

SIMULASI KINERJA GOLD CODE PADA SISTEM KOMUNIKASI DIRECT SEQUENCE SPREAD SPECTRUM (DSSS) MELALUI KANAL MULTIPATH FADING

Muhamad Zainul Halim¹, Nyoman Pramaita², Pande Ketut Sudiarta³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana
halimzainul@gmail.com¹, pramaita@ee.unud.ac.id², sudiarta@unud.ac.id³

ABSTRAK

Pada kanal komunikasi tidak akan lepas dari *noise*, *interference* dan *fading*. Untuk meminimalisir adanya interferensi bersama, dapat menggunakan kode penebar. Pada penelitian ini menggunakan *Gold Code* dengan panjang kode 31. Simulasi ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari jumlah komponen *multipath* pada Kinerja *Gold Code* kanal *multipath fading*. Simulasi ini menggunakan modulasi digital yaitu BPSK (*Binary Phase Shift Keying*). Pada simulasi kanal *flat fading* dengan jumlah komponen 1 *multipath*, hasil dari perbandingan BER simulasi dengan BER teori hampir sama sehingga hasil simulasi dapat dikatakan valid dan mampu di gunakan pada kanal *selective fading*. Pada simulasi kanal *frequency selective fading* dengan variasi komponen *multipath* memiliki nilai yang berbeda-beda, hal tersebut terjadi disebabkan oleh adanya interferensi. Pada simulasi ini jumlah komponen *multipath* 27 yang paling banyak memiliki sinyal pengganggu sehingga menghasilkan Kinerja yang paling buruk. Dalam multi user *crosscorrelation* nya memiliki Kinerja yang buruk di lihat dari *crosscorrelation function* yang dimana nilai korelasi user 1 dengan 2, 3 dan 4 lebih dari 0, nilai tersebut menunjukkan user di interferensi oleh user lainnya.

Kata kunci : *Gold Code*, *Selective Fading*, BER.

ABSTRACT

The communication channel cannot be separated from noise, interference and fading. To minimize mutual interference, you can use a scatter code. This research uses Gold Code with a code length of 31. This simulation aims to determine the effect of the number of multipath components on the Gold Code performance of multipath fading channels. This simulation uses digital modulation, namely BPSK (Binary Phase Shift Keying). In the simulation of flat fading channel with 1 multipath component number, the results of the comparison of simulated BER with theoretical BER are almost the same so that the simulation results can be said to be valid and can be used on selective fading channels. In the simulation of frequency selective fading channels with variations of multipath components have different values, this happens due to interference. In this simulation, the number of multipath 27 components that have the most disruptive signals results in the worst performance. In multi-user cross-correlation, it has poor performance, seen from the cross-correlation function, where the correlation value of user 1 with 2, 3 and 4 is more than 0, this value indicates the user is being interfered with by other users.

Key Words : *Gold Code*, *Selective Fading*, *BER*.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dibidang telekomunikasi saat ini sangat berkembang hingga sekarang. Hal tersebut ditandai dengan semakin meningkatnya sistem telekomunikasi dua arah dalam menerima

informasi. Seperti halnya video *streaming* dan *Teleconference* yang menjadi salah satu dari perkembangan sistem telekomunikasi.

Sistem komunikasi *wireless* dapat menghantarkan sinyal informasi dari transmitter ke receiver berupa digital

ataupun analog. Sinyal yang dikirimkan oleh pemancar akan tersebar selama perjalanan sinyal tersebut untuk mencapai ke penerima. Dalam proses perjalanan tersebut sinyal dapat terhambur oleh berbagai objek yang ada di sekitar lingkungan pemancar dan penerima. Sebelum mencapai penerima sinyal akan terduplikasi dan saat penerima mendapatkan sinyal maka sinyal tersebut akan memiliki amplitudo, sudut, polarisasi, frekuensi dan waktu kedatangan yang berbeda. Sinyal yang diterima di sisi penerima merupakan proses penjumlahan matematika dari berbagai jalur berbeda yang dilewati sinyal tersebut (*multipath*).

Teknik modulasi dan akses jamak berdasarkan teknik *Direct Sequence Spread Spectrum* (DSSS) dengan lebar pita frekuensi yang melebihi spektrum minimal dapat di sebut dengan CDMA [1]. Pada prosesnya CDMA akan merubah sinyal analog menjadi sinyal digital dengan *Analog Digital Converter* (ADC). Karakteristik kanal wireless dapat ditentukan dengan adanya propagasi *multipath*. Pada proses propagasi akan ada kemungkinan terjadinya *noise*, *interference* dan *fading*. *Fading* sendiri dapat diartikan sebagai perubahan, polarisasi, dan fase dalam suatu sinyal tertentu. *Multipath fading* dapat terjadi dikarenakan adanya pemantulan sinyal pemancar akibat lingkungan sekitar sebelum mencapai penerima. Sinyal diterima merupakan jumlah dari sinyal LOS dengan sinyal pantulan. *Delay spread* dapat terjadi dikarenakan adanya *Multipath Fading* yang menyebabkan munculnya gangguan antar *symbol* (ISI), yang disebabkan oleh tabrakan antar sinyal dengan sinyal sesudah atau sebelumnya.

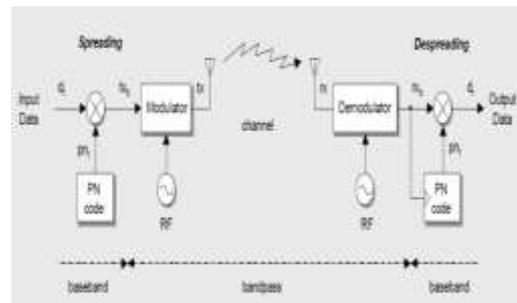
Interferensi bersama dapat di cegah dengan menggunakan kode penyebar. Ketika masing-masing user berada pada band RF yang sama, maka kode penyebar akan memisahkan user untuk menghindari adanya korelasi antar kode. Akan tetapi, dalam penerapannya masih sering terjadi korelasi antar kode penyebar. Sehingga diperlukan kode penyebar yang baik. Kode penyebar dikatakan baik, jika memiliki nilai *cross-corelation* rendah dan *auto-corelation* yang tinggi untuk menghindari terjadinya

interferensi. Berdasarkan hal tersebut penelitian ini bertujuan untuk mensimulasikan Kinerja *Gold Code* pada kanal *multipath fading*, karena *Gold Code* lebih baik kinerjanya saat rasio E_b/N_0 sangat kecil, simulasi ini menggunakan 4 sample data pengujian. Pengujian simulasi menggunakan modulasi *Binary Phase Shift Keying*. dikarenakan dalam penggunaannya lebih mudah untuk mengkonversikan nilai bit, menggunakan format sederhana dan bagus untuk transmisi data dengan kecepatan tinggi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)

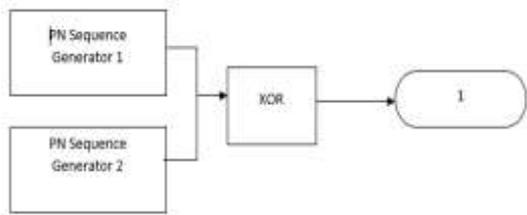
Teknik penyebaran spectrum yang memanfaatkan kode untuk mendistribusikan sinyal yang akan dimodulasi menggunakan metode BPSK bersama sinyal informasi dapat disebut dengan *Direct Sequence* [1].



Gambar 1 Blok Diagram DSSS

2.2 Gold Code

Gold Code dapat dihasilkan dengan melakukan XOR 2 *m*-sequence dengan panjang yang sama namun dihasilkan dengan cara yang berbeda yang disebut *Preferred Pairs* dari *m*-sequence yang dimana keluaran dari *m*-sequence pertama tetap namun keluaran *m*-sequence kedua mengalami pergeseran terhadap waktu, maka dapat dihasilkan sequence yang berbeda-beda. Jumlah total *Gold Code* yang dapat dihasilkan yaitu, $K = 2^m + 1$ atau $K = L + 2$ dimana *m* merupakan jumlah shift register, dengan Panjang periode, $L = 2^m - 1$ [2]



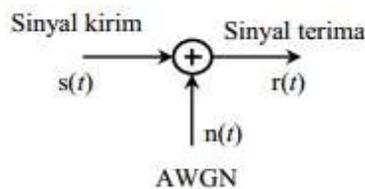
Gambar 2 Blok Diagram Gold Code Sequence Generator

2.3 Binary Phase Shift Keying

Modulasi BPSK adalah modulasi digital yang menggunakan dua macam perubahan fasa, yaitu 0° dan 180°. Dalam BPSK, fase dari amplitudo konstan sinyal pembawa dialihkan atau disesuaikan antara dua nilai sesuai dengan dua kemungkinan sinyal m1 dan m2 sesuai dengan biner 1 dan 0, masing-masing. Biasanya, fase kedua sinyal dipisahkan 180° [1].

2.4 Additive White Gaussian Noise

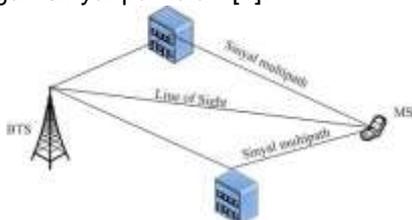
AWGN (*Additive White Gaussian Noise*) yaitu *Noise* yang ditambahkan ke sinyal utama untuk menghasilkan karakteristik sinyal yang spesifik [3]. Adapun pemodelan kanal AWGN ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 3 Pemodelan Kanal AWGN

2.5 Multipath Fading

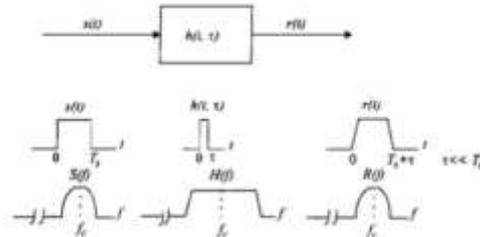
Multipath fading dapat terjadi dikarenakan adanya pemantulan sinyal pemancar akibat lingkungan sekitar sebelum mencapai penerima. Sinyal diterima merupakan jumlah dari sinyal LOS dengan sinyal pantulan [4].



Gambar 4 Multipath Fading

2.6 Flat Fading

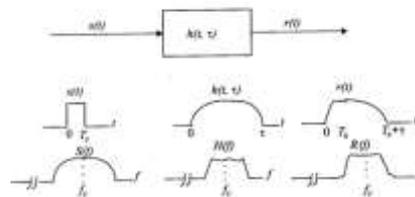
Flat fading yaitu kanal yang memiliki respon yang cenderung berbanding lurus terhadap *bandwidth* sinyal yang lebih besar dari *bandwidth* sinyal yang ditransmisikan [5]. Karakteristik *flat fading* ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5 Flat Fading

2.7 Frequency Selective Fading

Kanal yang memiliki respon yang cenderung berbanding lurus terhadap *bandwidth* yang lebih kecil dari *bandwidth* sinyal yang ditransmisikan adalah kanal *frequency selective fading* [6]. Gambar 6 menunjukkan karakteristik kanal *frequency selective fading*.



Gambar 6 Frequency Selective Fading

2.8 Energy Bit Pernoise

E_b/N_o berguna untuk membandingkan energy bit dengan noise untuk mengetahui performa bit error rate (BER) [7]. Perubahan pada energy bit akan memngaruhi besarnya nilai BER. Nilai BER yang semakin kecil merupakan pengaruh dari energy bit yang besar. Hal ini, menyebabkan nilai noise yang semakin rendah, sehingga noise tidak dapat memengaruhi proses tranmisi sinyal.

$$\frac{E_b}{N_o} = \frac{S}{N} - 10 \log \frac{B}{R} \dots \dots \dots (3)$$

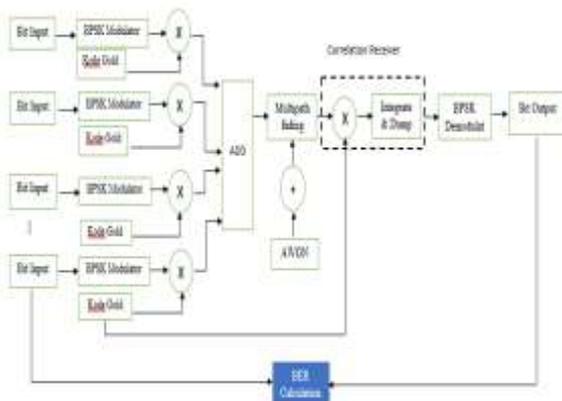
2.9 BER (Bit Error Rate)

BER merupakan banyak bit yang salah ketika sejumlah bit yang dikirimkan dari pengirim ke penerima. Besar nilai BER menunjukkan sistem semakin buruk, karena banyaknya bit yang salah pada saat dikirimkan. [8].

$$P_e = \frac{1}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{E_b/N_0}{E_b/N_0 + 1}} \right) \dots\dots\dots (4)$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini mengusulkan sebuah blok diagram model sistem komunikasi digital dengan Gold Code pada kanal multipath fading ditunjukkan pada gambar 7 .



Gambar 7 Blok Diagram Sistem Komunikasi Digital Gold Code pada Multipath Fading Channel

Berdasarkan gambar 7, proses simulasi diawali dengan bit input yang dibangkitkan secara acak menggunakan blok *Bernoulli Binary Generator* pada software Simulink. Diasumsikan data dengan jumlah 1×10^6 bit dengan bentuk data binary yang memiliki rentang nilai Eb/No sebesar 0 dB sampai 10 dB.

Kemudian melalui proses modulasi. Modulasi pada simulasi ini yaitu modulasi BPSK. Dimana bit keluaran dari proses modulasi BPSK yaitu 1 dan -1. Setelah data bit dimodulasi, akan dilakukan proses *spread spectrum* dimana data keluaran dari hasil modulasi akan dilakukan poses XOR dengan Gold Code yang

dibangkitkan secara acak dengan panjang kode yang diunakan yaitu 32 dan dibedakan indexnya di setiap kode nya. Dimana setiap data akan menduduki sebesar panjang kode tersebut.

Setelah proses *spread spectrum* selesai data akan dicombining menjadi satu dan akan di transmisikan. Pada simulasi ini, menggunakan kanal *multipath fading* dengan AWGN. Pada proses transmisi, sinyal mengalami *multipath fading*, yaitu kondisi dimana sinyal akan melintasi di beberapa jalur akibat pemantulan karena adanya halangan yang terdapat disekitar proses pentransmisian.

Setelah proses transmisi melalui kanal selesai, sinyal keluaran akan masuk dalam *correlation reciver* agar mendapatkan sinyanya yang sama pada awal pengiriman oleh *transmitter* dengan melakukan proses *despread* dengan cara data di poses XOR kembali dengan kode yang sama pada proses awal. Lalu, pada interger and dump kode hasil dari proses XOR dibulatkan dan di bagi dengan panjang kode yang digunakan untuk mendapatkan sinyal awal yang di transmisikan oleh *transmitter*. Dalam proses ini panjang bit keluaran yang di dapatkan sama dengan bit yang di inputkan.

Setelah sinyal awal telah didapatkan kembali, sinyal awal akan di proses didemodulasi degan jenis demodulasi BPSK agar mendapatkan sinyal yang asli .

Setelah di dapatkan sinyal asli, setelah itu akan dilihat perbandingan *error* bitnya menggunakan BER *calculation* dengan sistem sinyal inputan berbanding dengan sinyal keluaran yang sudah di proses. Dengan mendapatkan nilai BER, dalam penelitian Kinerja Gold Code pada kanal *multipath fading* akan dibandingkan bagaimana pengaruh terhadap nilai Eb/No.

Tabel 2 Parameter Simulasi

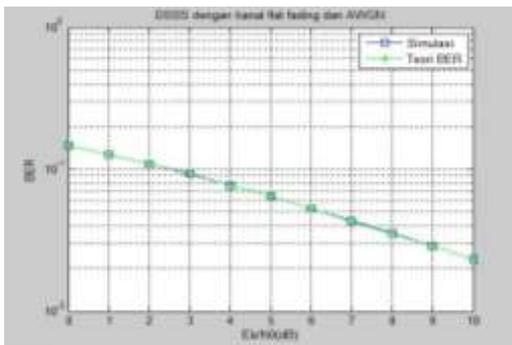
Parameter	Nilai
Jumlah Bit	1×10^6 bit
Modulation	BPSK
User	Multi User
Channel	Frequency Selective Fading

Noise	Additive White Gaussian
Komponen Multipath	21, 23, 25 dan 27
Fading Distribution	Rayleigh Fading
Eb/No	0 -10 dB
Panjang Gold	31
Sample Time	1
Periode Chip	1/31

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Simulasi Kinerja Gold Code Pada Flat Fading Channel Berdasarkan BER Berbanding Eb/No dengan Pengaruh Jumlah Komponen Multipath.

Berdasarkan pada gambar 8, dapat ditunjukkan grafik dari hasil simulasi kinerja gold code pada kanal flat fading. Gambar 8 menunjukkan nilai BER yang dihasilkan hampir bernilai sama dengan nilai BER flat secara teori. Dapat disimpulkan, simulasi Kinerja Gold Code pada kanal frequency flat fading sudah valid dan dapat digunakan pada kanal frequency selective fading.

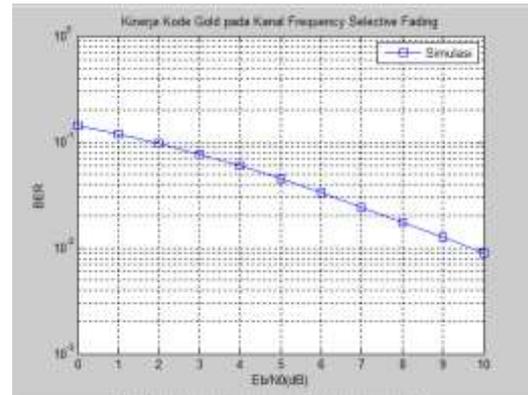


Gambar 8 Hasil Simulasi Kinerja Gold Code pada Kanal Flat Fading

4.2 Hasil Simulasi Kinerja Gold Code pada Frequency Selective Fading Channel dengan Multipath Berjumlah 21 dengan Eb/No 0 dB Sampai 10dB.

Berdasarkan pada gambar 9 'dapat ditunjukkan grafik dari hasil simulasi Kinerja dari Gold Code pada frequency selective

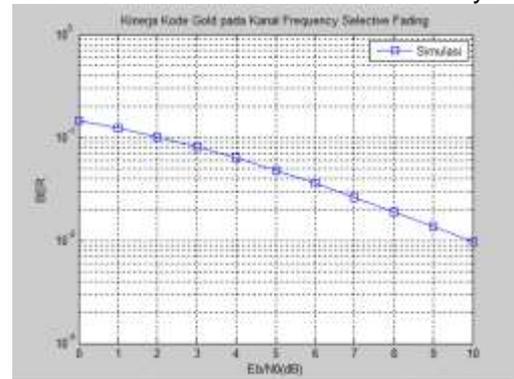
fading channel dengan multipath berjumlah 21 dan panjang Gold Code = 32 dalam proses spreading dan despreading pada proses transmisi masing-masing simulasi. Dan didapat nilai BER berbanding Eb/No nya yaitu nilai BER = 0.0768 pada Eb/No = 3 dB. Dan dapat di simpulkan semakin besar Eb/No semakin kecil nilai BER nya.



Gambar 9 Hasil Simulasi Kinerja Gold Code pada Frequency Selective Fading Channel dengan Multipath Berjumlah 21

4.3 Hasil Simulasi Kinerja Gold Code pada Frequency Selective Fading Channel dengan Multipath Berjumlah 23 dan Eb/No Sebesar 0 dB Hingga 10dB.

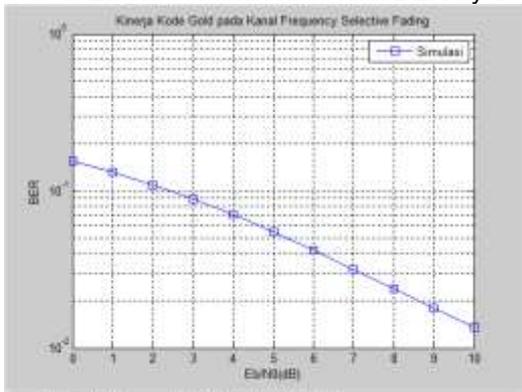
Berdasarkan pada gambar 10 'dapat ditunjukkan grafik dari hasil simulasi Kinerja dari Gold Code pada frequency selective fading channel dengan multipath berjumlah 23 dan panjang Gold Code = 32 dalam proses spreading dan despreading pada proses transmisi masing-masing simulasi. Dan didapat nilai BER berbanding Eb/No nya yaitu nilai BER = 0.0868 pada Eb/No = 3 dB. Dan dapat di simpulkan semakin besar Eb/No semakin kecil nilai BER nya.



Gambar 10 Hasil Simulasi Kinerja *Gold Code* pada *Frequency Selective Fading Channel* dengan *Multipath* Berjumlah 23.

4.4 Hasil Simulasi Kinerja *Gold Code* pada *Frequency Selective Fading Channel* dengan *Multipath* Berjumlah 25 dan E_b/N_0 Sebesar 0 dB Hingga 10dB.

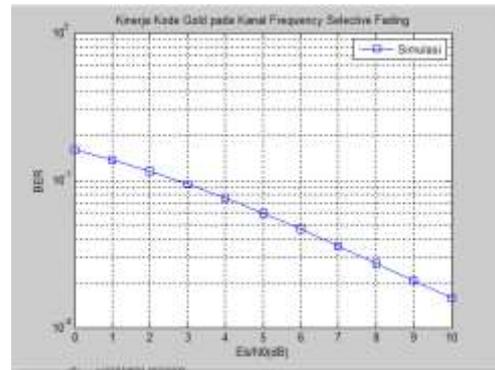
Berdasarkan pada gambar 11 'dapat ditunjukkan grafik dari hasil simulasi Kinerja dari *Gold Code* pada *frequency selective fading channel* dengan *multipath* berjumlah 25 dan panjang *Gold Code* = 32 dalam proses *spreading* dan *despreading* pada proses transmisi masing-masing simulasi. Dan didapat nilai BER berbanding E_b/N_0 nya yaitu nilai BER = 0.0878 pada E_b/N_0 = 3 dB. Dan dapat di simpulkan semakin besar E_b/N_0 semakin kecil nilai BER nya.



Gambar 11 Hasil Simulasi Kinerja *Gold Code* pada *Frequency Selective Fading Channel* dengan *Multipath* Berjumlah 25.

4.5 Hasil Simulasi Kinerja *Gold Code* pada *Frequency Selective Fading Channel* dengan *Multipath* Berjumlah 27 dan E_b/N_0 Sebesar 0 dB Hingga 10dB.

Berdasarkan pada gambar 12 'dapat ditunjukkan grafik dari hasil simulasi Kinerja dari *Gold Code* pada *frequency selective fading channel* dengan *multipath* berjumlah 27 dan panjang *Gold Code* = 32 dalam proses *spreading* dan *despreading* pada proses transmisi masing-masing simulasi. Dan didapat nilai BER berbanding E_b/N_0 nya yaitu nilai BER = 0.0968 pada E_b/N_0 = 3 dB. Dan dapat di simpulkan semakin besar E_b/N_0 semakin kecil nilai BER nya.

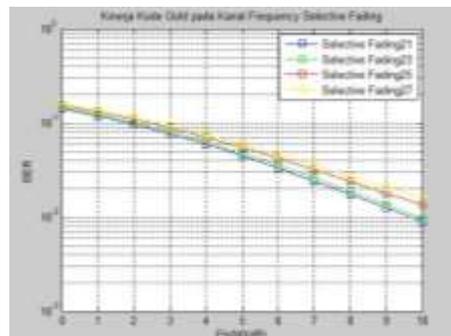


Gambar 12 Hasil Simulasi Kinerja *Gold Code* pada *Frequency Selective Fading Channel* dengan *Multipath* Berjumlah 27

4.6 Hasil Simulasi Kinerja *Gold Code* pada *Frequency Selective Fading Channel* dengan *Multipath* Berjumlah 21,23,25 dan 27 dengan E_b/N_0 0 dB Sampai 10dB.

Berdasarkan gambar 13 , variasi *multipath*-nya yang digunakan yaitu berjumlah 21,23, 25 dan 27. Variasi nilai tersebut, digunakan untuk mengetahui pengaruh dari jumlah *multipath* terhadap kinerja *Gold Code* pada *frequency selective fading channel*. Berdasarkan pada grafik kinerja *Gold Code* yang ditunjukkan pada Gambar 13, nilai *multipath* dengan jumlah 21 merupakan nilai atau jumlah *multipath* yang optimal dengan nilai BER 0,0449, dibandingkan dengan jumlah *multipath* 23, 25, dan 27 yang memiliki nilai berurut-urut sebesar 0,0498, 0,0549, dan 0,0559 pada saat nilai E_b/N_0 = 5 dB. Dapat di simpulkan semakin besar komponen *multipath* yang digunakan maka semakin besar nilai BER nya.

Gambar 13 Hasil Simulasi Kinerja *Gold Code* pada *Frequency Selective Fading Channel* dengan Beberapa *Multipath* Berdasarkan Nilai BER Berbanding E_b/N_0



5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi Kinerja *Gold Code* pada kanal *multipath fading* yang maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pada simulasi *frequency selective fading channel* dengan beberapa jumlah komponen *multipath* memiliki masing - masing nilai BER yang berbeda, hal ini dikarenakan interferensi yang terdapat pada sinyal *multipath* dengan sinyal yang diharapkan.
2. Nilai *autocorrelation Gold Code* berdasarkan pergerakan chip yang berkaitan dengan komponen *multipath*, banyaknya sinyal pengganggu dikarenakan banyaknya jumlah komponen *multipath* yang digunakan. Pada simulasi ini jumlah komponen *multipath* 27 yang paling banyak memiliki sinyal pengganggu sehingga menghasilkan Kinerja yang paling buruk dibandingkan dengan jumlah komponen *multipath* yang lebih sedikit.
3. Dalam *multi user* Kinerja *Gold Code* juga di pengaruhi *crosscorelation function* nya. Pada simulasi ini *crosscorelation* nya memiliki kinerja yang buruk di lihat dari *crosscorelation function* yang dimana nilai korelasi user 1 dengan 2, 3 dan 4 lebih dari 0, nilai tersebut menunjukkan user di interferensi oleh user lainnya. Semakin banyak nilai yang bukan nol semakin banyak interferensi yang di terima user dari user lainnya.

. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rustamaji., 2017. Penggunaan Teknik Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) Pada Electronic Warfare, 3(1).
- [2] Lidyawati, L. & Hermansyah, D., 2016. Simulasi Perbandingan Kinerja Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) menggunakan Gold Code dan Walsh Code. *Karya Ilmiah*, pp. 44-50.
- [3] Kurnia, D. & Dulham, M., 2016. Evaluation of Correlation Properties of

Orthogonal Spreading Code or CDMA Wireless Mobile Communication.

- [4] Najuri, A., 2018. *Implementasi dan Evaluasi Kinerja Kode Kasami pada Code Division Multiple Access (CDMA) Menggunakan Wireless Open-Access Research Platform (WARP)*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [5] Nurmala, L. & Pinem, M., 2016. *Analisis Perbandingan Teknologi Spread Spectrum DSSS pada sistem CDMA*. Sumatra : Universitas Sumatera utara.
- [6] Nuralam, A. S., 2017. *Implementation and Perfomance Evaluation of Direct Sequence Spread Spectrum Using Wireless Open-Access Research Platform (WARP)*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [7] Supardi, 2017. *Dasar Pemrograman MATLAB*. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.
- [8] Usmiani, L., 2018. Kinerja Multi-Code Multicarrier CDMA pada Kanal Multipath Fading. *Jurnal Ilmiah Elektronika*, 4(2), pp. 73-81.