

PENGOPTIMALAN PERENCANAAN *BANDWIDTH* BERDASARKAN PROBABILITAS LALU LINTAS DATA PADA SISTEM KOMUNIKASI SATELIT VSAT

R. Yovi Manova Mansur¹

Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya, Kota Tasikmalaya, Indonesia¹

email: yovi.manova@umtas.ac.id

Abstract

Satellite frequency spectrum is one of the biggest cost components in the VSAT (Very Small Aperture Terminal) satellite communication system. Therefore, a bandwidth planning is an important part for operational cost saving in VSAT satellite communication systems. The use of modulation techniques, access techniques and error correction techniques has been able to significantly reducing the need of wide spectrum of frequencies, with the compensation degradation of system performance. As a basis for the initial calculation, we will use the bandwidth requirements. There are several technique that already being used to decide bandwidth requirement, such as calculating the bandwidth requirements base on type of the application and the number of users. Another option to determine the bandwidth requirements can also be done by estimation the addition bandwidth refer to the previous bandwidth average. In this study, bandwidth planning of VSAT satellite communication system will be decide and calculated by utilizing data traffic information in the previous implementation. Where is the data traffic information can be tabulated and with the normal distribution approach, optimal bandwidth can be calculated based on the desired probability both on the uplink and downlink sides.

Keywords: Bandwidth, optimal, probability, VSAT

Abstrak

Spektrum frekuensi satelit merupakan salah satu bagian terbesar komponen biaya dalam sistem komunikasi satelit VSAT (*Very Small Aperture Terminal*). Oleh karenanya perencanaan *bandwidth* menjadi salah satu bagian yang penting untuk melakukan penghematan biaya operasional sistem komunikasi satelit VSAT. Pemanfaatan teknik modulasi, teknik akses dan teknik koreksi error telah dapat menurunkan kebutuhan lebar spektrum frekuensi secara signifikan, dengan kompensasi pada performa dan kinerja sistem. Namun sebagai dasar perhitungan awal yang akan digunakan adalah kebutuhan bandwidth. Ada beberapa cara yang umumnya dilakukan, diantaranya adalah dengan menghitung kebutuhan bandwidth aplikasi dan jumlah pengguna. Selain itu penentuan kebutuhan bandwidth dapat juga dilakukan dengan estimasi dengan penambahan dari implementasi sebelumnya. Pada penelitian ini, perencanaan *bandwidth* sistem komunikasi satelit VSAT dilakukan dengan memanfaatkan informasi lalu lintas data pada implementasi sebelumnya. Dimana informasi lalu lintas data dapat ditabulasi dan dengan pendekatan distribusi normal dapat dihitung *bandwidth* optimal berdasarkan probabilitas yang diinginkan baik di sisi *uplink* maupun *downlink*.

Kata Kunci: Bandwidth, optimal, probabilitas, VSAT

I. PENDAHULUAN

Sistem komunikasi satelit masih dibutuhkan untuk menjangkau lokasi kerja yang tidak memiliki ketersediaan fasilitas telekomunikasi yang memadai. Sistem komunikasi ini sering disebut dengan nama VSAT (*Very Small Aperture Terminal*) yang merupakan perangkat pemancar dan penerima yang dipasang di lokasi stasiun bumi, terhubung dengan stasiun bumi lainnya dengan jarak lebih dari 100km melalui satelit.

Keuntungan dari sistem komunikasi satelit yang tidak dimiliki oleh sistem komunikasi lain adalah kemampuan untuk menghubungkan semua stasiun bumi bersama-sama *point to multi point* atau *point to point*. Ada 3 jenis akses metode yang digunakan untuk komunikasi satelit saat ini, yaitu FDMA, TDMA dan CDMA. Setiap stasiun bumi yang menggunakan Metode FDMA dikenal sebagai SCPC (*Single Channel per Carrier*) menggunakan satu atau lebih frekuensi pembawa tertentu selama waktu pelayanan[1].

Pada dasarnya kehandalan sistem Satelit dapat diukur menggunakan *Service level*, yaitu tingkat kualitas layanan yang diberikan provider kepada pelanggan. Penilaian *service level* sebuah jaringan tidak akan terlepas dari besar *downtime* yang terjadi [2].

Disisi lain kebutuhan dasar komunikasi saat ini semakin berkembang, bukan hanya untuk kebutuhan komunikasi

suara melalui telepon saja, namun juga harus mendukung kebutuhan komunikasi data baik berupa surat elektronik, internet, bahkan video. Termasuk pada sistem komunikasi satelit yang semakin membutuhkan *bandwidth* yang lebar.

Semakin besar lebar pita frekuensi yang dibutuhkan semakin besar pula biaya operasional atau biaya sewa yang harus dibayar. Khususnya untuk sistem komunikasi satelit yang biaya sewanya bias mencapai \$2700/MHz per bulan[3]. Banyak teknik yang dikembangkan pada sistem komunikasi satelit untuk menghemat penggunaan lebar pita frekuensi, baik teknik modulasi, teknik koreksi eror, teknik akses, termasuk diantaranya adalah penggunaan teknik *Carrier in Carrier* (CnC) [4].

Untuk meminimalkan biaya bulanan secara jangka panjang, penting dilakukan efisiensi penggunaan *bandwidth* satelit dan daya yang digunakan. Pilihan modem VSAT yang tepat, pilihan metode modulasi, skema modulasi modern dan FEC memungkinkan lebih banyak bit per detik pada *bandwidth* satelit yang sama[5].

Penghitungan bandwidth data dapat dilakukan dengan berdasarkan jumlah pengguna dan jenis aplikasi yang digunakan, atau dengan menggunakan data bandwidth dari implementasi sebelumnya, Namun sering terlewatkan pada kedua metode diatas adalah sisi *uplink* atau *upstream*, yang cenderung lebih kecil bandwidth data-nya.

Oleh karenanya pada penelitian ini akan dilakukan pengoptimalan *bandwidth* data dengan menggunakan probabilitas lalu lintas data maksimum dari implementasi sebelumnya, baik di sisi uplink maupun downlink.

Tujuan dari penelitian ini adalah:

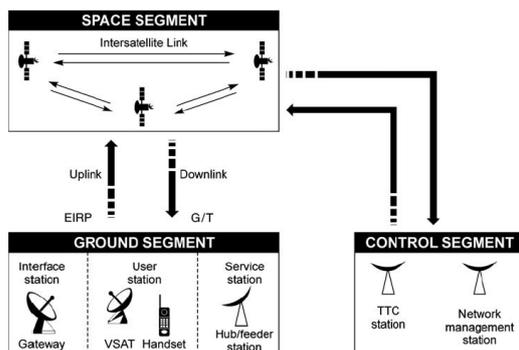
- Membuat tabulasi lalu lintas data selama masa operasi sistem komunikasi satelit VSAT sebelumnya
- Membuat tabel perhitungan dasar kebutuhan bandwidth data dengan menggunakan probabilitas tertentu dari distribusi lalu lintas data sebelumnya agar optimal.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Komunikasi Satelit

Sistem komunikasi satelit terdiri dari segmen stasiun luar angkasa, segmen pengendali dan segmen darat[6]:

- Stasiun Luar Angkasa terdiri dari satu atau banyak satelit aktif maupun cadangan yang disusun berupa konstelasi.
- Segmen pengendali terdiri dari semua fasilitas bumi untuk pengendali dan pemantau satelit, termasuk pengelolaan lalu-lintas dan sumberdaya terpasang pada satelit.
- Segmen darat berupa semua lalu lintas stasiun bumi. Berdasarkan layanan yang digunakan, stasiun ini dapat berukuran centimeter hingga sepuluh meter.



Gbr 1. Segmen Sistem Komunikasi Satelit[6]

Uplinks dan *downlinks* merupakan frekuensi radio yang termodulasi. Kinerja link dapat diukur berdasarkan rasio daya penerimaan C terhadap kerapatan *noise* N_0 (C/N_0). Pada komunikasi digital menggunakan dasar ukuran *bit error rate* (BER) dan biasanya diukur berdasarkan rasio E_b/N_0 , yaitu rasio antara energi per bit terhadap kerapatan Noise.

Parameter penting lainnya adalah lebar pita (*bandwidth*) yang dihitung atau ditentukan berdasarkan kecepatan data (*data rate*), kode koreksi error (*forward error correction*) dan modulasi yang digunakan pada frekuensi *carrier*. Semakin besar bandwidth yang dimiliki sebuah koneksi, maka akan semakin optimal proses transaksi yang bisa dirasakan oleh user[7]. Namun untuk komunikasi satelit, besarnya daya *carrier* dan lebar pita yang digunakan menunjukkan efektifitas biaya pada perencanaan sistem.

B. Very Small Aperture Terminal (VSAT)

VSAT merupakan perangkat stasiun bumi yang memiliki ukuran diameter umumnya kurang dari 2.4m[6]. VSAT biasanya digunakan pada fasilitas komunikasi *private*, dan biasanya digunakan untuk komunikasi dua arah untuk menghubungkan kantor di banyak tempat terpencil. Struktur dasar jaringan VSAT terdiri atas stasiun utama

(*hub*) yang menyediakan fasilitas *broadcast* kesemua VSAT di jaringan dan VSAT-nya sendiri yang mengakses satelit dengan teknik akses tertentu.

Metode akses yang populer digunakan adalah FDMA, karena membutuhkan lebih sedikit transmit daya. TDMA juga banyak digunakan namun dianggap tidak efisien yang diakibatkan oleh kecilnya kepadatan disisi *uplink*. Metode lainnya adalah DAMA (*Deman Assign Multiple Access*), dimana alokasi kanal akan diberikan sesuai dengan kebutuhan VSAT dalam jaringan. Selain itu pada tahun 1990, Abraham memperkenalkan pula metode akses CDMA (*Code Division Multiple Access*) yang menggunakan teknik sebaran spektrum dan dipasangkan dengan protokol Aloha, yaitu menyebarkan paket secara acak pada kanal yang telah ditentukan.

C. Distribusi Probabilitas Normal

Banyak variabel memiliki distribusi yang bentuknya dapat didekati dengan menggunakan kurva normal. Sejak distribusi normal dapat ditabulasi, area dibawah kurva normal, yang berhubungan dengan probabilitas dapat digunakan sebagai pendekatan probabilitas yang berhubungan dengan variable dalam suatu eksperimen.

Histogram frekuensi relative untuk variable acak normal, disebut juga kurva normal atau distribusi probabilitas normal, adalah kurva halus berbentuk loncong.

Fungsi densitas distribusi normal diperoleh dengan persamaan sebagai berikut:

$$f(y) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(y-\mu)/2\sigma^2} \quad (1)$$

Dimana

μ = nilai rata-rata

σ = standar deviasi

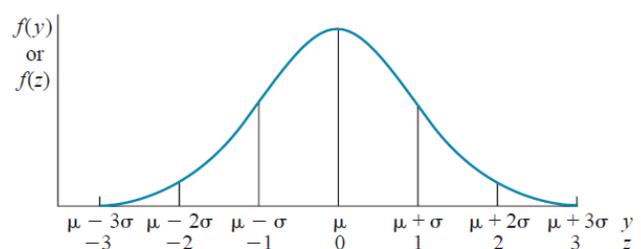
$\pi = 3,1416$

$e = 2,7183$

Karena kurva normal berbeda-beda (tergantung parameter μ dan σ), sehingga membuat tabulasi kurva normal menjadi sulit, dimana setiap kurva membutuhkan tabel yang berbeda. Dengan menentukan probabilitas yang berupa variable y yang berada antara beberapa angka standar deviasi, dibutuhkan hanya satu tabel[8].

Untuk menentukan probabilitas yang berupa pengukuran kurang dari nilai y , kita harus hitung terlebih dahulu angka standar deviasi dimana y berada dari nilai rata-rata, dengan rumus

$$z = \frac{y - \mu}{\sigma} \quad (2)$$



Gbr 2. Hubungan Nilai y dan z [8]

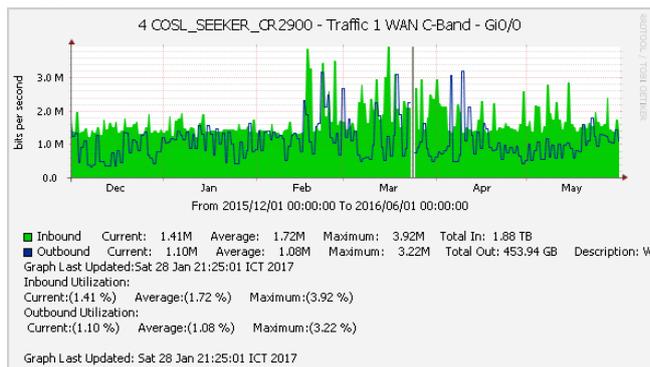
Nilai z dihitung dan disebut juga dengan angka z , yang berhubungan dengan nilai y . Dengan menggunakan nilai z , dapat diperoleh probabilitas pada tabel z .

III. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini akan menggunakan metode kuantitatif deduktif, dimana peneliti akan membuat rumusan penghitungan perencanaan *bandwidth* data pada sistem komunikasi satelit VSAT.

Data yang digunakan adalah lalu lintas data yang tercatat pada operasi VSAT sebelumnya, sehingga selain evaluasi pemakaian *bandwidth* juga dapat digunakan untuk melakukan perencanaan implementasi berikutnya. Sehingga pada implementasi berikutnya *bandwidth* yang digunakan dapat lebih optimal, dapat memenuhi kebutuhan aplikasi di lapangan namun tetap meminimalkan biaya sewa sistem VSAT.

Adapun *bandwidth* data harian yang digunakan adalah *bandwidth* maksimum baik *downlink* maupun *uplink*, mengingat lokasi ini adalah lokasi dengan permintaan kualitas layanan yang sangat tinggi. Optimalisasi *bandwidth* bisa dilakukan dengan menggunakan data rata-rata *bandwidth*, namun khusus untuk operasi pengeberooan lepas pantai, *availabilitas* komunikasi lebih utama dibandingkan dengan efisiensi utilisasi.



Gbr 3. Lalu lintas data selama 6 bulan

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan ekstraksi data harian dari bulan Desember 2015 sampai dengan Mei 2016, diperoleh data rata-rata sebagai berikut

Tbl 1. Tabel rata-rata dan standar deviasi *bandwidth* data *downlink* dan *uplink*

Bulan	Maksimum <i>Downlink</i> (Kbps)		Maksimum <i>Uplink</i> (Kbps)	
	Rata-Rata	Standar Deviasi	Rata-Rata	Standar Deviasi
Dec-15	1491.50	197.26	859.08	339.99
Jan-16	1486.67	175.96	1089.92	327.80
Feb-16	1835.92	801.44	1396.36	601.15
Mar-16	2099.67	616.23	1112.73	689.58
Apr-16	1705.19	400.84	1145.17	797.17
May-16	1768.93	386.72	976.88	319.60

Dengan menggunakan Tabel Z kurva distribusi normal maka dengan probabilitas tertentu yaitu dari probabilitas terjadinya data maksimal ekstrim 99.99 % maka nilai $Z = 3.49$ sedangkan dengan probabilitas moderat 90% maka nilai $Z = 1.29$.

Dengan referensi ini, dan dengan menggunakan rumus transformasi Z maka dapat dicari *bandwidth* data yang di rekomendasikan berdasarkan data rata-rata *bandwidth* dan standar deviasi menggunakan rumus:

$$Z = \frac{B_{max} - \mu}{\sigma} \quad (3)$$

$$B_{max} = (Z \times \sigma) + \mu \quad (4)$$

Tbl 2. Tabel Probabilitas *Bandwidth Downlink*

Bulan	Maksimum <i>Downlink</i> (Kbps)		Estimasi <i>bandwidth</i> dengan Probabilitas			
	Rata-Rata	Standar Deviasi	P(B) = 90%	P(B) = 99%	P(B) = 99.9%	P(B) = 99.99%
Dec-15	1491.50	197.26	1745.97	1951.12	2103.02	2179.95
Jan-16	1486.67	175.96	1713.66	1896.66	2032.15	2100.78
Feb-16	1835.92	801.44	2869.77	3703.27	4320.38	4632.94
Mar-16	2099.67	616.23	2894.61	3535.49	4009.99	4250.32
Apr-16	1705.19	400.84	2222.26	2639.13	2947.78	3104.10
May-16	1768.93	386.72	2267.80	2669.99	2967.76	3118.58

Tbl 3. Tabel Probabilitas *Bandwidth Uplink*

Bulan	Maksimum <i>Uplink</i> (Kbps)		Estimasi <i>bandwidth</i> dengan Probabilitas			
	Rata-Rata	Standar Deviasi	P(B) = 90%	P(B) = 99%	P(B) = 99.9%	P(B) = 99.99%
Dec-15	859.08	339.99	1297.67	1651.25	1913.05	2045.64
Jan-16	1089.92	327.80	1512.78	1853.70	2106.11	2233.95
Feb-16	1396.36	601.15	2171.84	2797.03	3259.91	3494.36
Mar-16	1112.73	689.58	2002.29	2719.45	3250.42	3519.36
Apr-16	1145.17	797.17	2173.52	3002.58	3616.40	3927.30
May-16	976.88	319.60	1389.17	1721.56	1967.65	2092.30

Dari table 2 dari keseluruhan bulan maka untuk probabilitas ekstrim (99.99%) maka *bandwidth downlink* minimum yang dibutuhkan adalah 4,6 Mbps.

Sedangkan jika menggunakan probabilitas moderat 90%, maka *bandwidth downlink* minimum yang dibutuhkan adalah 2,9 Mbps.

Dari tabel 3 dari keseluruhan bulan maka untuk probabilitas ekstrim (99.99%) maka *bandwidth uplink* minimum yang dibutuhkan adalah 3,9 Mbps.

Sedangkan jika menggunakan probabilitas moderat 90%, maka *bandwidth uplink* minimum yang dibutuhkan adalah 2,2 Mbps.

V. KESIMPULAN

Dari pengolahan data ini, dapat ditarik kesimpulan bahwa metode statistik distribusi normal dapat dilakukan untuk menghitung perencanaan *bandwidth uplink* dan *downlink* VSAT menggunakan probabilitas dari data utilisasi sebelumnya. Dengan pendekatan probabilitas statistik dapat mengurangi resiko tidak terpenuhinya layanan komunikasi di *rig* pengeboran minyak bumi melalui perhitungan dan bukti ilmiah. Sesuai dengan tingkat probabilitas yang dipilih bisa kita tentukan dan pilih kebutuhan minimal *bandwidth* VSAT untuk proyek berikutnya.

Data yang memiliki fluktuasi tinggi, atau standar deviasi yang tinggi berpengaruh besar terhadap ramping gemuknya kurva normal, sehingga berpengaruh juga terhadap *bandwidth* maksimum yang di prediksi dapat terjadi. Dari penelitian ini metode ini dapat juga dilakukan untuk menentukan *bandwidth* rata-rata sehingga dapat memaksimalkan utilisasi kanal satelit, tentunya akan berpengaruh juga pada kualitas layanan telekomunikasinya..

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terimakasih kepada Kampus saya, Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya yang memberikan kesempatan pelaksanaan penelitian ini. Juga kepada Teknik Elektro Universitas Siliwangi, yang memberikan kesempatan tulisan ini terbit di *Journal of Energy and Electrical Engineering*.

REFERENSI

- [1] Palinggi S. (2019), VSAT Bandwidth Efficiency on Satpath System , International Journal of Innovative Science and Research Technology Volume 4, Issue 12, December – 2019, ISSN No:-2456-2165.
- [2] Hakim. T.D., (2018) Analisa Performansi Jaringan VSAT BRISAT Berdasarkan Delay, Packet Loss & Service Level Elektrokrisna 6 (03), 139-145 issue: 2018 ISSN: 2302-4712
- [3] Euroconsult, (2014). Assessment Of C-Band Usage In Asian Countries
- [4] Mansur, R.Y.M., (2017) Analisis Kinerja Teknik Carrier In Carrier (Cnc) Pada Sistem Komunikasi Satelit Tetap Di Operasi Rig Pengeboran Lepas Pantai, Al Jazari Journal of Mechanical Engineering 1 (1) (2016) ISSN: 2527-3426.
- [5] Apo, B., (2019), VSAT as an Alternate Source of Internet Connectivity in Remote Areas of Arunachal Pradesh, India. International Journal of Science and Research (IJSR). Volume 9 Issue 4, April 2020. ISSN: 2319-7064
- [6] Maral, G., Bousquet, M., (2009). Satellite communications systems (5th ed.). West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.
- [7] Sari, D., Ibrahim R.,(2019) QoS dan Migrasi Remote VSAT Pada Jaringan WAN Di PT Semesta Citra. IJCIT (Indonesian Journal on Computer and Information Technology) 4 (2) (2019) 182-188. e-ISSN: 2549-7421.
- [8] Lyman, R., (2001). An introduction to statistical Methode and Data Analysis (5th ed.), Pasific Grove: DUXBURY.

BIOGRAFI PENULIS



R. Yovi Manova M., Lahir di Tasikmalaya di tahun 1976. Besar di beberapa kota sesuai dengan tempat tugas orang tua, termasuk di Jakarta dan Kota Banjarbaru, Kalimantan Selatan. Menamatkan Sekolah Lanjutan Tingkat Atas di Tasikmalaya, dan melanjutkan pendidikan S1 di Teknik Elektro ITB, dan lulus sebagai Sarjana Teknik. Selanjutnya bekerja di perusahaan swasta kontraktor layanan telekomunikasi di industri migas, hingga bekerja di perusahaan migas kontraktor SKK Migas. Selama bekerja menamatkan pendidikan S2 di Teknik Elektro UI dengan gelar Magister Teknik. Setelahnya berbagi pengalaman dan ilmu sebagai Tenaga Pengajar di Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya.