

SIMULASI DAN ANALISA CYCLE-AND-ADD KODE PN SEBAGAI TEKNIK PENANGANAN MULTIPLEACCESS INTERFERENCE (MAI) PADA SISTEM DS-CDMA (SIMULATION AND ANALYSIS OF CYCLE-AND-ADD PROPERTY OF PN SEQUENCE AS MULTIPLEACCESS INTERFERENCE (MAI) CANCELLATION TECHNIQUE IN DS-

Timbul Rinaldi Manalu¹, Kris Sujatmoko², Arfianto Fahmi³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Performansi sistem DS-CDMA sangat dipengaruhi salah satunya oleh efek MAI. MAI ditimbulkan oleh nilai korelasi antara kode PN setiap user yang tidak sama dengan nol. Dengan bertambahnya jumlah user aktif, maka MAI akan semakin parah dan menurunkan performansi sistem DS-CDMA. Salah satu cara memperbaiki performansi sistem DSCDMA terkait efek MAI tersebut adalah dengan berusaha menghilangkan sinyal penginterferensi dari sinyal penerimaan. Pada tugas akhir ini dianalisa kemungkinan penggunaan sifat Cycle-and-Add kode PN dalam mendukung penanganan MAI pada sistem DS-CDMA. Sifat Cycle-and-Add kode PN akan diterapkan melalui perkalian sinyal penerimaan dengan versi tertundanya. Oleh matched filter, hasil perkalian tersebut dicocokkan dengan kode PN penerima sehingga dihasilkan pulsa-pulsa sinkronisasi. Sinyal penginterferensi akan dibangkitkan ketika sistem berhasil mendeteksi pulsa sinkronisasi tersebut. Setelah melalui estimasi kanal, sinyal penginterferensi tersebut langsung dikurangkan dari sinyal penerimaan untuk membatalkan MAI. Sistem akan dimodelkan dimana semua user bertransmisi secara bersamaan dengan bit rate 9,6 Kbps. Analisa akan dilakukan terhadap konfigurasi rangkaian umpan balik positif dan jumlah rangkaian paralel sinkronisasi Cycle-and-Add kode PN, yang ditambahkan untuk meningkatkan kualitas sinkronisasi. Simulasi menunjukkan bahwa pada kanal AWGN, untuk 15 user aktif sistem penanganan MAI berhasil memberikan perbaikan BER sebesar 73,13% pada Eb/No 6dB, dan peningkatan BER 10-3 sebesar 3-4dB. Pada kanal multipath, untuk 15 user aktif perbaikan BER sebesar 26,94% dicapai pada Eb/No 18dB.

Kata Kunci : : DS-CDMA, kode PN, MAI, sifat Cycle-and-Add

Abstract

One that mostly influences DS-CDMA system performance is MAI effect. MAI occurs because the correlation between users PN sequence has a non-zero value. With the increasing of the number of active user, the MAI becomes worse and degrades the DSCDMA performance. One solution to fix the DS-CDMA performance in the present of MAI is the exertion to eliminate the interference signal from the received signal. So, in this thesis it has been analyzed the possibility of applying the cycle-and-add property of PN sequence to support MAI cancellation in DS-CDMA system. The Cycle-and-Add property of PN sequence is a simple multiplicative action of received signal with its delayed one. By matched filter, the result of multiplication will be matched to the receiver's PN code in order to get the synchronization pulse. When a synchronization pulse is detected, system will generate the predicted interference signals. After processed by channel estimator, the interference signals will be directly subtracted from the received signal to cancel out the MAI. All users in the system are assumed to be simultaneously active with bit rate equals to 9.6Kbps. The analyze will be about configuration of a positive feedback circuit and the size of parallel Cycle-and-Add synchronization circuit, which are designed to improve the quality of synchronization. It is shown that in AWGN channel, for 15 active users the MAI cancellation gives 73.13% BER improvement at 6dB Eb/No, and 3-4dB improvement in achieving 10-3 BER. In multipath channel, for 15 active users 26.94% BER improvement is achieved at 18dB Eb/No.

Keywords : DS-CDMA, PN sequence, MAI, Cycle-and-Add property

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Direct Sequence-Code Division Multiple Access (DS-CDMA) adalah salah satu jenis teknik akses jamak spektrum tertebat. Teknik akses jamak ini menerapkan sinyal *pseudo-noise* (PN) yang identik pada setiap *user* untuk membuat *bandwidth* transmisi yang jauh lebih besar daripada *bandwidth* RF (*Radio Frequency*) minimum yang diperlukan. Penggunaan kode PN ini juga memungkinkan setiap *user* dalam sistem DS-CDMA untuk menggunakan suatu frekuensi secara bersamaan.

Namun demikian, dalam sistem komunikasi DS-CDMA dikenal suatu interferensi antar *user* yang dinamakan MAI (*Multipleaccess Interference*). MAI ditimbulkan karena nilai korelasi antar kode *pseudonoise* (PN) *user* tidak bernilai nol. Akibatnya, sinyal suatu *user* akan terinterferensi oleh keberadaan sinyal *user* lain. Sejalan dengan bertambahnya jumlah *user* yang aktif, efek MAI akan bertambah dan menurunkan performansi sistem DS-CDMA.

Dengan meminimalisasi efek MAI, diharapkan performansi sistem DS-CDMA akan semakin baik pula. Salah satu usaha untuk meminimalisasi MAI adalah dengan menghilangkan sinyal penginterferensi dari sinyal penerimaan. Hal inilah yang akan dilakukan dengan menggunakan sifat *Cycle-and-Add* kode PN. *Cycle-and-Add* adalah sifat penundaan dan perkalian kode PN sejenis yang akan menghasilkan kode PN itu sendiri. Sifat *Cycle-and-Add* kode PN akan digunakan untuk mensinkronkan kode PN pada sisi penerima dengan kode PN pada sisi pengirim. Setelah sinkronisasi berhasil, maka dilakukan proses *despreading* untuk mendapatkan sinyal *user* penginterferensi. Akhirnya, sinyal *user* penginterferensi akan dikurangkan dari sinyal penerimaan untuk meminimalisasi MAI.

Dengan dihilangkannya sinyal *user* penginterferensi dari sinyal penerimaan maka diharapkan efek MAI dapat dikurangi dan performansi sistem akan meningkat. Dalam tugas akhir ini, performansi sistem akan diukur dalam parameter BER (*Bit Error Rate*).

BAB I : Pendahuluan

1.2 Identifikasi Masalah

1.2.1 Rumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah

- a. Perancangan simulasi sistem *multiuser* DS-CDMA mulai dari sisi pengirim sampai penerima
- b. Penerapan sifat *Cycle-and-Add* kode PN
- c. Perbaikan performansi sistem DS-CDMA dengan penerapan sifat *Cycle-and-Add* kode PN untuk mendukung proses penanganan MAI.

1.2.2 Batasan Masalah

Dalam analisa dilakukan beberapa batasan yaitu

- Semua *user* mengirimkan sinyal secara bersamaan
- Semua *user* mengirimkan sinyal dengan *bite rate* yang sama ($R=9,6$ kbps)
- Kode PN yang digunakan adalah kode *m-sequence* dengan panjang kode ($N = 2^m - 1$) samadengan 127 ; $m = 7$
- Sinkronisasi sinyal penginterferensi dilakukan dengan menggunakan sifat *Cycle-and-Add* kode PN
- Sinkronisasi pada *user* utama berlangsung sempurna
- Kinerja sistem akan dianalisis dalam kondisi kanal AWGN dan *multipath fading Rayleigh*
- Analisis BER (*Bit Error Rate*) hanya dilakukan terhadap satu *user* yang ditentukan sebagai *user* utama

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun yang menjadi tujuan dalam penelitian ini adalah

- a. Menganalisa kemampuan sistem teknik *Cycle-and-Add* kode PN dalam mendukung proses penanganan MAI
- b. Menunjukkan bahwa jika sinyal penginterferensi dapat dikurangkan dari sinyal penerimaan maka pengaruh MAI akan dapat ditekan dan kualitas penerimaan akan semakin baik.

BAB I : Pendahuluan

- c. Mendapatkan data pergeseran kode penebar *m-sequence* berdasarkan sifat *Cycle-and-Add*, untuk panjang kode 127 ($N = 127$)

1.4 Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam menyelesaikan tugas akhir ini adalah

- a. Studi literatur
Studi literatur dilakukan untuk memahami performansi sistem DS-CDMA dan karakteristik kode *pseudo-noise (PN)* yang akan digunakan dalam teknik *cycle-and-add* kode PN.
- b. Simulasi
Simulasi dilakukan dengan menggunakan Matlab Simulink untuk mengetahui perbaikan performansi sistem DS-CDMA setelah penerapan teknik penanganan MAI.
- c. Analisa

Analisa yang akan dilakukan adalah seputar perbaikan performansi sistem DS-CDMA dengan penerapan teknik *Cycle-and-Add* kode PN dalam usaha pembatalan MAI. Analisa juga akan dilakukan terhadap skenario jumlah *user* aktif dan konfigurasi rangkaian *Cycle-and-Add* kode PN.

1.5 Sistematika Penulisan

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi latarbelakang, identifikasi masalah, tujuan penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : DASAR TEORI

Bab ini berisi pembahasan umum sistem DS-CDMA, kode *m-sequence* serta sifat-sifatnya, MAI (*Multiple Access Interference*), dan teknik *cycle-and-add* kode PN.

BAB III : PEMODELAN SISTEM PENERIMA CYCLE-AND-ADD KODE PN

Bab ini berisikan penjelasan tentang cara kerja sistem penanganan MAI menggunakan sifat *Cycle-and-Add* kode PN.

BAB I : Pendahuluan

BAB IV : ANALISA HASIL SIMULASI

Bab ini berisikan analisa terhadap simulasi yang telah dilakukan. Analisa akan dilakukan dalam beberapa skenario meliputi jumlah *user* aktif dan konfigurasi rangkaian *Cycle-and-Add* kode PN.

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian dan saran-saran untuk penyempurnaan tugas akhir ini lebih lanjut.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

- ☞ Performansi yang terbaik dari sistem *cycle-and-add* kode PN ditunjukkan pada $L=20$; $A1=0,9$; $i=50\text{bit}$
 - ☞ Pada kanal AWGN, untuk 15 *user* aktif sistem penanganan MAI berhasil memberikan perbaikan BER sebesar 73,13% pada E_b/N_0 6dB, dan pencapaian BER 10^{-3} meningkat sebesar 3-4dB
 - ☞ Pada kanal *multipath*, untuk 15 *user* aktif sistem penanganan MAI berhasil memberikan perbaikan BER sebesar 26,94% pada E_b/N_0 18dB
 - ☞ Pada kanal *multipath*, demi mengurangi kompleksitas sistem, dengan mengorbankan perbaikan BER sebesar 3,2% pada E_b/N_0 18dB, nilai L dapat diturunkan dari 20 buah menjadi 5 buah
 - ☞ Pada kanal *multipath*, persentase perbaikan BER relatif menurun dengan semakin besarnya efek *doppler*
 - ☞ Dengan mengasumsikan bahwa penerima mengetahui kondisi kanal secara sempurna, maka nilai th yang terbaik adalah 1. Nilai th sama dengan 1 memastikan bahwa keluaran *despreader* yang digunakan untuk pembangkitan *user* penginterferensi dihasilkan dari proses sinkronisasi yang baik.
 - ☞ Sinkronisasi yang menerapkan sifat *Cycle-and-Add* kode PN dapat digunakan untuk mendukung penanganan *Multipleaccess Interference (MAI)*
 - ☞ Sifat *Cycle-and-Add* kode PN dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan sinyal penginterferensi
 - ☞ Peningkatan performansi oleh sistem pembatalan MAI sangat ditentukan oleh kualitas regenerasi sinyal penginterferensi
 - ☞ Jumlah paralel rangkaian sinkronisasi yang lebih banyak dan nilai $A1$ yang lebih mendekati 1 semakin meningkatkan proses pendeteksian *user* penginterferensi
-
-

BAB V : Penutup

5.2 Saran

- ☞ Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan untuk menerapkan sifat *Cycle-and-Add* kode PN pada kode *Gold* yang dibangkitkan dari 2(dua) kode PN
- ☞ Performansi sistem pembatalan interferensi perlu diamati dalam kondisi dimana setiap *user* bertransmisi secara tidak simultan



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Araki, Mariko. *Interference Cancellation Technique Using Cycle-and-Add Property*, Dept. Of Information and Computer Sciences, Toyoashi University of Technology. Jepang
- [2] Benvenuto, Nevio. 2003. *Parallel and Successive Interference Cancellation for MC-CDMA and their Near-Far Resistance*. Universitas Padova. Italia
- [3] Guo, Dongning. *Linear Parallel Interference Cancellation in Long-Code CDMA Multiuser Detection*, IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 17, No. 12, Desember 1999
- [4] Hanzo, L. 2003. *Single and Multi-carrier DS-SS-CDMA*. Inggris : John Wiley&Sons, Ltd.
- [5] Haykin, Simon. 2001. *Communication Systems*. New York : John Wiley & Sons, Inc.
- [6] MacGillem, Clare D. 1986. *Modern Communications and Spread Spectrum*. Edisi International. Singapura : McGraw-Hill Book Co.
- [7] Parlindungan, Anton S. 2005. **Unjuk Kerja Frequency Hopping Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA) Pada Kanal Multipath Fading**. Bandung : Tugas Akhir STT Telkom.
- [8] Peterson, Roger L. 1995. *Introduction to Spread Spectrum Communications*. New Jersey : Prentice-Hall. Inc.
- [9] Pickholtz, Raymond L. *Theory of Spread-Spectrum Communications - A Tutorial*. IEEE Transactions on communications, vol.com-30, No.5, Mei 1982.
-
-

Daftar Pustaka

- [10] Pursley, Michael B. *Performance Evaluation for Phase-Coded Spread-Spectrum Multiple-Access Communication-Part I : System Analysis*. IEEE Transactions on communications, vol.com-25, No.8, August 1977.
- [11] Rappaport, Theodore S. 2002. *Wireless Communication*. New Jersey : Prentice-Hall
- [12] Setiawan, Budi. 2002. Analisa waktu Akuisisi Pada *Direct Sequence-Spread Spectrum Synchronous CDMA*. Bandung : Tugas Akhir STT Telkom
- [13] Yamaguchi, Yoshikazu. *Simple PN Synchronization System*. International Symposium on Information Theory and its Applications, ISITA2004. Parma, Italia. Oktober 10-13, 2004
- [14] Yamaguchi, Yoshikazu. *Performance of New DS-CDMA Synchronization System Using Cycle-and-Add Property*. IEICE Trans. Fundamentals, vol.E-88-A, No. 10, Oktober, 2005