

ANALISIS RISIKO LOKASI ALTERNATIF BANDAR ANTARIKSA NASIONAL (Studi kasus: Pulau Biak dan Morotai)

Bernhard H. Sianipar

Pusat Pengkajian dan Informasi Kedirgantaraan
Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional
Email: bsianipar8@gmail.com

ABSTRACT

Biak and Morotai island are two alternative location chosen for the location of spaceport, because its location near the equator and rockets can be launched towards the East. Spaceport built with enormous costs that need prudence in determining its location, for it is necessary to be assessed the risk level to realize. This study examines the level of risk in each of these locations, and perform comparative risk level in both locations to determine the location with the smallest risk level. By using risk analysis, found that there are differences in risk levels between realizing the spaceport on the Biak island and on the Morotai island. Of the eleven risk variables are used, there are seven different variables, and the Biak island have a greater risk level than in Morotai island. Based on the comparison, that location of Morotai island is the better than Biak island, because the total value of risk level is smaller. The total value of risk level on Morotai is 69, while the total value of risk level on Biak is 108.

Keywords: Comparison, Risk Level, Spaceport.

ABSTRAK

Pulau Biak dan pulau Morotai merupakan dua alternatif lokasi yang dipilih untuk lokasi bandar antariksa, karena letaknya dekat ekuator dan roket dapat diluncurkan ke arah Timur. Bandar antariksa dibangun dengan biaya yang sangat besar sehingga perlu kehati-hatian dalam menetapkan lokasinya, untuk itu perlu dikaji tingkat risiko dalam mewujudkannya. Kajian ini mengkaji tingkat risiko di masing-masing lokasi tersebut, dan melakukan komparasi tingkat risiko di kedua lokasi tersebut untuk mengetahui lokasi dengan tingkat risiko terkecil. Menggunakan analisis risiko, diperoleh bahwa ada perbedaan tingkat risiko antara mewujudkan bandar antariksa di pulau Biak dan di pulau Morotai. Dari sebelas variabel risiko yang digunakan terdapat tujuh variabel yang berbeda, dan pulau Biak memiliki tingkat risiko lebih besar dari pada di Morotai. Berdasarkan hasil komparasi diperoleh bahwa lokasi di pulau Morotai lebih baik dari di pulau Biak, karena total nilai tingkat risikonya lebih kecil. Total nilai tingkat risiko di Morotai ialah 69, sedangkan total nilai tingkat risiko di Biak ialah 108.

Kata Kunci: Komparasi, Tingkat Risiko, Bandar Antariksa.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bandar Antariksa adalah kawasan di daratan yang dipergunakan sebagai landasan dan/atau peluncuran wahana antariksa yang dilengkapi dengan fasilitas keamanan dan keselamatan serta fasilitas penunjang lainnya. Wahana Antariksa adalah benda buatan manusia yang terkait dengan keantariksaan dan bagian-bagiannya. Roket adalah bagian wahana antariksa yang digunakan untuk mengantarkan muatan ke antariksa dan/atau mengembalikan wahana antariksa, termasuk muatannya ke bumi (Kemkumham, 2013). Dengan kata lain bahwa bandar antariksa ialah suatu komplek yang memiliki fasilitas peluncuran yang dapat digunakan untuk meluncurkan roket pengorbit satelit (RPS). Secara garis besar fasilitas-fasilitas untuk suatu stasiun peluncuran RPS, dapat terdiri dari pusat komando dan pengendalian, kompleks teknik, dan kompleks peluncuran (Sianipar, 2011).

Pengembangan dan peluncuran RPS tidak terlepas dari lokasi landasan luncur yang akan digunakan. Saat ini Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional yang disebut LAPAN telah memiliki stasiun peluncuran roket di Pameungpeuk, Garut, namun tidak memenuhi syarat sebagai lokasi peluncuran roket sekelas roket RPS. Hal ini disebabkan karena lokasi ini terlalu dekat—sekitar satu kilometer—dengan pemukiman penduduk dan fasilitas umum (Sianipar, 2011). Oleh karena itu, LAPAN perlu mencari lokasi baru yang dapat digunakan untuk peluncuran RPS. Sesuai dengan amanat Undang Undang RI Nomor 21 Tahun 2013 tentang Keantariksaan pada pasal 44 ayat (1) disebut, bahwa Lembaga membangun dan mengoperasikan bandar antariksa dalam wilayah kedaulatan Negara Kesatuan Republik Indonesia (Kemkumham, 2013).

Di Indonesia terdapat beberapa lokasi yang dapat digunakan sebagai lokasi bandar antariksa bila ditinjau dari letak geografinya, namun dalam kajian ini penulis hanya meninjau dua lokasi yaitu di pulau Biak, Provinsi Papua dan pulau Morotai, Provinsi Maluku Utara, karena kedua lokasi ini lebih dekat ke garis khatulistiwa. Pulau Morotai merupakan salah satu lokasi yang cocok untuk pembangunan bandar antariksa, karena lokasi itu dekat ke garis khatulistiwa terletak di antara 2°00'—2°40' Lintang Utara dan 128°15'—129°08' Bujur Timur dan di sebelah Timur lokasi menghadap ke laut (Sianipar, 2014). Pulau Biak terletak pada koordinat 0°55'—1°27' Lintang Selatan dan 134°47'—136°48' Bujur Timur.

Kegiatan keantariksaan seperti peluncuran roket menarik perhatian banyak orang walau kegiatannya memerlukan biaya tinggi (Handberg, 2014). Demikian juga membangun bandar antariksa memerlukan biaya yang sangat besar. Untuk itu, sebelum menetapkan lokasi bandar antariksa, perlu dikaji dan diperhitungkan kemungkinan risiko yang akan dihadapi dalam membangun bandar antariksa di suatu lokasi. Risiko merupakan kemungkinan situasi atau keadaan yang dapat mengancam pencapaian tujuan serta sasaran sebuah organisasi atau individu (George dan Nurhadi., 2013). Penilaian risiko sangat penting dilakukan untuk memahami dan mengambil langkah-langkah pencegahan sebelumnya, dengan tujuan mengurangi kemungkinan potensi risiko yang akan dihadapi dalam pelaksanaannya. Dalam mempertimbangkan atau memilih satu dari dua lokasi yang dikaji ini, maka perlu dilakukan komparasi tingkat risiko di kedua lokasi untuk menentukan lokasi yang memiliki tingkat risiko terkecil.

1.2 Permasalahan

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka permasalahan pada penelitian ini, ialah seberapa besar tingkat risiko di lokasi pulau Biak dan pulau Morotai, dan lokasi yang mana yang lebih baik dari kedua lokasi tersebut dengan tingkat risiko terkecil?.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini ialah mengkaji kemungkinan risiko yang akan dihadapi dalam membangun bandar antariksa di pulau Biak dan Morotai, dan melakukan komparasi tingkat risiko di kedua lokasi tersebut untuk mendapatkan lokasi yang dapat dipertimbangkan sebagai lokasi bandar antariksa. Lokasi yang dapat dipertimbangkan tersebut, ialah lokasi yang mempunyai tingkat risiko terkecil.

2. METODOLOGI

Kajian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dengan melakukan studi kepustakaan dan data hasil penelusuran melalui internet. Data yang dikumpulkan, ialah gambaran kondisi lingkungan di pulau Biak dan pulau Morotai. Kajian ini hanya meninjau beberapa variabel yang kemungkinan dapat menimbulkan risiko dalam mewujudkan dan terganggunya kegiatan di bandar antariksa untuk kedua alternatif lokasi tersebut. Variabel-variabel tersebut, ialah: kondisi topografi lokasi alternatif; jarak lokasi alternatif ke pemukiman penduduk; keamanan peluncuran roket; bencana tsunami; bencana gempa bumi; bencana longsor dan banjir; transportasi dari pelabuhan ke lokasi; gangguan keamanan; pengadaan material untuk pembangunan; gangguan cuaca; dan risiko sosial.

Data diolah dengan metode deskriptif analisis untuk mendapatkan risiko yang mungkin akan dihadapi dan perlu diperhitungkan dalam mewujudkan bandar antariksa di kedua alternatif lokasi tersebut. Setiap variabel risiko yang diperoleh, dianalisis tingkat kecenderungan (*likelihood*) dan konsekuensi (*consequence*)-nya—secara kualitatif—untuk memperoleh besarnya nilai (*score*) setiap risiko. Peta risiko disusun ke dalam suatu matriks risiko untuk menggambarkan tentang tingkatan setiap risiko. Kemudian, dikomparasi setiap variabel risiko yang bersesuaian dari kedua alternatif lokasi tersebut. Semakin besar tingkat kecenderungan ketidakpastian dan tingkat konsekuensinya, maka semakin tinggi tingkat kehati-hatian dalam menyusun suatu perencanaan. Besarnya risiko atas setiap kegiatan organisasi merupakan perkalian antara kecenderungan dan konsekuensi.

Dalam Manajemen Proyek, Risiko ialah efek kumulatif dari kemungkinan kejadian tidak pasti yang dapat mempengaruhi tujuan proyek, mengidentifikasi tingkat paparan (*exposure*) peristiwa negatif, dan konsekuensi yang kemungkinan berdampak pada tujuan proyek (berdampak pada kualitas, waktu dan biaya) (Bakr et al., 2012). Risiko merupakan kombinasi kecenderungan dan konsekuensi dari suatu peristiwa/kejadian berbahaya yang ditentukan (Wu et al., 2015). Sebagai contoh, risiko transportasi terdiri dari empat komponen termasuk kecelakaan, populasi, lingkungan, dan risiko infrastruktur. Risiko kecelakaan sesuai dengan tingkat insiden lalu lintas jalan. Risiko populasi sesuai dengan jumlah penduduk yang mungkin akan terpengaruh jika terjadi insiden. Risiko lingkungan ialah mengenai dampak terhadap lingkungan. Risiko infrastruktur, yaitu kekhawatiran

terhadap infrastruktur vital seperti jembatan atau terowongan panjang yang mungkin akan terpengaruh setelah insiden (Mahmoudabadi, 2015)

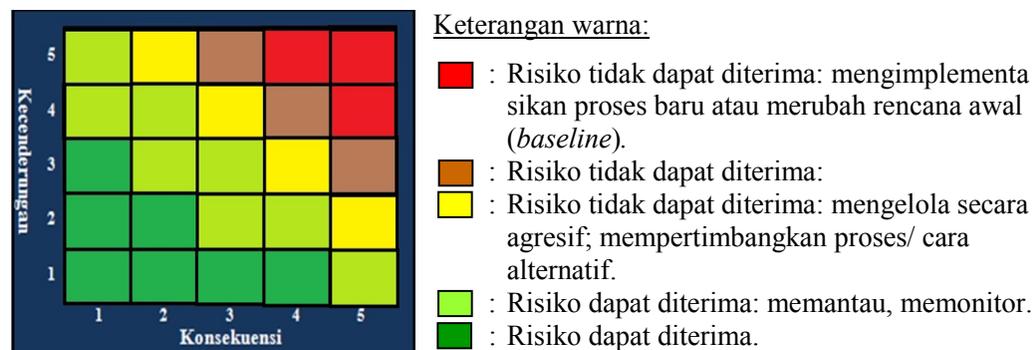
Dari pengertian di atas, bahwa risiko berkaitan erat dengan ketidakpastian (*uncertainty*). Ketidakpastian merupakan kondisi dimana terjadi kekurangan pengetahuan, informasi, atau pemahaman tentang suatu keputusan dan konsekuensinya. Risiko timbul karena adanya ketidakpastian, dan ketidakpastian mengakibatkan keragu-raguan terhadap hasil atau *output* kegiatan yang akan terjadi dimasa datang. Untuk mengelola risiko ketidakpastian, perlu dilakukan penilaian risiko untuk mengurangi dampak pada proyek. Penilaian risiko merupakan proses pengelolaan risiko yang sangat penting untuk mengurangi dampak dari faktor ketidakpastian. Penilaian risiko digunakan untuk mengukur nilai risiko dan mengidentifikasi efek dari kejadian berbahaya pada suatu organisasi atau proyek dengan menggunakan berbagai metode analisis, termasuk kualitatif, kuantitatif, model yang berbasis, dan alat-alat berbasis pengetahuan. Tujuan utama penilaian risiko, yaitu untuk memfasilitasi pengambilan keputusan dalam situasi tertentu yang diakui menghambat manajemen organisasi dan proyek. (Wu et al., 2015).

Pada kajian ini, tingkat kecenderungan dibagi lima kelompok, yaitu sangat rendah (*very low*), rendah (*low*), sedang (*moderate*), tinggi (*high*), dan sangat tinggi (*very high*). Demikian juga untuk tingkat konsekuensi (besaran dari terealisirnya risiko) dibagi lima kelompok, yaitu sangat rendah (*very low*), rendah (*low*), sedang (*moderate*), tinggi (*high*), dan sangat tinggi (*very high*). Penilaian risiko berdasarkan ISO-17666 tahun 2013 (ISO, 2003) dapat dilakukan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2-1.

Tabel 2-1: Skala Penilaian Risiko

| Kecenderungan | Konsekuensi/Dampak | | | | |
|---------------|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | Sangat Rendah | Rendah | Sedang | Tinggi | Sangat Tinggi |
| Sangat Tinggi | Rendah | Sedang | Tinggi | Sangat Tinggi | Sangat Tinggi |
| Tinggi | Rendah | Rendah | Sedang | Tinggi | Sangat Tinggi |
| Sedang | Sangat Rendah | Rendah | Rendah | Sedang | Tinggi |
| Rendah | Sangat Rendah | Sangat Rendah | Rendah | Rendah | Sedang |
| Sangat Rendah | Sangat Rendah | Sangat Rendah | Sangat Rendah | Sangat Rendah | Rendah |

Sumber: ISO, 2003.



Sumber: Greenfield, 2001.

Gambar 2-1: Gambar Matriks Risiko

Pada kajian ini dibuat lima warna pada matriks risiko (Tabel 2-1) untuk membedakan kelima skala penilaian risiko seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2-1. Kelima warna dan skala penilaiannya, yaitu (1) hijau—tua—untuk sangat rendah, (2) hijau—muda—untuk rendah, (3) kuning untuk sedang, (4) coklat untuk tinggi, dan (5) merah untuk sangat tinggi. Semakin besar tingkat kecenderungan ketidakpastian dan tingkat konsekuensinya, maka semakin tinggi tingkat kehati-hatian dalam menyusun suatu perencanaan. Besarnya risiko atas setiap kegiatan organisasi merupakan perkalian antara tingkat kecenderungan dengan tingkat konsekuensi.

Tindakan yang dapat dilakukan untuk setiap tingkatan risiko (Greenfield, 2001), yaitu:

- 1) Sangat kecil (*trivial*): Tidak ada tindakan yang diperlukan dan tidak ada catatan dokumen yang perlu disimpan,
- 2) Kecil (*tolerable*): Tidak ada tambahan kontrol yang diperlukan. Pertimbangan solusi dapat diberikan untuk biaya yang lebih efektif atau perbaikan yang tidak memaksakan beban biaya tambahan. Pemantauan diperlukan untuk memastikan bahwa kontrol tetap dilakukan,
- 3) Sedang (*moderat*): Upaya untuk mengurangi risiko harus dilakukan, tetapi biaya pencegahan harus hati-hati diukur dan terbatas. Langkah-langkah pengurangan risiko harus dilaksanakan dalam jangka waktu yang ditetapkan. Risiko moderat dikaitkan dengan konsekuensi yang sangat berbahaya, mungkin diperlukan penilaian lebih lanjut untuk menetapkan secara tepat kemungkinan bahaya sebagai dasar untuk menentukan kebutuhan meningkatkan tindakan pengendalian,
- 4) Besar (*substantial*): Pekerjaan tidak boleh dimulai sampai risiko telah berkurang. Sumber daya yang cukup mungkin harus dialokasikan untuk mengurangi risiko. Apabila pekerjaan yang sedang berjalan mengandung risiko, maka harus segera diambil tindakan,
- 5) Sangat besar (*intolerable*): Pekerjaan tidak boleh dimulai sampai risiko telah berkurang. Jika tidak mungkin untuk mengurangi risiko dan juga sumber daya terbatas, pekerjaan harus tetap dilarang.

Setiap variabel risiko memiliki tingkat kecenderungan dan konsekuensi masing-masing. Perlakuan yang perlu dilakukan untuk setiap tingkat kecenderungan (Greenfield, 2001), yaitu

- | | |
|-------------------------|---|
| Level 1 (Sangat Rendah) | : Cukup mencegah peristiwanya, |
| Level 2 (Rendah) | : Umumnya cukup mencegah peristiwanya, |
| Level 3 (Sedang) | : Dapat dicegah, tetapi perlu tindakan tambahan, |
| Level 4 (Tinggi) | : Tidak dapat dicegah, tetapi perlu perlakuan yang berbeda atau mungkin pada prosesnya, |
| Level 5 (Sangat Tinggi) | : Tidak dapat dicegah dengan cara apapun. |

Perlakuan yang perlu dilakukan untuk setiap tingkat konsekuensi, adalah sebagai berikut:

- | | |
|---------|---|
| Level 1 | : dampaknya tidak ada, atau kecil sekali, |
| Level 2 | : dampaknya kecil, tetapi perlu kegiatan tambahan agar dapat memenuhi jadwal yang ditetapkan, |
| Level 3 | : dampaknya besar, tetapi masih dapat dilaksanakan, |
| Level 4 | : dampaknya sangat besar, tetapi masih dapat dilaksanakan, |
| Level 5 | : tidak dapat diterima, tidak ada alternatif lain. |

Variabel-variabel risiko yang telah diidentifikasi, lalu ditentukan tingkat kecenderungan dan konsekuensinya untuk mendapatkan nilai/score dari masing-masing variabel risiko di kedua lokasi pulau Biak dan Morotai. Selanjutnya dipetakan untuk mendapat gambaran tingkat penerimaan risiko apakah sangat kecil (*trivial*), kecil (*tolerable*), sedang (*moderat*), besar (*substantial*), atau sangat besar (*intolerable*). Kemudian dilakukan komparasi nilai risiko di kedua lokasi pulau Biak dan Morotai untuk mendapat gambaran dari masing-masing variabel risiko, dan gambaran dari lokasi yang memiliki tingkat risiko terkecil yang dapat dipertimbangkan untuk dipilih.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Kondisi lingkungan di Kabupaten Biak Numfor, dan Kabupaten Pulau Morotai dapat digambarkan, sebagai berikut:

a. Kondisi di Kabupaten Biak Numfor

Biak Numfor merupakan salah satu Kabupaten di Provinsi Papua yang terletak di Teluk Cenderawasih, lokasinya berada pada koordinat $0^{\circ}55' - 1^{\circ}27'$ Lintang Selatan dan $134^{\circ}47' - 136^{\circ}48'$ Bujur Timur. Kabupaten Biak Numfor berbatasan dengan: Samudera Pasifik di sebelah Utara dan Timur, selat Yapen di sebelah Selatan, Kabupaten Supiori di sebelah Barat. Kabupaten Biak Numfor memiliki luas 15.124 km^2 , terdiri dari luas daratan 2.602 km^2 dan luas lautan 12.522 km^2 . Kabupaten Biak Numfor memiliki 19 Distrik atau Kecamatan, diantaranya adalah Kecamatan Biak Utara (Pemprov. Papua, 2015). LAPAN telah memiliki tanah dengan luas ± 1 (satu) km^2 berada di Kampung Saukoby, Kecamatan Biak Utara pada koordinat $0^{\circ}54'$ Lintang Selatan dan $136^{\circ}03'$ Bujur Timur seperti ditunjukkan pada Gambar 3-1 (Sianipar dkk., 2012).



Sumber: Sianipar dkk., 2012.

Gambar 3-1: Lokasi Tanah Milik LAPAN di Kampung Saukoby

Topografi Kabupaten Biak Numfor sangat bervariasi, daerah pantai terdiri dari dataran rendah dengan lereng dan landai sampai dengan daerah pedalaman yang memiliki kemiringan terjal. Berdasarkan ketinggiannya, Kabupaten Biak Numfor berada pada ketinggian 0—920 meter dari permukaan laut. Daerah pantai ketinggiannya 0—5 meter dari permukaan laut, sedangkan daerah pedalaman ketinggiannya 10—600 meter dari

permukaan laut. Luas daerah bermorfologi berombak dengan kemiringan antara 3—15% yaitu sekitar 20% dari pulau Biak terbentang di bagian tengah yang sebagian kecil wilayah ke arah Timur ditempati kampung Korim. Tanah milik LAPAN yang berada di kampung Saukobyte dan bersebelahan dengan kampung Korim juga memiliki topologi dengan kemiringan agak terjal (Sianipar dkk., 2012).

Pulau Biak berada di kawasan samudera Pasifik, dan berada di jalur gempa. Gempa Biak terjadi pada Jalur Patahan Sorong yang memanjang dari Papua sampai Kepulauan Sula di Maluku. Pada tahun 1996, pernah terjadi gempa bumi di Kecamatan Biak Utara dengan kekuatan 7,5 skala Richter. Pusat gempa berada pada posisi 1,1° Lintang Selatan dan 137,1° Bujur Timur, yang menelan korban minimal 96 orang meninggal dunia. Diasumsikan bahwa gempa ini adalah gempa tektonik, karena pelepasan energi yang diakibatkan oleh bergesernya sistem Sesar atau Patahan Sorong. Secara tektonis, wilayah Indonesia Timur merupakan lokasi pertemuan tiga lempeng tektonik, yaitu Lempeng Pasifik yang bergerak dari arah Timur ke Barat, Lempeng Australia yang bergerak dari arah Tenggara ke Barat Laut dan Lempeng Eurasia yang bergerak dari arah Barat Laut ke Tenggara. Jenis gempa bumi yang sering terjadi di Papua terutama di pesisir Utara ialah gempa tektonik yang besarnya menurut derajat MMI lebih besar dari derajat 7 (7 sampai 12) dan terletak pada jalur gempa sirkum Pasifik. Daerah episentrum yang cukup padat terletak di daerah antara 01°—06° Lintang Selatan dan 130°—140° Bujur Timur (Sianipar dkk., 2012).

Selama kurun waktu 100 tahun terakhir, diketahui sekitar 85% kejadian Tsunami terjadi di wilayah Timur Indonesia. Hal ini disebabkan di wilayah Timur memiliki aktivitas geologi yang lebih kompleks dibanding wilayah Barat. Lempengan di perairan laut dalam sangat berpengaruh terhadap munculnya Tsunami. Tsunami pada umumnya terjadi selalu setelah beberapa aktivitas tektonik, seperti: aktivitas gempa, letusan gunung berapi atau longoran di dasar laut, dan dari ketiga aktivitas ini sekitar 90% disebabkan adanya gempa bumi. Pada tahun 1996, pulau Biak tepatnya di Pantai Korim pernah terkena Tsunami dengan ketinggian gelombang laut 12 meter yang memakan banyak korban. Pada saat itu, hampir seluruh pemukiman di desa Korim hancur terkena Tsunami, termasuk tanah milik LAPAN terkena abrasi sekitar 50 meter dari pantai (Sianipar dkk., 2012).

Masyarakat Biak terutama yang tinggal di pedesaan, umumnya berladang dan menangkap ikan. Pada umumnya kegiatan berladang merupakan pekerjaan pokok, sedang menangkap ikan merupakan mata pencaharian tambahan. Teknik berladang yang digunakan sebagian besar penduduk ialah berpindah-pindah. Hasil kebun dipanen setelah kurang lebih delapan bulan sejak ditanam, setelah panen pertama kebun masih digunakan lagi sekali. Kemudian kebun ditinggalkan dan pindah untuk membuka kebun baru di lahan lain. Setelah kurang lebih 10 tahun, lahan pertama yang telah ditinggalkan dibuka lagi. Hingga saat ini kesatuan sosial yang paling penting dalam kehidupan bermasyarakat orang Biak adalah *keret*, atau klen kecil. Kondisi sosial di Papua kurang siap menerima budaya dari luar. Pada prinsipnya tanah di tempat satu pemukiman atau mnu adalah milik *keret* pertama yang membuka tempat tersebut menjadi pemukiman. Demikian juga dengan tanah, hutan dan sumber daya lainnya yang terdapat disekitar tempat pemukiman itu adalah milik *keret* pendiri mnu yang disebut *Manseren mnu*. *Keret-keret* yang datang hanya mendapat hak pakai saja dan bukan hak milik (Mansoben, 2003).

Konsep hak kepemilikan memiliki implikasi terhadap konsep hak (right) dan kewajiban (obligation) yang diatur oleh hukum, adat dan tradisi atau konsensus yang

mengatur hubungan antar anggota masyarakat dalam hal kepentingannya terhadap sumberdaya hutan. Kepemilikan tanah di Biak merupakan milik bersama (komunal), namun didalam pengambilan hasil atas tanah adat tersebut dibagi-bagi untuk masing-masing anggota keret sehingga tidak terjadi saling rampas pengelolaan sumber daya alam. Penandaan batasan tanah yang telah dijadikan lahan antar keret tersebut biasanya ditandai dengan batasan alam seperti batu, pohon dan sungai. Pemindahan dan penyerahan hak tanah adat dan hutan dari keret yang satu kepada keret yang lain masih dapat dimungkinkan namun memiliki peluang yang sangat kecil, karena pandangan masing-masing keret yang menilai hutan dan lahan sebagai anugerah yang harus dijaga dan dikelola (KPHL, 2014).

Secara umum, pola iklim di Kabupaten Biak Numfor dipengaruhi oleh monsoon dan maritime, dan sebagian besar dipengaruhi oleh maritime. Sebagai akibatnya, curah hujan relatif merata sepanjang tahun, sehingga tidak jelas batas antara musim kemarau dan musim penghujan. Secara umum curah hujan (rata-rata per bulan) 241,3 mm, hari hujan (rata-rata per bulan) 22 hari, suhu (rata-rata per bulan) 27,1°C, tingkat kelembaban udara (rata-rata per bulan) 87,2%, Tekanan Udara (rata-rata) 1007,6 mbs, dan kecepatan angin (rata-rata) 4 knots. Penyinaran matahari rata-rata per bulan 139,6 jam, sehingga Kabupaten Biak Numfor termasuk dalam daerah dengan iklim panas sedang (Sianipar dkk., 2012).

Kabupaten Biak Numfor, Provinsi Papua telah memiliki bandara yang disebut Bandara Frans Kaisiepo yang memiliki panjang landasan 3.570 meter, dan dapat didarati jenis pesawat B-747 termasuk kategori bandara internasional kelas I (Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, 2015). Disamping itu, transportasi dapat menggunakan kapal laut menuju Pelabuhan Biak Jln. Jenderal Sudirman No 51 yang memiliki jumlah Dermaga 4 buah dengan panjang Dermaga 202 meter, serta memiliki Crane 5 buah dan Fork Lift 12 buah (Pelabuhan Indonesia 4, 2014). Transportasi darat di Biak, setiap hari dapat dilakukan dengan transportasi umum dari Biak Kota menuju Biak Utara. Kondisi jalan dari Biak Kota menuju Biak Utara sangat baik. Ibukota Kabupaten Biak Numfor berjarak 36 kilometer ke Ibukota Kecamatan Korem (Pemprov. Papua, 2015).

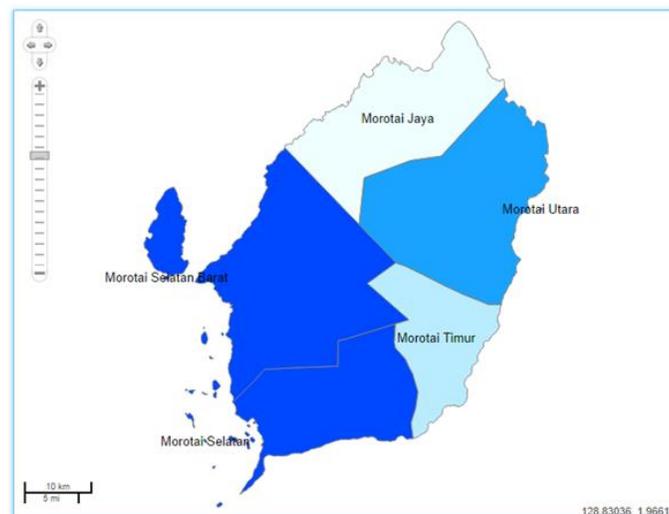
Keamanan merupakan faktor penting untuk suatu bandar antariksa, karena perlu pengamanan ekstra untuk beberapa fasilitas yang ada di dalam lokasi bandar antariksa. Oleh karena itu, perlu dukungan institusi TNI/Kepolisian untuk pengamanan bandar antariksa. Pos keamanan TNI AD dan Kepolisian telah ada di Biak Utara, namun lokasinya agak jauh dari alternatif lokasi Kampung Saukoby. Fasilitas di bandar antariksa termasuk barang sensitif, sehingga konsekuensinya cukup besar bila terjadi gangguan keamanan. Kondisi di Papua umumnya pembangunan masih kurang, dan industri sangat sedikit. Pada umumnya, material yang digunakan untuk pembangunan didatangkan dari luar pulau Papua, demikian juga dengan tenaga ahli/ SDM masih sedikit (Sianipar dkk., 2012).

b. Kondisi di Kabupaten Pulau Morotai

Pulau Morotai adalah salah satu pulau di kepulauan Halmahera, dan merupakan salah satu Kabupaten di Provinsi Maluku Utara. Pulau Morotai terletak pada koordinat 2°00'–2°40' Lintang Utara dan 128°15'–129°08' Bujur Timur. Pulau ini berbatasan dengan Samudera Pasifik di sebelah Utara, Laut Halmahera di sebelah Timur, Selat Morotai di sebelah Selatan dan Laut Sulawesi di sebelah Barat. Kabupaten Pulau Morotai mempunyai luas wilayah 4.301,53 Km², dengan luas daratan seluas 2.314,90 Km², dan luas wilayah laut sejauh 4 (empat) mil seluas 1.986,63 Km², serta panjang garis pantai

311,22 Km (Bappeda Morotai, 2010). Kabupaten Pulau Morotai terdiri atas 5 (lima) Kecamatan, yaitu (1) Kecamatan Morotai Selatan dengan luas wilayah 363,10 Km², (2) Kecamatan Morotai Selatan Barat dengan luas wilayah 731,80 Km², (3) Kecamatan Morotai Jaya dengan luas wilayah 408,50 Km², (4) Kecamatan Morotai Utara dengan luas wilayah 448,70 Km², dan (5) Kecamatan Morotai Timur dengan luas wilayah 362,80 Km² (Gambar 3.2). Ibu kota Kabupaten Pulau Morotai berada di Morotai Selatan dengan ibukota di Daruba.

Pulau Morotai sebagian besar merupakan daerah pegunungan. Daerahnya merupakan bentangan alam dengan puncak tajam dan punggung curam serta lereng yang curam (40%). Kecamatan Morotai Selatan Barat dan Morotai Utara menempati kawasan pantai dengan ketinggian berkisar antara 0–499 meter dari muka laut. Sedangkan kecamatan lainnya menempati kawasan pantai sampai menjorok kepedalaman daratan. Wilayah dataran (kemiringan di bawah 15%) terdapat di daerah Kepulauan Morotai bagian Selatan, yaitu di kecamatan Morotai Selatan dan sekitarnya, berupa dataran alluvial yang luas pada daerah pedalaman, dataran vulkanik yang berombak dan dataran alluvial berawa secara local (Sianipar dkk., 2012).



Sumber: Sianipar, 2014.

Gambar 3-2: Batas Wilayah Kecamatan di Kabupaten Pulau Morotai

Kecamatan Morotai Timur memiliki 15 desa, terdiri dari 14 desa pantai dan 1 (satu) bukan desa pantai. Nama kelima belas desa tersebut, adalah: Sambiki Baru, Sambiki Tua, Gamlamo, Sangowo Barat, Sangowo, Sangowo Timur, Rahmat, Mira, Doku Mira, Wewemo, Gosoma Maluku, Hino, Buho-buho, Seseli Jaya, Lifao. Kajian ini memilih Tg. Sangowo sebagai lokasi alternatif ke-2 untuk pembangunan bandar antariksa. Tg. Sangowo terletak di Desa Sangowo Timur, yaitu terletak di antara Desa Sangowo dan Desa Rahmat. Lokasi ini terletak pada koordinat 2°07' Lintang Utara dan 128°34' Bujur Timur. Lokasi ini merupakan jalur perlintasan angkutan umum dari Daruba ke Berebere, dan jaraknya ±39 kilometer dari Daruba. Topografi wilayah Tg. Sangowo merupakan daerah perbukitan, terletak di pinggir pantai dan menghadap ke laut Halmahera (Sianipar, 2014).

Kabupaten Pulau Morotai telah memiliki panjang jalan $\pm 287,63$ kilometer, dan jaringan jalan yang berstatus jalan kolektor primer 1 (jalan nasional), ialah ruas Daruba–Daeo dengan panjang 25,59 kilometer, ruas Daeo–Berebere dengan panjang 68 kilometer dan kondisi jalan pada umumnya baik. Sedangkan untuk jalan Provinsi di ruas Daruba–Wayabula dengan panjang 52 kilometer, dan Wayabula–Berebere dengan panjang 89 kilometer. Pada tahun 2013, kondisi jalan yang menghubungkan Kota Daruba, Sangowo, Berebere, Gorua (Morotai Utara) 90% baik dan beraspal (Sianipar, 2014).

Pelayanan transportasi laut dari dan ke Pulau Morotai serta antarkecamatan di Morotai telah ada pelabuhan laut, diantaranya (i) Pelabuhan Daruba digunakan untuk angkutan laut antar pulau dengan panjang dermaga 48 meter, (ii) Dermaga Wayabula merupakan pelabuhan untuk pengangkutan hasil laut yang melayani rute antarkecamatan, (iii) Dermaga Sangowo digunakan yang digunakan untuk bongkar muat hasil laut, dan (iv) Dermaga Bere-Bere digunakan sebagai pelabuhan angkutan penumpang ke Tobelo, juga sebagai tempat bongkar muat barang baik dari hasil laut maupun kebutuhan pokok (Sianipar dkk., 2012). Disamping transportasi laut, di Morotai terdapat bandar udara (bandara) Pitu yang dikelola oleh TNI AU. Landasan bandara tersebut telah mengalami *over lay* landasan menjadi panjangnya 2400 meter dan lebar 70 meter, dan dilengkapi dengan apron dan *taxy way* sehingga sangat mendukung kegiatan penerbangan. Bandara Pitu selain digunakan untuk kepentingan TNI AU juga digunakan untuk penerbangan sipil. Pada mulanya terdapat tujuh landasan pacu, namun dua landasan sudah tidak dapat digunakan, karena satu landasan telah rusak disebabkan abrasi laut dan yang satu lagi digunakan untuk jalan (Sianipar dkk., 2012).

Kepulauan Morotai berpotensi mengalami gempa bumi, karena secara geologis kedudukan wilayah Kepulauan Morotai berada pada tumpukan tiga elemen tektonik. Ketiga lempeng tektonik ini, adalah Lempeng Hindia atau Indo Australia yang bergerak ke arah Selatan, Lempeng Euroasia yang bergerak dari arah Barat dan Lempeng Pasifik dari arah Barat juga. Karena kondisinya seperti ini, sehingga membuat pulau Morotai menjadi “tidak stabil”. Dengan kata lain, karena adanya aktivitas tumpukan antar lempeng tersebut, maka kawasan Kepulauan Morotai berpotensi mengalami gempa tektonik dan Tsunami. Kekuatan gempa yang terjadi di pulau Morotai umumnya di bawah 6 SR, dan hingga saat ini tidak pernah ada korban manusia serta merusak bangunan yang ada (Bappeda Morotai, 2010).

Terdapat 4 (empat) Kabupaten di Maluku Utara yang ditetapkan sebagai daerah rawan tsunami. Keempat daerah tersebut adalah Kabupaten Kepulauan Sula, Kabupaten Halmahera Selatan, Kabupaten Pulau Morotai, dan Kabupaten Halmahera Utara. Daerah yang rawan tersebut merupakan kawasan sepanjang pantai atau kawasan pesisir. Daerah pesisir yang paling rawan tsunami adalah daerah Maluku Utara bagian Utara seperti Morotai dan Halmahera Utara, sedang daerah Maluku Bagian Selatan, seperti Kabupaten Halmahera Selatan dan Kabupaten Kepulauan Sula lebih kecil kemungkinan terjadi tsunami. Berdasarkan data dari Bappeda Morotai, bahwa daerah rawan tsunami untuk pulau Morotai terdapat disepanjang pinggir pantai. Daerah pantai masuk dalam zona bahaya-1 tsunami, karena ketinggiannya <20 meter di atas permukaan laut (Bappeda Morotai, 2010).

Kondisi iklim di Maluku Utara dipengaruhi oleh iklim laut tropis dan iklim musim. Musim hujan berada pada bulan Desember—Februari dan kemarau dalam bulan Agustus—Desember yang diselingi pancaroba pada bulan Nopember—Desember (Suriadi dkk., 2005). Curah hujan rata-rata di Morotai 2.301,5 milimeter pertahun, suhu udara

rata-rata 27,59 derajat Celcius, kelembaban udara 87,38 persen, dan kecepatan angin 12,09 (Sianipar dkk., 2012).

Tg. Sangowo ialah salah satu lokasi alternatif, terletak di Desa Sangowo Timur, Kecamatan Morotai Timur dengan koordinat lokasi pada 2°07' Lintang Utara dan 128°34' Bujur Timur. Dalam kajian ini, diasumsikan bahwa landasan luncur (*launch pad*) terletak pada koordinat 2°07'32.74" Lintang Utara dan 128°34'40.35" Bujur Timur. Kondisi lokasi ini dapat digambarkan, sebagai berikut: tidak berada di daerah hutan lindung; jaraknya ke pemukiman penduduk di Desa Sangowo ±2,5 kilometer dan ke Desa Rahmat ±1,7 kilometer; tanahnya bergelombang sedang dan area di sekitar pantai termasuk dataran rendah (<20 meter di atas permukaan laut); sebelah Timur lokasi merupakan lautan bebas. Berdasarkan perhitungan zona aman apabila roket membawa bahan bakar 5000 kilogram, jarak radius zona aman I dari landasan luncur kurang lebih 1.768 meter dan zona aman ke pemukiman penduduk berjarak kurang lebih 6.010 meter dari landasan luncur (Sianipar, 2011).

Keamanan merupakan faktor penting untuk suatu bandar antariksa, karena perlu pengamanan ekstra untuk beberapa fasilitas yang ada di dalam lokasi bandar antariksa. Oleh karena itu, perlu dukungan institusi TNI/Kepolisian untuk pengamanan bandar antariksa. Pos keamanan TNI AD dan Kepolisian telah ada di pulau Morotai khususnya di sekitar lokasi Tg. Sangowo tepatnya berada di desa Sangowo, sehingga kecil kemungkinan terjadinya gangguan keamanan khususnya pengamanan aset bandar antariksa. Namun karena kebutuhan pengamanan fasilitas bandar antariksa, sehingga konsekuensi risiko keamanannya cukup besar. Pulau Morotai merupakan salah satu daerah terluar yang pembangunan wilayahnya masih belum banyak. Pada umumnya, material yang digunakan untuk pembangunan didatangkan dari luar pulau Morotai, demikian juga dengan tenaga ahli/ SDM masih sedikit (Sianipar dkk., 2012).

3.2 Pembahasan

Berdasarkan data kondisi lingkungan di pulau Biak dan Morotai di atas, kecenderungan dan konsekuensi mewujudkan bandar antariksa di kedua pulau tersebut dapat diidentifikasi, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3-1.

Tabel 3-1: Identifikasi penyebab Risiko

| No | Identifikasi Penyebab Risiko | Pulau Biak | Pulau Morotai |
|----|--|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Kondisi topografi <i>Catatan:</i> Bandar antariksa memerlukan permukaan tanah yang datar. | Topografi tanah LAPAN di Saukobyte bergelombang tajam, sehingga berisiko besar terhadap kegiatan di lokasi dan dampaknya sangat besar terhadap pembangunan fasilitas, pergerakan pengangkutan wahana antariksa dan wahana peluncur. | Topografi tanah di Tg. Sangowo bergelombang sedang, sehingga berisiko terhadap kegiatan di lokasi dan dampaknya besar terhadap pembangunan fasilitas, pergerakan pengangkutan wahana antariksa dan wahana peluncur. |
| 2. | Jarak lokasi ke pemukiman penduduk <i>Catatan:</i> jarak <i>launch pad</i> ke pemukiman penduduk >6 km. | Jarak lokasi (<i>launch pad</i>) ke pemukiman penduduk terlalu dekat (±1 km), sehingga kecenderungan risiko terhadap penduduk dan fasilitas sangat besar serta dampaknya sangat besar. | Jarak lokasi (<i>launch pad</i>) ke pemukiman penduduk dekat (±1 km), sehingga kecenderungan risiko terhadap penduduk dan fasilitas besar serta dampaknya besar. |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----|---|--|--|
| 3. | Keamanan peluncuran roket | Lokasi di pinggir pantai dan bebas ke arah Timur, sehingga kecil kecenderungan risiko kegiatan ke arah laut dan dampaknya kecil. | Lokasi di pinggir pantai dan bebas ke arah Timur, sehingga kecil kecenderungan risiko kegiatan ke arah laut dan dampaknya kecil. |
| 4. | Bencana Tsunami <u>Catatan:</u> daerah bebas tsunami >20 meter di atas permukaan laut. | Kecil kemungkinan terjadi tsunami, namun dampaknya sangat besar karena lokasi daerah pantai yang sangat rendah (± 1 km) luas sekali. | Kecil kemungkinan terjadi tsunami, namun dampaknya cukup besar karena lokasi daerah pantai yang sangat rendah (± 1 km) tidak terlalu luas sekali. |
| 5. | Bencana gempa bumi | Umumnya gempa tidak terlalu banyak dan kekuatan gempa <6 SR, namun setiap kejadian gempa belum pernah ada penduduk yang meninggal dan kerusakan fasilitas tidak berarti. | Umumnya gempa tidak terlalu banyak dan kekuatan gempa <6 SR, namun setiap kejadian gempa belum pernah ada penduduk yang meninggal dan kerusakan fasilitas tidak berarti. |
| 6. | Bencana longsor & banjir | Lokasi tidak termasuk daerah longsor, tetapi dapat terkena banjir karena daerah rendah sangat luas yang berdampak risiko cukup besar pada fasilitas yang ada di lokasi. | Lokasi tidak termasuk daerah longsor dan banjir, sehingga kecil berdampak risiko pada fasilitas yang ada di lokasi. |
| 7. | Transportasi ke dan dari Pelabuhan ke lokasi | Kapal besar (kapal barang) dapat bersandar di pelabuhan. Jalan dari pelabuhan ke lokasi— ± 50 km—cukup baik dan banyak jalan naik turun, hanya sekitar 2 km menuju lokasi sangat rusak sehingga cukup besar berdampak risiko terhadap material untuk fasilitas bandar antariksa. | Kapal besar (kapal barang) dapat bersandar di pelabuhan. Jalan dari pelabuhan ke lokasi — ± 40 km—cukup baik dan sedikit jalan naik turun, sehingga kecil berdampak risiko terhadap material untuk fasilitas bandar antariksa. |
| 8. | Gangguan keamanan | Bandar antariksa memerlukan keamanan ekstra, dan berdampak besar bila terjadi gangguan. memerlukan bantuan dari aparat TNI/Kepolisian. Terdapat pos TNI di Kampung Saukoby, dan berada agak jauh dari lokasi alternatif. | Kecil kemungkinan gangguan terhadap fasilitas bandar antariksa, terdapat pos TNI AD di desa Sangowo, dekat Tg. Sangowo. |
| 9. | Pengadaan material pembangunan | Umumnya material untuk pembangunan fasilitas bandar antariksa dari luar pulau Biak, sehingga cukup besar berdampak risiko pada kerusakan dan finansial. | Umumnya material untuk pembangunan fasilitas bandar antariksa dari luar pulau Biak, sehingga cukup besar berdampak risiko pada kerusakan dan finansial. |
| 10. | Gangguan cuaca | Kondisi cuaca umumnya mendukung untuk peluncuran roket. Rata-rata curah hujan 241,3 mm/bulan, suhu udara 27,1°C, kelembaban udara 87,2%, kecepatan angin 4 knots. | Kondisi cuaca umumnya mendukung untuk peluncuran roket. Rata-rata curah hujan 2.301,5 mm/tahun, suhu udara 27,59°C, kelembaban udara 87,38%, kecepatan angin 12,09. |
| 11. | Risiko sosial | Masyarakat Papua kurang siap menerima budaya dari luar. Pada prinsipnya tanah di Biak merupakan hak milik keret pembuka pertama, pendatang hanya mendapat hak pakai saja dan bukan hak milik. | Kondisi sosial di Morotai cukup kondusif, dan sikap masyarakatnya khususnya di dan sekitar Tg. Sangowo dapat menerima pembangunan bandar antariksa. |

Sumber: Data diolah

Berdasarkan hasil identifikasi penyebab risiko pada Tabel 3-1, maka penilaian dan pemetaan risiko untuk alternatif lokasi di pulau Biak dan Morotai dapat dilakukan, sebagai berikut:

a. Penilaian Risiko

Sebagaimana telah diungkapkan pada bab 2, bahwa tingkat kecenderungan dan konsekuensi (besaran dari terealisasinya risiko) masing-masing dibagi atas lima kelompok, sehingga matriks risiko membentuk matriks bujur sangkar. Dari identifikasi risiko dan data-data yang diungkap sebelumnya, maka tingkat risiko dari masing-masing alternatif lokasi di pulau Biak dan Morotai, adalah sebagai berikut:

1) Lokasi alternatif-1: Pulau Biak

Tingkat risiko dalam mewujudkan bandar antariksa di pulau Biak, khususnya di lokasi alternatif Kampung Saukoby, Biak Utara dapat disusun dalam Tabel 3-2.

Tabel 3-2: Tingkat Risiko Untuk Lokasi Pulau Biak

| No. | Variabel Risiko | Tingkat | | Skor (Score) |
|-------|---|---------------|-------------|-----------------|
| | | Kecenderungan | Konsekuensi | |
| 1. | Kondisi topografi lokasi alternatif | 3 | 4 | 12 |
| 2. | Jarak lokasi alternatif ke pemukiman penduduk | 5 | 5 | 25 |
| 3. | Keamanan peluncuran roket | 2 | 2 | 4 |
| 4. | Bencana Tsunami | 2 | 5 | 10 |
| 5. | Bencana gempa bumi | 3 | 2 | 6 |
| 6. | Bencana longsor dan banjir | 2 | 3 | 6 |
| 7. | Transportasi dari Pelabuhan ke lokasi | 3 | 3 | 9 |
| 8. | Gangguan keamanan | 3 | 4 | 12 |
| 9. | Pengadaan material untuk pembangunan | 3 | 3 | 9 |
| 10. | Gangguan cuaca | 2 | 3 | 6 |
| 11. | Risiko sosial | 3 | 3 | 9 |
| Total | | | | 108 |

Sumber: Data Diolah

2) Lokasi alternatif-2: Pulau Morotai

Tingkat risiko dalam mewujudkan bandar antariksa di pulau Morotai, khususnya di lokasi alternatif Tg. Sangowo, Morotai Timur dapat disusun dalam Tabel 3-3.

Tabel 3-3: Tingkat Risiko Untuk Lokasi Pulau Morotai

| No. | Variabel Risiko | Tingkat | | Skor (Score) |
|-----|---|---------------|-------------|-----------------|
| | | Kecenderungan | Konsekuensi | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. | Kondisi topografi lokasi alternatif | 2 | 3 | 6 |
| 2. | Jarak lokasi alternatif ke pemukiman penduduk | 3 | 4 | 12 |
| 3. | Keamanan peluncuran roket | 2 | 2 | 4 |
| 4. | Bencana Tsunami | 2 | 3 | 6 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------|---------------------------------------|---|---|----|
| 5. | Bencana gempa bumi | 3 | 2 | 6 |
| 6. | Bencana longsor dan banjir | 1 | 2 | 2 |
| 7. | Transportasi dari Pelabuhan ke lokasi | 2 | 2 | 4 |
| 8. | Gangguan keamanan | 2 | 4 | 8 |
| 9. | Pengadaan material untuk pembangunan | 3 | 3 | 9 |
| 10. | Gangguan cuaca | 2 | 3 | 6 |
| 11. | Risiko sosial | 2 | 3 | 6 |
| Total | | | | 69 |

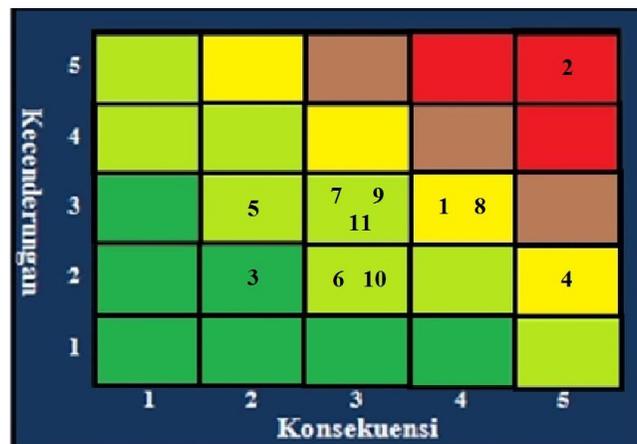
Sumber: Data Diolah

b. Pemetaan Risiko

Berdasarkan hasil penilaian risiko di atas, maka pemetaan risiko untuk alternatif lokasi di pulau Biak dan Morotai dapat digambarkan, sebagai berikut

1) Lokasi alternatif-1: Pulau Biak

Penilaian risiko atas setiap variabel risiko untuk alternatif lokasi di pulau Biak seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3-2, akan menghasilkan informasi berupa pemetaan risiko seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3-3. Pada Gambar 3-3 dapat dilihat, bahwa peta risiko berada pada kotak warna hijau (tua dan muda), kotak warna kuning, dan satu variabel di kotak warna merah. Kecenderungan risiko yang mungkin akan dihadapi, adalah rendah, sedang, dan sangat tinggi, dengan konsekuensinya kecil, besar, sangat besar, dan tidak dapat diterima. Tingkat risiko untuk variabel risiko pulau Biak, yaitu sangat kecil (*trivial*), kecil (*tolerable*), sedang (*moderat*), dan sangat besar (*intolerable*). Variabel yang mempunyai tingkat risiko sangat kecil, adalah variabel risiko bernomor (3). Variabel yang mempunyai tingkat risiko kecil, yaitu variabel risiko bernomor (5), (6), (10), (7), (9), dan (11). Variabel yang mempunyai tingkat risiko sedang, adalah variabel risiko bernomor (4), (1), dan (8). Variabel yang mempunyai tingkat risiko sangat besar, adalah variabel risiko bernomor (2). Total skor dari tingkat risiko untuk mewujudkan bandar antariksa di alternatif lokasi kampung Saukoby, Biak adalah 108.



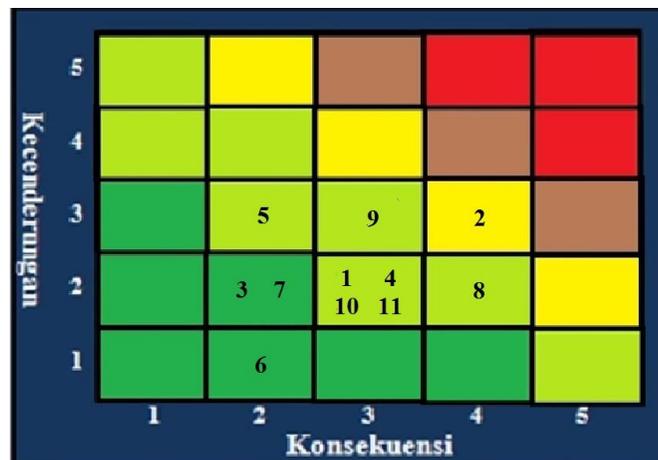
Sumber: Data Diolah

Gambar 3-3: Pemetaan Risiko untuk Lokasi Pulau Biak

Berdasarkan penilaian risiko tersebut, ada satu variabel yang tingkat risikonya tidak dapat diterima (*intolerable*) karena sangat besar, yaitu jarak lokasi ke pemukiman penduduk—sekitar satu kilometer—sangat terlalu dekat. Sebelum risiko itu diminimalisir, tidak dapat mewujudkan bandar antariksa di lokasi kampung Saukoby, Biak. Disamping risiko tersebut, risiko yang juga perlu mendapat perhatian ialah risiko moderat untuk variabel (4) bencana tsunami, (1) kondisi topografi lokasi, dan (8) gangguan keamanan. Ketiga variabel itu juga perlu diminimalisir dalam mewujudkan bandar antariksa, karena risiko pada variabel tersebut termasuk risiko yang tidak dapat diterima. Sedangkan variabel lain yang tingkat risikonya sangat kecil (*trivial*) dan kecil (*tolerable*) hanya diperlukan pemantauan dalam pelaksanaannya.

2) Lokasi alternatif-2: Pulau Morotai

Penilaian risiko atas setiap variabel risiko untuk alternatif lokasi di pulau Morotai seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3-3, akan menghasilkan informasi berupa pemetaan risiko seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3-4. Pada Gambar 3-4 dapat dilihat, bahwa peta risiko umumnya berada pada kotak warna hijau (tua dan muda), dan satu variabel di kotak warna kuning. Kecenderungan risiko yang mungkin akan dihadapi sangat rendah, rendah dan sedang dengan konsekuensinya kecil, besar, dan sangat besar. Tingkat risiko untuk variabel risiko di pulau Morotai, adalah sangat kecil (*trivial*), kecil (*tolerable*), dan sedang (*moderat*). Variabel yang mempunyai tingkat risiko sangat kecil, adalah variabel risiko bernomor (6), (3), (7). Variabel yang mempunyai tingkat risiko kecil, adalah variabel risiko bernomor (5), (1), (4), (10), (11), (8), dan (9). Variabel yang mempunyai tingkat risiko sedang, adalah variabel risiko bernomor (2). Total skor dari tingkat risiko untuk mewujudkan bandar antariksa di alternatif lokasi Tg. Sangowo, Morotai adalah 69.



Sumber: Data Diolah
 Gambar 3-4: Pemetaan Risiko Untuk Lokasi Pulau Morotai

Berdasarkan penilaian risiko tersebut, ada satu variabel yang tingkat risikonya moderat, yaitu jarak lokasi ke pemukiman penduduk—sekitar 2,7 kilometer—. Risiko moderat berkaitan dengan konsekuensi yang sangat berbahaya, dan diperlukan pengkajian lebih lanjut untuk mengetahui kemungkinan bahayanya sebagai dasar untuk meningkatkan tindakan pengendalian. Sedangkan sepuluh variabel lainnya yang tingkat risikonya sangat kecil (*trivial*) dan kecil (*tolerable*) hanya diperlukan pemantauan dalam pelaksanaannya.

Tabel 3-4: Perbandingan Nilai Risiko Untuk Pulau Biak dan Morotai

| No. | Variabel Risiko | Skor (<i>Score</i>) | |
|-----|---|-----------------------|---------|
| | | Biak | Morotai |
| 1. | Kondisi topografi lokasi alternatif | 12 | 6 |
| 2. | Jarak lokasi alternatif ke pemukiman penduduk | 25 | 12 |
| 3. | Keamanan peluncuran roket | 4 | 4 |
| 4. | Bencana Tsunami | 10 | 6 |
| 5. | Bencana gempa bumi | 6 | 6 |
| 6. | Bencana longsor & banjir | 6 | 2 |
| 7. | Transportasi dari Pelabuhan ke lokasi | 9 | 4 |
| 8. | Gangguan keamanan | 12 | 8 |
| 9. | Pengadaan material untuk pembangunan | 9 | 9 |
| 10. | Gangguan cuaca | 6 | 6 |
| 11. | Risiko sosial | 9 | 6 |
| | Total | 108 | 69 |

Sumber: Data Diolah

Berdasarkan hasil penilaian risiko di kedua lokasi pulau Biak dan Morotai, diperoleh beberapa variabel risiko untuk lokasi pulau Biak memiliki nilai tingkat risiko lebih besar dari yang ada di lokasi pulau Morotai. Pada Tabel 3-4 digambarkan bahwa perbedaan tingkat risiko terdapat pada variabel bernomor (1), (2), (4), (6), (7), (8), dan (11). Hal ini menunjukkan, bahwa membangun bandar antariksa di pulau Biak khususnya di alternatif lokasi Kampung Saukobyte lebih berisiko bila dibandingkan dengan membangun bandar antariksa di lokasi Tg. Sangowo, Morotai. Dengan demikian, total skor tingkat risiko di pulau Biak lebih besar dari total skor tingkat risiko di pulau Morotai. Oleh karena itu, lokasi terbaik untuk lokasi bandar antariksa dari kedua alternatif lokasi tersebut adalah di pulau Morotai. Disamping perbedaan total skor tingkat risiko yang sangat besar, juga dapat ditunjukkan pada pemetaan risiko untuk masing-masing variabel risiko.

Penilaian risiko atas setiap variabel risiko untuk lokasi di pulau Biak memiliki tingkat risiko yang bervariasi mulai dari tingkat risiko yang sangat kecil (*trivial*) hingga yang sangat besar (*intolerable*). Variabel yang memiliki tingkat risiko yang diperlukan pemantauan—cukup—dalam pelaksanaannya, yaitu keamanan peluncuran roket, bencana gempa bumi, bencana longsor dan banjir, gangguan cuaca, transportasi dari pelabuhan ke lokasi, pengadaan material untuk pembangunan, dan risiko sosial. Variabel yang memiliki tingkat risiko yang perlu dilakukan pengurangan risikonya sebelum pelaksanaannya, karena risiko moderat dikaitkan dengan konsekuensi yang sangat berbahaya, yaitu bencana tsunami, kondisi topografi lokasi alternatif, dan gangguan keamanan. Sedang variabel yang memiliki tingkat risiko yang pelaksanaan pekerjaannya dilarang dilaksanakan sebelum risikonya dikurangi, yaitu jarak lokasi alternatif ke pemukiman penduduk.

Penilaian risiko atas setiap variabel risiko untuk lokasi di pulau Morotai memiliki tingkat risiko yang bervariasi mulai dari tingkat risiko yang sangat kecil (*trivial*) hingga sedang (*moderat*). Variabel yang memiliki tingkat risiko yang diperlukan pemantauan—cukup—dalam pelaksanaannya, yaitu bencana longsor dan banjir, keamanan peluncuran roket, transportasi dari pelabuhan ke lokasi, bencana gempa bumi, kondisi topografi lokasi alternatif, bencana tsunami, gangguan cuaca, risiko sosial, gangguan keamanan, dan

pengadaan material untuk pembangunan. Variabel yang memiliki tingkat risiko yang perlu dilakukan pengurangan risikonya sebelum pelaksanaannya, karena risiko moderat dikaitkan dengan konsekuensi yang sangat berbahaya, yaitu jarak lokasi alternatif ke pemukiman penduduk.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian ini, diperoleh bahwa dari sebelas variabel risiko yang digunakan terdapat tujuh variabel yang berbeda, dan pulau Biak memiliki tingkat risiko lebih besar dari pada di Morotai. Perbedaan tingkat risiko tersebut khususnya pada kondisi topografi lokasi, jarak lokasi ke pemukiman penduduk, bencana tsunami, bencana longsor dan banjir, transportasi dari pelabuhan ke lokasi, gangguan keamanan, dan risiko sosial. Dari perbedaan tersebut, terdapat empat variabel risiko untuk pulau Biak yang tingkat risikonya tidak dapat diterima dan moderat, dan terdapat satu variabel risiko untuk pulau Morotai yang tingkat risikonya moderat yang semuanya perlu mendapat perhatian. Sehingga berdasarkan hasil komparasi tingkat risiko dari kedua lokasi, lokasi di Tg. Sangowo, Morotai merupakan yang lebih baik dari lokasi di kampung Saukoby, Biak karena total nilai tingkat risikonya lebih kecil. Total nilai tingkat risiko di Morotai adalah 69, sedangkan total nilai tingkat risiko di Biak adalah 108.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan selesainya kajian ini, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu sehingga dapat diselesaikannya kajian ini dengan baik. Ucapan terima kasih ini juga kami sampaikan pada Kepala Pusat Kajian Kebijakan Penerbangan dan Antariksa, LAPAN yang telah memberi fasilitas dalam pelaksanaan kajian ini sehingga dapat diselesaikannya kajian ini dengan baik dan mengijinkannya untuk dipublikasikan.

DAFTAR ACUAN

- Bakr, Ali F., Khaled El Hagla., and Ayda Nayer Abo Rawash., 2012, *Heuristic approach for risk assessment modeling: EPCCM application (Engineer Procure Construct Contract Management)*, Alexandria Engineering Journal 51.
- Bappeda Morotai, 2010, Buku: *Rencana Penyusunan Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Pulau Morotai Propinsi Maluku Utara*.
- George, Terry Abisay., dan Nurhadi., 2013, *Manajemen Risiko Berbasis ISO 31000 pada Bandara Soekarno Hatta*, Jurnal Teknik Industri, 14(2), Agustus.
- Greenfield, Michael A., 2001, Risk Management “*What We Have Learned*”, Symposium on Risk, Hampton, Virginia, May 9, 2001.
- Handberg, Roger., 2014, *Building the new economy: “NewSpace” and state spaceports*, Technology in Society 39 (2014).
- ISO, 2003, *Space systems – Risk management*, ISO 17666: 2003(E), International Standar, Fist edition 2003-04-01.

- Kemkumham, 2013, *Undang Undang Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2013 Tentang Keantariksaan*, Jakarta, 6 Agustus.
- KPHL, 2014, *Laporan Tahun 2014 KPHL Model Biak Numfor*, <http://kph.web.id/wp-content/uploads/2015/10/Lap-Tahun-2014-KPHL-BN.pdf>, diunduh 1 April 2015.
- Mahmoudabadi, Abbas., 2015, *Developing a chaotic pattern of dynamic risk definition for solving hazardous material routing-locating problem*, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 37.
- Mansoben, J.R., 2003, *Sistem Politik Tradisional Etnis Byak*, Kajian tentang Pemerintahan Tradisional, *Jurnal Antropologi Papua* 1 (3), Agustus.
- Pelabuhan Indonesia 4, 2014, *Pelabuhan*, Updated: 20-11-2014, <http://regionalinvestment.bkpm.go.id/newsipid/id/saranapelabuhan.php?ia=9109&is=49>, diunduh 25 Jun 2015.
- Pemprov. Papua, 2015, *Keadaan Geografis*, <https://www.papua.go.id/view-detail-page-278/Keadaan-Geografis.html>, diunduh 1 April 2015.
- Sianipar, Bernhard H., 2011, *Analisis Patok Duga Stasiun Peluncuran Roket Pengorbit Satelit*, Kajian Kebijakan dan Informasi Kedirgantaraan, Buku 3, Editor: Igif G. Prihanto, dkk., Jakarta, Massma Publishing.
- Sianipar, Bernhard H., Gemuru Ritonga., Pardamean Hutahaean., dan Khanan Yusuf., Amirih., 2012, *Kajian Kelayakan Lokasi di Pulau Morotai dan Biak Sebagai Lokasi Bandar Antariksa Nasional*, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional, Desember 2012.
- Sianipar, Bernhard H., 2014, *Kajian Kelayakan Sosial Budaya Pembangunan Bandar Antariksa Nasional di Pulau Morotai*, Kajian Kebijakan dan Informasi Kedirgantaraan, Buku 1, Editor: Euis Susilawati, dkk., Jakarta, Mitra Wacana Media.
- Suriadi, A.B. M Arsjad., Yudi Siswanto., Nagib Edrus., Guridno Bintar S., Sri Hartini., dan Doddy M Yuwono., 2005, *Inventarisasi Sumber Daya Alam Pesisir dan Laut di Maluku Utara*, Pusat Survei Sumber Daya Alam Laut Bidang Inventarisasi Sumber Daya Alam Laut BAKOSURTANAL, Cibinong, Desember.
- Wu, Wei-Shing., Chen-FengYang., Jung-ChuanChang., Pierre-AlexandreChâteau., and Yang-ChiChang., 2015, *Risk assessment by integrating interpretive structural modeling and Bayesian network, case of offshore pipeline project*, *Reliability Engineering and System Safety* 142.