

SIMULASI DAN ANALISA KINERJA MC-CDMA PADA SISTEM KOMUNIKASI SATELIT LEO

Dewi Nur Rahmawati¹, Sugito², Kris Sujatmoko³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Perkembangan teknologi informasi mendorong peningkatan penggunaan komunikasi data yang semakin besar. Frekuensi C-band yang dipakai saat ini, tidak akan mampu menampung kebutuhan informasi user yang terus meningkat. Solusi untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan menggunakan frekuensi Ka-band. Frekuensi Ka-band digunakan pada sistem komunikasi satelit LEO. Karena satelit LEO adalah satelit dengan orbit yang paling rendah sehingga delay transmisi akan semakin kecil. Salah satu jenis dari satelit LEO adalah satelit teledesik. Untuk mencakup seluruh bumi dibutuhkan 288 satelit teledesik.

MC-DS-CDMA merupakan kombinasi dari teknik modulasi yang efisien yakni OFDM dan akses jamak yang handal CDMA. Sistem Multicarrier menawarkan keunggulan dalam efisiensi penggunaan spektrum frekuensi karena mengizinkan adanya overlap antar subcarrier yang saling orthogonal. Penggunaan subcarrier dalam sistem MC-DS-CDMA tidak akan memperbesar kebutuhan bandwidth karena digunakan serial to parallel sehingga kebutuhan bandwidth akan sama dengan penggunaan singlecarrier. Penggunaan multicarrier yang setiap subcarriernya saling orthogonal juga dapat meningkatkan performansi sistem. Sehingga diperoleh sistem dengan performansi yang baik dan efisien terhadap penggunaan bandwidth.

Proses analisa performansi sistem dilihat dari dua parameter yaitu SNR (Signal to Noise Ratio) dan BER (Bit Error Rate). Dari hasil simulasi dapat disimpulkan bahwa semakin besar faktor K maka performansi sistem semakin membaik. Nilai optimum dari faktor K adalah 25. Pada K=25 dengan modulasi BPSK pada target BER 10⁻⁶ diperoleh nilai SNR ±11 dB, pada modulasi QPSK pada saat K=25 diperoleh nilai SNR ±16 dB. Penggunaan modulasi dalam sistem komunikasi satelit dengan multiple access MC-DS-CDMA diperoleh modulasi BPSK yang paling optimum. Semakin banyak subcarrier maka performansi sistem akan membaik. Pada kanal rician diperoleh jumlah subcarrier yang optimum adalah 128. Sedangkan pada kanal AWGN diperoleh jumlah subcarrier yang optimum adalah 256. Penggunaan step size pada equalizer diperoleh nilai optimum adalah pada saat (μ) = 0.0001.

Kata Kunci : -

Telkom
University

Abstract

The development of information technology stimulates the increasing of using data communication. Because of that, C-band frequency that is used today, can't be accommodate the increasing the necessity of information user. One of solution is using the Ka-band frequency. Ka-band frequency is used on LEO satellite communication system. LEO is the satellite with lowest orbit, so transmissions delay will be lower than other transmissions. One kind of LEO satellite is teledesic satellite. To cover the whole of the world, 288 teledesic satellites are needed.

MC-DS-CDMA is the combination of efficient modulation technique; there are OFDM and multiple access CDMA. Multi carrier system is offering superiority of efficiency in using frequency spectrum because allowing overlapping of orthogonal sub carrier. The using of sub carrier in MC-DS-CDMA system won't enlarge the bandwidth necessity because that is used in serial-to-parallel system, so the bandwidth necessity will be equal with using single carrier. Using multi carrier in every orthogonal sub carrier cans also increasing the system performance. The result is the system with good and efficient performance in bandwidth using.

System performance analyzing process is seen from 2 parameters such as SNR (Signal to Noise Ratio) and BER (Bit Error Rate). From the simulation result, we can make a conclusion that is with bigger K factor, the system performance will be getting better. The optimum point of K factor is 25. At K factor 25 and using a BPSK modulation with BER target 10^{-6} the SNR point reach ± 11 dB. With QPSK modulation, at K factor 25 the SNR point reach ± 16 dB. BPSK modulation is the optimum modulation for satellite communication with multiple access MC-DS-CDMA. System performance will getting better simultaneously with the increasing number of sub carrier. In Rician canal, the optimum number of carrier is 128 and on AWGN canal, the optimum number of carrier is 256. The using of step size on equalizer will reach optimum value at $(\mu) = 0.0001$.

Keywords : -

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem komunikasi selular generasi keempat (4G) , dituntut memiliki kemampuan untuk mengakomodasi berbagai layanan dengan data rate yang berbeda , seperti suara, gambar, data, dan video. Sistem *Multicarrier* CDMA merupakan kombinasi dari teknik modulasi *multicarrier* yang efisien (OFDM) dan teknik akses jamak yang handal (CDMA). Latar belakang diusulkannya sistem MC-DS-CDMA ialah untuk mengatasi *jamming* dan menghemat penggunaan *bandwidth*. Untuk sistem komunikasi seluler bergerak sistem MC-DS-CDMA ini dapat mengatasi *multipath fading*. Propagasi *multipath* merupakan gejala umum yang terjadi pada lingkungan indoor dan urban serta merupakan sumber kerusakan terbesar pada sistem komunikasi bergerak pita lebar. Propagasi *multipath* dapat menimbulkan *intercarrier-interference* (ICI) pada sistem DS-CDMA, serta *intersymbol-interference* (ISI) pada sistem dengan kecepatan data yang tinggi, terutama jika *delay spread* melebihi durasi simbol. Dalam komunikasi *fixed* satelit sistem ini dapat mengatasi *jamming*, ini terjadi karena sinyal informasi dapat disembunyikan dibawah sinyal *noise* sehingga akan tampak seperti sinyal noise saja. Sistem ini dapat menyembunyikan sinyal informasi kedalam sinyal *noise* karena adanya *spread spectrum* sehingga sinyal informasi akan dilebarkan dan amplitudonya akan semakin rendah bahkan bisa lebih rendah dari *noise*. System ini dapat juga menghemat *bandwidth* karena data sebelum ditransmisikan dilakukan serial to parallel sehingga dapat menghebat *bandwidth*, kebutuhan bandwidth akan berbanding terbalik dengan banyaknya *subcarrier*.

Satelit teledesik memiliki 288 satelit dengan *coverage global* pada orbit LEO yang mampu melayani user di bumi manapun dan waktu kapanpun juga. Selain itu, teledesik yang merupakan satelit LEO yang menggunakan *transponder* KA-band memiliki kapasitas yang besar.

Dalam pelayanannya satelit LEO tidak selamanya memberikan pelayanan yang baik, namun timbul masalah pada *path loss* dan *delay* yang terjadi pada sistem komunikasi satelit. Pada *Low Earth Orbit* (LEO) *satellite communication* umumnya kondisi *direct line of sight* harus tetap ada dan sinyal *line of sight* tersebut sangat dipengaruhi oleh *path loss*

dan *delay*. Untuk mengurangi *path loss* yang tinggi dan *delay* komunikasi yang besar, satelit LEO ditempatkan pada orbit yang dekat dengan bumi (< 2000 Km diatas permukaan bumi). Kedudukan satelit LEO tidak tetap pada satu titik diatas permukaan bumi namun akan mengalami pergerakan seiring dengan rotasi bumi. Pada kondisi ini *Doppler shift* satelit sangat berpengaruh pada *satellite communication* LEO.

1.2 Maksud dan Tujuan

Tujuan penyusunan tugas akhir ini adalah :

1. Membandingkan pengaruh modulasi yang terjadi dengan perbandingan teknik modulasi QPSK dan BPSK.
2. Membandingkan pengaruh jumlah *subcarrier* dalam sistem MC-DS-CDMA. Parameter *subcarrier* yang digunakan 4, 16, 32, 64, 128, 256, 512.
3. Membandingkan pengaruh faktor pembanding antara sinyal *line of sight* dengan *multipath* yang direpresentasikan dengan faktor K. Parameter faktor K yang digunakan 1, 4, 7, 15, 25, 26, 28, 30.
4. Menganalisa pengaruh *step size* MMSE *equalizer* pada MC-DS-CDMA. Parameter *step size* yang digunakan 0,1; 0,01; 0,001; 0,0001.
5. Menganalisa performansi sistem MC-DS-CDMA pada satelit LEO (*Low Earth Orbit*) menggunakan kanal AWGN dan *Rician* yang direpresentasikan dalam BER.

1.3 Perumusan Masalah

Masalah yang diteliti ialah performansi sistem komunikasi MC-DS-CDMA pada suatu *satellite* menggunakan kanal AWGN dan *Rician*, dengan pertimbangan masalah:

1. Bagaimana memodelkan sistem MC-DS-CDMA pada satelit LEO.
2. Bagaimana pengaruh modulasi QPSK dan BPSK.
3. Bagaimana pengaruh *subcarrier* = 4, 16, 32, 64, 128, 256, 512.
4. Bagaimana pengaruh faktor K = 1, 4, 7, 15, 25, 26, 28, 30 pada kanal *Rician*.
5. Bagaimana pengaruh *step size* = 0,1; 0,01; 0,001; 0,0001 pada MMSE *Equalizer*.
6. Melakukan simulasi sistem tersebut dan melakukan analisa dari hasil yang diperoleh.

1.4 Batasan Masalah

Dalam tugas akhir ini dilakukan pembatasan- pembatasan masalah, seperti :

1. Transmisi sinyal dilakukan pada transmisi *baseband*, dan sinkronisasi yang sempurna.
2. Perancangan tidak termasuk perancangan antena, *link budget* dll.
3. *Power control* dianggap ideal.
4. Pengaruh redaman hujan dianggap tidak ada.
5. Tidak membahas *handover* antar satelit.
6. Tidak membahas intermodulasi.
7. Digunakan pada satelit teledesic yang merupakan jenis satelit transparent.
8. *Receiver* diasumsikan dapat memprediksi kondisi kanal secara sempurna serta proses pengiriman informasi kanal tidak dibahas secara mendetail, dan *receiver* dapat mengirimkan informasi kanal *ke transmitter* tanpa terjadi *error* (*Feedback* tanpa *error*).
9. Perancangan menggunakan sistem *single user* karena menggunakan stasiun bumi sebagai usernya.
10. Membahas *multiple access* (MC-DS-CDMA) pada satelit LEO pada arah Downlink.
11. Model akan disimulasikan dengan bahasa pemrograman Matlab 7.0.1.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

1. *Studi Literatur*, dengan mempelajari literatur yang mendukung.
2. Pemodelan MC-DS-CDMA pada satelit LEO.
3. Analisa dari model
4. Analisa output berupa BER.
5. Penyusunan laporan tugas akhir dan kesimpulan akhir.

1.6 Sistematika Penulisan

1. BAB I : PENDAHULUAN

Merupakan gambaran umum dari penelitian yang berisi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika pembahasan.

2. BAB II : DASAR TEORI

Membahas konsep dan teori dasar sistem *Multi-Carrier* DS-CDMA, kinerja satelit LEO, dan kanal transmisi.

3. BAB III : PEMODELAN SISTEM

Membahas tentang perancangan untuk mengukur kinerja sistem *Multi-Carrier* DS-CDMA yang diterapkan pada sistem komunikasi satellite LEO. Pada bab ini juga dibuat pemodelan sistem MC-DS-CDMA pada masing-masing blok di sisi pengirim dan penerima.

4. BAB IV : ANALISIS KINERJA SISTEM

Berisi hasil simulasi yang digambarkan dengan BER dan SNR serta analisa dari simulasi yang menunjukkan performansi satelit LEO yang menggunakan Multi-Carrier DS-CDMA.

5. BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Memuat kesimpulan dari hasil penelitian dan saran untuk pengembangan selanjutnya

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Dari penelitian performansi MC-DS-CDMA pada sistem komunikasi satelit LEO, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan modulasi dan jumlah *subcarrier* yang sama, Nilai optimum dari K adalah 25. Apabila K lebih besar dari 25 maka performansi sistem akan menurun. Sedangkan nilai minimum dari K adalah lebih besar dari 0 karena pada saat $K=0$ maka kanal yang digunakan adalah kanal *reyleigh*. Dengan modulasi BPSK, pada $K=25$ SNR sistem mengalami perbaikan sebesar $\pm 1,9$ dB dibandingkan $K=15$. Sedangkan dengan modulasi QPSK, pada $K=25$ performansi sistem mengalami perbaikan sebesar ± 1 dB dibandingkan $K=15$.
2. Modulasi BPSK menghasilkan SNR yang lebih baik dibandingkan modulasi QPSK karena dalam modulasi BPSK setiap symbol merepresentasikan 1 bit. Sehingga jika ada kesalahan 1 simbol berarti kesalahan 1 bit. Sedangkan pada modulasi QPSK setiap 1 simbolnya merepresentasikan 2 bit, jika 1 simbol salah berarti kesalahan 2 bit. Perbaikan SNR dengan modulasi BPSK pada kanal AWGN mencapai $\pm 3,4$ dB dibandingkan modulasi QPSK. Sedangkan perbaikan SNR modulasi BPSK pada kanal *Rician* mencapai $\pm 3,7$ dB dibandingkan dengan modulasi QPSK. Akan tetapi dengan modulasi QPSK dapat menurunkan kebutuhan bandwidth 0.5 dari kebutuhan bandwidth pada modulasi BPSK.
3. Perubahan *subcarrier* pada sistem MC-DS-CDMA pada kanal *Rician* dapat mempengaruhi SNR dari sistem. Jumlah *subcarrier* yang optimum pada kanal *rician* ini adalah 128. Jika *subcarrier* kita naikan SNR sistem akan turun. Dengan modulasi BPSK, pada *subcarrier*=128 mengalami perbaikan sebesar $\pm 1,1$ dB dibandingkan pada *subcarrier*=64. Sedangkan dengan modulasi QPSK, pada *subcarrier*=128 mengalami perbaikan sebesar $\pm 0,6$ dB dibandingkan pada *subcarrier*=64.
4. Perubahan *subcarrier* pada sistem MC-DS-CDMA pada kanal AWGN dapat mempengaruhi performansi dari sistem. Jumlah *subcarrier* yang optimum pada

kanal AWGN ini adalah 256. Dengan modulasi BPSK, pada $subcarrier=256$ mengalami perbaikan sebesar $\pm 0,9$ dB dibandingkan pada $subcarrier=128$. Sedangkan dengan modulasi QPSK, pada $subcarrier=256$ mengalami perbaikan sebesar $\pm 0,9$ dB dibandingkan pada $subcarrier=128$.

5. Faktor yang sangat mempengaruhi performansi *equalizer* adalah faktor *step size* (μ). Semakin kecil *step size* (μ) maka performansi *equalizer* akan semakin baik, dan sebaliknya semakin besar *step size* (μ) maka performansi *equalizer* semakin buruk. Akan tetapi dengan *step size* (μ) yang besar maka performansi *equalizer* akan semakin cepat. Pada kanal AWGN, dengan *step size* (μ)=0.0001 mengalami perbaikan sebesar $\pm 0,8$ dB dibandingkan *step size* (μ)=0.001. Pada kanal *Rician*, dengan *step size* (μ)=0.0001 mengalami perbaikan sebesar $\pm 0,6$ dB dibandingkan *step size* (μ)=0.001.

5.2 SARAN

Terdapat beberapa hal yang disarankan untuk dapat dilakukan penelitian dimasa mendatang, yaitu sebagai berikut :

1. Perlu diteliti perbandingan performansi MC-DS-CDMA dengan performansi MC-CDMA untuk komunikasi satelit.
2. Dapat dilakukan penelitian untuk kondisi satelit yang lain, seperti: *GLOBAL STAR*, dll.
3. Perlu diteliti perbandingan modulasi yang lain, seperti: 16QAM, dll.
4. Perlu diteliti penggunaan algoritma *adaptive equalizer* yang lain, misalnya *Recursive Least Squares* (RLS).
5. Perlu diteliti tentang sistem komunikasi *mobile* satelit, juga tentang *multi user* dari *mobile* satelit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Nachwan Mufti, Sistem Komunikasi Bergerak : “Propagasi Sinyal Pada Kanal Fading Komunikasi Bergerak”, Diktat kuliah STT Telkom Bandung, 2003
- [2] Akhter, Mohammad Shahanshah, “Signal Processing for MC CDMA”, in Master of engineering (by research) Dissertation, University of South Australia, March 1998.
- [3] Akhter, Mohammad S, and Asenstorfer, John, “Performance of Multi-Carrier CDMA with Iterative Detection for Doppler Shift Channel in a LEO Mobile-Satellite Communications Environment”, in Institute for Telecommunications Research, University of South Australia, March 1998
- [4] Guillaume Girod, Edmond James Ng, “*A Detailed Study on Multi-Carrier Code Division Multiple Access*”, Department of Electrical and Computer Engineering, Michigan Technological University.
- [5] Haykin, Simon, “ *Communication Systems 4th edition*”, USA, John Wiley & Sons, 2001
- [6] J. G. Proakis, “ *Digital Communication 4th edition* ”, Singapore, McGraaw-Hill Education, 2001
- [7] L. Hanzo, L-L. Yang, E-L. Kuan and K. Yen. “*Single and Multicarrier CDMA*”. Department of Electronics and Computer Science, University of Southampton.
- [8] Maral, Gerard. and Bousquet, Michel.(2002). *Satellite Communications System*. (4rd ed). England : John Wiley & Sons.
- [9] Prasad, Ramjee and Hara, Shinsuke,”*An Overview of Multicarrier CDMA*”, IEEE Communications Magazine, December 1997

- [10] Rappaport, Theodore S. *Wireless Communication*. New Jersey: Prentice Hall PTR. 1996
- [11] Richard van Nee, Ramjee Prasad, “ *OFDM For Wireless Multimedia Communications*”. Boston : Artech House, 2000

