

PELUANG PEMANFAATAN BANDARA FRANS KAISIEPO - BIAK SEBAGAI AEROSPACEPORT DI INDONESIA

Nurul Sri Fatmawati

Pusat Kajian Kebijakan Penerbangan dan Antariksa (Pusat KKPA)

Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN)

E-mail: nurul.fatmawati@lapan.go.id

ABSTRACT

The 21st century is marked by aircraft launch vehicle (water launch system- ALS trends). ALS patterns should be supported by aerospaceport adequate for launching of aerospaceplane. Based on the assumption of a partnership in Indonesia - Russia to the operation of ALS - Biak at Frans Kaisiepo the airport should be developed as an aerospaceport. This research uses descriptive analysis to identify opportunities utilization of the Frans Kaisiepo – Biak airport as aerospaceport. The results showed that of the six (6) basic requirements of the utilization of the airport Frans Kaisiepo as aerospaceport then 4 (four) requirements likely to be met, among others: the availability of runway, propellant storage location, terminal air evacuation and fire departments as well as regional guardrail. While aspects of environmental permitting and environmental assessment for the operation aerospaceport in Indonesia needs to be formulated by the parties. Therefore it is necessary to formulate the parameters immediately determine the environmental assessment for the utilization aerospaceport in Indonesia as well as formed the national spaceport supervisory authorities.

Keyword : Frans Kaisiepo Airport - Biak, Aerospaceport, Indonesia

ABSTRAK

Abad ke-21 ditandai tren peluncuran wahana pesawat udara (*Air Launch System—ALS*). Pola *ALS* perlu didukung prasarana Bandar Dirgantara (*Aerospaceport*) memadai bagi penerbangan pesawat antariksa (*aerospaceplane*). Berdasar asumsi rencana kerjasama Indonesia – Rusia untuk pengoperasian *ALS – Biak* maka Bandara Frans Kaisiepo layak dikembangkan sebagai bandar dirgantara. Penelitian ini menggunakan analisa deskriptif untuk mengetahui peluang pemanfaatan bandara Frans Kaisiepo – Biak sebagai bandar dirgantara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 6 (enam) persyaratan dasar pemanfaatan bandara Frans Kaisiepo sebagai *aerospaceport* maka 4 (empat) persyaratan berpeluang dipenuhi, antara lain : ketersediaan *runway*, lokasi penyimpanan propelan, terminal evakuasi pesawat dan pemadam kebakaran serta pagar pembatas kawasan. Sedangkan aspek perijinan lingkungan dan penilaian lingkungan untuk operasi *aerospaceport* di Indonesia perlu segera dirumuskan oleh para pihak. Oleh karena itu perlu segera menentukan merumuskan parameter penilaian lingkungan bagi pemanfaatan *aerospaceport* di Indonesia serta membentuk otoritas bandar antariksa nasional.

Kata Kunci : Bandara Frans Kaisiepo - Biak, *Aerospaceport*, Indonesia

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring era komersialisasi antariksa abad ke-21 (sekitar 2010-2020-an) terjadi trend pergeseran layanan penggunaan wahana peluncur yang bersifat rendah biaya dari jenis wahana sekali pakai (*expendable launch vehicle – ELVs*) ke arah penggunaan wahana secara berulang (*reusable launch vehicle – RLVs*). Penggunaan jenis wahana ini juga berimplikasi pada muatan (*payload*) yang cenderung ringan, misal : peluncuran satelit-satelit kecil dengan wahana pesawat udara (*air launch system- ALS*). Sedangkan dari sisi teknologi juga ditunjang dengan model roket satu tingkat (*single stage to orbit – SSTO*) yang dilengkapi dengan sistem pembakaran roket terkini dengan memanfaatkan oksidasi udara (*air breathing*) yang lebih ekonomis, misal : pesawat antariksa (*spaceplanes*). Pesawat antariksa tersebut tidak hanya akan digunakan untuk transportasi ke dan dari LEO, tetapi juga untuk transportasi ekspres suborbital dengan waktu perjalanan hanya berkisar dua jam atau lebih untuk lokasi yang berjauhan.

Penggunaan wahana RLVs diatas biasanya dilakukan dengan pola peluncuran roket yang dilepaskan dari pesawat udara (*air launch system-ALS*). Setidaknya dalam sepuluh tahun terakhir, sistem tersebut cukup menarik perhatian para pihak yang terlibat dalam kegiatan peluncuran (*stake holders*), seperti : para teknisi, badan antariksa pemerintah, maupun pihak swasta. Salah satu contoh keberhasilan pengembangan sistem ALS di Amerika Serikat, yakni penerbangan *SpaceShipOne*. Sedangkan di Jepang, dikembangkan ALSET (*the Air Launch System Enabling Technology*) merupakan proyek *air launch* yang didanai Kementerian Ekonomi, Perdagangan dan Industri (METI). Proyek tersebut dapat menjadi salah satu contoh perkembangan teknologi *air launch system* tingkat regional.

Pada Tahun 2007, Indonesia juga hampir berhasil melakukan kerjasama pengembangan program ALS dalam kerangka kerjasama dengan Pemerintah Rusia. Sistem ini rencananya akan dikembangkan di Pulau Biak, yakni dengan memanfaatkan Bandara Frans Kasiepo – Biak sebagai bagian dari fasilitas penunjang sistem pemrosesan di darat (*space launch vehicle ground processing systems facilities*). Fasilitas tersebut dipergunakan untuk mendukung pengoperasian kegiatan penerbangan Pesawat Antonov Rusia AN-124-100AL Ruslan untuk misi peluncuran roket Polyot. Namun rencana kegiatan tersebut belum dapat direalisasikan karena belum ada titik temu dalam perumusan draft kerjasama perjanjian pengoperasian ALS tersebut oleh kedua belah pihak.

Pada pola peluncuran ALS perlu didukung oleh prasarana bandar udara yang memadai bagi penerbangan pesawat antariksa. Bandar udara untuk penerbangan tersebut juga dapat menjadi tempat berlabuhnya wahana antariksa yang bersifat intermoda yakni sekelas bandar dirgantara (*aerospaceport*). Bandar dirgantara merupakan suatu kawasan bandar udara konvensional (*traditional airport*) yang telah memperoleh lisensi bagi kegiatan peluncuran wahana antariksa (Finger, et. all, 2010). Biasanya bandar udara yang dikembangkan menjadi bandar antariksa tersebut merupakan *ex-bandar* udara militer atau dapat juga bandar udara umum yang telah memperoleh lisensi peluncuran wahana suborbital, misalnya : Oklahoma *Spaceport*, Mojave Air & *Spaceport*, dll. *Aerospaceport* merupakan perkembangan terkini terjadinya evolusi bandar udara menjadi bandar antariksa. Pesawat antariksa yang didedikasikan untuk kegiatan dengan pola peluncuran dan pendaratan horisontal (*horizontal take-off and landing*) yang menjadi karakter

pesawat antariksa (*aerospaceplane*) memang membutuhkan peralatan dan fasilitas khusus, tetapi tidak terlalu berbeda dari fasilitas yang sudah dimiliki oleh infrastruktur bandar udara. Selain itu, segmen pasar tentunya dapat memanfaatkan basis bisnis yang sudah di tertata di bandar udara konvensional yang menjadi induknya tersebut.

Terkait peluang pengembangan bandar dirgantara sebagai alternatif penyediaan prasarana peluncuran berbiaya rendah maka tulisan ini dimaksudkan untuk mengetahui peluang pemanfaatan bandara Frans Kaisiepo – Biak sebagai bandar dirgantara di wilayah Indonesia. Hal ini diharapkan dapat menjadi alternatif pendukung bagi penyediaan lokasi peluncuran satelit – satelit Indonesia ke depan, meskipun tetap dengan mempertimbangkan program pengembangan satelit nasional dan program pembangunan dan pengoperasian bandar antariksa yang dinyatakan pada Rencana Induk Penyelenggaraan Keantariksaan di Indonesia Tahun 2016—2040.

1.2. Permasalahan

Berdasarkan uraian pada bagian latar belakang maka permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimanakah peluang pemanfaatan bandara Frans Kaisiepo – Biak sebagai bandar dirgantara (*aerospaceport*) di Indonesia ?

1.3. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui peluang pemanfaatan bandara Frans Kaisiepo--Biak sebagai Bandar Dirgantara (*aerospaceport*) di Indonesia.

1.4. Metodologi

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif untuk mengetahui peluang pemanfaatan bandara Frans Kaisiepo – Biak sebagai bandar dirgantara (*aerospaceport*) di Indonesia. Sukmadinata (2006) menjelaskan bahwa penelitian deskriptif adalah suatu bentuk penelitian yang ditujukan untuk mendeskripsikan fenomena-fenomena yang ada, baik fenomena alamiah maupun fenomena buatan manusia. Fenomena itu bisa berupa bentuk, aktivitas, karakteristik, perubahan, hubungan, kesamaan, dan perbedaan antara fenomena yang satu dengan fenomena lainnya.

Proses identifikasi peluang pemanfaatan bandara Frans Kaisiepo – Biak sebagai bandar dirgantara (*aerospaceport*) di Indonesia merujuk pendapat Finger (2010) tentang persyaratan fisik minimal pembangunan *aerospaceport*, meliputi :

- a. Memiliki landasan (*runway*) memadai.
- b. Tersedianya lokasi penyimpanan propelan dan pengisian bahan bakar terstandar;
- c. Memiliki terminal untuk evakuasi pesawat dan pemadam kebakaran (*an aircraft fire fighting and rescue - ARFF*);
- d. Memiliki pagar/pembatas kawasan dan pengamanan lokasi memadai.
- e. Perolehan izin operasi lokasi peluncuran yang memenuhi kelayakan penilaian lingkungan (*environmental assessment*);
- f. Penyusunan aplikasi dan penilaian lingkungan.

Sedangkan sumber data penelitian berasal dari telaah pustaka (studi kepustakaan) tentang peluang pemanfaatan bandara Frans Kaisiepo – Biak sebagai bandar dirgantara (*aerospaceport*) di Indonesia atau yang terkait. Menurut Nazir (1998) studi kepustakaan

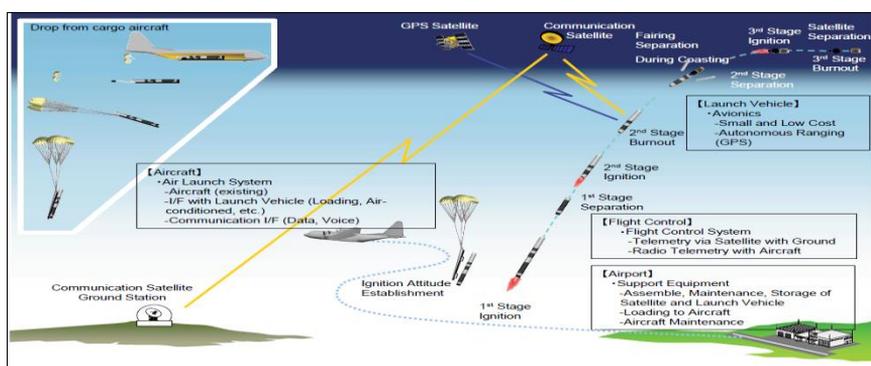
adalah teknik pengumpulan data dengan mengadakan studi penelaahan terhadap buku-buku, literatur-literatur, catatan-catatan, dan laporan-laporan yang ada hubungannya dengan masalah yang dipecahkan.

2. BANDAR DIRGANTARA (*Aerospaceport*)

2.1. Trend Sistem Peluncuran dari Udara (*Air Launch Systems – ALS*)

Pada sepuluh tahun terakhir ini berkembang trend penerbangan menggunakan wahana pesawat antariksa atau sistem peluncuran dari udara (*air launch systems – ALS*). Pola penerbangan ini cukup menarik perhatian para pihak yang terlibat dalam kegiatan peluncuran wahana antariksa (*stake holders*), seperti : para teknisi, badan antariksa pemerintah, maupun pihak swasta. Sistem ALS secara teknis dilaksanakan dengan memfungsikan media pesawat udara sebagai wahana antariksa (mirip penggunaan fungsi roket sebagai peluncur). Penggunaan wahana antariksa ini bersifat berulang (*reusable*) yang dapat digunakan berulang. Pesawat udara yang berfungsi sebagai wahana antariksa pengganti roket juga lebih ringan sehingga cenderung lebih menghemat bahan bakar ketika menjalankan misi mengantar muatan (*payload*) menuju orbitnya.

Studi Futron (2005) juga mengindikasikan bahwa awal abad ke-21 ditandai dengan lonjakan permintaan untuk satelit tipe kecil (*small*) dan penggunaan wahana peluncur RLVs. Penggunaan wahana ini dinilai lebih kompetitif secara ekonomis karena dapat menekan berbagai biaya, misal : produksi, asuransi, serta prosedur notifikasi yang lebih singkat. Penggunaan wahana peluncur tipe kecil dan yang bersifat berulang (RLVs) di Amerika Serikat mengiringi trend wisata antariksa, misalnya : pada pesawat antariksa SpaceShip One. Demikian halnya di tingkat regional, sebagai contoh di Jepang dikembangkan ALSET (*the Air Launch System Enabling Technology*) yang didanai Kementerian Ekonomi, Perdagangan dan Industri (METI). ALSET merupakan cikal bakal sistem peluncur orbital dengan teknologi pesawat udara yang akan dioperasikan secara komersial di Jepang (Okamura, et.all, 2015). Proyek ALSET rencananya didukung dengan pesawat pengangkut yang membawa peluncur roket padat yang dipergunakan untuk meluncurkan muatan (*payload*) dengan kapasitas antara 100 sampai 200 kilogram ke orbit rendah (*low earth orbit*).



Gambar 2-1 : Mekanisme Peluncuran *Air Launch Systems*

Sumber : Okamura, 2015

Pada Gambar 2-1, di gambarkan mekanisme peluncuran wahana pesawat antariksa dengan sistem ALS. Pada awalnya pesawat antariksa diterbangkan seperti layaknya pesawat udara melalui bandar dirgantara (*aerospaceport*). Fasilitas utama pada *aerospaceport* tersebut meliputi : stasiun bumi yang dilengkapi fasilitas kendali untuk komunikasi satelit, gudang bahan bakar, depo perakitan/perbaikan pesawat, serta area untuk peluncuran dan pendaratan pesawat yang memadai. Pada gambar tersebut dapat diamati apabila pesawat antariksa akan mengantarkan roket pembawa muatan pada titik tertentu yang telah ditentukan sebelum dilakukan fase pemisahan dimana roket akan membawa muatan menuju orbitnya. Penggunaan pesawat udara untuk kegiatan peluncuran dengan sistem ALS tersebut dinilai lebih menguntungkan dibandingkan penggunaan metode konvensional dengan meluncurkan roket pembawa muatan dari bandar antariksa menggunakan wahana peluncur berupa roket-roket yang bersifat sekali pakai (*expendable launchvehicle-ELVs*). Beberapa keuntungan dari pilihan penggunaan sistem ALS tersebut antara lain :

- a. Meminimalisir risiko terjadinya kegagalan peluncuran dengan upaya pengendalian penerbangan diluar kawasan hunian dan jalur pelayaran;
- b. Fleksibilitas titik peluncuran sehingga dapat memenuhi permintaan untuk pengiriman *payload* ke berbagai orbit;
- c. Mengurangi biaya pengadaan tanah untuk membangun infrastruktur peluncuran karena sistem ini tidak memerlukan lokasi peluncuran khusus (*launch pad*) dan kelengkapannya, namun cukup disediakan lokasi tempat lepas landas pesawat antariksa dan prasarana pendukungnya yang lazim disebut sebagai bandar dirgantara (*aerospaceport*), seperti : landasan (*runway*) memadai untuk mendukung peluncuran pesawat antariksa tersebut.

Menurut Finger (2010) terdapat tiga tipe pola penerbangan pesawat antariksa yang akan disesuaikan dengan kondisi bandar dirgantara-nya yakni : tipe X, Y, dan Z. Ketiga pola tersebut secara umum memiliki kesamaan pada : arah peluncuran yakni secara horizontal seperti halnya pada penerbangan pesawat udara konvensional, pola pendaratan yakni dengan cara dilepaskan/diluncurkan (*gliding*), dan misi kegiatan untuk penerbangan sub orbital. Disamping itu ketiganya juga memiliki berbagai variasi pada : metode peluncuran (penggunaan mesin pendorong jet/roket); fungsinya sebagai pesawat induk; dan sifat pengendaliannya

2.2. Keunggulan Komparatif Bandar Dirgantara (*aerospaceport*) Bagi Kegiatan Peluncuran

Trend penggunaan sistem ALS perlu didukung dengan prasarana peluncuran berbentuk Bandar Dirgantara (*aerospaceport*). Bandar dirgantara merupakan suatu kawasan bandar udara konvensional (*traditional airport*) yang telah memperoleh lisensi bagi kegiatan peluncuran wahana antariksa (Finger,et.all, 2010). Secara fungsional bandar dirgantara (*aerospaceport*) memiliki fungsi sebagai bandar udara dan pelabuhan. Kawasan bandar dirgantara (*aerospaceport*) dapat menjadi sarana untuk memindahkan manusia maupun barang dari satu lokasi ke lokasi lainnya dengan standar keamanan dan keselamatan yang harus disesuaikan berdasarkan karakter kegiatannya masing-masing (George Mason University, 2002). Kecenderungan penggunaan sistem ALS juga didasarkan oleh data keberhasilan peluncuran wahana antariksa dengan sistem tersebut

yang lebih tinggi (99,9%) dibandingkan peluncuran konvensional (98%) (Okamura, 2015). Pada Gambar 2-2. dapat diamati gambar fasilitas *aerospaceport* pada Mojave Air and Spaceport.



Gambar 2-2: Mojave Air and Spaceport

Sumber : <http://www.airplaneboneyards.com/mojave-desert-california-airplane-boneyard.htm>

Disisi lain, Brian S. Gulliver (2010) menegaskan bahwa efisiensi pilihan membangun bandar dirgantara dibanding bandar antariksa dapat ditinjau dari aspek biaya dan tahapan (waktu). Pertama, ditinjau dari aspek pembiayaannya maka membangun bandar dirgantara lebih murah dibanding bandar antariksa (*spaceport*). Pembangunan bandar antariksa konvensional (pembangunan lokasi yang khusus diperuntukkan bagi kawasan bandar antariksa) memerlukan investasi biaya yang sangat besar. Webber (2005) menyatakan bahwa saat ini terdapat \pm 35 bandar antariksa di dunia yang dioperasikan oleh pemerintah maupun swasta, namun lokasi ideal untuk peluncuran wahana antariksa (terbentang di sepanjang garis khatulistiwa) cukup terbatas.

Biaya pembangunan kawasan bandar antariksa konvensional rata-rata memerlukan investasi biaya sekitar \$ 100- \$ 500 juta atau sekitar 1,5 – 7,5 trilyun rupiah. Biaya tersebut terutama dipergunakan untuk pengadaan dan pemeliharaan fasilitas fisik di kawasan tersebut, sebagai contoh : Spaceport Amerika memerlukan anggaran sekitar US \$ 225 Juta, Alcantara Space Center sekitar US \$ 470 Juta, dan bahkan Naro Space Center mencapai lebih dari US \$ 500 Juta. Oleh karena itu Nakamura (2012) dalam studinya secara eksplisit menyatakan bahwa pengadaan suatu lokasi peluncuran seharusnya tidak dilakukan secara mandiri namun melalui kerjasama.

Laporan Futron (2005) terdapat beberapa alternatif pola pembangunan bandar antariksa Florida, seperti *new combined site* dan *new split site*. Pada *new combined site*, dibangun fasilitas bandar antariksa yang lengkap untuk mendukung kebutuhan pengoperasian wahana secara komersial, misalnya: dibuat landas pacu (*runway*) penerbangan dengan ketinggian minimal 10.000 kaki dan terhubung dengan penghubung landas pacu (*taxiways*). Kendala pada tipe ini berasal dari kebutuhan anggaran yang dapat mencapai kisaran \$184,5-\$275. Sedangkan pada *new split site* dapat dilakukan optimalisasi fasilitas yang ada di bandar udara sehingga fokus pembangunan lebih diarahkan pada pembangunan jalan, tempat peluncuran (*launch pad*), menara (*vertical*

tower), hangar, serta prasarana penunjang lainnya seperti : fasilitas listrik dan air. Pada model ini kebutuhan anggaran hanya berkisar \$9,5 - \$25.

Pemerintah Florida memilih membangun *Florida Commercial Spaceport* dengan *new split site* model atau memilih membangun bandar dirgantara dengan pertimbangan akan diarahkan menuju *new combined site* secara komplit ketika bisnis wisata antariksa terbukti memiliki prospek menguntungkan. Selanjutnya, pada Tabel 2-3 dapat diamati perbandingan rincian anggaran pada kedua model tersebut.

Tabel 2-1: ESTIMASI BIAYA PEMBANGUNAN BANDAR ANTARIKSA FLORIDA

<i>Infrastructure Category</i>	<i>Low Estimates Cost (\$M)</i>	<i>High Estimates Cost (\$M)</i>
<i>Land Purchase and Development</i>	<i>dependent on size and location</i>	<i>dependent on size and location</i>
<i>Runway (combined site configuration only)</i>	\$ 175	\$ 250
<i>Vertical Launch Pad and Tower</i>	\$ 5	\$ 15
<i>Hangar</i>	\$ 4.5	\$ 10
<i>Roads</i>	<i>dependent on size and location</i>	<i>dependent on size and location</i>
<i>Utilities Infrastructure</i>	<i>dependent on size and location</i>	<i>dependent on size and location</i>
<i>Environmental Impact Study</i>	\$ 1	\$ 3
Combined site Cost (Total)	\$ 185.5	\$ 278
Split Site Cost (Total)	\$10.5	\$28.0

Sumber : Futron, 2005

Berdasar data pada Tabel 2-3 diatas dapat diketahui bahwa sebagian besar anggaran untuk pembangunan suatu bandar antariksa dan bandar dirgantara ditujukan untuk pembangunan sarana/prasarana fisik, seperti : pembebasan lahan, pembuatan landas pacu, jalan, hangar, landasan peluncuran/launch pad, tower, perlengkapan serta studi dampak lingkungan. Disamping anggaran bagi pemenuhan fasilitas pokok tersebut maka diperlukan pula anggaran tambahan untuk pengadaan fasilitas pendukung maupun biaya – biaya administrasi bagi proses pengurusan perijinan pembangunan kawasan tersebut, misal : ijin lingkungan, pembuatan prosedur keamanan dan keselamatan, dsb.

Finger (2010) menyatakan bahwa terdapat persyaratan fisik minimal bagi kelayakan suatu bandar dirgantara, antara lain :

- a. Memiliki landasan (*runway*) yang cukup panjang (lebih besar dari atau sama dengan 12.000 ft atau setara dengan 3657 m);
- b. Tersedianya lokasi penyimpanan propelan dan pengisian bahan bakar tersebut dengan jarak pemisah yang memenuhi standar keamanan yang diperlukan;
- c. Memiliki terminal untuk evakuasi pesawat dan pemadam kebakaran (*an aircraft fire fighting and rescue - ARFF*);
- d. Memiliki pagar/pembatas kawasan dan pengamanan yang memadai untuk menjaga masyarakat cukup jauh dari operasi bandar antariksa, perakitan dan fasilitas penyimpanan komponen RLV dan muatan, serta area operasi RLV dengan rute ke dan dari bandar antariksa yang memberikan keamanan yang cukup untuk masyarakat umum.

Apabila persyaratan fisik minimal tersebut telah terpenuhi, maka pembiayaan hanya akan difokuskan pada hal-hal berikut :

- a. Permohonan izin operasi bandar udara menjadi bandar dirgantara kepada otoritas terkait, misalnya berupa izin pengoperasian lokasi peluncuran yang memenuhi kelayakan penilaian lingkungan (*environmental assessment*).
- b. Penyusunan aplikasi dan penilaian lingkungan yang berkisar antara \$ 500.000 - \$ 1.000.000 atau sekitar 500.000 – 15 milyar rupiah. Apabila tidak diperlukan suatu perubahan infrastruktur yang cukup besar untuk mendukung pengoperasiannya maka investasi awal hanya diperlukan untuk menutup biaya perizinan. Jika infrastruktur dasar yang ada masih belum memenuhi syarat bagi konversi bandar udara maka diperlukan penyesuaian kondisi fisik bangunan untuk memenuhi kriteria fisik minimal tersebut diatas.

Kedua, efisiensi ditinjau dari aspek waktu pembangunan dengan pola konversi bandar udara yang ada menjadi bandar dirgantara (*aerospaceport*). Kebutuhan anggaran yang besar dalam proses pembangunan bandar antariksa didasarkan pada fungsi kawasan tersebut sebagai komponen transportasi antariksa yang ada di ruas bumi (Howard, 2014). Merujuk ketentuan APSC Proposal (2001) pada prakteknya ruang lingkup pembangunan bandar antariksa, mencakup :

- a. membangun gedung-gedung atau bangunan lain (*constructing building or other structures*)
- b. mengubah struktur bangunan atau struktur lainnya (*altering the structure of buildings or other structures*)
- c. pekerjaan dasar, pembangunan atau pengubahan permukaan tanah--baik berhubungan maupun tidak dengan gedung atau bangunan lainnya (*undertaking, constructing or altering earthworks (whether or not in relation to buildings or other structures)*), mencakup :fasilitas peluncuran (*launch facilities*), landas pacu, jalur taxi dan apron (*runways, taxiways and aprons*), lokasi parkir (*surface carparks*), benteng (*retaining walls*), penampungan air (*dams*), jalan (*roads*), jalur pipa (*pipelines*), terowongan (*tunnels*), serta jalur transportasi (*railways*).
- d. pekerjaan dasar, pembangunan atau pengubahan rekayasa bangunan, terkait tenaga listrik maupun air -- baik berhubungan maupun tidak dengan gedung atau bangunan lainnya (*undertaking, constructing or altering engineering works, electrical works or hydraulic works (whether or not in relation to buildings or other structures)*).

Selanjutnya klasifikasi jenis fasilitas utama yang terdapat pada kawasan bandar antariksa (*fixed launch facility*), meliputi :

- a. Kawasan pusat teknis (*technical centre*), yakni kawasan yang berfungsi, antara lain sebagai: 1) tempat perakitan wahana; 2) tempat menyiapkan muatan; 3) tempat penyimpanan komponen yang akan dirakit; 4) tempat menyimpan oksigen cair dan bahan bakar; 5) tempat pendukung kegiatan teknis lainnya.
- b. Kawasan peluncuran (*launch complex*), yakni kawasan peluncuran (*launch complex*), yakni kawasan yang berfungsi, antara lain sebagai : 1) tempat peluncuran (*launch pad*); 2) tempat pengisian bahan bakar (*fuel site*).
- c. Kawasan pengendalian (*mission control*), yakni kawasan pengendalian dan penjejukan (*mission control*), yakni kawasan yang dilengkapi dengan sistem komunikasi untuk pengendalian dan penjejukan wahana (*mission control*) untuk peluncuran benda antariksa.

Selain fasilitas utama tersebut juga perlu dilengkapi dengan fasilitas penunjang (*residential and administration complex*), yakni suatu kawasan yang berfungsi untuk menunjang secara langsung/tidak langsung kegiatan bandar antariksa, misalnya : lokasi pelatihan, perumahan, restaurant, pertokoan, dsb.

Pembangunan bandar dirgantara biasanya terukur secara tahunan dan secara umum tergantung pada kebutuhan pengembangan fasilitas tersebut. Apabila bandar udara yang ada telah memenuhi seluruh ketentuan keselamatan minimal untuk dikonversi sebagai bandar dirgantara, dengan indikator misalnya : kegiatan dinilai tidak menimbulkan dampak lingkungan, memiliki area yang aman bagi pelaksanaan misi RLVs, dan telah memiliki operator peluncuran, maka permohonan izin lokasi peluncuran dan termasuk penilaian lingkungannya dapat diselesaikan dalam kurun waktu 2 (dua) tahun. Namun, apabila bandar udara yang ada masih memerlukan penyesuaian atas fasilitas/infrastruktur yang dianggap penting, dan masih terdapat pula berbagai masalah pengamanan yang harus dibenahi dan dikoordinasikan maka penyelesaian semua persyaratan untuk dapat mengoperasikan lokasi peluncuran RLVs tersebut membutuhkan waktu setidaknya 4 (empat) tahun. Rincian kegiatan dan prediksi waktu penyelesaian proses konversi bandar udara menjadi bandar dirgantara (aerospaceport) dapat diamati pada Tabel 2-4 dibawah.

Tabel 2-2: JENIS KEGIATAN DAN PREDIKSI WAKTU PENYELESAIAN

No.	Jenis Kegiatan Konversi <i>aerospaceport</i>	Dampak yang ditimbulkan	Prediksi (thn)
1.	Konversi bandar udara menjadi <i>aerospaceport</i> bagi wahana suborbital tunggal tanpa modifikasi penting	minimal (<i>nominal</i>)	2 – 3
2.	Memfasilitasi berbagai tipe wahana peluncur	diperlukan analisis lebih lanjut bagi penyediaan berbagai tipe bahan bakar dan rencana pelaksanaannya	3
3.	Memfasilitasi kebutuhan peluncuran orbital RLVs (<i>expendable</i>)	analisis risiko komprehensif dan pengembangan jalur peluncuran, serta dampak lingkungan dari penggunaan komponen peluncuran orbital (<i>expendable</i>)	3 – 4
4.	Konversi bandar udara menjadi <i>aerospaceport</i> dengan tambahan fasilitas utama atau modifikasi utama	desain dan pembangunan fasilitas	3 – 4
5.	Konversi bandar udara menjadi <i>aerospaceport</i> dengan upaya pengurangan risiko lingkungan besar	penyelesaian dampak lingkungan	4+ (*)
6.	Kepadatan penduduk tinggi sepanjang jalur peluncuran	analisis risiko kompleks dan peluang melebihi ambang batas	3+ (*)
7.	Padatnya jalur penerbangan sepanjang jalur peluncuran RLVs	perhitungan peluang pengendalian jalur penerbangan	3+ (*)
8.	Masyarakat yang belum memahami (<i>uninformed</i>) dan yang menentang (<i>opposition</i>) konversi bandar udara menjadi <i>aerospaceport</i>	peluang penundaan atas kesulitan perolehan dukungan publik	4+ (*)

9.	Belum ada bandar udara-merancang <i>aerospaceport</i> dari awal (<i>from scratch</i>)	desain dan pembangunan fasilitas	4-6
----	---	----------------------------------	-----

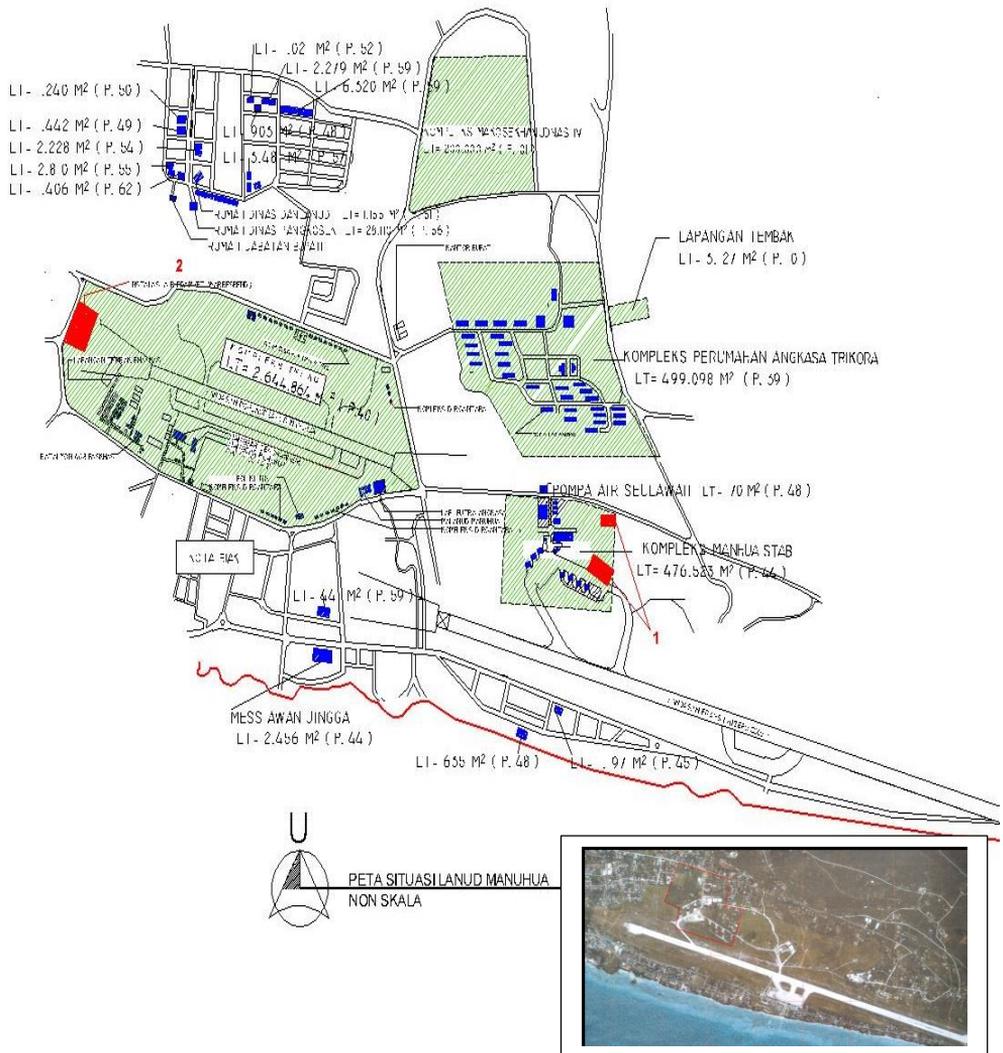
Sumber : G. Wayne Finger, 2010

Pada Tabel 2-4 dipaparkan klasifikasi jenis kegiatan utama serta kisaran prakiraan dampak yang dihasilkan dari kegiatan tersebut secara total, dengan asumsi alokasi waktu normal yang diperlukan untuk masing-masing kegiatan (tanpa penyesuaian tertentu) adalah 2 (dua) tahun. Sebagaimana dinyatakan sebelumnya bahwa kebutuhan penyesuaian atas infrastruktur bandar udara untuk dikonversi sebagai *aerospaceport* dapat berpengaruh terhadap waktu perolehan izin operasi *aerospaceport*. Kegiatan yang bertanda bintang (*) pada Tabel 2-4 sejak awal rencana pengembangan *aerospaceport* harus dilakukan penilaian timbulnya dampak besar/kerugian (*fatal flaws*) terkait : misi kegiatan, rencana modifikasi infrastruktur, jadwal pembangunan dan anggaran. Tahapan yang dimuat dalam Tabel 2-4 merupakan langkah strategis awal yang dapat ditempuh dalam menentukan potensi realisasi pembangunan suatu bandar dirgantara (*aerospaceport*).

3. BANDARA FRANS KAISIEPO – BIAK

Wilayah Indonesia yang membentang di bawah garis khatulistiwa merupakan daerah yang persis terletak di belahan dunia antara utara dan selatan. Daerah ini sangat strategis (*efisien*) bagi kegiatan peluncuran roket karena dengan meluncurkan di daerah khatulistiwa akan mendapat tambahan daya dorong sekitar 0,463 km/dtk dari rotasi bumi ketika masuk ke orbit bumi sehingga dapat menghemat bahan bakar. Pulau Biak – Papua yang terletak di ujung timur wilayah Indonesia dengan luas daratan 2.455 km² menghadap samudra Pasifik serta berpenghuni relatif sedikit. Pulau ini memiliki aset berupa bandara Frans Kaisiepo yang terletak pada garis khatulistiwa (0°11'31' LS). Bandara dengan landas pacu sepanjang 3.570 m ini sangat memungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai sarana pendukung kegiatan peluncuran wahana antariksa dengan pola ALS (Fokkal, 2005).

Bandar udara Frans Kaisiepo – Biak sebetulnya merupakan bagian dari fasilitas pada kawasan Pangkalan Udara Manuhua (MNA) milik TNI – AU (MNA, 2016). Pangkalan Udara Manuhua atau (Bandar Udara Manuhua) adalah sebuah Pangkalan Udara Militer type B yang dibawah kendali Komando Operasi Angkatan Udara II bermarkas di Kabupaten Biak Numfor, Provinsi Papua, Indonesia. Bandar Udara Manuhua terletak di sebelah barat daya Bandar Udara Frans Kaisiepo dengan jarak kurang dari 2 km. Sampai tahun 1980-an, TNI AU masih menggunakan bandara ini sebagai pangkalan udara. Tugas Pokok Lanud Manuhua Menyiapkan dan melaksanakan pembinaan dan pengoperasian seluruh satuan dalam jajarannya, melaksanakan binpotdirga (Pembinaan Potensi Dirgantara) serta menyelenggara kan dukungan operasi bagi satuan lainnya (lanudmanuhuabiak, 2016). Pada gambar 3-1 dapat diamati citra satelit tentang bandara Frans Kaisiepo yang berada pada daerah kerja lanud Manuhua (MNA).



Gambar 3-1: Lanud Manuhua

Sumber : MNA, 2016

Berdasarkan sketsa gambar 3-1 dapat diketahui posisi aset yang dimiliki oleh Lanud Manuhua sebagai berikut:

- A. Aset Tanah 382.03 ha, terdiri dari :
 - Komplek Mako Lanud & Paskhas 264.48 Ha
 - Komando sektor pertahanan nasional IV 20 Ha
 - Rumah dinas Angkasa 49.9 Ha
 - Base Ops & Fas Bang 47,6 Ha
- B. Run way 45x3570 m azimuth 11 - 29
- C. Fasilitas run way

- R/W Light : ada dalam kondisi baik
- Papi : ada dalam kondisi baik
- Treshold Light : ada dalam kondisi baik
- Approach Light : ada dalam kondisi baik
- IIS : ada dalam kondisi baik

D. Fasilitas TNI AU :

- Apron Militer
- Taxy & T/W Light Menuju Apron Militer
- 15 X 317 M
- Baseops
- Bamin
- 7 Hanggar
- VIP Room
- Mess Crew

Aset yang dimaksudkan pada huruf B dan C adalah Bandara Frans Kaisiepo – Biak (MNA, 2016).

Khusus terkait bandara Frans Kaisiepo – Biak maka data dari berbagai sumber menunjukkan bahwa Pemerintah Daerah Biak dan PT. Angkasa Pura I akan menyusun Master Plan rencana Detail Pengembangan Bandara Frans Kaisiepo Biak sebagai bandar udara internasional. Meskipun sampai dengan saat ini rencana tersebut belum terealisasi namun pusat juga memberi perhatian terhadap rencana pengembangan tersebut ke depan. Fasilitas dan layanan yang ada pada bandara Frans Kaisiepo dapat diamati pada Tabel 3-1.

Tabel 3-1: FASILITAS DAN LAYANAN PADA BANDAR UDARA FRANS KAISEPO – BIAK

No.	Jenis Fasilitas	Ukuran	No	Jenis Layanan	Pelaksana
1.	Runway		8.	Jasa Boga Pesawat Udara	PT. Aerowisata
	a. Panjang	3570 m			
	b. Lebar	45 m	9.	Jasa Pelayanan Teknis Penanganan Pesawat Di Darat (Technical Ramp Handling Service)	
	c. Kapasitas	B-747-400		a. Towing	PT. Gapura Angkasa
				b. Ground Power	PT. Gapura Angkasa
2.	Apron			c. Air Conditioning	PT. Gapura Angkasa
	a. Panjang	368,7 m		d. Tangga Pesawat Udara	PT. Gapura Angkasa
	b. Lebar	90 m		e. Water Supply	PT. Gapura Angkasa
	c. Kapasitas	-		f. Lavatory Service	PT. Gapura Angkasa
				g. Marshalling	PT. Gapura Angkasa
3.	Terminal Penumpang Domestic				
	a. Luas	1431,9 m ²	10.	Jasa Pelayanan Pembersihan Pesawat Udara (aircraft cleaning service)	PT. Gapura Angkasa
	b. Kapasitas				
			11.	Pelayanan Pengisian Bahan Bakar Pesawat Udara (aircraft fuel and lubrication service)	PT. DPPU Pertamina
4.	Terminal Penumpang Internasional				
	a. Luas	868,25 m ²	12.	Penukaran uang (money changer)	PT. Jerman Makmur
	b. Kapasitas				
5.	Fasilitas Pertolongan				

	Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran (PKP-PK)			
	a. Crash Car	3 unit		
	b. Rescue Car	2 unit		
	c. Comando Car	1 unit		
	d. Rescue Boat	1 unit		
	e. Ambulance	3 unit		
	f. Patroli	2 unit		
6.	Bea dan Cukai, Imigrasi, Karantina (CIQ)			
	a. Luas Ruang	18,5 m ²		
	b. Petugas CIQ (apabila ada penerbangan internasional)	4 orang		
7.	Kesehatan Pelabuhan (bandara)			
	a. Luas Ruang	12,5 m ²		
	b. Petugas Kesehatan	2 orang		

Sumber: <http://regimgo1.cdnservr.qwords.com/newsipid/userfiles/daerah/91/attachment/Rencana%20Bandara%20Frans%20Kaisiepo%20Biak%20Papua.pdf> diunggah pada 9 Desember 2016 pukul : 16.00

Pada Tabel 3-1 dapat diketahui tentang fasilitas dan layanan pada bandara Frans Kaisiepo – Biak. Selanjutnya data tentang bidang usaha yang dikelola PT Angkasa Pura I (Persero) Cabang Bandar Udara Internasional Frans Kaisiepo Biak adalah jasa kebandarudaraan (*airport services*) yang terbagi atas 2 bagian besar yaitu: jasa aeronautika dan jasa non-aeronautika (Franskaisiepo, 2016). Jasa Aeronautika adalah jasa layanan yang diberikan kepada perusahaan penerbangan dan penumpang, terdiri dari :

- a. *Aircraft Parking*, jasa penempatan dan penyimpanan pesawat dalam bandar udara. Selain apron, bekerja sama dengan berbagai instansi, disediakan pula fasilitas pengisian bahan bakar, perawatan pesawat dan kebutuhan pendukung operasional perusahaan penerbangan.
- b. *Passenger Processing*, jasa layanan penumpang dalam bandar udara. PT Angkasa Pura I (Persero) Cabang Bandar Udara Internasional Frans Kaisiepo Biak memberikan fasilitas terminal penumpang yang nyaman. Dalam terminal penumpang tersebut diberikan fasilitas check-in, transit, boarding penumpang. Selanjutnya, jasa non-aeronautika adalah jasa layanan pendukung kebutuhan perusahaan penerbangan dan penumpang dengan bekerjasama dengan berbagai pihak yang terdiri dari:
 - a. *Food and Beverages*, layanan makanan dan minuman didalam maupun diluar terminal bandar udara. Retail, layanan perbelanjaan untuk kebutuhan penumpang.
 - b. *Advertising*, sebagai fasilitas umum yang strategis, bandar udara menyediakan ruang bagi iklan yang dapat digunakan oleh berbagai perusahaan.
 - c. *Property*, bandar udara menyewakan ruang (space) dalam maupun diluar terminal penumpang yang dapat disewa untuk berbagai kebutuhan.
 - d. *Parkir Kendaraan*, layanan parkir kendaraan penumpang maupun penjemput termasuk didalamnya layanan airport shuttle, taxi, bus dan lainnya.
 - e. *Cargo Service*, layanan pengelolaan kargo pesawat termasuk didalamnya pemeriksaan dan penyimpanan kargo.

Terkait topik makalah tentang peluang pemanfaatan bandara tersebut sebagai bandar dirgantara (*aerospaceport*) di Indonesia maka secara kronologis pada tahun 2000-an telah terdapat inisiasi kerjasama antara Indonesia dan Rusia dalam penggunaan sistem peluncuran dari udara (*air launch systems-ALS*) dengan memanfaatkan bandara Frans Kaisiepo – Biak. Penggunaan pola ALS juga dapat dipergunakan untuk penempatan satelit pada orbit GEO karena sistem ini mampu mengangkut wahana dengan bobot sampai dengan 8000 kg (Fokkal, 2005).

Pada bulan Mei tahun 20001, Pemerintah Rusia mulai menjajagi kerjasama penggunaan Bandara Kaisiepo – Biak sebagai sarana pendukung pengoperasian ALS Rusia di atas Pulau Biak – Papua. Pejabat Perwakilan Perdagangan Federasi Rusia, Kedutaan Besar Rusia di Jakarta menjadi penghubung inisiasi kerjasama antara pihak Rusia dan pihak Indonesia. Pada berbagai pertemuan negosiasi diantara kedua belah pihak maka pihak Rusia berupaya memperkenalkan dan mengajukan usul untuk dapat mengoperasikan ALS di Pulau Biak. Pihak Rusia menyampaikan bahwa sistem tersebut akan dipergunakan untuk pengoperasian Pesawat Antonov Rusia AN-124-100AL Ruslan untuk misi peluncuran roket Polyot

Pelaksana teknis dari kegiatan tersebut adalah pihak swasta dari Rusia dan Indonesia, sedangkan pemerintah dari kedua negara akan bertindak sebagai regulator dan fasilitator (Sitindjak, 2004). Perusahaan swasta Rusia diwakili oleh ALAC (Air Launch Aerospace Corporation), sedangkan pihak swasta Indonesia rencananya diwakili oleh ALAI (Air Launch Aerospace Indonesia). Berbagai penelitian pendahuluan (*feasibility study*) pun telah dilakukan untuk memastikan perolehan manfaat ekonomi dan non ekonomi atas kegiatan kerjasama pengoperasian ALS tersebut, misalnya : peluang perolehan transfer teknologi keantariksaan dari Rusia, keuntungan finansial yang akan diterima oleh Indonesia (langsung/tidak langsung), implikasi tanggung jawab terhadap pihak ketiga apabila Indonesia dianggap sebagai pihak pada kegiatan peluncuran, dampak lingkungan, dsb.

Rencana kerjasama tersebut sampai dengan saat ini belum terealisasi. Satu hal yang menjadi kendala yakni belum ditemukan kesepakatan kedua belah pihak pada pertemuan negosiasi kerjasama sehingga berdampak pada belum ditindaklanjutinya rencana pengoperasian ALS melalui bandara Frans Kaisiepo tersebut. Namun hal tersebut menunjukkan bahwa secara teknis bandara Frans Kaisiepo berpeluang untuk dimanfaatkan sebagai bandar dirgantara (*aerospaceport*).

4. ANALISIS

Berdasarkan pendapat Finger (2010) kriteria fisik minimal pada pemanfaatan bandara Frans Kaisiepo sebagai bandar dirgantara (*aerospaceport*) dapat dikaitkan dengan aspek-aspek sebagai berikut :

- a. Ketersediaan landasan (*runway*) setara 12.000 ft atau 3657 m
Bandara dengan panjang landasan 3.571 m memang mendekati persyaratan minimal teknis untuk dapat dikembangkan sebagai bandar dirgantara. Bandar udara ini terletak di Kecamatan Biak Kota, Kabupaten Biak Numfor, Papua. Bandara ini menjadi pusat penerbangan pada masa penjajahan Belanda di Indonesia dan pada masa pembebasan Irian Barat. Landasan pacu yang digunakan masih digunakan saat ini merupakan peninggalan Belanda yang dibangun pada masa Perang Dunia II.

Saat ini, bandara ini dikelola oleh PT Angkasa Pura I. Bandara ini menempati posisi ketiga sebagai bandara dengan landasan pacu terpanjang di Indonesia. Apabila ditinjau dari sisi kronologi rencana kerjasama keantariksaan antara Indonesia dan Rusia tahun 2001 maka bandara ini layak dikembangkan untuk kegiatan peluncuran wahana dengan pola ALS untuk peluncuran. Pertimbangan penggunaan pola peluncuran wahana dengan sistem ALS merupakan alternatif untuk mendukung pelaksanaan kegiatan keantariksaan nasional. Sistem peluncuran ALS dengan strategi integrasi dengan bandar udara yang ada tentunya dapat membantu menyediakan lokasi fasilitas peluncuran berbiaya rendah, namun tetap dengan orientasi untuk mendukung program satelit nasional. Peluncuran dengan ALS pun dapat dipergunakan untuk menempatkan satelit kecil pada orbit LEO dengan berat hingga 4000 kg. Tentunya hal ini masih selaras dengan capaian perkembangan teknologi satelit nasional.

- b. Pemenuhan lokasi penyimpanan propelan dan pengisian bahan bakar terstandar
Pada saat ini bandara Frans Kaisiepo sudah memiliki fasilitas pengisian bahan bakar untuk penerbangan pesawat udara. Terkait kebutuhan untuk penerbangan pesawat antariksa maka perlu dilakukan *up-grade* fasilitas untuk disesuaikan dengan kebutuhan penggunaan wahana antariksa berupa pesawat antariksa yang akan diluncurkan dari kawasan tersebut.
- c. Ketersediaan terminal evakuasi pesawat dan pemadam kebakaran (*an aircraft fire fighting and rescue - ARFF*)
Pada saat ini bandara Frans Kaisiepo sudah memiliki fasilitas evakuasi dan pemadam kebakaran untuk penerbangan pesawat udara. Terkait kebutuhan untuk penerbangan pesawat antariksa maka perlu dilakukan *up-grade* fasilitas untuk disesuaikan dengan kebutuhan penggunaan wahana antariksa berupa pesawat antariksa yang akan diluncurkan dari kawasan tersebut.
- d. Ketersediaan pagar/pembatas kawasan dan pengamanan lokasi memadai
Setiap bandar udara tentunya telah memiliki daerah lingkungan kerja bandar udara (DLKr) sebagai wilayah yang digunakan untuk pelaksanaan pembangunan, pengembangan, dan pengoperasian fasilitas pokok dan penunjang bandar udara. Terkait kebutuhan penerbangan wahana antariksa/pesawat antariksa maka perlu disediakan fasilitas zona aman untuk pengoperasian kawasan dari gangguan publik.
- e. Perolehan izin operasi lokasi peluncuran yang memenuhi kelayakan penilaian lingkungan (*environmental assessment*), khususnya bagi pengoperasian *aerospaceport* di Indonesia;
 - 1) Kelayakan lingkungan merupakan kelayakan yang dinilai dari besarnya dampak yang akan ditimbulkan, kemampuan mengatasi dampak (adaptasi) serta kemampuan mengurangi dampak (mitigasi), pada masa konstruksi, pengoperasian, dan/atau pada tahap pengembangan selanjutnya, yang berupa indikator kelayakan lingkungan.
 - 2) Indikator kelayakan lingkungan meliputi :
 - lingkungan alam;
 - peruntukan lahan;
 - penguasaan lahan; dan
 - aliran air permukaan/sistem drainase

- Peruntukan lahan sebagaimana dimaksud diatas, merupakan lahan yang bukan kawasan taman nasional, hutan lindung, daerah cagar alam/budaya, lahan konservasi atau potensi sumber daya alam

Izin lingkungan untuk operasi bandar dirgantara di Indonesia belum ada. Oleh Karena itu perlu dirumuskan komponen-komponen untuk pemenuhan perolehan izin lokasi operasi bandar dirgantara di Indonesia sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan di bidang lingkungan hidup yang berlaku.

- f. Penyusunan aplikasi dan penilaian lingkungan bagi pengoperasian lokasi peluncuran, khususnya bagi pengoperasian *aerospaceport* di Indonesia.

Apabila merujuk peraturan perundang-undangan di bidang lingkungan hidup yang berlaku di Indonesia maka penilaian lingkungan didasarkan pada Kerangka Acuan Analisis Dampak Lingkungan Hidup (KA-Andal). KA-Andal berisi tentang ruang lingkup serta kedalaman kajian ANDAL. Ruang lingkup kajiannya meliputi penentuan dampak-dampak penting yang akan dikaji secara lebih mendalam dalam Andal dan batas-batas studinya, sedangkan kedalaman studi berkaitan dengan penentuan metodologi yang akan digunakan untuk mengkaji dampak. Penentuan ini merupakan kesepakatan antara Pemrakarsa Kegiatan dan Komisi Penilai Amdal melalui proses yang disebut dengan proses pelingkupan AMDAL. KA-andal terkait pembangunan bandar dirgantara belum ada. Oleh karena itu perlu dirumuskan indikator-indikator terkait KA-andal bagi pembangunan bandar dirgantara.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pendapat Finger (2010) tentang kriteria fisik minimal pada pemanfaatan bandara Frans Kaisiepo sebagai bandar dirgantara (*aerospaceport*) disimpulkan bahwa :

- a. Cukup tersedia landasan (*runway*) setara 12.000 ft atau 3657 m untuk mendukung pemanfaatan bandara Frans Kaisiepo – Biak sebagai *aerospaceport*.
- b. Fasilitas pengisian bahan bakar yang ada pada bandara Frans Kaisiepo – Biak saat ini dapat dikembangkan menjadi fasilitas pengisian propelan. Terkait penggunaan fasilitas tersebut untuk penerbangan wahana antariksa maka diperlukan *up-grade* fasilitas sesuai standar kegiatan keantariksaan yang berlaku.
- c. Fasilitas evakuasi dan pemadam kebakaran untuk penerbangan pesawat udara yang ada pada bandara Frans Kaisiepo – Biak saat ini dapat dikembangkan menjadi fasilitas terminal evakuasi pesawat dan pemadam kebakaran (*an aircraft fire fighting and rescue - ARFF*). Terkait penggunaan fasilitas tersebut untuk penerbangan wahana antariksa maka diperlukan *up-grade* fasilitas sesuai standar kegiatan keantariksaan yang berlaku.
- d. Tersedia pagar/pembatas kawasan dan pengamanan lokasi untuk mendukung pemanfaatan bandara Frans Kaisiepo–Biak sebagai *aerospaceport*. Terkait penggunaan fasilitas tersebut untuk penerbangan wahana antariksa maka diperlukan *up-grade* fasilitas sesuai standar kegiatan keantariksaan yang berlaku.
- e. Perlu segera dirumuskan ketentuan kelayakan penilaian lingkungan bagi pengoperasian *aerospaceport* di Indonesia.

- f. Perlu segera disusun aplikasi dan penilaian lingkungan bagi pengoperasian *aerospaceport* di Indonesia.

5.2. Rekomendasi

Berdasarkan hasil analisis yang diuraikan diatas maka dapat direkomendasikan hal-hal sebagai berikut :

- a. Perlu dirumuskan parameter penilaian lingkungan untuk pembangunan dan pengoperasian bandar dirgantara di Indonesia.
- b. Perlu dibentuk otoritas bandar antariksa di Indonesia.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Dra. Sri Rubiyanti, M.Si yang telah membimbing penulisan penelitian maupun memberikan informasi data penelitian *terupdate* serta Kepala Pusat Kajian Kebijakan Penerbangan dan Antariksa yang telah memfasilitasi penulisan dan publikasi hasil penelitian di Pusat Kajian Kebijakan Penerbangan dan Antariksa.

DAFTAR ACUAN

- APSC, 2001, *Christmas Island Space Centre (APSC Proposal) Ordinance* 2001.
- Finger, G. Wayne, et.all, 2010, *Evolution of the Commercial Aerospaceport*, American Institute of the Aeronautics and Astronautics.
- Fokkal, 2005, *Air Launch System*, Laporan Khusus, Vol.5 No. 5-6, LAPAN.
- franskaisiepo-airport.co.id diunggah pada 18 November 2016 pukul : 15.23
- Futron, 2005, *Feasibility Study of a Florida Commercial Spaceport for Florida Space Authority*
- George Mason University, 2002, *Spaceport Infrastructure Handbook*, George Mson University, Continuing Career Programme
- Gulliver, Brian S., et.all, 2010, *Can Your Airport Become a Spaceport? (the benefit of a spaceport development plan)*, American Institute of Aeronautics and Astronautics.
- Howard, 2014, *The Emerge of an Effective Natinal and International Spaceport Regime of Law*, IASL-McGill University.
- Lanudmnuhuabiak, 2016, <https://lanudmanuhuabiak.wordpress.com/2016/02/11/profil-lanud-manuhua-biak/> diunggah pada 9 Desember 2016 pukul 16.15.
- MNA, 2016, *Lanud Manuhua*, Mimeo, Biak.
- Nakamura, Takashi. 2012. *The Concept of a common Launch Site in the Asia-Oceania Region and its Effect on Regional Space Policies and Industries*. Thesis. ISU.
- Nasir, Muhammad, 1998, *Metode Penelitian*, Ghalia Indonesia.
- Okamura, Kohei., at.all, 2015, *ALSET-Japanese Air Launch System Ground Test and Applications*, 29 Annual AIAA/USU Confrence on Small Satellites.
- Sitindjak, 2004, *Pembangunan dan Pengoperasian Fasilitas Peluncuran Wahana Antariksa dari Wilayah Indonesia*, Jurnal Analisis dan Informasi Kedirgantaraan Vol 2 No 2 Desember 2004, Jakarta.
- Sukmadinata, 2006, *Metode Penelitian Pendidikan*, Remaja Rosdakarya, Bandung

Webber, 2005, *Spaceport Types*, *International Space Development Conference*, ISDC–Washington.

Widodo, Erna dan Mukhtar, 2000, *Konstruksi Kearah Penelitian Dekriptif*, Yogyakarta: Avyrouz.

<http://www.hukumonline.com/pusatdata/download/lt573e8cc12f9dc/node/lt573e8a44ea127> diunggah pada 16 November 2016 pukul : 15.01

<http://www.airplaneboneyards.com/mojave-desert-california-airplane-boneyard.htm> diunggah pada 18 November 2016 pukul : 15.17

<http://regingo1.cdnservr.qwords.com/newsipid/userfiles/daerah/91/attachment/Rencana%20Bandara%20Frans%20Kaisiepo%20Biak%20Papua.pdf> diunggah pada 9 Desember 2016 pukul : 16.00

<http://franskaisiepo-airport.co.id/bidang-usaha#sthash.sOIkfLlp.dpuf>

<http://franskaisiepo-airport.co.id/bidang-usaha#sthash.sOIkfLlp.dpuf>, diunggah pada 9 Desember 2016 pukul: 16.30.