

SIMULASI PENENTUAN LAJU DATA OPTIMAL PADA KRITERIA PERFORMANSI SISKOMSAT NANOSATELIT

Nusriyati Mahmudah N¹, Rina Pudji Astuti², Miftadi Sujdai³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Penggunaan nanosatelit yang berorbit di LEO mempunyai keuntungan, diantaranya adalah delay propagasi yang relatif lebih cepat dibandingkan orbit MEO dan GEO, serta redaman propagasi yang relatif lebih kecil dibandingkan dengan kedua orbit lainnya. Penggunaan orbit LEO juga mempunyai permasalahan, diantaranya: frekuensi Doppler yang disebabkan oleh pergerakan satelit, waktu revolusi satelit yang sangat singkat. Selain itu ada kelemahan untuk nanosatelit yang terbatas pada daya.

Transmisi data pada nanosatelit dapat menggunakan berbagai cara untuk mengatasi berbagai masalah yang disebabkan oleh kondisi kanal yang terus berubah-ubah akibat Doppler shift, salah satunya adalah teknik error correction berupa teknik pengkodean kanal. Penambahan Forward Error Correction (FEC) mampu menekan kuantitas bit error rate (BER) sebagai akibat pengiriman data yang besar dan cepat yang dihadapkan dengan kondisi nanosatelit yang terbatas daya. Salah satu jenis dari Forward Error Control adalah Turbo Code yang mempunyai keuntungan yaitu daya yang minimum pada setiap modulasi sehingga memungkinkan pengiriman sinyal dengan level daya yang sangat rendah.

Berdasarkan hasil simulasi secara keseluruhan maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan pengkodean Turbo code dengan menggunakan code rate yang bervariasi, pemetaan yang bervariasi, jenis interleaver yang bervariasi serta nilai constraint length yang bervariasi menghasilkan peningkatan BER yang bervariasi pula, dengan FEC dan modulasi yang mempengaruhi bit rate. Untuk memperoleh kualitas BER sebesar 10^{-4} , pada code rate $1/3$ diperlukan SNR 1,8 dB dengan coding gain sebesar 6,2 dB. Pemetaan sinyal menggunakan BPSK memiliki performansi lebih baik dibandingkan QPSK karena dapat mencapai target BER 10^{-4} pada SNR sebesar 4 dB dengan coding gain sebesar 3,5 dB dan penggunaan Random Interleaver menunjukkan kinerja yang sangat baik dalam hal meningkatkan BER. Hal ini dapat dilihat ketika menggunakan Random Interleaver target BER 10^{-4} dapat dicapai pada SNR 7,5 dB dengan coding gain sebesar 1 dB. Dengan pemakaian hasil rekomendasi simulasi tersebut yaitu FEC turbo code $1/3$ dengan modulasi BPSK bit rate yang dicapai sistem sebesar 13,8 Mbps, untuk perubahan sudut elevasi, sistem dapat mencapai bit rate yang lebih tinggi lagi dengan mengkombinasikan FEC dan modulasi, dan bit rate paling tinggi dicapai pada sudut elevasi 90o sebesar 55,5 Mbps dengan FEC turbo code $2/3$ dan modulasi QPSK.

Kata Kunci : nanosatelit, turbo code, bit rate

Abstract

Nanosatellite use Low Earth orbit for their orbit, using Low earth orbit for their orbit offer some advantages, such as shorter time-delay propagation and smaller propagation attenuation, compared to MEO and GEO. Beside compare to the others orbit, LEO has multipath fading advantage compare to terrestrial mobile communication system. Even LEO offers some advantage, but LEO has some disadvantages too. Doppler Effect is one of the disadvantages in Low Earth Orbit, beside Doppler Effect, LEO has the others disadvantages such as brief timevisibility. Beside of disadvantages of the propagation in LEO, nanosatellite has disadvantage in power limited of system.

Data transmission on nanosatellite use a variety of ways to overcome the various problems caused by unstable conditions of propagation channel, one of them is the technique of error correction channel coding techniques. The addition of Forward Error Correction (FEC) is expected to reduce the quantity of bit error rate (BER) as an impact of a large data transfer fast and beside of power limited in nanosatellite data transmission. One of Forward Error Control type is Turbo Code.. The advantage of turbo code is a minimum power usage at each modulation so possible to send of the very low power level signal.

Based on the overall simulation results, we can conclude that using Turbo code with variation of code rate, modulation, interleaver and constraint length can get a BER increasing too, with FEC code rate and modulation system that influence to quantity of bit rate. To get a quality BER as a big 10^{-4} , on code rate $1/3$ needed SNR 1,8 dB with a coding gain as a big 6,2 dB. Modulator using a BPSK signal modulation get a better performance than QPSK because it can reach a BER target 10^{-4} in SNR as a big 4 dB with coding gain as a big 3,5 dB and the use of the Random interleaver shows excellent performance in terms of improving the BER. When system using a Random Interleaver BER target BER 10^{-4} can be reached at SNR 7,5 dB with coding gain as a big 1 dB, with bit rate optimum 13,8 Mbps in recommendation system from this simulation by FEC turbo code $1/3$ and BPSK modulation system. For elevation angel that change from 0o to 180o, the system can increase the bit rate with combination of code rate FEC and modulation system, and bit rate maximum can be reached at elevation angel 90o in 55,55 Mbps, with code rate FEC of turbo code and QPSK modulation.

Keywords : nanosatellite, turbo code, bit rate

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu sistem komunikasi yang handal, mampu mencakup daerah yang cukup jauh dari segi geografis, adalah menggunakan sistem komunikasi satelit. Fungsi umum dari satelit adalah sebagai *repeater*. Selain itu satelit juga mempunyai fungsi sebagai pemantau keamanan wilayah yang cukup luas secara geografis, dengan kemampuannya tersebut, satelit menjadi teknologi yang cukup diperhitungkan.

Dalam perkembangannya terdapat beberapa *orbit* satelit yang umum digunakan yaitu LEO dan GEO. Pemilihan *orbit* satelit didasari pada beberapa hal, antara lain adalah daerah *coverage* liputan, total waktu kontak yang diinginkan antara satelit dan stasiun bumi, hubungan orbit dengan misi, umur operasi satelit dan biaya dari total peluncuran^[2]. Berdasarkan pemilihan orbit tersebut, maka untuk misi pemantauan serta pertimbangan *loss* yang cukup tinggi dari link satelit GEO, maka satelit LEO menjadi kandidat teknologi satelit untuk saat ini.

Satelit juga dibedakan menurut beratnya, satelit yang beredar di orbit GEO pada umumnya masuk ke golongan satelit besar dengan effort yang cukup besar juga untuk peluncuran 1 buah satelit, sedangkan satelit dengan berat kurang dari 10 Kg masuk kedalam satelit nano atau sering disebut nanosatelit. Banyak keuntungan pemakaian nanosatelit ini, diantaranya dari sisi biaya, dana untuk meluncurkan satelit cukup terjangkau dibandingkan satelit-satelit besar lainnya, nanosatelit berada di orbit LEO yang cukup dekat dengan bumi sehingga *loss* propagasi akibat jarak bisa diminimalisir, selain itu nanosatelit juga dipakai untuk satelit pencari atau pemantau kondisi wilayah suatu Negara. Nanosatelit yang berukuran kecil ini, tentunya tidak lepas dari hal yang serba terbatas, hal yang paling urgent dalam komunikasi satelit adalah daya, sedangkan bentuk satelit yang kecil membuat daya dari nanosatelit cukup terbatas.

Berdasarkan beberapa hal yang disebut sebelumnya, nanosatelit merupakan satelit yang berorbit di LEO mempunyai keterbatasan power namun menuntut adanya *high data rate* informasi untuk keperluan transmisi data, tantangan yang muncul dari hal tersebut ialah cara mengoptimalkan kinerja sistem yang serba terbatas tersebut pada kanal propagasi orbit LEO, dimana orbit LEO ini selain menguntungkan di jarak yang dekat, namun karena posisinya yang

dekat dengan bumi membuat kecepatan satelit menjadi lebih cepat dari rotasi bumi itu sendiri, sehingga satelit akan mengelilingi bumi lebih dari 1 kali, hal tersebut membuat pengiriman data informasi dari satelit ke stasiun bumi tidak nyaman komunikasi *point to point* pada satelit GEO pada umumnya. Berdasarkan hal tersebut, maka butuh ada nya sebuah format pentransmisi data yang dapat mengirimkan data informasi dengan optimal di kondisi satelit yang terus bergerak mengelilingi bumi, dari kondisi satelit yang baru terbit sampai tenggelam, optimal dalam pengiriman data untuk seluruh waktu kontak dengan stasiun bumi. Pergerakan satelit yang sangat cepat tersebut juga menimbulkan effect Doppler yang juga menyebabkan error saat proses transmisi berlangsung, sehingga untuk mengoptimalkan kualitas dan kuantitas informasi diperlukan suatu format modulasi dengan penambahan teknik *Forward Error Correction* (FEC) supaya mampu menekan kuantitas *bit error rate* (BER) sebagai akibat pengiriman data yang besar dan cepat. Salah satu jenis dari *Forward Error Correction* adalah *Turbo code*. Keunggulan *turbo code* adalah penggunaan *power* yang minimum pada setiap modulasi sehingga memungkinkan pengiriman sinyal dengan level daya yang sangat rendah^[13].

1.2 Rumusan Masalah

Analisis pada Tugas Akhir ini dirumuskan pada hal-hal berikut:

1. Bagaimana mensimulasikan penggunaan teknik pengkodean kanal *turbo code* dan modulasi pada sistem komunikasi nanosatelit
2. Bagaimana memodelkan kanal AWGN dan kanal satelit LEO pada sistem komunikasi nanosatelit
3. Bagaimana menentukan parameter-parameter simulasi *Turbo code* pada sistem komunikasi nanosatelit.
4. Bagaimana menentukan *optimum bit rate* yang dapat ditransmisikan dengan menggunakan parameter-parameter *turbo code* serta pada kondisi kanal nanosatelit

1.3 Batasan Masalah

Agar dalam pengerjaan Tugas Akhir ini didapat hasil yang optimal maka diperlukan pembatasan masalah sebagai berikut :

- Pembahasan sistem hanya dilakukan pada *layer* fisik OSI
- Tidak melakukan modulasi adaptif dan pengkodean
- Sistem yang dianalisis adalah sistem *single user* lebih khususnya dari satelit ke stasiun bumi
- Pengkodean kanal yang digunakan hanya pengkodean kanal *Turbo code*

- Kanal transmisi yang digunakan adalah kanal AWGN dan *fading rician*
- Modulasi yang digunakan adalah Modulasi BPSK dan QPSK.
- Teknik pengkodean kanal yang digunakan adalah *Turbo code* dengan *code rate* $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ dan $\frac{2}{3}$.
- Unjuk kerja sistem yang diamati adalah BER arah downlink
- Handover antar satelit tidak diperhitungkan
- Satellite yang digunakan adalah satelit IiNUSAT-01
- Studi kasus dilakukan di wilayah bandung, pada kisaran $K=7$ (sub urban)
- Model sistem disimulasikan dengan perangkat lunak MATLAB R2007a.

1.4 Tujuan Penelitian

Tugas Akhir ini mempunyai tujuan sebagai berikut:

1. Membuat model sistem dan simulasi nanosatelit yang menerapkan kode turbo sebagai teknik pengkodean kanalnya.
2. Analisis pengaruh penggunaan pengkodean kanal *Turbo code* pada sistem komunikasi nanosatelit
3. Analisis pengaruh penggunaan modulasi BPSK dan QPSK pada pengkodean Turbo code serta mengetahui pengaruhnya terhadap BER dan jumlah maksimum bit rate yang dapat disalurkan.
4. Analisis pengaruh variasi code rate pada pergeseran satellite dari terbit sampai tenggelam terhadap pengiriman data downlink serta mengetahui pengaruhnya terhadap BER dan jumlah maksimum bit rate yang dapat disalurkan.
5. Dapat menganalisa posisi satelit, code rate serta modulasi yang paling optimal didalam mentranmisikan data pada nanosatelit dilihat dari sisi downlink

1.5 Metodologi Penelitian

Pelaksanaan tugas akhir ini meliputi beberapa tahapan sebagai berikut:

- Studi literatur untuk mengetahui teknik-teknik pengkodean kanal dimana pengkajian lebih dalam yang difokuskan pada teknik pengkodean turbo dan juga modulasi yang digunakan pada system komunikasi satelit. Sumber dipelajari banyak didapatkan dari buku, internet, dan jurnal-jurnal.
- Proses perancangan dan simulasi hasil kajian dan studi literatur dengan menggunakan Matlab R2007a.

- Analisis hasil simulasi untuk menentukan rekomendasi kriteria dari kinerja kode turbo, modulasi serta posisi satelit yang dapat menghasilkan bit rate optimum.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan Tugas Akhir ini akan dibagi beberapa bagian sebagai berikut :

Bab I Pendahuluan

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan pembahasan, metodologi penyelesaian masalah dan sistematika penulisan.

Bab II Landasan Teori

Bab ini berisi tentang dasar-dasar teori mengenai konsep dasar sistem komunikasi satelit nano, kanal transmisi, penjelasan tentang *turbo code*, *interleaver* serta modulasi.

Bab III Perancangan Sistem

Bab ini berisi tentang pemodelan sistem komunikasi satelit nano dengan penerapan teknik pengkodean *turbo code* beserta beberapa parameternya dan alur simulasi dari sistem tersebut.

Bab IV Analisis Hasil Simulasi Sistem

Bab ini berisi tentang analisis terhadap hasil simulasi kinerja sistem serta penerapan teknik pengkodean turbo dan beberapa macam modulasi pada system komunikasi satelit nano.

Bab V Kesimpulan Dan Saran

Bab ini berisi tentang kesimpulan akhir dan saran pengembangan Tugas Akhir berikutnya.

Telkom
University

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian dengan simulasi dan perhitungan penentuan laju data optimum pada nanosatelit dengan menggunakan pengkodean kanal *turbo code* menghasilkan beberapa kesimpulan umum sebagai berikut:

1. Teknik pengkodean *Turbo code* pada sistem transmisi data downlink pada nanosatelit memberikan performansi yang lebih baik dibandingkan dengan sistem transmisi nanosatelit yang tidak menggunakan pengkodean kanal. Berdasarkan pengamatan dilakukan pada BER 10^{-4} . Performansi sistem pada saat menggunakan pengkodean kanal memerlukan SNR 1,8 dB untuk mendapatkan BER 10^{-4} sedangkan jika tidak menggunakan pengkodean kanal *Turbo code* memerlukan SNR 7,4 dB untuk mendapatkan BER 10^{-4} .
2. Faktor *M-array* modulasi berpengaruh terhadap performansi sistem, kombinasi *Turbo code* dengan modulasi BPSK ($M=2$) memiliki performansi (kualitas) yang lebih baik dibandingkan dengan modulasi QPSK ($M=4$). Pada pengamatan BER sebesar 10^{-4} , teknik *Turbo code* dengan modulasi BPSK dapat mencapai target BER 10^{-4} pada SNR sebesar 4 dB, sedangkan untuk modulasi QPSK dapat mencapai target BER 10^{-4} pada SNR sebesar 7,5 dB.
3. Pengkodean kanal *Turbo code* dengan *Random interleaver* memiliki kinerja yang lebih baik daripada menggunakan *Block interleaver* maupun *convolutional interleaver*. Hal ini dapat dilihat ketika menggunakan *Random Interleaver* target BER 10^{-4} dapat dicapai pada SNR 7,5 dB, sedangkan *Block Interleaver* target BER 10^{-4} dapat dicapai pada SNR 8,4 dB dan untuk *convolutional Interleaver* target BER 10^{-4} dapat dicapai pada SNR 8,5 dB.
4. *Code rate* merupakan faktor yang berpengaruh pada kinerja pengkodean kanal *Turbo code* pada sistem transmisi data downlink pada nanosatelit. Semakin kecil nilai *code rate* maka akan terjadi peningkatan kinerja sistem. Untuk memperoleh kualitas BER sebesar

10^{-4} , pada *code rate* 1/3 diperlukan SNR 1,8 dB sedangkan saat *code rate* 1/2 diperlukan SNR 4,8 dB dan untuk *code rate* 2/3 diperlukan SNR 8 dB.

5. *Constraint length* mempengaruhi kinerja sistem. Semakin besar nilai *Constraint length* maka kinerja sistem juga akan semakin baik. Pada *constraint length* = 4, maka SNR yang dibutuhkan untuk mendapatkan BER sebesar 10^{-4} adalah 7 dB. Sedangkan pada *constraint length* = 5, maka SNR yang digunakan untuk mendapatkan BER sebesar 10^{-4} adalah 6,8 dB.
6. Berdasarkan hasil simulasi secara keseluruhan di atas maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan pengkodean *Turbo code* dengan menggunakan *code rate* = 1/3, pemetaan sinyal menggunakan BPSK dan penggunaan *Random Interleaver* menunjukkan kinerja yang sangat baik dalam hal meningkatkan BER pada sistem untuk kondisi yang sangat buruk dan menghasilkan *bit rate* maksimum 13,8 Mbps. Sedangkan dimasing-masing sudut elevasi dapat mencapai *bit rate* yang lebih tinggi dari bit rate maksimum tersebut, untuk sudut elevasi 90° bit rate dapat mencapai 55,5 Mbps dengan memakai *turbo code* dengan *code rate* FEC 2/3 dan modulasi QPSK, untuk sudut elevasi 60° dan 120° dapat mencapai *bit rate* maksimum mencapai 41,6 Mbps dengan memakai FEC 1/2 dan modulasi QPSK, untuk sudut elevasi 40° dan 130° dapat mencapai *bit rate* maksimum mencapai 27,7 Mbps dengan memakai FEC 1/3 dan modulasi QPSK, untuk sudut elevasi kurang dari sama dengan 30° dan lebih dari 150° masuk pada kategori kondisi buruk (*worst case*) maka *bit rate* mencapai 13,8 Mbps dengan pemakaian FEC 1/3 dan modulasi BPSK.

5.2 Saran

1. Melakukan penelitian dengan menggunakan teknik adaptif modulation coding pada sistem transmisi data downlink pada nanosatelit untuk mencapai performansi yang lebih optimum
2. Melakukan penelitian dengan menambahkan variasi modulasi seperti GMSK maupun dari jenis FSK dan.
3. Melakukan penelitian penggunaan pengkodean kanal lain selain *turbo code* pada sistem transmisi data nanosatelit yang terbatas pada daya.

Daftar Pustaka

- [1] Arifin, Zaenal. “*Analisis Pengaruh Kinerja Turbo Code untuk Peningkatan Transmisi Data Kecepatan Tinggi pada Serat Optik*”, Tugas Akhir, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 2011
- [2] Cahyadi, Ahmad, “*Analisis Downlink Budget dan Power Budget pada Indonesia Nano Satelit-1*”, Tugas Akhir, Institut Teknologi Telkom, Bandung, 2005
- [3] Fortescue. Peter, “*Spacecraft System Engineering Third Edition*”, Wiley, London, 2004
- [4] Haykin, Simon. “*Communication System*”, John Wiley & Sons, New York, 1983
- [5] Ippolitto, Louis J. Jr, “*Radiowave propagation Satellite Communication*”, New York, 1986
- [6] M Davis, Linda. “*Estimation of LEO Satellite Channel*”. Parkville, Singapore, 1997
- [7] Moreira, Jorge Castineira and Farrell, Patrick Guy. “*Essential of Error Control Coding*” John Wiley & Sons, Ltd. 2006
- [8] Morelos, Robert H. and Zaragoza, “*The Art of Error Correcting Coding*”. John Wiley & Sons, Ltd. 2006
- [9] Nasution, Husni, “*Orbit Satelit dan Ketinggiannya*”. Berita dirgantara, Lapan, Bandung. 2001
- [10] Nur Rahmawati. Dewi. “*Simulasi dan analisis Kinerja MC-CDMA pada Sistem Komunikasi Satelit LEO*”, Tugas Akhir, Sekolah Tinggi Teknologi Telkom, Bandung, 2007
- [11] Payandeh. A, “*An Adaptive secure Channel Coding Scheme for Data Transmission over LEO Satellite Channel*” Sharif University of Technology, Iranica, 2006
- [12] Priskusma Ariseto, Ricky, “*Analisis Kinerja Satelit UMTS Mobile Satellite System (MSS) pada Orbit Low Earth Orbit (LEO)*”, Tugas Akhir, Institut Teknologi Telkom, Bandung, 2007
- [13] Risnando, Angga. “*Analisis Pengaruh Kinerja Pengkodean Turbo Code terhadap sistem broadband wireless OFDM Untuk Peningkatan Performansi Pada Teknologi Standar IEEE 802.16d*”, Tugas Akhir, Institut Teknologi Telkom, Bandung, 2010
- [14] Satria Hatma, Dedi, “*Analisa Propagasi Ka-Band pada Satelit Teledesic untuk Komunikasi Data*”, Tugas Akhir, STT Telkom, Bandung, 2006
- [15] Simanjuntak, Ir. T.L.H, “*Sistem Komunikasi Satelit*”.PT Alumni, Bandung 2004
- [16] Slide Kuliah Sistem Komunikasi 2, Institut Teknologi Telkom, Bandung, 2009

- [17] Slide Kuliah Sistem Komunikasi Satelit, Institut Teknologi Telkom, Bandung, 2009
- [18] Slide Kuliah Rekayasa Radio, Insitut Teknologi Telkom, Bandung, 2009
- [19] Sunomo, “*Pengantar Sistem Komunikasi Nirkabel*”. Grasindo, Jakarta, 2004
- [20] Tim Nanosatellite IT Telkom *Preliminary Design S-Band Transmitter pada Remote Sensing Payload IiNusat-1*. Bandung, 2010
- [21] www.blogspot-komunikasi.satelelit.com

