

DESAIN PROGRAM SIMULASI UNJUK KERJA KODE LARGE KASAMI PADA SISTEM KOMUNIKASI DIRECT SEQUENCE SPREAD SPECTRUM MELALUI KANAL MULTIPATH FADING

I Ketut Widi Arjana Yasa¹, Nyoman Pramaita², Ni Made Ary Esta Dewi Wirastuti³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Widiarjana7@gmail.com¹, pramaita@ee.unud.ac.id², dewi.wirastuti@ee.unud.ac.id³

ABSTRAK

Pemilihan kode *Pseudo Noise* (PN) pada akses jamak CDMA dibutuhkan untuk mengatasi masalah terkait dengan interferensi. Pada penelitian ini mensimulasikan kode large kasami dengan tujuan untuk mengetahui unjuk kerja kode large kasami pada kanal *flat fading* dan pengaruh jumlah komponen *multipath* pada kanal *frequency selective fading*. Pada sistem penerima menggunakan *correlation receiver* untuk mengkorelasikan kode yang digunakan setiap *user*. Hasil dari kinerja kode large kasami melalui kanal *flat fading* menunjukkan simulasi yang dilakukan sudah valid, dimana nilai BER simulasi sudah mendekati nilai BER teori *flat*. Pada kanal *frequency selective fading* menunjukkan hasil nilai BER yang berbeda-beda dari variasi jumlah komponen *multipath*, dimana komponen *multipath* 60 menghasilkan BER paling buruk. Auto korelasi kode large kasami terdapat nilai pada saat waktu tidak sama dengan nol yang dapat menginterferensi sinyal yang diinginkan dan terdapat nilai level sinyal korelasi silang yang akan menginterferensi *user* satu sama lain.

Kata kunci : *Pseudo Noise* (PN), Kode Large Kasami, *Flat Fading*, *Frequency Selective Fading*, BER

ABSTRACT

Selection of Pseudo Noise (PN) code in CDMA multiple access is needed to overcome problems related to interference. In this study, we simulate the large kasami code with the aim of knowing the performance of the large kasami code on flat fading channels and frequency selective fading channels with variations in the number of multipath components. The receiver system uses a correlation receiver to correlate the code used by each user. The simulation results from the performance of the large kasami code through the flat fading channel show that the simulation carried out is valid, where the simulation BER value is close to the flat theoretical BER value. The frequency selective fading channel shows different BER values from variations in the number of multipath components, where the multipath 60 component produces the worst BER value. Auto correlation code large kasami has a value when the time is not equal to zero which can interfere with the desired signal and there is a cross-correlation signal level value that will interfere with each other's users.

Key Words : *Pseudo Noise* (PN), Large Kasami Code, *Flat Fading*, *Frequency Selective Fading*, BER

1. PENDAHULUAN

Meningkatnya permintaan akan kebutuhan teknologi telekomunikasi nirkabel berdampak terhadap kualitas layanan. Sistem komunikasi nirkabel dihadapkan pada fenomena *fading*, dimana

terjadinya fluktuasi daya sinyal yang sampai di penerima akibat superposisi gelombang *multipath*, sehingga sinyal yang diterima terinterferensi. Propagasi *multipath* menimbulkan sinyal yang transmisi antara *transmitter* dan *receiver* melalui

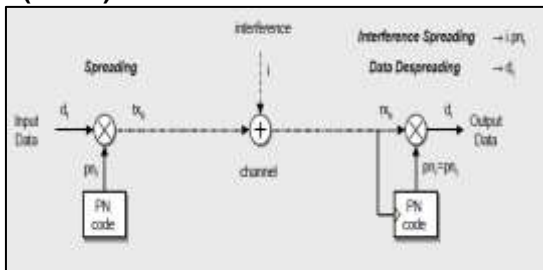
berbagai lintasan yang berbeda. Akibat dari propagasi *multipath* disebut dengan *multipath fading* yang menyebabkan *delay spread* pada *receiver*, sehingga dapat menimbulkan interferensi antar simbol (ISI) [1].

CDMA memiliki kemampuan dalam melayani banyak *user*, dalam waktu dan frekuensi yang sama, namun menggunakan kode PN sebagai pembeda antar *user* [2]. Pada sistem penerima menggunakan korelator (*correlation receiver*) untuk mengkorelasi kode PN di penerima. Ketika korelasi antar *user* bernilai tidak sama nol, maka mengakibatkan interferensi antar *user* [3]. Untuk itu dibutuhkan kode PN dengan karakteristik *cross-correlation* rendah dan *auto-correlation* yang tinggi guna meminimalisir masalah terkait dengan interferensi antar *user*.

Pada penelitian ini, dilakukan simulasi kode Large Kasami pada *multipath fading*, menggunakan *sample user* sebanyak 4 *user*. Dimana kode large kasami dibangkitkan secara *random* dengan panjang kode large kasami $N = 63$.

2. TINJAUAN PUSTAKA

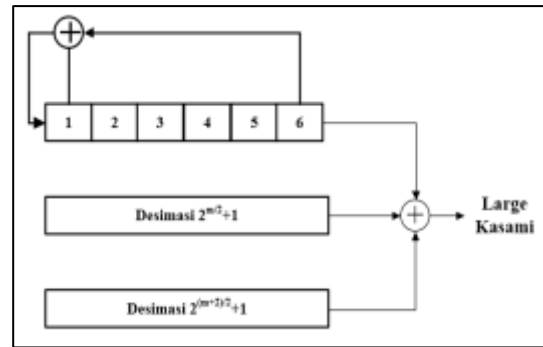
2.1 Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)



Gambar 1 DSSS

Proses penebaran dilakukan dengan melakukan perkalian langsung antara sinyal informasi yang dimodulasikan secara digital dengan suatu urutan kode penebar. Lebar bidang frekuensi sinyal informasi ditebarkan tergantung pada laju *chip* dari kode penebar. Pada penerima sinyal yang diterima dilakukan *despreading*, menggunakan proses korelasi antara sinyal yang diterima dengan replika kode penebar [4].

2.2 Kode Large Kasami



Gambar 2 Pembangkit Large Kasami untuk $m = 6$

Kode Large Kasami di bangkitkan dari proses operasi XOR deret *M-sequence* dan 2 deret hasil desimasi..

$$K_L = \begin{cases} a \\ b \\ a \oplus T^k b \\ a \oplus T^m c \\ b \oplus T^m c \\ a \oplus T^k b \oplus T^m c \end{cases} \dots\dots(1)$$

Keterangan :

a = Himpunan hasil *M-Sequence*.

b = Hasil desimasi himpunan a ke $2^{(m+2)/2} + 1$.

c = Hasil desimasi himpunan a ke $2^{m/2} + 1$.

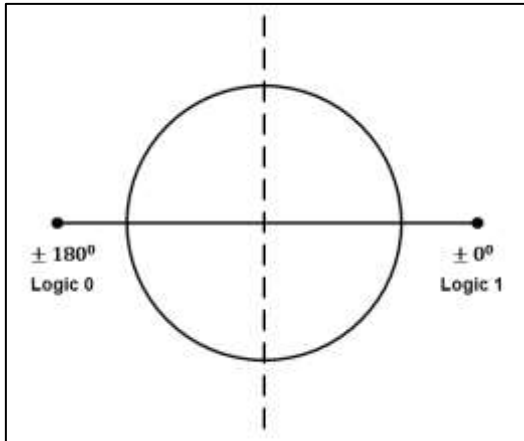
$k = 0, \dots, 2^n - 2$

$m = 0, \dots, 2^{n/2} - 2$

Pembangkitan kode Large Kasami dilakukan dengan proses XOR pada himpunan $a \oplus T^k b, a \oplus T^m c, b \oplus T^m c$ dan $a \oplus T^k b \oplus T^m c$. i) [5].

2.3 Binary Phase Shift Keying (BPSK)

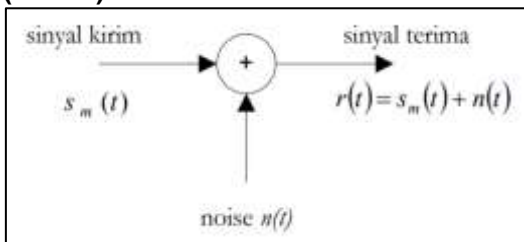
BPSK merupakan modulasi dua fase. dimana 0 dan 1 dalam pesan biner diwakili oleh dua keadaan fase yang berbeda dalam sinyal pembawa [6].



Gambar 3 Konstelasi BPSK

Konstelasi BPSK memiliki dua titik yang mewakili biner (bilangan digital) 1 dan 0, dimana untuk 1 memiliki sudut fase 0° , sedangkan pada biner 0 mempunyai sudut fase 180° .

2.4 Additive White Gaussian Noise (AWGN)



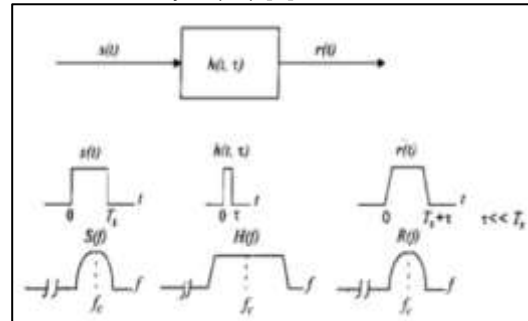
Gambar 4 Pemodelan Kanal AWGN

$$r(t) = S_m(t) + n(t), \dots\dots\dots (2)$$

AWGN merupakan *noise* yang dibangkitkan dari distribusi *gaussian* dan tersebar merata untuk semua *band*. Dimana S_m merupakan sinyal yang dikirimkan dan $n(t)$ *noise* pada kanal sebagai sebuah proses acak rata-rata nol *gaussian* [7].

2.5 Flat Fading

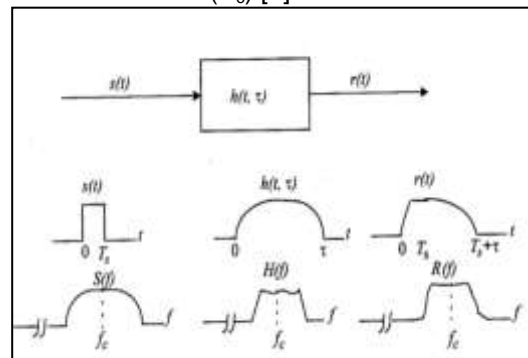
Kondisi kanal mempunyai penguat yang tetap serta *bandwidth* kanal (B_c) yang dikirimkan lebih besar dibandingkan *bandwidth* sinyal (B_s) [8].



Gambar 5 Karakteristik Flat Fading

2.6 Frequency Selective Fading

Kondisi kanal mempunyai penguat yang tetap serta *bandwidth* sinyal (B_s) yang dikirimkan lebih besar dibandingkan *bandwidth* kanal (B_c) [9].

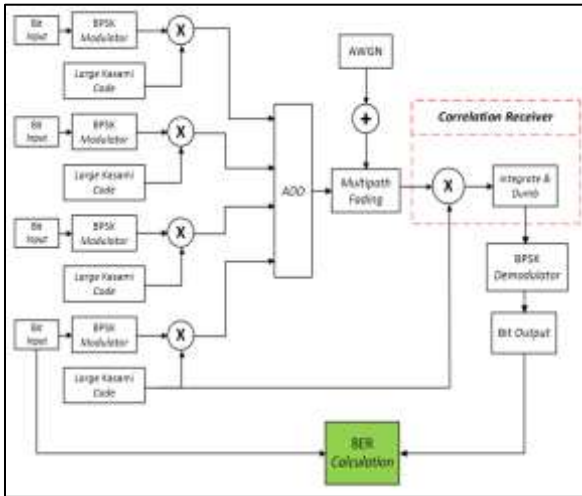


Gambar 6 Karakteristik Frequency Selective Fading

2.7 Bit Error Rate (BER)

Semakin besar BER menunjukkan bahwa kinerja dari sistem buruk, karena terdapat jumlah kesalahan bit informasi yang terjadi saat proses transmisi dari *transmitter* sampai diterima oleh *receiver* [10].

3. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 8 Blok Diagram Pemodelan Kode Large Kasami Melalui Kanal *Multipath Fading*

Simulasi kode large kasami mengasumsikan *random bit* sejumlah 1.000.000bit dibangkitkan, lalu dilakukan modulasi secara digital menggunakan *Binary Phase Shift Keying Modulator*. Keluaran *modulator* akan melalui proses *spreading* dimana dikalikan dengan deret kode large kasami.

Sinyal *spreading* yang dihasilkan setiap *user* akan dikombinasikan untuk ditransmisikan melalui kanal *Multipath fading* dan ditambahkan *noise* AWGN. Pada kanal *multipath fading* divariasikan jumlah komponen *multipath*nya.

Sinyal yang diterima akan terekualisasi agar sinyal diterima dengan baik. Pada *correlation receiver*, sinyal akan dikalikan dengan deret kode large kasami pada *transmitter*. Sinyal hasil perkalian diteruskan ke *integrate and dump* untuk menghasilkan sinyal *despread* yang dibutuhkan *demodulator*.

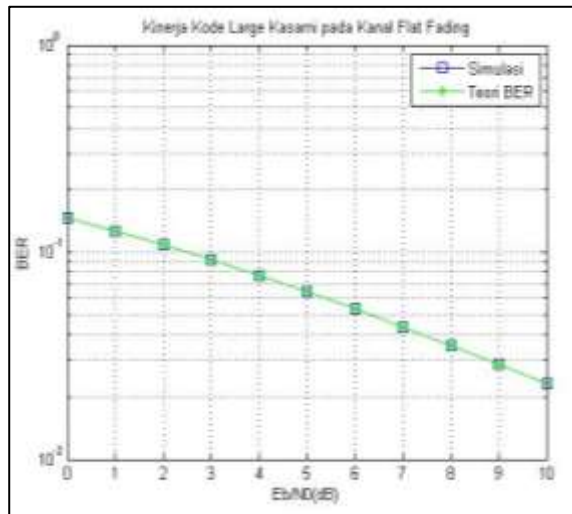
Pada *demodulator* sinyal di demodulasi secara digital menggunakan *Binary Phase Shift Keying Demodulator* untuk mendapatkan bit informasi yang diamati perbandingan jumlah kesalahan bit menggunakan BER *Calculation*.

Tabel 1 Parameter Simulasi

Parameter	Nilai
Jumlah Bit	1.000.000 bit
Jenis Modulasi	BPSK
Jenis Pengguna	<i>Multi User</i>
Jenis Kanal	<i>Multipath Fading</i>
Jenis Noise	AWGN
Komponen <i>Multipath</i>	20, 25, 30, 35, 45, 50, 55, 60
Distribusi <i>Fading</i>	<i>Rayleigh Fading</i>
Nilai Eb/No	0 : 10 dB
Panjang Kode Large Kasami	63
<i>Sample Time</i> (T_s)	1
<i>Periode Chip</i> (T_c)	1/63

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Hasil Simulasi Kode Large Kasami Pada Kanal *Flat Fading* Berdasarkan BER vs Eb/No.

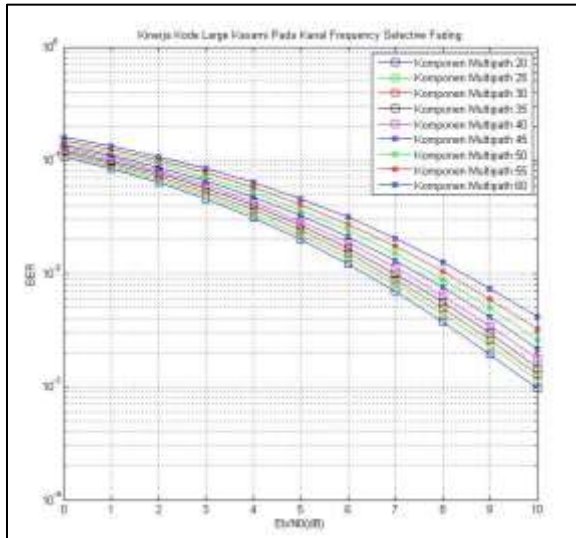


Gambar 9 Hasil Simulasi Kode Large Kasami pada Kanal *Flat Fading*

Simulasi ini menggunakan 1 komponen *multipath* dan waktu *delay* = 0 yang menandakan *path delay* adalah 0. Hasil dari simulasi kode large kasami pada kanal *flat fading* diperoleh nilai BER dan grafik yang berdasarkan nilai Eb/No yang dibandingkan dengan teori *flat*. Diperoleh hasil simulasi pada kanal *flat fading* yang sudah mendekati BER *flat* secara teori.

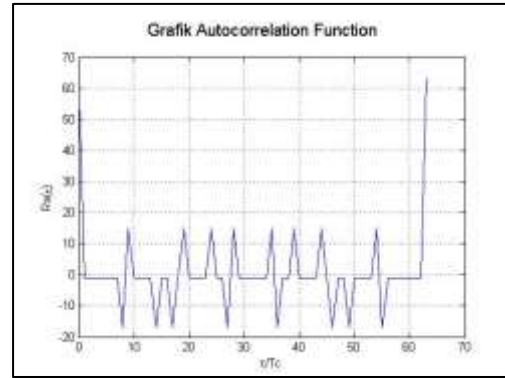
4.2 Analisis Hasil Simulasi Kode Large Kasami Pada Kanal *Frequency Selective Fading* Berdasarkan BER vs Eb/No dengan Pengaruh Variasi jumlah Komponen *Multipath*

Simulasi bertujuan mengetahui kinerja kode large kasami terhadap pengaruh dari variasi jumlah komponen *multipath* 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 dan 60 komponen *multipath*.



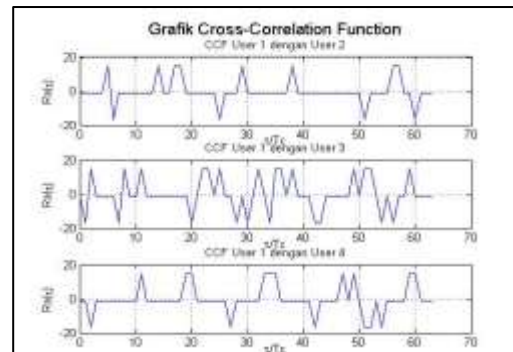
Gambar 10 Hasil Simulasi Kode Large Kasami pada Kanal *Frequency Selective Fading* dengan Variasi Jumlah Komponen *Multipath* Berdasarkan Nilai BER vs Eb/No

Hasil dari simulasi menunjukkan seiring bertambahnya jumlah komponen *multipath* menghasilkan nilai BER yang semakin buruk, karena informasi yang dikirimkan mengalami pelebaran *delay spread* yang menimbulkan ISI (*Inter Symbol Interference*), dimana simbol akan saling bertumbukan dengan simbol sesudah dan sebelumnya yang disebabkan perambatan *multipath* dalam lingkungan komunikasi *wireless*.



Gambar 11 Grafik *Auto-correlation Function*

Auto-correlation kode large kasami pada waktu bukan nol memiliki nilai sinyal tidak sama dengan nol, yang dapat menginterferensi sinyal pada waktu sama dengan nol (nilai *auto-correlation* maksimum). Hal ini disebabkan oleh perambatan *multipath* dalam lingkungan komunikasi *wireless*, yang menyebabkan perubahan struktur *chip* akibat dari pergeseran *chip*.



Gambar 12 Grafik *Cross-correlation Function* Antara User 1 dan User 2, Grafik *Crosscorrelation Function* Antara User 1 dan User 3, Grafik *Crosscorrelation Function* Antara User 1 dan User 4

Hasil simulasi *cross-correlation function* antar user. Saat pegerseran waktu tidak sama dengan 0 terdapat nilai level beberapa sinyal yang berkorelasi, sehingga menginterferensi antar kode. Nilai-nilai *cross-correlation* tidak nol inilah yang akan menginterferensi user satu sama lain.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik, sebagai berikut :

1. Simulasi pada kanal *flat fading* menunjukkan hasil yang valid, dimana BER simulasi mendekati teori BER *flat*.
2. Simulasi kanal *selective fading* di dapatkan BER yang bervariasi, karena sinyal mengalami propagasi yang mengakibatkan sinyal terinterferensi tiba dipenerima.
3. *Auto-correlation* kode large kasami pada saat waktu tidak sama dengan nol, terdapat nilai sinyal yang menginterferensi sinyal waktu sama dengan nol. *Cross-correlation* antar *user* 1, 2, 3 dan 4 memiliki unjuk kerja yang buruk, dimana saat pegerseran waktu tidak sama dengan 0 terdapat nilai level beberapa sinyal berkorelasi yang menginterferensi antar *user*.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Prabowo, W. E., Priyono, W. A. , & Kurniawan, D. F.2014. Pengaruh Multipath Fading Terhadap Performansi Pada Downlink Jaringan CDMA2000 2(3).
- [2] HaZainullah, A. 2008. Analisa Call Succes Rate Pada Jaringan Code Division Multiple Access Cdma1(1).
- [3] Wiharto, W.2009. Menekan Tingkat Ber Pada Sistem Komunikasi Direct-Sequence CDMA (DS-CDMA) Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan4(2), 79198.
- [4] Haryadi, N. A., Suwadi, S., & Suryani, T. 2014. Implementasi Direct Sequence Spread Spectrum pada DSK TMS320C6416T. 3(1), A13-A18.
- [5] Najmy, A., 2015. Implementasi dan Evaluasi Kinerja Kode Kasami pada Code Division Multiple Access (CDMA) Menggunakan Wireless Open-Access Research Platform (WARP).
- [6] Mathurnathan, V. 2013. Simulation of Digital Communications System Using Matla'. Mathurnathan Viswanathan at Smashword
- [7] Sukiswo,. Hakim, M. L., S., & Santoso. 2011. Analisis Kinerja Sistem MIMO-

OFDM pada Kanal Rayleigh dan AWGN dengan Modulasi QPSK (Doctoral dissertation Universitas Diponegoro).

- [8] M. Husnul. 2020.Desain Program Simulasi Penerapan Kode Bose Chaudhuri Hocquenghem Pada Direct Sequence Spread Spectrum. Jurnal SPEKTRUM Vol. 7.
- [9] Rappaport. 1998. Wireless Communications Principle and Practice 2nd Edition, Upper Saddle River: Prentice Hall.
- [10] P.Teguh Bayu.2015. Analisis Unjuk Kerja Teknik MIMO STBC dan V-BLAST Pada Sistem Orthogonal Frequency Division Multiplexing.