi dampak negatif dari kondisi ekologi yang buruk, dan memulihkan kondisi ekologi ke tingkat yang lebih baik.

Lingkungan teknik ini sekaligus memuat kemampuan nasional (Indonesia) dalam penelitian, pengembangan, dan pemanfaatan (penerapan) teknologi antariksa. Dalam pemanfaatan teknologi antariksa yang ada (masih diproduksi negara lain) seperti telekomunikasi dan penginderaan jauh, kemampuan Indonesia relatif cukup memadai. Khusus dalam pemanfaatan teknologi penginderaan jauh, permintaan berkelanjutan oleh pihak pengguna terhadap data/jasa penginderaan jauh masih sangat terbatas. Proliferasi penerapan data penginderaan jauh dalam berbagai bidang aplikasi yang menyatu dengan data sosial-ekonomi dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat masih sangat diperlukan. Dalam penemuan teknologi antariksa (ruas antariksa dan ruas Bumi), kemampuan Indonesia masih belum memadai. Hal ini jelas nampak dari belum adanya industri, dan kurangnya tenaga profesional dan “trained technical manpower” dalam mendukung penelitian dan pengembangan teknologi antariksa. Pada pertengahan kedua tahun 1980an dan pertengahan pertama tahun 1990an, sejumlah instansi penelitian dan pengembangan (pemerintah) dan badan usaha milik negara mengklaim dirinya telah mempunyai kemampuan dalam pembuatan bagian-bagian tertentu dari teknologi antariksa, terutama dalam ruas Bumi dan satelit (kecil). Dalam

kenyataannya kemampuan tersebut hanyalah pernyataan belaka, dan belum pernah mempunyai ekuivalensi nilai ekonomi.

Di tingkat internasional, teknologi antariksa cukup melimpah di sejumlah negara tertentu. Akses terhadap teknologi tersebut sangat terbatas. Alih teknologi melalui kerja sama dengan pemilik teknologi wahana peluncur (seperti roket) hampir tidak mungkin, kecuali melalui jual-beli dengan biaya sangat besar (ratusan juta dollar Amerika Serikat). Jual-beli teknologi wahana peluncur, karena sifatnya yang “dual use” (sipil dan militer), mengandung persoalan-persoalan yang sangat rumit, dan jarang sekali syarat-syarat pembayarannya ditetapkan secara terbuka dan jelas, serta pihak pembeli selalu berada dalam posisi yang lemah. Alih teknologi untuk teknologi satelit dan ruas Bumi masih dimungkinkan berlangsung melalui kerja sama dengan negara/pihak pemilik teknologi tersebut, dengan syarat bahwa Indonesia perlu menyiapkan fasilitas, keahlian (SDM), dan dana untuk pelaksanaan kegiatan yang menjadi bagiannya dalam kerja sama tersebut.

Prinsip dan nilai

Bertitiktolak pada kebijakan-kebijakan yang telah ada (butir 4.1.), makna yang terkandung dalam tujuan kegiatan keantariksaan oleh Indonesia ke depan, dan lingkungan teknik dan non-teknik tersebut di atas, maka dapatlah ditentukan prinsip-prinsip dan nilai-nilai yang harus dipegang teguh dalam penelitian, pengembangan, dan pemanfaatan teknologi antariksa ke depan.

• Prinsip-prinsip

Stakeholders bagi kegiatan keantariksaan di Indonesia harus meliputi pengambil keputusan (political leaders/DPR-RI, administrators/DEPANRI, planners), Badan-badan pelaksanaan (LAPAN, lembaga penelitian dan pengembangan, perguruan tinggi, industri/sector swasta), dan pengguna (departemen/badan, badan usaha milik negara/ swasta, dan individu). Peran individu, sebagaimana dikemukakan pada Proposisi 8 (butir3.), adalah sering menentukan, namun berdasarkan pengalaman kegagalan Indonesia dalam pengembangan teknologi dan penerapannya selama ini, ke depan gagasan individu tidaklah dengan sendirinya sebagai keputusan tetapi hanya sebagai masukan untuk bahan pertimbangan bagi stakeholders terutama pengambil keputusan. Gagasan individu sering kali teijebak pada hal yang dikemukakan pada Proposisi 5 (butir 3.2.) bahwa besarnya kemampuan teknologi tidak dapat diekuivalenkan sebagai indikator keuntungan atau besarnya pemakaian/penggunaan teknologi tersebut.

Tujuan nasional kegiatan keantariksaan yang berfokus pada peningkatan kesejahteraan masyarakat termasuk pendanaannya merupakan komitmen nasional yang ditetapkan oleh unsur-unsur pengambil keputusan, dengan memperhatikan masukan dari stakeholders lainnya;

Mengembangkan kegiatan-kegiatan keantariksaan dengan biaya-biaya rendah (low-costs) dan dalam perioda-perioda pendek (tertentu) yang secara nyata dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat;

- ❖ Mengembangkan budaya pelayanan (service culture) bagi seluruh pelaku kegiatan keantariksaan;

- > Mengembangkan kemitraan di antara instansi-instansi pelaku di tingkat nasional dan dengan instansi-instansi luar negeri dan badan-badan regional/intemasional terkait;
- > Memfokuskan pada “core competencies”, dengan cara mengkonsolidasikan semua kemampuan nasional pada bidang-bidang tertentu dari keantariksaan yang mengarah pada peningkatan kesejahteraan dan terus meningkatkan kemampuan tersebut dengan bersinergi melalui kerja sama dengan negara/pihak lain;
- ❖ Meningkatkan kepekaan terhadap “real life problems” dalam kehidupan sosial-ekonomi masyarakat yang dapat dipecahkan melalui dukungan penerapan /pemanfaatan teknologi antariksa;
- *❖ Menjamin transparansi dan manajemen yang tepat bagi dana publik yang digunakan untuk kegiatan keantariksaan;
- ❖> Memberikan dukungan dan peluang bagi masyarakat dan swasta nasional untuk mengembangkan bisnis antariksa, termasuk upaya penelitian dan pengembangan teknologi antariksa, dengan cara antara lain pemerintah menciptakan kondisi yang kondusif atau memberikan bantuan dana sebagai “seed Capital” dalam upayanya.

• Nilai-nilai

Keberhasilan kegiatan keantariksaan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan banyak tergantung pada manusia sebagai pelaku kegiatan tersebut. Bertitiktolak pada tujuan nasional kegiatan keantariksaan ke depan (butir 4.2.1.), maka nilai-nilai difokuskan pada pengembangan (pembinaan) bakat-bakat individu untuk menjamin keberhasilan kegiatan antariksa untuk pelayanan masyarakat (public Service). Nilai-nilai ini meliputi:

- ❖ kreativitas dan dinamika;
- ❖ tekad yang tak tergoyahkan untuk terus meningkatkan kualitas;
- ❖ semangat tim;
- ❖ mempunyai visi nasional dan internasional;
- ❖ mempunyai kemampuan menilai dan mengelola risiko secara efektif.

Untuk meningkatkan nilai-nilai tersebut, maka mutlak perlu dilakukan pengembangan ketrampilan dan keahlian (skills and expertise), dan membangun keunggulan individu dan kebersamaan (individual and collective excellence), yang secara keseluruhannya untuk menghadapi tantangan kompetitif.

4.2.2. Kegiatan keantariksaan ke depan, tindakan, dan pengorganisasiannya

a. Jenis-jenis kegiatan

Jenis-jenis kegiatan ke depan ditentukan berdasarkan tujuan, dan elemen-elemen di atas. Jenis-jenis kegiatan tersebut seyogyanya meliputi hal-hal berikut ini.

i. **Peningkatan manfaat teknologi satelit telekomunikasi**

Selain meningkatkan bisnis jasa telekomunikasi yang diselenggarakan badan usaha milik negara dan swasta selama ini, juga perlu diselenggarakan jasa telekomunikasi bagi masyarakat atas biaya pemerintah. Jasa telekomunikasi oleh pemerintah ini antara lain untuk keperluan pendidikan, kesehatan, penentuan posisi, search and rescue, dan penanggulangan bencana alam.

ii. Peningkatan manfaat teknologi satelit penginderaan jauh (sumber daya alam, lingkungan dan cuaca)

Diversifikasi manfaat data satelit penginderaan jauh dalam berbagai bidang aplikasi perlu terus ditingkatkan. Bank data nasional penginderaan jauh perlu segera diwujudkan. Mengingat wilayah teritorial (daratan dan laut/lautan) Indonesia yang begitu luas, dan kondisi dari satu wilayah tertentu cukup berbeda dengan wilayah-wilayah lainnya, pembangunan dan pengoperasian bank-bank data regional penginderaan jauh dengan karakteristik-karakteristiknya yang spesifik (sesuai dengan kondisi regionalnya) perlu direalisasikan. Selain itu, swasta nasional juga perlu dibina untuk mampu melakukan bisnis dalam penginderaan jauh, yang tidak hanya menyangkut penjualan data, tetapi juga melakukan pengolahan dan analisa data hingga tingkat tertentu.

iii. Penelitian fenomena antariksa

Penelitian fenomena antariksa dilakukan untuk keperluan peningkatan manfaat teknologi antariksa, peningkatan pengetahuan ataupun khasanah ilmu pengetahuan (to serve science) tentang antariksa, dan pengembangan teknologi antariksa. Misalnya, penelitian fenomena antariksa adalah sangat penting bagi pengembangan model iklim Indonesia yang berguna bagi pertanian, perikanan, prediksi bencana alam dan lain sebagainya. Dalam penelitian fenomena antariksa yang dikaitkan dengan pengembangan model iklim Indonesia perlu dilakukan secara sistematis dan tepat, artinya bahwa akurasi ramalan cuaca dan iklim Indonesia dengan menggunakan model iklim yang dikembangkan (di mana data penginderaan jauh dan data hasil penelitian fenomena antariksa sebagai masukan) harus terus meningkat dan dapat diukur.

iv. Penelitian dan pengembangan teknologi antariksa

Penelitian dan pengembangan teknologi antariksa dalam jangka panjang ditujukan untuk mengurangi ketergantungan terhadap teknologi yang dihasilkan negara lain dan dengan sendirinya sekaligus menjaga keberlanjutan (sustainability) pemanfaatan teknologi antariksa bagi peningkatan kesejahteraan masyarakat. Dalam jangka pendek dan menengah, teknologi antariksa yang akan dikembangkan adalah yang "low costs" dan yang secara nyata dapat memberikan manfaat bagi pemecahan masalah-masalah yang berkaitan dengan kesejahteraan masyarakat. Sehubungan dengan ini dan dengan memperhatikan lingkungan teknik (butir 4.2.1) di atas, teknologi antariksa yang perlu dikembangkan dalam jangka pendek dan menengah, meliputi:

- Ruas bumi, seperti very small aperture terminal s (VSATs) untuk keperluan pelayanan jasa telekomunikasi secara luas, dan Differential Global Positioning System (DGPS) untuk keperluan pemanfaatan GPS. VSATs dan DGPS juga mempunyai nilai komersial yang cukup signifikan di tingkat regional dan internasional.
- Ruas antariksa, seperti satelit kecil yang diawali dengan satelit mikro. Ada 2 pilihan bagi misi satelit yang akan dibuat, yaitu untuk keperluan ketahanan pangan (kelautan dan pengamanannya) atau untuk pemantauan bencana alam dan lingkungan. Apapun yang menjadi pilihan misi, pembuatan satelit mikro dimulai pada Tahap-4 (demonstrasi laboratorium, Tabel-1) dan hingga peluncuran dan pengoperasiannya memerlukan waktu 2-3 tahun. Biaya pembuatan sampai dengan peluncuran satelit mikro pertama (flight model, engineering model, space mission, control station, technology transfer training, academic training, technology transfer licence and documentation, and launching) sekitar US\$ 8 juta. Keberhasilan peluncuran satelit mikro pertama, akan diikuti dengan peluncuran satelit mikro yang kedua, dan selanjutnya dengan satelit kecil (>350 kg). Waktu sejak pembuatan satelit mikro pertama dan kedua hingga peluncuran satelit kecil (>350 kg) tidak kurang dari 7 tahun dan biaya sekitar US\$30 juta. Apabila satelit kecil tersebut dirancang untuk misi kelautan dan pengamanannya, biaya US\$30 juta adalah sangat kecil dibandingkan dengan pencurian ikan dari zona ekonomi eksklusif (ZEE) senilai US\$ 2-4 miliar per tahun.

Kemampuan teknologi roket, baik untuk program antariksa sipil maupun militer (misil balistik), adalah sangat signifikan. Namun, dengan memperhatikan lingkungan teknik (butir 4.2.1.) di atas, Indonesia dalam jangka pendek dan menengah nampaknya belum mempunyai kemampuan untuk melakukan kegiatan pengembangan teknologi roket. Selain memerlukan waktu yang cukup lama (tidak kurang dari 10 tahun), juga memerlukan biaya yang cukup besar (tidak kurang dari US\$500 juta) untuk dapat menghasilkan roket yang dapat menempatkan satelit kecil di orbit rendah (low Earth orbit-LEO). Gagasan untuk penelitian dan pengembangan teknologi roket perlu dikaji secara matang. Apabila Indonesia memutuskan untuk melakukan penelitian dan pengembangan teknologi roket secara serius, dalam waktu 10 tahun ke depan dimanfaatkan Untuk persiapan peningkatan kemampuan SDM dalam knowledge, knowhow, dan skills, dan persiapan industri pendukung.

b. Tindakan dan pengorganisasian

Berbagai kegiatan yang disebutkan di atas (butir 4.2.2.a.), perlu dijabarkan ke dalam tindakan-tindakan yang akan diambil dalam rangka implementasinya secara nyata untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Namun, sebelumnya kegiatan-kegiatan tersebut perlu mendapatkan komitmen nasional, dengan kata lain tujuan nasional, program yang memuat jenis-jenis kegiatan, dan pendanaannya merupakan komitmen nasional. Untuk adanya komitmen nasional diperlukan adanya kesadaran (awareness) dari pengambil keputusan, unsur-unsur stakeholders lainnya, dan masyarakat tentang peran kegiatan-kegiatan keantariksaan tersebut dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Dalam kaitan ini, LAPAN dan instansi pelaku terkait lainnya melakukan upaya dalam rangka meningkatkan kesadaran tentang manfaat kegiatan keantariksaan,

antara lain melalui Pekan Antariksa Dunia (World Space Week) dari tanggal 4-10 Oktober setiap tahunnya sebagaimana direkomendasikan Konferensi PBB Ke-3 tentang Eksplorasi dan Penggunaan Damai Antariksa (LTNISPACE III) di Wina, Austria, tahun 1999. Selain itu, apabila dianggap perlu, LAPAN dan instansi pelaku terkait lainnya menyiapkan “clear-cut cost-benefit aspects of costly investments both in space technology hardware and Software” dan “quantitative analytical models for assessment of economics and standards for cost-benefit analysis of space application programmes” untuk disampaikan kepada pengambil keputusan dan pengguna.

Untuk setiap tindakan untuk pelaksanaan kegiatan-kegiatan tersebut pada butir 4.2.2.a. di atas, diperlukan adanya komite-komite antar departemen/instansi. Komite bertugas untuk merumuskan rencana tindak (generation of action plan), memberikan penjelasan kepada para pelaku implementasi rencana tindak (implementation of action plan), dan penilaian dampak (impact assessment) dari implementasi rencana tindak. Untuk keperluan penilaian dampak ini, komite akan menetapkan indikator kinerja keberhasilan, misalnya aplikasi data penginderaan jauh untuk perikanan, indikator tersebut dapat terdiri dari meningkatnya jumlah nelayan yang menggunakan jasa penginderaan jauh, jumlah dan kualitas tangkapan nelayan, dan peningkatan produktifitas.

Komite-komite tersebut di atas membentuk suatu jejaring dalam kerangka kerja institusi nasional (national institutional framework). Komite-komite dan kerangka kerja ini dibentuk dan dipelihara oleh DEPANRI. LAPAN sebagai instansi “focal point (agency and technical centres)” dan sekaligus sebagai penyiap bahan untuk pelaksanaan tugas dan penyelenggara fungsi sekretariat DEPANRI, mempunyai tanggung jawab untuk mendukung DEPANRI dalam membentuk dan memelihara komite-komite dan kerangka kerja tersebut.

5. KESIMPULAN

Dari keseluruhan uraian yang dikemukakan di atas, dapat ditarik kesimpulan tentang berbagai hal sebagai berikut:

- a. Letak dan kondisi geografi Indonesia mempunyai keunggulan komparatif dalam mendukung penelitian, pengembangan, dan pemanfaatan teknologi antariksa dalam menangani “real life problems” yang berkaitan dengan kesejahteraan masyarakat bangsa Indonesia;
- b. Penelitian dan pengembangan teknologi antariksa, yang diawali dengan teknologi roket, walaupun telah berlangsung sejak awal tahun 1960an belum memberikan kemajuan yang signifikan. Bahkan dengan' melihat kemajuan yang dicapai oleh Indonesia selama ini dan hambatan dari pihak luar, penelitian dan pengembangan roket dalam 10 tahun ke depan tidak perlu dilanjutkan. Penelitian dan pengembangan teknologi roket dilakukan setelah Indonesia siap dengan kemampuan SDM (knowledge, knowhow, dan skills) dan industri pendukung.
- c. Pemanfaatan teknologi antariksa, seperti satelit telekomunikasi dan satelit penginderaan jauh, telah memberikan manfaat yang memadai, namun dirasakan belum

terintegrasi secara penuh dalam menangani masalah-masalah sosial-ekonomi dalam konteks kesejahteraan masyarakat.

- d. Kesadaran stakeholders (pengambil keputusan, pelaku dan pengguna) dan masyarakat tentang peran dan manfaat kegiatan keantariksaan dalam meningkatkan kualitas kehidupan masyarakat perlu terus ditingkatkan.
- e. Tersedianya kemampuan teknologi antariksa dan pemahaman tentang manfaatnya tidak dapat diekuivalenkan ataupun sebagai indikator keuntungan (profits) atau besarnya pemakaian/penggunaan teknologi tersebut.
- f. Untuk menjamin keberhasilan dan keberlanjutan kegiatan keantariksaan di masa datang, kegiatan keantariksaan haruslah merupakan komitmen nasional, di mana pengambil keputusan yang akan menetapkan kebijakan dan tujuan nasional dari keantariksaan terdiri dari pimpinan-pimpinan politik (DPR-R1), pimpinan eksekutif dan para perencana.
- g. Kegiatan keantariksaan (penelitian, pengembangan, dan pemanfaatan teknologi antariksa) ke depan haruslah terintegrasi dalam pembangunan nasional yang mengarah, baik langsung maupun tidak langsung, pada peningkatan kesejahteraan masyarakat bangsa Indonesia.
- h. Kegiatan keantariksaan ke depan haruslah kegiatan yang “low costs” dan dalam waktu yang tidak terlalu lama dapat memberikan dampak positif dalam peningkatan kesejahteraan masyarakat.

Untuk menjamin terintegrasinya kegiatan keantariksaan dalam pembangunan nasional guna peningkatan kesejahteraan masyarakat, perlu dibentuk komite-komite antar departemen/instansi untuk setiap penerapan teknologi antariksa dalam bidang-bidang aplikasi tertentu. Komite-komite tersebut mempunyai tugas merumuskan tindakan, pemantauan, dan evaluasi implementasi tindakan. DEPANRI, sesuai dengan tugas dan fungsinya, dengan dukungan operasional dari LAPAN mempunyai kewenangan dan kewajiban untuk membentuk dan memelihara komite-komite dalam suatu jejaring “national institutional framework”.

DAFTAR RUJUKAN

1. Edward Squade, Hugh J. Miser, *Handbook of Systems Analysis, Volume I. Overview*, International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria, 15 December 1981.
2. James R. Bright, Milton E.F. Schoeman, *A Guide to Practical Technological Forecasting*, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1973.
3. *Keputusan Kepala Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional Nomor: Kep/010/11/2001 tentang Organisasi dan Tata Kerja Lembaga Penerbangan dan*

Antariksa Nasional, Subbagian Organisasi dan Tata Laksana, Bagian Organisasi dan Hukum, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional, Jakarta, Pebruari 2001

4. *Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 99 Tahun 1993 tentang Dewan Penerbangan dan Antariksa Nasional Republik Indonesia*, Sekretariat Kabinet RI, Oktober 1993.
5. *Ketetapan Majelis Permusyawaratan Rakyat Nomor IV/MPR/1999 Tahun 1999 tentang Garis-Garis Besar Haluan Negara (GBHN) Tahun 1999-2004*, Diterbitkan oleh : Sekretariat Jenderal MPR RI.
6. *Laporan Sidang Paripurna Kedua Dewan Penerbangan dan Antariksa Nasional * Republik Indonesia : Konsepsi Kedirgantaraan Nasional (Jakarta, Tanggal 10 Desember 1998)*, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), Jakarta, 15 Januari 1999.
7. Li Ming, Hu Qizeng, *Disaster and Environment Management System Based on Small Satellite Constellation-A Proposal for International Cooperation*, Presented at the 52* International Astronautical Federation, Toulouse, France, October 2001.
8. Martin Sweeting, Wei Sun, *Preliminary Proposal for a Programme of Microsatellite Technology Transfer & Training for Indonesia*, Surrey Space Centre, University of Surrey, Surrey, UK, 25 September 1998.
9. Ragnath Navalgund, Mukund Rao, *Remote Sensing in Support of National Development in India-Lesson Learnt*, Presented at UN/IAF Workshop on “Making Space Applications Operational-Opportunities and Challenges for Sustainable Development” held at Aibi, France, September 27-29,2001.
10. *Rancangan Undang-Undang Republik Indonesia tentang Sistem Nasional Penelitian, Pengembangan, dan Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, Kantor Menteri Negara Riset dan Teknologi Republik Indonesia, Jakarta, Mei 2002.
11. *Strategic Plan 2001-2005, Centre National d’Etudes Spatiales (CNES)*, Published by the Strategy, Quality and Evaluation Directorate of the Centre National d’Etudes Spatiales (CNES)-Paris Headquarters, October 2001.
12. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2002 tentang Pengesahan Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and other Celestial Bodies, 1967*, Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2002-Nomor 34.