

ANALISIS PENGARUH VARIABEL SPREADING FAKTOR PADA SISTEM OFCDM DAN MC-DSCDMA TERHADAP KINERJA BIT ERROR RATE

Sudi Mariyanto Al Sasongko

Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram
Jl. Majapahit No. 62 Mataram 83125, Tlp. 0370-6608703, Fax. 0370-636523
Email : mariyantosas@yahoo.com.

Abstrak

Parameter penting yang menjadi tinjauan baik buruknya sistem komunikasi adalah Kualitas Bit Error Rate yang kecil, penggunaan bandwidth yang efisiensi, dan penggunaan emisi daya yang efisien. MC-DSCDMA dan OFCDM merupakan bentuk transmisi multicarrier hasil kombinasi dari dua teknik radio access yaitu OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) dan CDMA (Code Division Multiple Access). Perbedaan utama kedua sistem terletak pada teknik spreading pada sub kanal. Pada penelitian ini akan disimulasikan dan dianalisis kinerja Bit Error kedua sistem.

Pengujian kinerja Bit Error Rate dilakukan pada kanal AWGN dan *Non Line Of Sight* (NLOS) dengan modulasi QPSK. Pengujian dilakukan dengan merubah kenaikan SNR sebesar 1 dB sampai diperoleh batas ambang BER sebesar 10^{-3} . Analisis ini didasarkan pada nilai statistik rata-rata dari hasil program simulasi model sistem yang ditinjau dengan program Matlab Simulink 7.1.

Berdasarkan analisa hasil pengujian, untuk kanal AWGN dengan batas ambang BER sebesar 10^{-3} diperoleh : model OFCDM baseband memerlukan level SNR sebesar 5,86 dB dan model MC-DSCDMA baseband memerlukan level SNR sebesar 7,98 dB. Pada Kanal NLOS, model OFCDM baseband memerlukan 2,44 dB lebih kecil dibanding model MC-DSCDMA baseband yang masing-masing sebesar 10 dB dan 12.44 dB.

Kata Kunci : *OVSF*, *Baseband*, AWGN, NLOS, QPSK, *IFFT Simetris*

ANALYSIS OF INFLUENCE VARIABEL SPREADING FACTOR IN OFCDM AND MC-DSCDMA SYSTEM FOR BIT ERROR RATE PERFORMANCE

Abstract

The important parameter to justify the performance of a communication system is the value of Bit Error Rate, which should be small enough, the use of limited bandwidth, and the use of limited power emission. MC-DSCDMA and OFCDM were multicarrier transmission that was resulted from combination of two type of radio access, OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) and CDMA (Code Division Multiple Access). The main different of them was the way of spreading technique in sub channel. This research was to simulate the performance of Bit Error Rate of both system.

The evaluation of Bit Error Rate is done on QPSK modulation through AWGN channel and Multipath channel. Procedure of evaluation is simulate model with increasing SNR every 1 dB until reaches threshold of BER as 10^{-3} . Analysis is based on statistic mean value of program simulation of models in Simulink Matlab 7.1.

Based on simulation result, for AWGN channel with threshold BER as 10^{-3} are found : OFCDM baseband model have level need of SNR 5,86 dB and MC-DSCDMA baseband model have level need of SNR 7,98 dB. In NLOS channel environment, OFCDM baseband model is need 2,44 dB less than MC-DSCDMA baseband model that are 10 dB and 12,44 dB.

Key words : *OVSF*, *Baseband*, AWGN, NLOS, QPSK, *IFFT Simetris*

1. PENDAHULUAN

Teknik modulasi *multicarrier* merupakan suatu teknik modulasi yang dapat memberikan efisiensi *bandwidth* yang tinggi, dapat melawan interferensi didalam proses transmisi dan juga tahan terhadap interferensi inter-simbol (ISI), yang semua itu merupakan kendala-kendala yang sangat besar dalam sistem transmisi *wireless* pita lebar (*wideband*) pada

kanal-kanal *multipath fading* MC-DSCDMA merupakan salah satu bentuk transmisi *multicarrier* hasil kombinasi atau hibrid dari dua teknik *radio access* yaitu OFDM dan CDMA. Kelebihan utama menggunakan MC-DSCDMA adalah tahan terhadap interferensi inter-simbol, efisiensi terhadap frekuensi *diversity*, efisiensi *bandwidth* yang tinggi, dan yang menarik pada MC-DSCDMA yaitu dari segi

modulasi dan demodulasi dapat diimplementasi dengan mudah menggunakan operator IFFT dan FFT. Adapun kekurangan yang dimiliki yaitu kepekaan terhadap sinkronisasi *error* antara *transmitter* dan *receiver*

OFCDM (*Orthogonal Frequency Code Division Multiplexing*) merupakan hasil kombinasi pula dari sistem OFDM dan CDMA. OFCDM memiliki beberapa keunggulan yaitu, Efisiensi spektrum yang tinggi, kuat melawan propagasi pada kanal *multipath fading*, memiliki *multiple access* yang fleksibel, tahan terhadap interferensi inter-sel

Pada penelitian ini akan dianalisis sistem multicarrier DSCDMA dan sistem OFCDM dengan menggunakan modulasi QPSK yang ditransmisikan pada kanal AWGN dan *non line of sight* (NLOS). Kedua sistem tersebut akan disimulasikan dan dianalisis berdasarkan BER (*bit error rate*) masing-masing sistem dengan harga threshold sebesar 10^{-3} .

Masalah yang menarik untuk diteliti dan dianalisa dari model hibrid multicarrier yang digunakan dalam komunikasi wireless adalah :

- a. Bagaimana pengaruh teknik spreading pada sistem multicarrier untuk aplikasi pita lebar terhadap kinerja Bit Error Rate sistem.
- b. Seberapa besar perubahan BER sistem, serta bagaimana kinerja BER sistem tersebut terhadap sistem OFCDM dan MC-DSCDMA.

Permasalahan inilah yang akan diteliti dan dianalisa dengan menggunakan model spreading CDM dan spreading chip dengan cara simulasi perangkat lunak.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis dan simulasi kinerja Bit Error Rate model hibrid OFCDM dan MC-DSCDMA pada kanal AWGN dan kanal Non Line of Side.

Dengan diperoleh hasil-hasil pengujian terhadap model hibrid yang sudah ada, dapat dikembangkan sistem yang lebih kompromis dan handal untuk komunikasi wireless, sehingga dapat dirancang suatu arsitektur komunikasi wireless dengan kinerja yang baik, misalkan dengan mengembangkan sistem Multi Carrier berbasis wavelet.

2 TINJAUAN PUSTAKA

Sistem komunikasi tanpa kabel (wireless) bukanlah merupakan hal yang baru dan telah banyak digunakan orang di jaman modern ini. Salah satu komponen penting dalam komunikasi wireless adalah karakteristik kanal propagasi sinyal kirim. Ada tiga mekanisme dasar yang berbenturan dengan propagasi sinyal dalam sistem komunikasi radio, yaitu refleksi, difraksi dan scattering. Tiga hal tersebut menyebabkan munculnya beragam lintasan dari pengirim ke penerima yang disebut *multipath* yang menyebabkan pelemahan sinyal / fading yang terdistribusi Rayleigh (Sasongko, 2000).

Pemodelan kanal *multipath* umumnya menitikberatkan pada lintasan-lintasan dominan yang secara empiris didapatkan 6 lintasan dengan faktor penguat masing-masing lintasan yang digunakan adalah 0,5562 ; 0,2493 ; 0,1118 ; 0,0501 ; 0,0225 ; 0,0101 (Sasongko, 2000).

Dalam sistem Multi Carrier bandwidth $B_u = 1 / T_c = N / T_d = N B_d$ dibagi menjadi N sub carrier dengan bandwidth masing-masing $B_d = B_u / N = 1 / T_d$. Setiap sub carrier mempunyai satu frekuensi tengah yang unik $f_{c,j}$, dengan formula :

$$f_{c,j} = f_c + \frac{j-1}{T_d} \quad (1)$$

kondisi tersebut untuk meyakinkan bahwa sub carrier saling orthogonal. Setiap sub carrier frekuensi dimodulasikan (misal, BPSK / QAM) oleh satu dari N simbol penebar. Sejumlah N sinyal termodulasi kemudian dijumlahkan sebelum dikirimkan melalui kanal. (Akhter, 1999).

Pada sistem OFDM, dalam kawasan frekuensi data dikirimkan melalui sub pembawa dengan pita sempit. Data ditransformasi ke dalam kawasan waktu menggunakan IFFT pada sisi pengirim, dan ditransformasi balik ke dalam kawasan frekuensi menggunakan FFT pada sisi penerima. Secara praktis, pulsa kotak dengan amplitudo $u(n)$ dan durasi T/N yang dikirimkan di sisi pengirim sebagai sinyal perwujudan simbol OFDM daripada sinyal kontinyu multi carrier (Chiu, 2000)

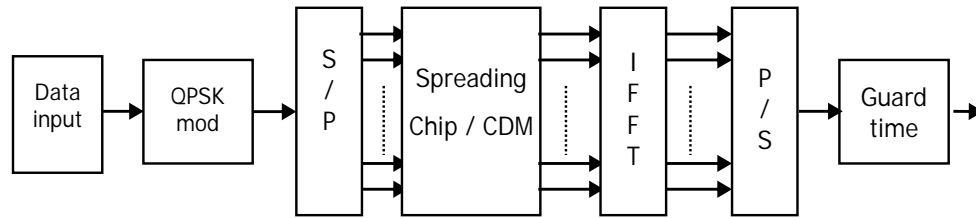
Pita frekuensi antara 0,4 sampai 0,5 dari kecepatan sampling merupakan masukan yang kurang baik, dikarenakan adanya karakteristik roll-off filter yang landai dan adanya faktor peredaman yang tidak ideal pada daerah stopband filter. Dengan memperhatikan kondisi tersebut, sampling frekuensi yang merepresentasikan amplitudo sinyal antara 0,4 sampai 0,5 dari kecepatan sampling tidak digunakan untuk mengirimkan data. Standart 802.11a merekomendasikan hanya 52 dari total 64 sub pembawa yang digunakan untuk mengirimkan data. (Prot, 2003).

OFCDM (*Orthogonal Frequency Code Division Multiplexing*) merupakan sistem yang berdasar pada sistem MC-CDMA (*Multi Carrier Code Division Multiple Access*). OFCDM merupakan sistem *wireless access* hasil pengembangan dari sistem OFDM dan sistem CDMA yang dikembangkan oleh peneliti-peneliti dari jepang yaitu tim NTT-DoCoMo. Sistem OFCDM memiliki dasar sistem yang sama dengan sistem MC-DSCDMA, namun yang membedakan antara sistem MC-DSCDMA dengan sistem OFCDM yaitu pada proses spreading code dari kedua sistem. Pada sistem MC-DSCDMA proses spreading dilakukan melalui spreading chip dari setiap sub carriernya, sedangkan pada sistem OFCDM proses spreading dengan teknik CDM (*code division Multiplexing*) Adapun untuk proses yang lain

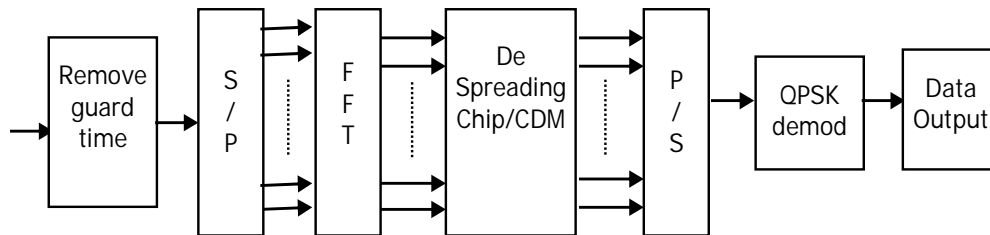
antara sistem MC-DSCDMA dan OFCDM adalah sama.

Secara umum diagram blok pemancar dan penerima dari kedua sistem dapat diilustrasikan seperti gambar (1) dan gambar (2).

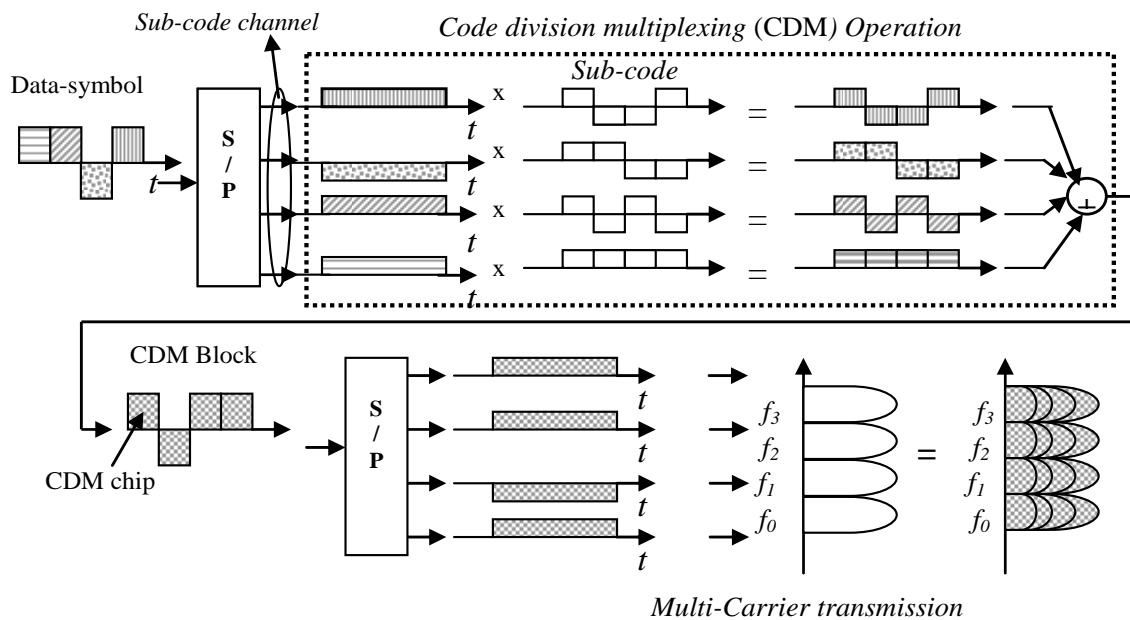
Proses *spreading* dalam sistem OFCDM menggunakan dua dimensi yaitu dimensi waktu dan dimensi frekuensi sebagaimana diilustrasikan seperti gambar (3).



Gambar 1 : Diagram blok pemancar MC-DSCDMA dan OFCDM



Gambar 2 : Diagram blok penerima MC-DSCDMA dan OFCDM



Gambar 3 : Proses spreading pada sistem OFCDM

Ditinjau dari Bit Error Rate dengan acuan modulasi yang digunakan adalah QPSK, dalam lingkup AWGN tiap sub kanal besarnya diperkirakan sebesar :

$$P_{e, QPSK} = Q \left(\sqrt{\frac{2 E_b}{N_0}} \right) \quad (2)$$

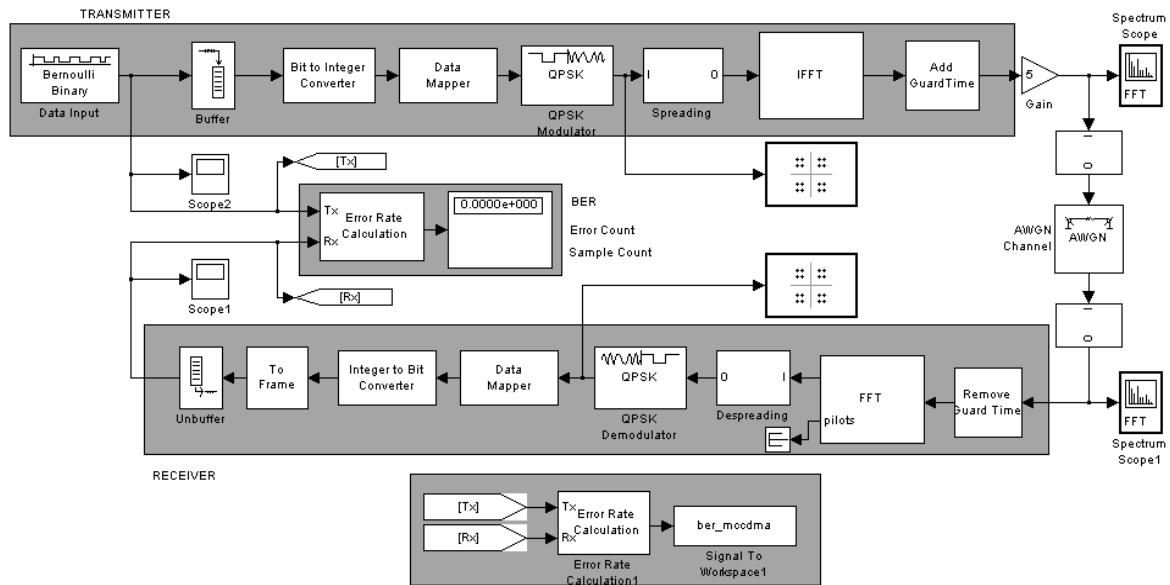
3 METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan simulasi program aplikasi dengan perangkat-lunak yang digunakan adalah *Miscrosoft Windows XP* sebagai sistem operasi dan perangkat-lunak MATLAB Simulink sebagai program simulator.

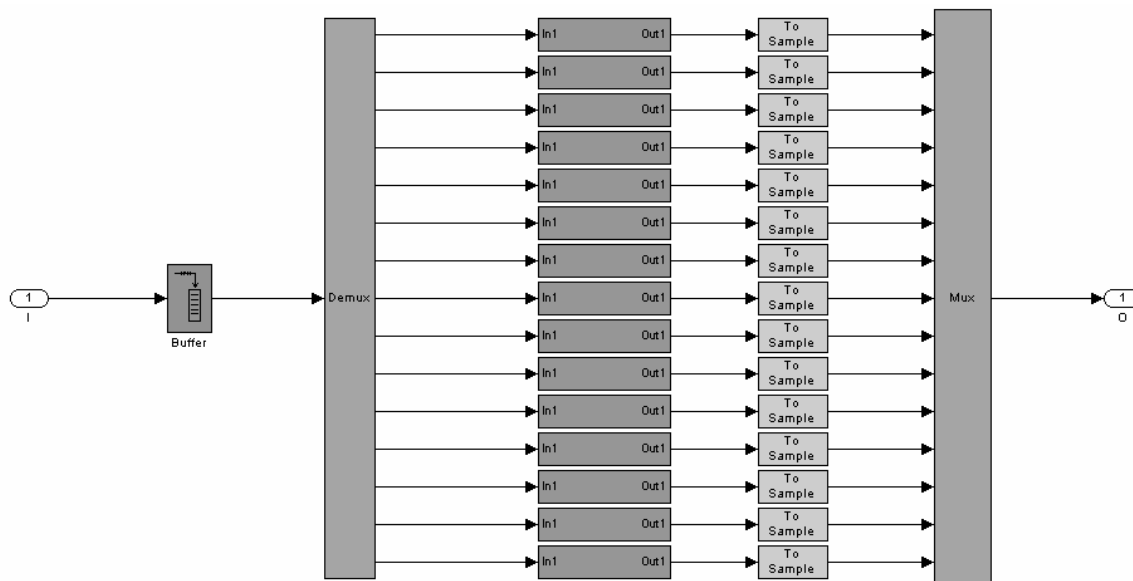
Dalam melakukan analisis penelitian, langkah awalnya yaitu membuat program simulator dari kedua modulator yang ditinjau pada kondisi bebas kesalahan. Setelah modelnya terbentuk dan

diujicobakan dalam kondisi bebas noise ternyata hasilnya sesuai, barulah diberikan noise AWGN dan dilakukan iterasi untuk setiap pengamatan mulai dari SNR 1 dB sampai pada SNR tertentu yang diperoleh nilai rata-rata BER kurang dari 10^{-3} . Proses tersebut diulangi untuk kanal bernoise multipath atau kanal Non Line of Side.

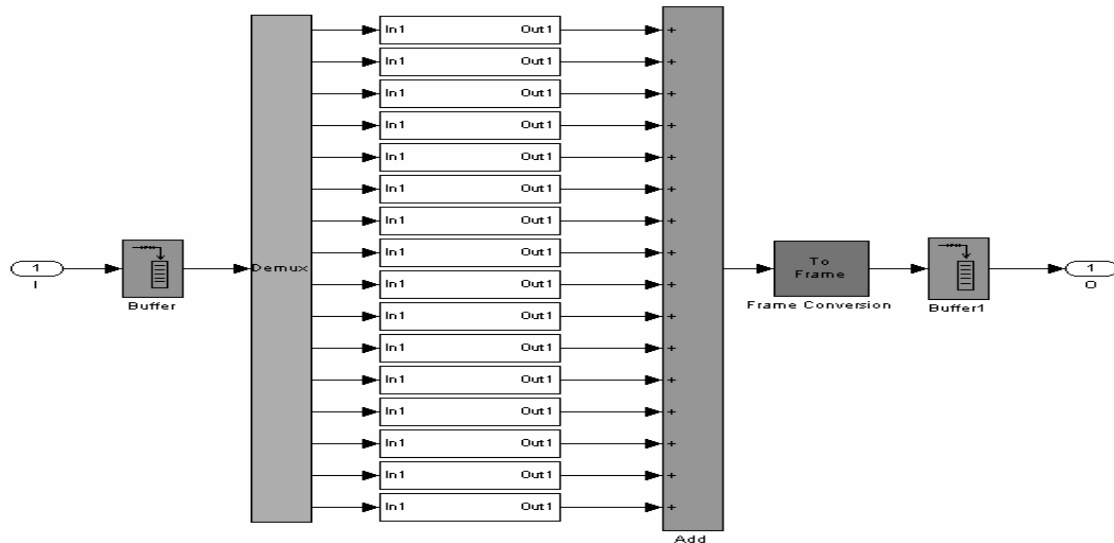
Selanjutnya blok simulator yang dibangun masing-masing dapat dilihat pada Gambar 4 sampai Gambar 7 :



Gambar 4 : Diagram Blok simulasi MC-DSS-SS atau OFCDM

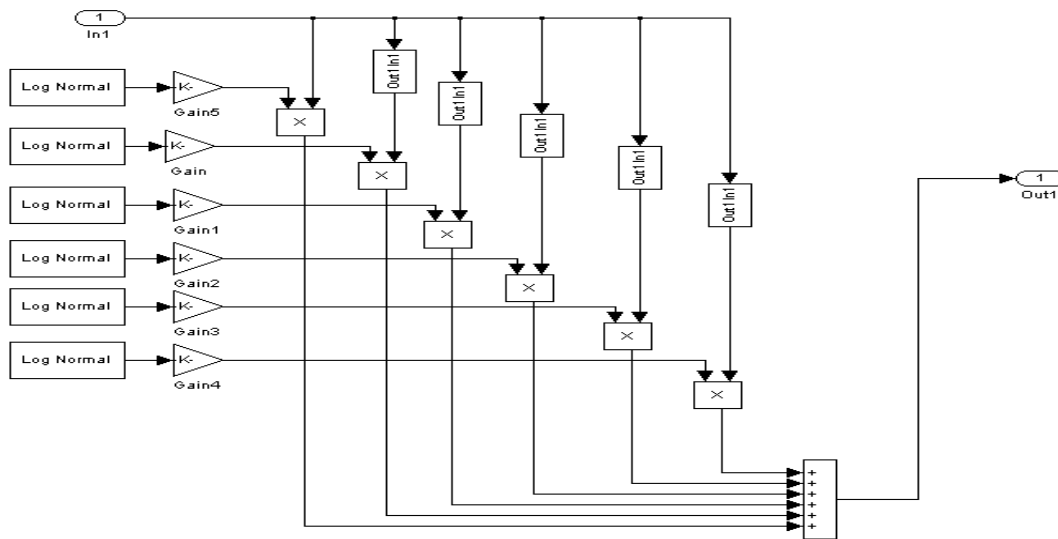


Gambar 5 : Diagram Blok spreading MC-DSS-SS



Gambar 6 : Diagram Blok spreading OFCDM

(Blok Kanal Multipath Rayleigh Fading Noise Baseband)



Gambar 7: Diagram Blok Kanal Non Line of Side

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini dijabarkan dalam bentuk grafik untuk kondisi kanal bernoise AWGN dan kanal bernoise multipath NLOS. Dalam kanal AWGN grafik dari kedua sistem dipadukan agar dengan mudah dapat diperbandingkan, dengan noise dikonversikan dalam dB relatif terhadap keluaran blok penambahan guard time. Kanal multipath NLOS yang diberikan pada simulasi ini terdiri dari 6 lintasan, dengan gain dari masing-masing lintasan adalah : 0,5562 ; 0,2493 ; 0,1118 ; 0,0501 ; 0,0225 ; 0,0101. delay untuk setiap lintasan dibuat acak, dengan delay maksimum sebesar 10 % dari lebar

chip kode penyebar. Angka 10 % diberikan dengan asumsi delay spread maksimum dari gedung tertutup berdasarkan literatur Rappaport sebesar kurang lebih 100 ns sampai 200 ns. Bila time chip CDMA sebesar $1/(1,22888 \text{ Ms})$, maka delaynya kurang lebih 10 %.

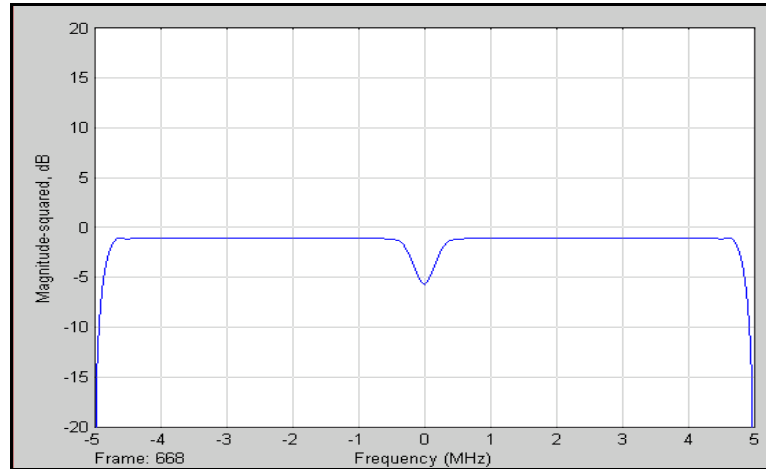
Pada penelitian ini, pada kedua sistem digunakan formasi simetris, dengan bagian frekuensi negatif merupakan nilai konjugat dari frekuensi positif, sehingga ada jalur frekuensi yang redundand. Pada sistem asimetris pada bagian frekuensi positif dan negatif masing-masing merupakan kanal yang independen. Setiap subkanal dari modulasi OFCDM dan MC-DSCDMA dapat dimodulasikan dengan

modulasi yang berbeda, dalam simulasi ini dimodulasi dengan QPSK.

Pada standart komunikasi wireless, OFDM digunakan subkanal 64, dengan susunan 48 kanal trafik, 4 kanal pilot, dan sisanya konstanta nol yang diletakkan pada daerah frekuensi Nyquist (frekuensi $F_s / 2$). Dalam simulasi ini digunakan subkanal 64, tetapi hanya 48 subkanal yang diasumsikan sebagai kanal trafik dan dimodulasi QPSK, sedangkan sisanya pada daerah nyquist diberikan konstanta nol.

Pada simulasi sistem OFCDM dan sistem MC-DSCDMA ini hanya didekati oleh simulasi baseband, karena pada realnya algoritma OFDM yang merupakan dasar dari model hibryd kedua sistem biasanya dilakukan oleh prosesor pengolah sinyal dalam satu rangkaian yang terintegrasi dan berpola nilai kompleks.

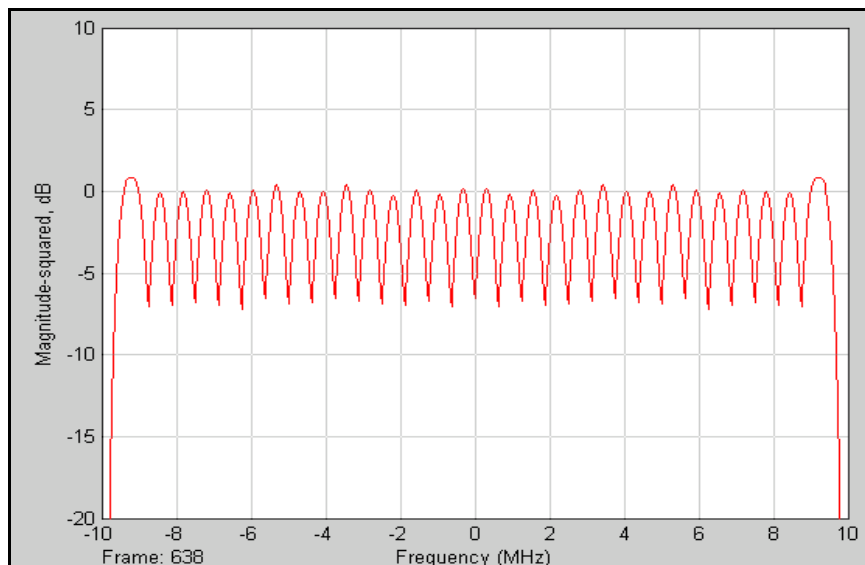
Secara umum hasil dari simulasi dapat dilihat seperti Gambar 8 sampai Gambar 11 berikut ini :



Gambar 8 : Spektrum frekuensi model MC-DSCDMA simetris

Gambar (8) menyatakan spektrum frekuensi yang ditempati untuk model MC-DSCDMA simetris, dengan daerah lembah adalah konstanta nol. Spektrum frekuensi menyerupai spektrum CDMA,

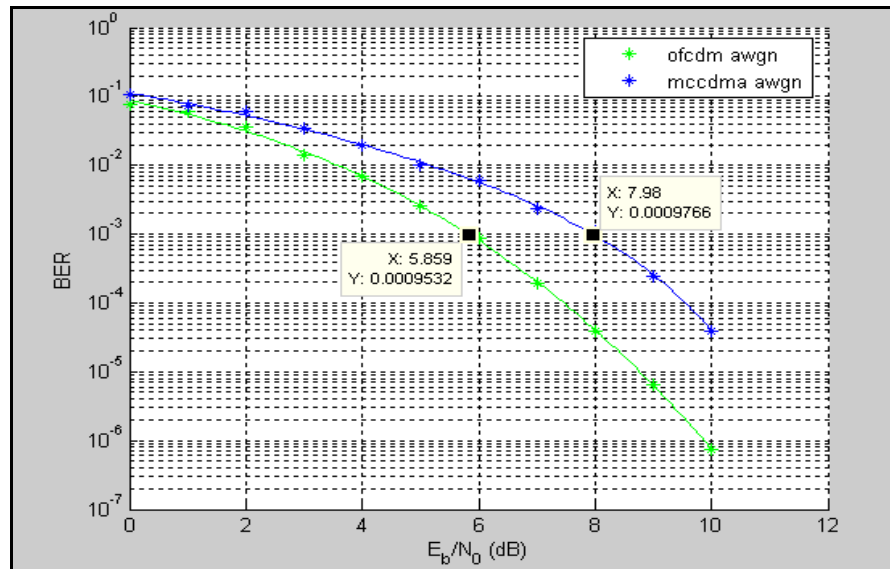
mengingat setiap sub kanal dilakukan spreading chip, sehingga keluaran setiap sub kanal merupakan spektrum dari chip penebarnya.



Gambar 9 : Spektrum frekuensi model OFCDM simetris.

Gambar (9) menyatakan spektrum frekuensi yang ditempati untuk model OFCDM simetris, dengan daerah lembah adalah konstanta nol. Spektrum frekuensi menyerupai spektrum OFDM, mengingat di dalam kanal paralel dilakukan

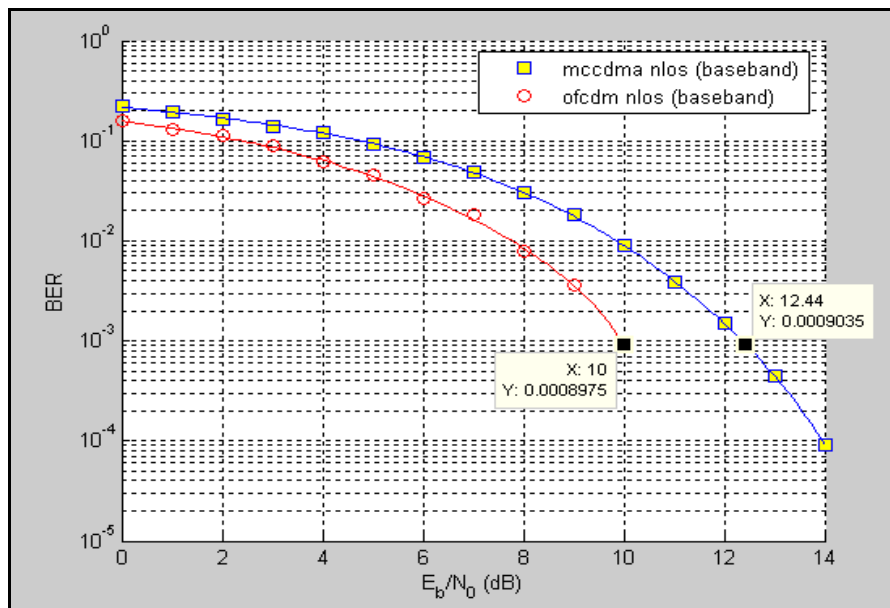
spreading CDM, sehingga keluaran kanal merupakan spektrum dari frekuensi ortogonalnya.



Gambar 10 : Grafik BER untuk kanal AWGN dengan threshold 10^{-3}

Gambar (10) menyatakan grafik Bit Error Rate untuk kanal AWGN, dengan threshold rata-rata BER 10^{-3} diperoleh hasil bahwa model OFCDM akan memiliki tingkat BER yang baik dengan kurang lebih nilai SNR yang diperlukan 2,12 dB relatif lebih

rendah dibandingkan dengan model MC-DSCDMA. Untuk mencapai nilai ambang OFCDM memerlukan level SNR sebesar 5,86 dB, sedangkan MC-DSCDMA memerlukan level SNR sebesar 7,98 dB.



Gambar 11 : Grafik BER untuk kanal Multipath NLOS dengan threshold 10^{-3}

Gambar (11) menyatakan grafik Bit Error Rate untuk kanal multipath NLOS, dengan threshold BER 10^{-3} diperoleh hasil bahwa model OFCDM akan memiliki tingkat BER yang baik dengan kurang lebih nilai SNR yang diperlukan 10 dB relatif terhadap keluaran penambah guard time, sedangkan model MC-DSCDMA memerlukan level SNR sebesar 12,44 dB. Relatif terhadap keluaran penambah guard time.

5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa hasil pengujian, untuk kanal AWGN dengan batas ambang BER sebesar 10^{-3} diperoleh nilai : model sistem OFCDM memerlukan level SNR sebesar 5,86 dB , model sistem MC-DSCDMA memerlukan level SNR sebesar 7,98 dB. Pada kanal multipath NLOS, model sistem OFCDM memerlukan 2,44 dB lebih kecil dibanding model sistem MC-DSCDMA yang masing-masing nilainya sebesar 10 dB dan 12,44 dB.

5.2 Saran

Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dan lebih menarik lagi dapat dicoba untuk meneliti ketiga aspek penting komunikasi sekaligus pada model sistem, variasi spreading dan transformasi modulasi yang lain misalnya dengan model OFCDM atau model MC-DSCDMA tetapi dengan menggunakan transformasi wavelet sebagai modulatnya. Sedangkan ketiga aspek yang dimaksud adalah Bit Error Rate yang kecil, Spektrum frekuensi yang efisien, dan Efisiensi emisi daya pancar.

6 DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Akhter Mohammad S and John Arenstorfer. [1999], "Iterative Detection for MC-CDMA system with Base Station Antenna Array for Fading Channels", University of South Australia.
- [2]. Akhter Mohammad S and John Arenstorfer. [1999], "Performance of Multi Carrier CDMA with Iterative Detection for a Doppler Shift Channel in a LEO Mobile Satellite Communications Environment", University of South Australia.
- [3]. Atarashi, Sept.2002 ,*"Broadband Wireless Access based on VSF-OFCDM and MC/DS-CDMA"*, Proc.of PIMRC, Vol.3,pp.992-997.
- [4]. Chiu Yun, Dejan Markovic, Haiyun Tang, Ning Zhang.{2000}, " OFDM Receiver Design ", {chiuyun, dejan, tangh, ningzh}@eecs.berkeley.edu.
- [5]. Kit Ming, Sept,2002, *Dept. of Electrical & Electronic, Adelaide University, "Hybrid OFDM-CDMA: A Comparison of MC/DS-*

CDMA, MC-CDMA and OFCDM", Tchee@eleceng.adelaide.edu.au.

- [6]. Prot Sebastian, Kent Palmkvist.[2003], "TSTE91 System Design communication System simulator Using Simulink, Part V OFDM by IFFT Modulation ", Electronic System, Dept. EE, LiTH.
- [7]. Sasongko S. M.[2000], "Analisa Kinerja Akuisisi Dua Tingkat pada Komunikasi DS-CDMA Reverse Link", Tesis, ITS, Surabaya.