

MODEL ESTIMASI PELUNCURAN SATELIT INTERNASIONAL

Husni Nasution

Peneliti. Bidang Analisis Sistem Kedirganiaraan. Pussisfogan, LAPAN

ABSTRACT

This research aims to determine the international satellites launch model. The research includes determination of number of launch, number of satellites placed in orbit, regression line and correlation between number of launch and satellites that had been placed in its orbit, also satellites percentage failed on 1998 until 2003 period. To find the trend used the Least Square Statistics Method and to know how far the correlation between the number of launch and satellites, the coefficient of determination be counted. The result shows that the trend become decrease of number of launch and the equation is $Y = 71.5 - 2.5 X$. The trend of number of satellites also become decrease $Y = 115.66 - 8.26 X$. Based on that trend the estimation of number of launch and number of satellites become about 54 launch times and 56 satellites in 2004. That result has small deviation around 5% and 20% from the real launch in 2004. While the regression line between the number of launch and satellites is $Y = 65.72 + 0.05 X$ and its correlation very strong which is $r = 0.89$ and $CD = 0.792$. This result shows that 79.2 % of number of satellites placed in orbit will be influence to number of launch along 1998 until 2003 period

ABSTRAK

Penelitian ini berujuan untuk menentukan model estimasi peluncuran satelit (payload) internasional. Penelitian mencakup penentuan trend jumlah peluncuran, jumlah satelit yang ditempatkan di orbit, garis regresi dan hubungan antara jumlah peluncuran dengan jumlah satelit yang ditempatkan di orbit, dan prosentase satelit yang gagal pada periode tahun 1998 sampai dengan tahun 2003. Metoda yang digunakan untuk menentukan trend dan garis regresi adalah Metoda Statistik Kuadrat Terkecil. Untuk mengetahui besarnya hubungan antara jumlah peluncuran dan jumlah satelit, dihitung besarnya Koefisien Penentuan antara kedua variabel tersebut. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa trend jumlah peluncuran cenderung menurun dengan model garis trend $Y = 71.5 - 2.5 X$. Demikian juga jumlah satelit yang ditempatkan di orbit cenderung menurun dengan model garis trend $Y = 115.66 - 8.26 X$. Berdasarkan kedua garis trend tersebut, estimasi jumlah peluncuran dan jumlah satelit yang ditempatkan di orbit tahun 2004 juga akan menurun masing-masing sekitar 54 kali peluncuran dan 56 satelit. Hasil ini, penyimpangannya sangat kecil, masing-masing sekitar 5% dan 20% dari jumlah sebenarnya sebesar 57 dan 70 pada periode tahun 2004. Sedangkan model garis regresi antara jumlah peluncuran dan jumlah satelit adalah $Y = 65.72 + 0.05 X$ dan hubungan antara jumlah peluncuran dengan jumlah satelit sangat kuat dengan $r = 0.89$ dan $KP = 0.792$. Hasil ini menunjukkan bahwa 79,2 % jumlah satelit yang akan ditempatkan di orbit mempengaruhi jumlah peluncuran sepanjang periode 1998 sampai dengan 2003.

1. PENDAHULUAN

Sejak peluncuran satelit Sputnik milik Rusia pada tahun 1957 sampai dengan saat ini, perkembangan eksplorasi dan penggunaan ruang antariksa sangat pesat sekali. Hal ini ditandai dengan semakin banyaknya negara yang melakukan peluncuran satelit miliknya dari berbagai stasiun peluncuran untuk berbagai misi dan tujuan. Misi dan tujuan ini tidak saja untuk kepentingan sipil tetapi juga untuk kepentingan militer.

Sampai saat ini, diperkirakan lebih dari 2.750 peluncuran telah dilakukan dan lebih dari 4.000 satelit berada di orbitnya. Lebih

besarnya jumlah satelit yang ditempatkan di orbit dibandingkan dengan jumlah peluncuran yang dilakukan oleh negara-negara dikarenakan pada dekade terakhir ini sekali peluncuran dapat membawa atau memuat lebih dari satu satelit ukuran kecil ke orbitnya. Misalnya satelit-satelit ukuran kecil yang ditempatkan di orbit rendah dan menengah dari berbagai sistem dalam satu periode "lifetime" untuk telekomunikasi.

Satelit yang ditempatkan di orbit akan terus bertambah sejalan dengan semakin dirasakan manfaat yang besar dari teknologi ini. Konsekuensinya populasi satelit di orbit akan semakin bertambah. Dampak dari

bertambahnya populasi akan terjadi kepadatan di orbit baik di LEO (*Low Earth Orbit*), MEO (*Medium Earth Orbit*) maupun GSO (*Geostationary Orbit*). Kepadatan, khususnya di GSO, akan dapat merugikan negara-negara yang posisi wilayahnya di bawah GSO apabila belum mampu untuk menempatkan satelitnya di GSO. Seperti diketahui, GSO yang ketinggiannya sekitar 36.000 km dari muka Bumi merupakan orbit yang paling baik untuk satelit-satelit komunikasi dan temporalnya terbatas. Oleh karena itu PBB melalui *International Telecommunication Union (ITU)* dan *United Nations Committee on the Peaceful Uses of Outer Space (UNCOPUOS)* telah dan terus berupaya untuk merumuskan pengaluran secara internasional penggunaan GSO dengan tujuan agar penggunaan GSO dapat dilakukan secara adil.

Konsekuensi lain dari padatnya satelit di orbit adalah semakin terbukanya peluang adanya pecahan benda antariksa (*space debris*) di antariksa akibat dari satelit-satelit yang masa beroperasinya (*life time*) telah habis maupun akibat dari terjadinya tumbukan antar satelit sehingga timbul pecahan-pecahan yang dapat mengganggu satelit-satelit lain yang masih beroperasi atau jatuh ke Bumi yang akan berbahaya bagi kehidupan yang ada. Lebih membahayakan lagi bahwa sebagian besar di antara satelit-satelit yang berorbit rendah dan menengah tersebut bertenaga nuklir. Masalah *space debris* ini juga dibahas pada Sidang Sub Komite Ilmiah dan Teknik UNCOPUOS pada mata acara *Nuclear Power Sources (NPS)*.

Dari uraian di atas bahwa besarnya jumlah peluncuran dan jumlah satelit yang ditempatkan di orbit oleh negara-negara dari berbagai stasiun peluncuran di samping akan memberikan manfaat yang besar bagi kepentingan umat manusia tetapi juga akan memberikan dampak bagi kehidupan di Bumi. Di dalam penelitian ini akan ditentukan model estimasi jumlah peluncuran satelit internasional, yang mencakup jumlah peluncuran (wahana peluncur), jumlah satelit, hubungan antara jumlah peluncuran dan jumlah satelit yang ditempatkan di orbitnya serta persentase satelit yang gagal dengan tujuan sebagai model estimasi jumlah peluncuran dan satelit yang ditempatkan di orbit dan sekaligus sebagai bagian bahan masukan di dalam penyusunan kebijakan di bidang pembangunan keantariksaan nasional.

khususnya yang berkaitan dengan orbit geostasioner maupun pecahan benda antariksa.

2. DATA DAN METODA

2.1 Data

Penelitian ini menggunakan data peluncuran satelit internasional yang dilakukan oleh negara-negara dengan menggunakan wahana peluncur baik yang *reusable* (wahana ulang alik) maupun yang tidak *reusable* (roket) ke LEO, MEO, dan GSO dari berbagai stasiun peluncuran meliputi Cape Canaveral Florida, Baikonur Kazakhstan, Plestesk Russia, Vandenberg AFB California, Kourou French Guyana, Sea Launch LP Odyssey, XiChang China, Jiuquan China, Sriharikota India, Taiyuan China, Tanegashima Japan, Kagoshima Japan, Kennedy Space Center Florida, Palmachim Israel, Svobodny Russia, Wallops Island, dan Kodiak Launch Complex Alaska. Data dikumpulkan dari World Space Launch Log Tahun 1998 sampai dengan Tahun 2003 yang dikeluarkan oleh Space Launch Report. Data tersebut mencakup data jumlah peluncuran dan satelit yang ditempatkan di orbit dan satelit yang gagal beroperasi.

2.2 Metoda

Metoda yang digunakan di dalam penelitian ini adalah metoda statistik. Langkah-langkah yang akan dilakukan meliputi:

- a. Menentukan trend jumlah peluncuran dan perkiraan jumlah peluncuran di masa akan datang:

Untuk menentukan trend jumlah peluncuran dan jumlah satelit serta perkiraannya di masa akan datang digunakan Metoda Kuadrat Terkecil dimana jumlah peluncuran merupakan fungsi dari waktu. Demikian juga untuk menentukan garis regresi antara jumlah peluncuran dan jumlah satelit, bahwa jumlah peluncuran merupakan fungsi dari jumlah satelit yang ditempatkan di orbit. Persamaan trend dan garis regresinya dituliskan sebagai berikut:

$$Y = ct + p X \text{-----(I)}$$

- b. Menentukan besarnya hubungan diantara keduanya:

Menentukan hubungan antara jumlah peluncuran dengan satelit yang ditempatkan di orbit, bahwa jumlah peluncuran merupakan fungsi dari jumlah satelit. Hubungan tersebut dihitung dengan rumus:

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i}{\left\{ n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2 \right\}^{1/2} \left\{ n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2 \right\}^{1/2}} \quad \text{----- (2)}$$

Sedangkan untuk mengetahui berapa prosentase pengaruh jumlah peluncuran terhadap jumlah satelit yang ditempatkan di

Dari Tabel 3-1 tersebut di atas bahwa jumlah satelit yang ditempatkan di orbitnya lebih besar jumlahnya dibandingkan dengan peluncuran yang dilakukan. Hal tersebut terjadi dikarenakan sekali peluncuran dilakukan wahana peluncur tersebut dapat membawa lebih darisatu satelit ke orbitnya, terutama satelit-satelit ukuran kecil untuk konstelasi jaringan satelit bagi navigasi dan komunikasi antara lain seperti Glonass dan Globalstar. Jumlah peluncuran dari tahun 1998 sampai dengan tahun 2003 juga cenderung turun naik dan titik terendah pada tahun 2001. Untuk lebih memperjelas

orbit dilakukan dengan menghitung Koefisien Penentuannya dengan rumus:

$$KP = r^2 \quad \text{----- (3)}$$

- c. Menentukan besarnya prosentase kegagalan :

Prosentase besarnya satelit yang gagal beroperasi dihitung berdasarkan besarnya jumlah satelit yang ditempatkan di orbitnya dalam setiap tahunnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Dari pengumpulan data yang dilakukan kemudian diolah maka diperoleh hasil tentang jumlah peluncuran, satelit dan yang gagal tahun 1998 sampai dengan tahun 2003 sebagaimana dimuat dalam Tabel 3-1.

perbedaan tersebut dapat dilihat dalam Gambar 3-1.

Dengan menggunakan metoda kuadrat terkecil, diperoleh model garis trend jumlah peluncuran tahun 1998 sampai dengan tahun 2003 sebagai berikut:

$$Y = 71,5 - 2,5 X \quad \text{---- (4)}$$

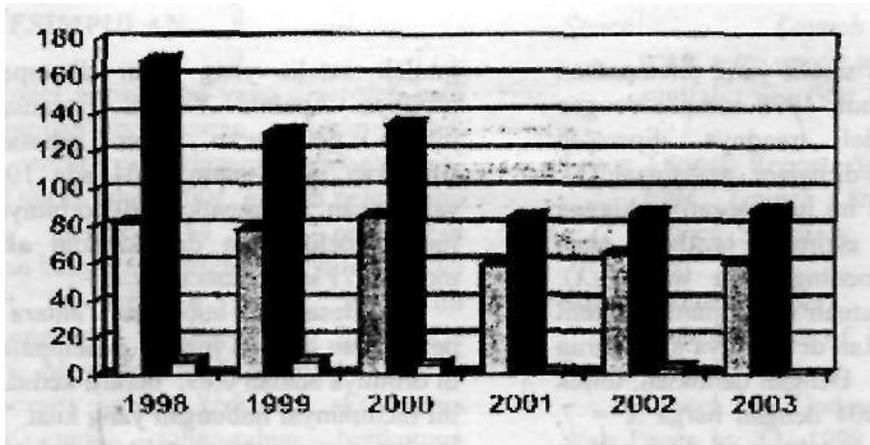
Model garis trend jumlah satelit yang ditempatkan di orbit tahun 1998 sampai dengan tahun 2003 adalah :

$$Y = 115,66 - 8,26 X \quad \text{----- (5)}$$

TABEL 3-1 : JUMLAH PELUNCURAN, SATELIT (PAYLOAD), DAN SATELIT YANG GAGAL TAHUN 1998 SAMPAI DENGAN TAHUN 2003

No.	Tahun	Jumlah Peluncuran	Satelit (Payload)	Satelit (Payload) Gagal
1.	1998	82	169	7
2.	1999	78	130	7
3.	2000	85	134	5
4.	2001	59	85	1
5.	2002	65	87	3
6.	2003	60	89	-

Sumber: Space Launch Report



GAMBAR3-1 : DIAGRAM BATANG JUMLAH PELUNCURAN, SATELIT, DAN SATELIT YANG GAGAL

- Jumlah satelit
- a Jumlah peluncuran
- Satelit gagal

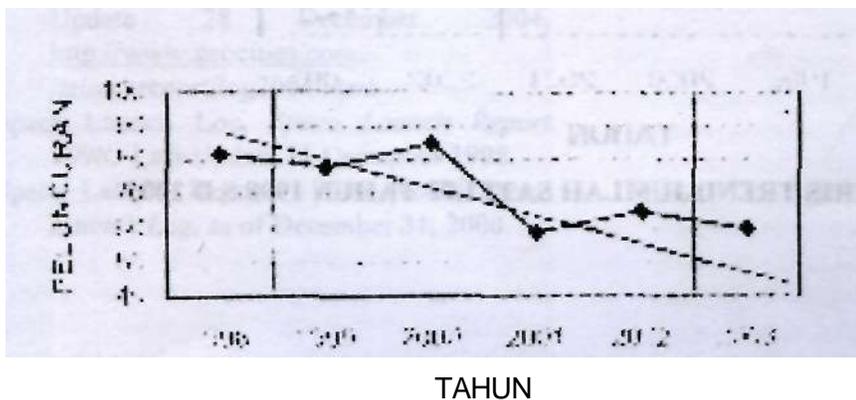
Model garis regresi bahwa jumlah peluncuran merupakan fungsi dari jumlah satelit yang ditempatkan di orbit adalah :

$$Y = 65,72 + 0,05 X \quad (6)$$

Dengan menggunakan persamaan (2), besarnya hubungan antara jumlah peluncuran dengan satelit yang ditempatkan di orbit diperoleh $r = 0,89$ dan $KP = 0,7921$. Persentase satelit yang gagal beroperasi per tahunnya adalah : tahun 1998 4,14%, tahun 1999 5,38%, tahun 2000 3,37%, tahun 2001 1,18%, tahun 2002 3,45%, dan tahun 2003 0%.

3.2 Pembahasan

Dari persamaan garis trend yang diperoleh (4) bahwa trend adalah trend negatif sehingga apabila dilakukan peramalan hasilnya akan menurun dengan meningkatnya waktu (X). Apabila X naik 1 satuan maka jumlah peluncuran akan turun sebesar 2,5 peluncuran. Dengan demikian, untuk estimasi tahun 2004 dengan harga $X = 7$, diperkirakan jumlah peluncuran turun menjadi 54 kali peluncuran. Hasil ini menunjukkan bahwa penyimpangan dari jumlah peluncuran yang sebenarnya pada tahun 2004 sebanyak 57 peluncuran sangat kecil yaitu hanya 5%. Garis trend jumlah peluncuran tersebut dapat dilihat dalam Gambar 3-2.



GAMBAR 3-2 : GARIS TREND JUMLAH PELUNCURAN TAHUN 1998 S.D TAHUN 2003

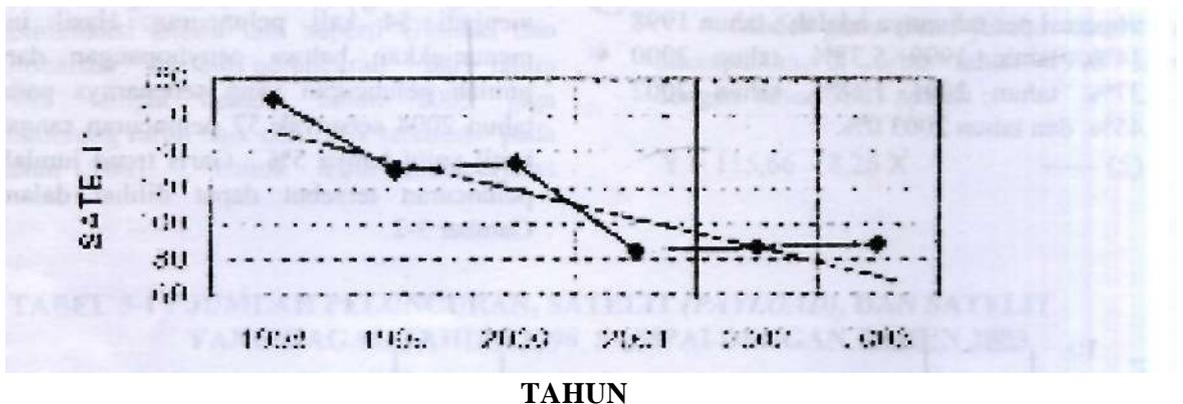
Untuk jumlah satelit yang ditempatkan di orbitnya dari tahun 1998 sampai dengan tahun 2003 model trendnya diperoleh sebagaimana tertulis di dalam persamaan (5). Trend jumlah satelit ini juga negatif sehingga apabila dilakukan estimasi hasilnya akan menurun dengan meningkatnya waktu (X). Apabila X naik 1 satuan maka jumlah satelit yang akan ditempatkan di orbitnya akan turun sebesar 8,26 satelit. Dengan demikian, untuk peramalan tahun 2004 dengan harga $X = 7$, diperkirakan jumlah satelit yang ditempatkan di orbitnya turun menjadi 56 satelit. Hal mungkin saja terjadi dikarenakan pada tahun 2004 beberapa konstelasi yang terdiri dari beberapa satelit teikomunikasi telah ditempatkan di orbit pada tahun-tahun sebelumnya. Hasil ini juga menunjukkan bahwa penyimpangan dari jumlah satelit yang sebenarnya ditempatkan di orbit pada tahun 2004 sebanyak 70 satelit masih relatif kecil yaitu 20%. Garis trend jumlah satelit tersebut dapat dilihat dalam Gambar 3-3.

Garis regresi antara jumlah peluncuran dengan jumlah satelit yang ditempatkan di orbit diperoleh hubungan yang positif. Dari persamaan (6) dapat diestimasi keadaan dalam tahun 2004, yaitu akan meningkat jumlah peluncuran dengan meningkatnya

jumlah satelit yang akan ditempatkan di orbitnya. Apabila X naik 1 satuan maka jumlah peluncuran akan sebesar 0,05. Andaikan pada tahun 2004 ada 100 satelit yang akan ditempatkan di orbitnya, maka jumlah peluncuran diperkirakan akan naik menjadi 71 kali peluncuran.

Besarnya hubungan antara jumlah peluncuran dengan jumlah penempatan satelit di orbitnya adalah 0,89, berarti kedua variable ini mempunyai hubungan yang kuat. 79, 21 % jumlah penempatan satelit di orbitnya akan mempengaruhi jumlah peluncuran setiap tahunnya, sedangkan yang 20,79 % dipengaruhi oleh faktor-faktor lainnya.

Prosentase satelit yang mengalami kegagalan untuk ditempatkan di orbit paling rendah adalah pada tahun 2003, bahkan pada tahun tersebut prosentasenya 0 %, berarti tidak ada kegagalan, semuanya berhasil. Hal ini bisa saja terjadi dikarenakan negara-negara baik negara yang memiliki industri persatelitan maupun yang melayani jasa peluncuran telah mampu memperkecil kesalahan-kesalahan yang pernah terjadi sebelumnya. Di samping itu juga jumlah satelit dan frekuensi peluncuran pada tahun tersebut tidak banyak.



GAMBAR 3-3 : GARIS TREND JUMLAH SATELIT TAHUN 1998 S.D 2003

4. KESIMPULAN

Model garis trend yang diperoleh baik untuk jumlah peluncuran maupun untuk jumlah satelit realibilitasnya cukup baik. Estimasi untuk tahun 2004, jumlah peluncuran menurun menjadi 54 kali peluncuran sedangkan banyaknya satelit yang ditempatkan di orbit menjadi 56 satelit. Hasil ini penyimpangannya masing-masing hanya 5% dan 20%. Meskipun hasil estimasi menurun bukan berarti jumlah keduanya akan terus menurun, untuk tahun-tahun berikutnya kemungkinan meningkat lagi bisa saja terjadi kembali. Meningkatnya jumlah ini dikarenakan adanya beberapa konstelasi sistem satelit komunikasi yang masa operasionalnya telah habis sehingga harus diganti dengan satelit-satelit yang baru atau untuk tujuan lainnya.

Hubungan jumlah satelit yang ditempatkan di orbit dengan jumlah peluncuran sangat kuat, yaitu sekitar 79,21% jumlah satelit akan mempengaruhi jumlah peluncuran. Hal ini berarti semakin meningkatnya kebutuhan negara-negara terhadap berbagai jenis satelit maka semakin meningkat pula industri persatelitan dan konsekuensinya pelayanan jasa peluncuran juga akan meningkat pula. Selain itu, yang sangat perlu menjadi perhatian adalah kemungkinan semakin padatnya populasi satelit di antariksa yang berada di atas wilayah Indonesia.

DAFTAR RUJUKAN

- Dajan, Anto, 1986, J i I id I, *Pengantar Metoda Statistik*, LP3ES, Jakarta.
- Kyle, Ed, *About Space Launch Report*, Update 28 December 2004, <http://www.geocities.com/launchreport/log2004.html>
- Space Launch Log, *Space Launch Report 1998*, Last Update 31 December 1998.
- Space Launch Report, *2000 World Space Launch Log*, as of December 31, 2000.

Space Launch Statistics,
www.astro.univie.ac.at/dorfi/reimers/r_aumfahrt/SL_Stat_e.html.

- Space Launch Report, *Space Launch Report 2001 Launch Stats*, World Space Launch Summary, as of December 31, 2001.
- Space Launch Report, *2002 World Space Launch Log*, as of December 31, 2002.
- Space Launch Report, *2003 World Space Launch Log*, Update January 25, 2004.
- Web Pages by TJ, *7999 Space Launch Log, Space Launch Report*, January 1 - December 31.