

Komparasi Sistem Stasiun Peluncuran Tetap (Fixed) dan Bergerak (Mobile)

Husni Nasution dan Lutfi Zainuddin

Bidang Analisis Sistem Kedirgantaraan, Pussisfogan, LAPAN

ABSTRACT

Presently, many countries have launch sites. They are used as places to launch their satellites and other countries's satellites for commercial launch services. Until the middle of nineties, all of the launch sites system belong to the fixed system. By growing of the launch market demand, four private industries from some countries (United States, Russia, Ukraine, and England) have built and operated mobile launch site system together. The launch site system is called *Sea Launch*, operated for the first time on March 27, 1999. This paper will analyze the comparison of the fixed and mobile launch site systems. The results can be used as a part of material input related to development and operation a launch site. The analysis result show that the fixed launch site systems have more capabilities than the mobile one.

ABSTRAK

Pada saat ini, banyak negara telah memiliki stasiun peluncuran. Stasiun peluncuran ini digunakan sebagai tempat untuk meluncurkan satelit milik sendiri dan juga milik negara lain dalam rangka tujuan komersial. Sampai pertengahan tahun sembilan puluhan sistem stasiun peluncuran yang ada seluruhnya bersifat tetap (*fixed*). Permintaan terhadap jasa peluncuran semakin meningkat, empat perusahaan swasta dari beberapa negara (Amerika Serikat, Rusia, Ukraina, dan Inggris) telah membangun dan mengoperasikan sistem stasiun peluncuran yang bergerak (*mobile*). Sistem stasiun peluncuran tersebut adalah *Sea Launch* yang dioperasikan pertama kali pada tanggal 27 Maret 1999. Di dalam makalah ini akan diteliti komparasi sistem stasiun peluncuran tetap dan bergerak. Hasilnya dapat digunakan sebagai bahan masukan dalam hal yang berkaitan dengan pembangunan dan pengoperasian stasiun peluncuran. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan disimpulkan bahwa sistem stasiun peluncuran tetap masih memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan yang bergerak.

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan semakin meningkatnya permintaan akan jasa peluncuran, beberapa negara maju yang telah memiliki stasiun peluncuran berupaya secara terus menerus untuk meningkatkan kemampuan sistem stasiun peluncurannya maupun membangun sistem stasiun peluncuran baru dalam rangka memberikan pelayanan yang sebaik-baiknya kepada pengguna jasa peluncuran.

Sampai pertengahan tahun sembilan puluhan sistem stasiun peluncuran yang dimiliki negara-negara seluruhnya bersifat tetap, maksudnya

adalah stasiun berada di satu lokasi dan tidak dapat dipindah-pindahkan. Lokasi stasiun-stasiun peluncuran tersebut pada umumnya berada di tepi pantai dan posisinya tergantung dari letak geografis negaranya.

Empat perusahaan swasta dari beberapa negara (Amerika Serikat, Rusia, Ukraina, Inggris) merintis membangun sistem stasiun peluncuran bergerak berbasis laut, disebut *Sea Launch*.

Sea Launch adalah sistem stasiun peluncuran bergerak yang dioperasikan di laut. Sistem stasiun peluncuran ini bisa di pindah-pindahkan dari satu lokasi ke lokasi lain sesuai yang diinginkan. *Sea*

Launch pertama kali dioperasikan pada tanggal 27 Maret 1999, meluncurkan satelit Galaxy XI, kemudian disusul pada tanggal 28 Juli 1999 meluncurkan satelit komunikasi PAS-9 milik Panamsat dari Samudera Pasifik.

Sistem stasiun peluncuran tetap dan bergerak masing-masing memiliki perbedaan dan keunggulan baik dari sisi teknis maupun sisi nonteknis. Untuk mengetahui perbedaan kedua sistem stasiun peluncuran tersebut dalam makalah ini akan dilakukan penelitian dengan melakukan komparasi antara kedua sistem tersebut dengan melihat kemampuan dan kelemahan dari masing-masing sistem. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan masukan bagi LAPAN maupun instansi terkait lainnya di dalam mengambil keputusan yang berkaitan dengan stasiun peluncuran.

2. DATA DAN METODE PENGOLAHAN

2.1 Data

2.1.1 Sistem stasiun peluncuran tetap (fixed)

Sebagaimana diuraikan pada bab sebelumnya bahwa sistem stasiun peluncuran yang ada sampai pertengahan

tahun sembilan puluhan seluruhnya adalah sistem stasiun peluncuran bersifat tetap yang jumlahnya diperkirakan lebih dari lima belas stasiun peluncuran yang tersebar di seluruh dunia (Gambar 2-1). Di dalam makalah ini data sistem stasiun peluncuran tetap yang akan dianalisis hanya berasal dari tujuh stasiun peluncuran. Ketujuh stasiun peluncuran dimaksud adalah (i) Pusat Ruang Angkasa Guiana (Guiana Space Center); (ii) Pusat Peluncuran Alcantara (Alcantara Launch Center - ALC); (iii) Pangkalan Angkatan Udara Vandenberg (Vandenberg Air Force Base - VAFB); (iv) Pusat Peluncuran Satelit Baikonur (Baikonur Satellite Launch Center - Baikonur Cosmodrome); (v) Pusat Ruang Angkasa Srihirakota (Shar Center); (vi) Pusat Ruang Angkasa Tanegashima (Tanegashima Space Center); dan (vii) Pusat Peluncuran Satelit Xichang (Xichang Satellite Launch Center).



Gambar 2-1 : Stasiun Peluncuran yang tersebar di seluruh Dunia

**a. Pusat ruang angkasa Guiana
(Guiana space centre)**

Pusat ruang angkasa Guiana (Guiana Space Centre) atau *Centre Spatial Guyanais (CSG)* adalah suatu stasiun peluncuran milik Arianespace yang berlokasi di daerah pantai lautan Atlantik, Guiana, Perancis, Amerika Selatan. Daerah pantai ini memanjang lebih 30 km ke utara kota Kourou (ketinggian dari permukaan laut < 200 m). Fasilitas peluncuran letaknya sekitar 20 km dari kota Kourou. Stasiun ini terletak dekat ekuator pada posisi 05°14' Lintang Utara dan 52°46' Bujur Barat. Pinalti kecepatan (velocity penalty) 0,9%, mampu digunakan sebagai tempat meluncurkan wahana peluncur satelit ke orbit geostationer (Geostationary Satellite Launch Vehicle-GSLV), dan Geostationary Transfer Orbit (GTO).

Satelit pertama yang diluncurkan dari stasiun ini dilakukan pada tahun 1970 menggunakan wahana peluncur *Diamant B*. Sejak peluncuran pertama stasiun tersebut terus dimodifikasi dan diputuskan sebagai fasilitas program peluncuran wahana peluncur seri Ariane. Modifikasi ini dikenal dengan nama *Ensemble de Lancement Ariane 1 (ELA 1)*, *ELA 2*, dan *ELA 3*. Fasilitas yang terdapat di *ELA 3* dibagi ke dalam tiga fungsi area, yaitu area peluncuran, area persiapan, dan area propelan.

Dengan dibangun dan dioperasikannya fasilitas stasiun peluncuran ini, telah terjadi beberapa perubahan di sekitar lokasi, yaitu bertambahnya jumlah penduduk yang bermukim di sekitar lokasi stasiun peluncuran. Pada awalnya hanya 850 jiwa, kemudian meningkat menjadi 20.000 jiwa. Untuk mengoperasikan stasiun tersebut Arianespace menyerap tenaga 1.200 orang teknisi yang sebagian besar memiliki ketrampilan yang tinggi. Juga, tumbuh hotel-hotel, apartemen dan bandar udara berskala internasional. Dampak dari perubahan

tersebut telah menumbuhkan kegiatan ekonomi masyarakat di sekitarnya.

**b. Pusat peluncuran Alcantara
(Alcantara Launch Centre - CLA)**

Alcantara Launch Center milik pemerintah Brazil. Pembangunannya dimulai pada tahun 1986. Untuk membangun fasilitas yang ada di CLA pemerintah Brazil telah mengeluarkan biaya sebesar US \$ 300 juta. CLA beroperasi sejak tahun 1989, dan telah berhasil meluncurkan 264 wahana, termasuk peluncuran roket VLS (Veiculo Lancador de Satellites) dan lebih dari 200 roket sounding. CLA terletak pada lokasi 2°12' Lintang Selatan dan 44°12' Bujur Barat, di sebelah timur laut pesisir Brasil, menghadap ke Samudera Atlantik. Dengan posisi lokasi tersebut, CLA akan dapat memberikan keuntungan 25% lebih besar daripada Cape Canaveral terhadap rotasi bumi.

Luas CLA 600 km². Semua fasilitas yang ada ditujukan untuk mendukung teknis operasional yang diperlukan bagi peluncuran wahana antariksa, mulai dari roket sounding berukuran kecil dan peluncur-peluncur satelit dengan kemampuan hingga ke ketinggian 200 km orbit sirkular.

Alcantara juga telah dikembangkan untuk melayani *VSL Orbital Launcher*. Landasannya dilengkapi agar dapat digunakan bagi Roket Sonda tipe Sonda 3/4, Roket-roket meteorologi, dan wahana-wahana ilmiah lainnya. Pinalti kecepatan mendekati 0%. Kemampuan CLA terus dikembangkan untuk stasiun peluncuran satelit ke orbit rendah (Low Earth Orbit - LEO).

Pusat peluncuran Alcantara adalah salah satu elemen utama dari Program keantariksaan Brazil. Lokasinya kurang dari 3° sebelah selatan Ekuator. Dengan posisi yang unik, CLA dapat menghemat lebih dari 30 % untuk peluncuran satelit ke orbit geostationer. Tahun 1994, kemampuan operasionalnya diuji dengan meluncurkan lebih dari 30 roket

sounding. Pengujian dilakukan atas kerja sama NASA (National Aeronautics and Space Administration) dan INPE (National Institute for Space Research).

Fasilitas yang ada di CLA terdiri dari stasiun bumi, tempat penyiapan satelit, gedung untuk perakitan satelit, laboratorium kimia, dan tempat penyimpanan propelan dan pyrotecnic. CLA juga mempunyai landasan pesawat terbang seluas 2600 x 45 m. Landasan ini dapat digunakan bagi pesawat terbang berukuran besar, termasuk pesawat C5A dan Antonov yang telah digunakan untuk membawa roket - roket NASA menuju Alcantara pada Agustus 1994. Di CLA juga tersedia suatu sistem untuk keadaan darurat dalam rangka mendukung kekuatan sektor-sektor khusus.

c. Pangkalan angkatan udara Vandenberg (Vandenberg Air Force Base - VAFB)

Vandenberg Air Force Base (VAFB) terletak di tengah-tengah pantai California pada posisi 34° 40' Lintang Utara dan 120° 37' Bujur Barat. Pinalti kecepatan 35,3 %, mampu digunakan sebagai stasiun peluncuran satelit ke LEO, dan juga meluncurkan satelit-satelit ke orbit polar dalam rangka pengujian misil.

VAFB milik Angkatan Udara Amerika Serikat. Sejak tahun 1958, VAFB digunakan sebagai stasiun peluncuran untuk meluncurkan misil balistik. Satelit orbit polar pertama yang diluncurkan dari VAFB dilaksanakan pada awal tahun 1959. Saat ini, di VAFB terdapat 6 kompleks yang aktif, yaitu *Space Launch Complex (SLC) 2W* (Delta), 3W (Atlas E), 4E (Titan IV), 4W (Titan II), 5 (Scout), dan Area 576E (Taurus).

d. Pusat peluncuran satelit Baikonur (Baikonur Satellite Launch Center - Baikonur Cosmodrome)

Baikonur Cosmodrome juga dikenal dengan nama Tyuratam. Baikonur merupakan stasiun peluncuran yang paling tua di dunia. Terletak di

Kazakhstan, tetapi penggunaannya dilakukan oleh Rusia untuk meluncurkan satelit-satelit ke orbitnya baik untuk kepentingan militer maupun sipil atau komersial. Pembangunannya dimulai pada tanggal 12 Januari 1955. Arealnya membentuk konfigurasi huruf "Y". Menempati suatu daerah yang luasnya kira-kira 7.360 km², dekat sungai Syr Darya, di Kyzyl-Orda Oblast, di Kazakhstan. Lokasi ini dekat perkampungan tua Tyuratam dan kota Zarya. Pada tahun 1958 diganti dengan nama Leninsk, kemudian pada tahun 1996 diganti dengan nama Baikonur.

Posisi lokasi Baikonur berada pada 47° 48' Lintang Utara dan 65° 50' Bujur Timur, pinalti kecepatan 54,9%, inklinasi minimum dan maksimum masing-masing 49° dan 99°. Sampai dengan akhir tahun 2000 diperkirakan telah melakukan lebih dari 200 peluncuran. Sejak bulan Pebruari 2000, telah dibahas tentang dikenakannya biaya sewa penggunaan Baikonur per tahun kepada Rusia oleh Kazakhstan, namun masih ditolak oleh Krunichev, Energia, dan Ts Skb-Progress.

Baikonur dapat dibandingkan dengan Pusat Peluncuran Kennedy di Amerika Serikat, tetapi Baikonur lebih besar. Pada pertengahan tahun 1970, terdapat paling sedikit 80 landasan peluncuran yang operasional. Namun kini hanya terdapat 9 kompleks peluncuran dengan 15 landasan yang operasional untuk mengakomodasi kegiatan-kegiatan keantariksaan dan misil. Secara garis besar fasilitas yang terdapat di Baikonur antara lain adalah stasiun pelacak (tracking station), stasiun radio (radio station), landasan peluncur (launcher pad), fasilitas latihan kosmonot (cosmonot training facilities), laboratorium-laboratorium (laboratories), dan stasiun bumi (ground station). Baikonur juga didukung oleh sistem perkeretaapian dan pelabuhan yang modern.

Kegiatan peluncuran di Baikonur ditujukan untuk meluncurkan satelit-satelit baik untuk kepentingan sipil maupun militer ke *Geostationary Earth*

Orbit (GEO), Geostationary Transfer Orbit (GTO) dan LEO, misi berawak, dan misi-misi menuju planet. Balkonur juga mendukung bermacam-macam wahana peluncur milik CIS (Commonwealth of Independent States) seperti Space Shuttle, Proton-K, Rokot, Soyuz-U, Molniya-M, Syklon-2, dan Zenit.

e. Pusat ruang angkasa Srihirakota (Srihirakota Range - Shar Center)

Shar Center adalah milik pemerintah India. Luasnya 145 km², di Pesisir Barat, 100 km Utara Madras, India. Posisi lokasinya berada pada 13°47' Lintang Utara dan 80°15' Bujur Timur. Pinalti kecepatan 5,8%, memiliki kemampuan meluncurkan satelit ke LEO, *Polar Orbit (PO)*, dan GTO. Beroperasi sejak bulan Oktober 1971, ditandai dengan diluncurkannya 3 Rohini (Sounding Rocket 125/SR-125). Sejak peluncuran tersebut fasilitas yang ada di *Shar Center* terus dikembangkan.

Di *Shar Center* terdapat landasan peluncuran untuk meluncurkan satelit-satelit milik ISRO (Indian Space Research Organization), tersedia juga fasilitas peluncuran bagi segala jenis Roket Sonda Rohini. Fasilitas yang dimiliki *Shar Center* antara lain pusat pengontrolan peluncuran, ruang perakitan, ruang *checkout*, ruang terminal *checkout*, landasan peluncur, *umbilical tower*, *service tower track*, *service tower*, *jet deflector*, fasilitas motor radar, fasilitas perakitan, pusat kontrol misi, telemetri, telekomando, dan radar C-band serta S-band. Sedangkan garis besar diskripsi landasan peluncuran yang dimiliki *Shar Center* adalah sebagai berikut :

- Landasan peluncuran pertama untuk mengakomodasi SLV-3 (Satellite Launch Vehicle). Mampu menempatkan satelit yang beratnya 40 kg ke orbit LEO. Landasan ini tidak aktif lagi.
- Landasan peluncuran kedua untuk mengakomodasi ASLV (Augmented

Satellite Launch Vehicle). Landasan ini dapat digunakan untuk meluncurkan satelit yang beratnya 150 kg ke LEO. Landasan ini memiliki struktur yang bergerak terhadap ruangan pengintegrasian satelit dan wahana peluncur.

- Landasan peluncuran ketiga untuk mengakomodasi PSLV (Polar Satellite Launch Vehicle). PSLV mampu menempatkan satelit yang beratnya 1000 kg ke orbit sun-synchronous. Landasan ini juga memiliki struktur yang bergerak. Memiliki tower bergerak yang tingginya 75 m untuk melayani ruangan *payload* di ketinggian 41 m, mengakomodasi tingkat kedua dan keempat PSLV yang berbahan bakar cair.

f. Pusat ruang angkasa Tanegashima (Tanegashima Space Center)

Tanegashima Space Center dibangun dan dioperasikan oleh NASDA (National Space Development Agency), Jepang. Stasiun ini berada 100 km Selatan *Kagoshima Space Center* dan kira-kira 1.000 km Barat daya Tokyo. Posisi lokasinya berada pada 30°23' Lintang Utara dan 130°58' Bujur Timur. Pinalti kecepatan 27,1 %, mampu meluncurkan satelit ke LEO, PO, dan GTO.

Berdasarkan fungsinya *Tanegashima Space Center* dapat dikelompokkan ke dalam : (i) *Takeshi Range* (untuk roket ukuran kecil), (ii) *Osaki Range* (untuk peluncuran roket J-1 dan H-II), (iii) *Masuda Tracking and Communication Station*, (iv) *Nugi Radar Station*, (v) *Uchugaoka Radar Station*, (vi) *Optical Observation Facilities*, dan (vii) Fasilitas yang berkaitan dengan pengembangan mesin roket berbahan bakar cair dan padat.

g. Pusat peluncuran satelit Xichang (Xichang Satellite Launch Center-XSLC)

Xichang Satellite Launch Center (XSLC) adalah salah satu pusat

peluncuran dan kontrol satelit milik China. Tujuan utama dari pusat ini adalah untuk meluncurkan satelit-satelit seperti untuk siaran, komunikasi, dan meteorologi menggunakan wahana peluncur roket Long March. XSLC berlokasi dekat wilayah pegunungan yang sub-tropikal, ketinggian 1,826 m, temperatur dari 7-25°C, temperatur rata-rata setiap tahun 16°C, di Propinsi Sichuan, Barat daya China.

Pusat XSLC berada di kota Xichang, sekitar 65 km selatan stasiun peluncuran. Pelabuhan udara sekitar 50 km dari stasiun peluncuran. Memiliki *runway* yang panjangnya 3.600 km, mampu didarati pesawat Jumbo seperti C-130 dan Boeing 747.

Posisi lokasi XSLC berada pada 28° 25' Lintang Utara dan 102° 02' Bujur Timur. Pinalti kecepatan 24%, mampu meluncurkan satelit ke GTO. Lokasi ini dapat memberikan koridor peluncuran dengan inklinasi 28° (azimut antara 94° dan 105°). Memiliki dua landasan peluncuran yang terpisah. Landasan pertama untuk peluncuran CZ-3 yang dapat mendukung 5 misi setiap tahunnya. Landasan kedua yang berada 400 m dari landasan pertama untuk peluncuran CZ-2E/3A/3B. Peluncuran pertama berhasil dilakukan dari landasan pertama pada bulan Januari 1984 menggunakan roket Long March-3.

2.1.2 Sistem stasiun peluncuran bergerak (*mobile*)

Sistem stasiun peluncuran bergerak adalah sistem stasiun peluncuran yang dapat di pindah-pindahkan. *Sea Launch* adalah sistem stasiun peluncuran bergerak yang digunakan sebagai tempat peluncuran dari laut/perairan. Sistem ini dibangun karena diperkirakan di masa datang peluncuran satelit komersial akan meningkat, baik untuk orbit rendah, menengah, geostasioner, maupun orbit ellips. Studi terhadap *Sea Launch* dimulai pada tahun 1993 dan kerjasamanya diwujudkan pada tanggal 3 April 1995 oleh 4 perusahaan:

- a. *Boeing Commercial Space Company*, Seattle. Bertanggung jawab terhadap konstruksi homeport, pemasaran dan pelayanan pelanggan, akomodasi muatan, integrasi wahana antariksa dan operasional misi. Boeing memiliki 40% saham dalam kerja sama ini.
- b. *RSC-Energia*, Moskow. Bertanggung jawab untuk *Block DM stage rocket* teratas, integrasi wahana peluncur, perlengkapan proses peluncuran yang otomatis dan pendukung peluncuran lainnya. Perusahaan ini memiliki saham 25%.
- c. *Kvaener*, bermarkas di London, Inggris. Bertanggung jawab terhadap dua transportasi khusus untuk dioperasikan di lautan. Memiliki saham 25%.
- d. *KB Yuzhnoye/PO Yuzhmash, Dnepropetrovsk*, Ukraina. Bertanggung jawab untuk roket Zenit dalam 2 tahap pertama peluncuran. Memiliki saham 15%.

Sea Launch dikhususkan bagi pelayanan jasa peluncuran satelit berbasis lautan, dalam arti landasan peluncuran (*Launch Port*) nya dapat berpindah-pindah sesuai kebutuhan. Diharapkan dengan sistem bergerak bergerak tersebut dapat memberikan jasa peluncuran satelit yang lebih fleksibel, nyaman dalam arti murah, dan memiliki keandalan.

Sistem *Sea Launch* terdiri dari 2 (dua) sub sistem yaitu sebuah kapal laut yang dinamakan *Assembly & Command Ship (ACS)*, dan *Launch Platform (LP)*. ACS berfungsi sebagai kapal pengangkut, assembling roket, dan kapal komando peluncuran, sedang LP adalah suatu *Platform/Rig* yang ditempatkan di lautan untuk meluncurkan roket. Sistem ini dapat bergerak dan ditempatkan dimana saja di lautan sesuai dengan kebutuhan peluncuran, misal untuk meluncurkan satelit ke *Geostationary Orbit (GSO)*, ia akan ditempatkan di sekitar garis khatulistiwa, sedangkan untuk peluncuran satelit ke orbit polar utara-selatan ia

akan ditempatkan di lautan yang berada pada garis Lintang Utara lebih besar.

Perusahaan *Sea Launch* dibentuk dalam rangka peluncuran satelit yang lebih handal dan sesuai bagi peluncuran satelit-satelit komersial. Pengoperasian berbasis laut, memiliki sistem otomatisasi yang tinggi dan dikombinasi dengan suatu lokasi peluncuran yang umum. Mampu meluncurkan wahana dengan masa 5000 kg menuju orbit GTO. Pada tanggal 8 Agustus 1996, Perusahaan *Sea Launch* mengadakan upacara peletakan batu pertama di pantai California, di areal seluas 7.78 ha. Tempat ini merupakan *Home Port* bagi *Sea Launch* dan lokasinya dekat dengan pabrik satelit yang terbesar di Amerika Serikat. Sistem peluncuran komersial pertama berbasis laut ini membutuhkan investasi dana sekitar US \$ 500 juta. Sedangkan harga 1 satelit komersial sekitar US \$ 100 juta, dan apabila dikombinasikan dengan biaya peluncurannya maka jumlah seluruhnya adalah US \$ 250 juta.

Usaha patungan (joint venture) keantariksaan internasional ini didukung oleh Bank Dunia. Dukungan yang diberikan adalah memberikan penjaminan kepada Rusia dan Ukraina sebesar US \$ 200 juta yang berasal dari konsorsium 14 bank multinasional untuk kurun waktu 10 tahun. Upaya yang dilakukan Bank Dunia ini adalah untuk melindungi investasi perusahaan-perusahaan di Rusia dan Ukraina terutama dari resiko politik, mengingat kerja sama ini terbilang beresiko tinggi, bidang yang baru, serta merupakan kerja sama setelah berakhirnya perang dingin. Tujuan Bank Dunia yang lain adalah untuk membantu produksi dan ekspor wahana peluncur serta peralatan terkait lainnya dari Rusia dan Ukraina.

Sea Launch telah melakukan peluncuran pertama dengan sukses pada tanggal 27 Maret 1999 dari platformnya yang terletak di ekuator, 2250 km sebelah selatan Hawaii, di Samudera Pasifik.

Peluncuran tersebut menggunakan roket Zenit-3L, membawa satelit sejenis *Galaxy XI* dari Hughes menuju kurang lebih 1% dari apogee GTO, 0,015% dari perigee dan 0,001% dari inklinasi yang direncanakan.

Sea Launch juga berhasil meluncurkan satelit komunikasi PAS-9 milik Panamsat pada tanggal 28 Juli 1999 dari Samudera Pasifik. Satelit PAS-9 seberat 3.630 kg berhasil ditempatkan di GTO. Dengan keberhasilan ini membuat posisi *Sea Launch* semakin jelas sebagai penyedia jasa peluncuran.

Sedangkan penerbangan komersial pertama sukses pada tanggal 9 Oktober 1999, yaitu menempatkan satelit siaran langsung TV'S 1-R ke dalam orbit GTO. Penempatan satelit ini lebih cepat 1 hari dari yang direncanakan. Satelit komunikasi siaran langsung jenis HS-601-HP dengan berat 3,45 ton juga telah diluncurkan ke dalam orbit geostasioner pada 101° Bujur Barat oleh roket Zenit-3SL tiga tingkat.

Hingga saat ini, *Sea Launch* telah terikat kontrak untuk 18 peluncuran, 13 peluncuran dengan *Hughes Space & Communications* - Los Angeles, California dan 5 peluncuran dengan *Space System /Loral of Palo Alto*, California.

Keuntungan secara ekonomi dengan keberadaan *Sea Launch*, khususnya bagi Rusia dan Ukraina adalah bahwa *Sea Launch* telah memberikan keuntungan ekonomi yang substansial mendekati US \$ 2 milyar. Jumlah ini diperoleh dari peningkatan ekspor setelah proyek berlangsung. *Sea Launch* juga akan menciptakan 20.000 sampai dengan 30.000 pekerjaan yang bergaji tinggi dan membutuhkan skill yang tinggi pula.

Keuntungan lainnya yang diperoleh oleh Rusia dan Ukraina dari *Sea Launch* antara lain adalah :

- a. mempertinggi pembangunan di sektor *high-tech* di Energia dan Yuzhnoye yang telah jelas memiliki keunggulan komparatif;

- b. mengenalkan perusahaan-perusahaan *high-tech* lokal ke pasar internasional;
- c. mengajarkan kepada perusahaan-perusahaan lokal tentang bagaimana bentuk usaha patungan internasional dengan membuka wawasan mereka atas praktek keuangan dan bisnis internasional;
- d. mengembangkan kerja sama antara perusahaan-perusahaan Rusia dan Ukraina;
- e. mengembangkan penambahan operasi penjaminan untuk proyek-proyek yang memiliki prioritas tinggi yang lain di kedua belah negara;
- f. membuka lapangan kerja. Dalam tahap pembangunan dan fabrikasi dibutuhkan 5000 orang tenaga kerja. Sedangkan pada saat operasi penuh diperlukan 10.000 orang tenaga kerja.

2.2 Metode Pengolahan

Data sistem stasiun peluncuran tetap dan bergerak dihimpun dari berbagai literatur dan media. Sistem stasiun peluncuran tetap terdiri dari tujuh stasiun sedangkan sistem stasiun peluncuran bergerak satu stasiun. Data yang diteliti dari tujuh sistem stasiun peluncuran tetap dan satu dari sistem stasiun peluncuran bergerak dikelompokkan kedalam tiga bagian yaitu posisi

lintang, letak geografis, dan pinalti kecepatan (pinalti kecepatan paling rendah akan memperpanjang umur satelit) yang disajikan dalam bentuk tabel. Bagian-bagian ini kemudian dianalisis dengan melihat kemampuan dan kelemahannya. Hasil analisis yang dilakukan terhadap sistem stasiun peluncuran tetap kemudian dikomparasikan dengan hasil analisis yang dilakukan terhadap sistem stasiun peluncuran bergerak. Untuk mempertajam komparasi terhadap kedua sistem stasiun peluncuran tersebut, juga diteliti aspek lain yang terkait dengan kedua sistem tersebut, antara lain dampak dari dibangunnya sistem stasiun peluncuran tersebut terhadap daerah sekitarnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Data yang telah dihimpun, kemudian diolah. Dari tujuh sistem stasiun peluncuran tetap dan satu sistem stasiun peluncuran bergerak diperoleh informasi tentang posisi lintang, letak geografis, kecepatan pinalti, dan status wahana peluncur dari masing-masing stasiun peluncuran yang dirangkum dapat dilihat pada Tabel 3-1, Tabel 3-2, Tabel 3-3, dan Tabel 3-4.

Tabel 3-1 : POSISI LINTANG DAN KEMAMPUAN STASIUN PELUNCURAN

No.	Negara	Nama Stasiun Peluncuran	Posisi Lintang	Kemampuan
1.	Perancis	Pusat Ruang Angkasa Guiana	05° 14' LU	GSLV/GTO
2.	Brazil	Pusat Peluncuran Alcantara	02° 12' LS	SLV/LEO
3.	Amerika Serikat	Pangkalan Angkatan Udara Vandenberg	34° 40' LU	SLV/LEO
4.	Rusia	Pusat Peluncuran Satelit Baikonur	47° 48' LU	GSLV/GTO Space Shuttle
5.	India	Pusat Ruang Angkasa Sriharikota	13° 47' LU	GSLV/PSLV
6.	Jepang	Pusat Ruang Angkasa Tanegashima	30° 23' LU	GSLV/GTO
7.	China	Pusat Peluncuran Satelit Xichang	28° 25' LU	GSLV/GTO
8.	Kerjasama 4 negara	Sea Launch	Bergerak	GSLV/GTO

Tabel 3-2 : LETAK GEOGRAFIS STASIUN PELUNCURAN

No.	Negara	Nama Stasiun Peluncuran	Letak Geografis
1.	Perancis	Pusat Ruang Angkasa Guiana	05° 14' LU 52° 46' BB
2.	Brazil	Pusat Peluncuran Alcantara	02° 12' LS 44° 12' BB
3.	Amerika Serikat	Pangkalan Angkatan Udara Vandenberg	34° 40' LU 120° 37' BB
4.	Rusia	Pusat Peluncuran Satelit Baikonur	47° 48' LU 65° 50' BT
5.	India	Pusat Ruang Angkasa Sriharikota	13° 47' LU 80° 15' BT
6.	Jepang	Pusat Ruang Angkasa Tanega shima	30° 23' LU 130° 58' BT
7.	China	Pusat Peluncuran Satelit Xichang	28° 25' LU 102° 02' BT
8.	Kerjasama 4 negara	Sea Launch	Bergerak

Tabel 3-3 : ANGKA PENALTI KECEPATAN STASIUN PELUNCURAN

No.	Negara	Nama Stasiun Peluncuran	Letak Geografis	Pinalti Kecepatan (%)
1.	Perancis	Pusat Ruang Angkasa Guiana	05° 14' LU 52° 46' BB	0,9
2.	Brazil	Pusat Peluncuran Alcantara	02° 12' LS 44° 12' BB	Mendekati 0
3.	Amerika Serikat	Pangkalan Angkatan Udara Vandenberg	34° 40' LU 120° 37' BB	35,3
4.	Rusia	Pusat Peluncuran Satelit Baikonur	47° 48' LU 65° 50' BT	54,9
5.	India	Pusat Ruang Angkasa Sriharikota	13° 47' LU 80° 15' BT	5,8
6.	Jepang	Pusat Ruang Angkasa Tanega shima	30° 23' LU 130° 58' BT	27,1
7.	China	Pusat Peluncuran Satelit Xichang	28° 25' LU 102° 02' BT	24,0
8.	Kerjasama 4 negara	Sea Launch	Bergerak	Bergerak

Tabel 3-4 : STATUS WAHANA PELUNCUR DARI MASING-MASING STASIUN

No.	Negara	Nama Stasiun Peluncuran	Wahana Peluncur	Status
1.	Perancis	Pusat Ruang Angkasa Guiana	Sonda III, IV, dan SLV	Operasional
2.	Brazil	Pusat Peluncuran Alcantara	Ariane 4 dan 5	Operasional
3.	Amerika Serikat	Pangkalan Angkatan Udara Vandenberg	Atlas II, Delta II, Pegasus	Operasional
4.	Rusia	Pusat Peluncuran Satelit Baikonur	Proton, Zenit, Soyuz, Molniya, Space shuttle	Operasional
5.	India	Pusat Ruang Angkasa Sriharikota	ASLV, PSLV, dan GSLV	Operasional
6.	Jepang	Pusat Ruang Angkasa Tanegashima	H-II dan J-I	Operasional
7.	China	Pusat Peluncuran Satelit Xichang	LM-3, LM-2E, LM-3A, dan LM-3B	Operasional
8.	Kerjasama 4 negara	Sea Launch	Zenit-3L	Operasional

3.2 Pembahasan

3.2.1 Posisi lintang, letak geografis, pinalti, dan arah peluncuran (drop zone) wahana peluncur (roket)

a. Sistem yang tetap

Posisi lintang, letak geografis, dan pinalti sangat penting bagi pembangunan dan pengoperasian suatu stasiun peluncuran. Karena hal-hal tersebut sangat menentukan kemampuan suatu stasiun peluncuran. Posisi lintang yang dekat ekuator mempunyai beberapa

keuntungan, yaitu setiap satelit yang diluncurkan ke orbit geostasioner tidak perlu mengalami manuver, yang menghabiskan bahan bakar wahana peluncur dan satelit, dan mendapat percepatan akibat perputaran bumi. Dengan demikian umur satelit akan lebih panjang, bila dibandingkan dengan satelit yang diluncurkan dari posisi lintang yang jauh dari ekuator.

Tabel 3-1 menunjukkan bahwa 7 (tujuh) sistem stasiun peluncuran tetap yang posisi lintangnya paling dekat

dengan ekuator adalah Pusat Peluncuran Alcantara ($02^{\circ}12'LS$) disusul oleh Pusat Ruang Angkasa Guiana ($05^{\circ}14'LU$) dan Pusat Ruang Angkasa Srihirakota ($13^{\circ}47'LU$). Sedangkan posisi lokasi 4 sistem stasiun peluncuran tetap lainnya sudah jauh dari ekuator. Bila dilakukan peluncuran maka akan dilakukan manuver sebelum menuju ke arah geostasioner dan hal ini akan menghabiskan bahan bakar.

Meskipun Pusat Peluncuran Alcantara posisi lintangnya dekat dengan ekuator dan telah disiapkan untuk tujuan komersial tetapi sampai saat ini stasiun tersebut baru mampu menempatkan satelit-satelit ke orbit rendah. Kesuksesan stasiun ini juga masih tergantung pada dukungan Amerika Serikat karena sebagian besar satelit komersial di dunia dibangun oleh Amerika Serikat. Stasiun lainnya, antara lain seperti Pusat Ruang Angkasa Guiana, Pusat Peluncuran Satelit Baikonur, dan Pusat Ruang Angkasa Tanegashima telah mampu menempatkan satelit ke GTO dan GSO (Tabel 3-1).

VAFB dan Baikonur Cosmodrome yang telah memiliki fasilitas maju dan frekuensi peluncuran agak padat setiap tahunnya, namun posisi lintang dan letak geografisnya jauh dari ekuator (Tabel 3-1 dan Tabel 3-2), angka pinalti kecepatan besar, yaitu masing-masing 35,3 dan 54,9 % (Tabel 3-3). Sedangkan Pusat Ruang Antariksa Tanegashima dan Pusat Peluncuran Satelit Xichang dengan letak geografis $30^{\circ}23'LU$ $130^{\circ}58'BT$ dan $28^{\circ}25'LU$ $102^{\circ}02'BT$ memiliki angka pinalti kecepatan masing-masing 27,1 dan 24,0 % (Tabel 3-3).

Kalau dilihat dari wahana peluncur yang dapat digunakan oleh masing-masing sistem stasiun peluncuran tetap tersebut di atas (Tabel 3-4) maka wahana peluncur yang dapat diluncurkan bervariasi mulai dari kelas wahana peluncur yang kecil sampai dengan kelas yang besar. Kelas yang besar antara lain seperti Ariane 4 dan 5, Delta-II, Soyuz, dan LM-3B. Keuntungan dari wahana

peluncur kelas besar ini mampu membawa muatan lebih dari satu satelit ke orbitnya.

Sedangkan arah peluncuran wahana peluncur (roket) dari masing-masing sistem stasiun peluncuran tetap bervariasi, tergantung dari posisi lokasi di mana stasiun tersebut berada. Dari tujuh sistem stasiun peluncuran tetap tersebut di atas, lima stasiun lokasinya berada di tepi pantai sedang dua stasiun berada di tengah daratan (Gambar 1-1). Guiana, Alcantara, Srihankota, Tanegashima, dan Vandenberg, arah peluncuran wahana peluncur (roket) dapat diarahkan ke laut, sedangkan Baikonur dan Xichang arah peluncuran harus melewati daratan. Peluncuran yang diarahkan ke laut dapat menghindari terjadinya resiko kejatuhan terhadap makhluk yang ada di daratan bila terjadi kecelakaan. Sedangkan arah peluncuran yang harus melewati daratan, kejatuhan akibat terjadinya kecelakaan kemungkinan ada. Terjadinya kegagalan peluncuran diperkirakan masih sekitar 10 - 20 % (Salatun, 2001).

b. Sistem yang bergerak

Sistem stasiun peluncuran bergerak *Sea Launch* posisi lokasinya dapat diatur sesuai dengan yang diinginkan, karena sistem ini dapat dipindah-pindahkan dari satu posisi lokasi ke posisi lokasi lain, sehingga posisi lokasinya bisa berada di ekuator. Salah satu contoh yang dapat diberikan oleh sistem stasiun peluncuran bergerak *Sea Launch* ini adalah ketika sukses menempatkan satelit siaran langsung TV'S 1-R ke dalam orbit GTO, lebih cepat 1 hari dari yang direncanakan.

Sebagaimana disebutkan pada bab sebelumnya, bahwa sistem *Sea Launch* terdiri dari dua sub sistem, yaitu sebuah kapal laut yang dinamakan *Assembly & Command Ship (ACS)* dan *Launch Platform (LP)*. *Launch Platform* ditempatkan di lautan sebagai tempat peluncuran. *Launch Platform* ini dapat dipindah-pindahkan lokasinya di lautan, oleh

karena besar atau luasnya tidak seperti sistem stasiun tetap yang berada di daratan. Sehingga jenis wahana peluncur yang digunakan untuk *Sea Launch* jenis wahana peluncur kecil seperti Zenit, sehingga muatannya terbatas.

Sedangkan wilayah tempat jatuhnya wahana peluncur (roket) yang dimiliki sistem *Sea Launch* bisa dilakukan ke segala arah, tergantung dari misi dan tujuan yang diinginkan. Karena diluncurkan dari laut, kemungkinan kejatuhan apabila terjadinya kecelakaan kecil sekali.

3.2.2 Dampak dari kedua sistem stasiun peluncuran

Ada beberapa sistem stasiun peluncuran tetap dan satu sistem stasiun peluncuran bergerak telah memberikan dampak bagi keadaan di sekitarnya.

a. Sistem stasiun tetap

Dampak yang ditimbulkan dari sistem stasiun peluncuran tetap adalah terjadi beberapa perubahan di lokasi stasiun-stasiun tersebut, antara lain bertambahnya penduduk yang bermukim di sekitar lokasi stasiun, timbulnya lapangan kerja baru bagi penduduk setempat, dibangunnya hotel-hotel dan apartemen, dan bandar udara yang berskala internasional. Dampak dari perubahan tersebut telah menimbulkan kegiatan ekonomi masyarakat di sekitarnya. Kalau dilihat dari sisi keselamatan dan polusi, sistem stasiun peluncuran tetap yang pada umumnya berada di tepi pantai masih memiliki resiko terhadap kehidupan di sekitarnya.

b. Sistem stasiun bergerak

Dampak dari sistem stasiun peluncuran bergerak *Sea Launch* yang berbasis di lautan terhadap pertumbuhan penduduk, dibangunnya hotel-hotel dan apartemen di sekitarnya tidak ada. Dampak yang ada dari stasiun tersebut adalah hanya pekerja-pekerja yang memiliki keterampilan dan gaji yang tinggi di *Home Port* nya di California, *Assembly*

& *Command Ship*, dan di *Launch Platform*-nya. Sedangkan dari sisi ekonomi, dengan adanya sistem *Sea Launch* yang dapat merasakan keuntungan terutama bagi Rusia dan Ukraina. Setelah proyek ini berlangsung telah terjadi peningkatan ekspor dan sekaligus memberikan peluang bagi ribuan pekerja Rusia dan Ukraina. Polusi yang ditimbulkannya juga tidak mengganggu makhluk hidup sebagaimana yang ada di daratan.

4. KESIMPULAN

Komparasi sistem stasiun peluncuran tetap dan bergerak dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Sistem stasiun peluncuran tetap masih memiliki keunggulan yang lebih dibandingkan sistem stasiun peluncuran bergerak dari sisi kemampuan landasan peluncur, wahana peluncur, dan penempatan satelit ke orbit (satelit ukuran besar).
- Dari sisi sosial dan ekonomi, sistem stasiun peluncuran tetap masih memiliki keunggulan, yaitu dengan adanya stasiun tersebut akan meningkatkan lapangan kerja, dan taraf hidup masyarakat di sekitarnya.
- Sistem stasiun peluncuran bergerak *Sea Launch* yang berbasis di laut memiliki arah dan wilayah tempat jatuh peluncur roket lebih unggul dibandingkan dengan sistem stasiun yang tetap.

DAFTAR RUJUKAN

- Arianespace, 2000, "Introduction to the spaceport", http://www.arianespace.com/spaceport_0_intro.html.
- Brazilian Launching Centers, 2000, <http://www.emaer.fab.mil.br/Brazilian/Government.htm>
- CLA The Alcantara Launch Center, 2000, <http://www.brasil.emb.nw.dc.US/esp-base.htm>.
- Chiulli, R.M, 1994, "International Launch Site Guide", The Aerospace Press, El Segundo, California.

Salatun, A.S, 2001, *Rapat Interdep Pembahasan Rencana Rusia dan Australia Membangun Stasiun Peluncuran di Pulau Christmast*, Kantor LAPAN, Jakarta.

Sea Launch, 2000, <http://www.boeing.com/defense-space/sealaunch/>.

Space News, 2000, "Brazil Puts \$ 40 million Behind Alcantara Commercialization", Vol. 11, No. 23.

Sitinjak, Alfred, dkk, 2000, "Studi Kebijakan Pembangunan Bandar Antariksa di Indonesia", Pusat Analisis Perkembangan Kedirgantaraan (Pussisgan), Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN).

United Nations, 2000, "Highlights in Space 1999", New York.