

# Analisa Kinerja Alamouti-STBC pada MC CDMA dengan Modulasi QPSK Berbasis Perangkat Lunak

Nur Hidayati Hadiningrum<sup>1</sup>, Yoedy Moegiharto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Jurusan Teknik Telekomunikasi

<sup>2</sup>Dosen Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya

Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111, Indonesia

email : [annurhidayati@gmail.com](mailto:annurhidayati@gmail.com)

## ABSTRAK

Pada proyek akhir ini akan dibuat sebuah simulasi multicarrier CDMA dengan menggunakan penerapan teknik pengkodean kanal STBC. Pada umumnya multicarrier CDMA menggunakan informasi dan replika-replikanya yang akan diberikan pada masing-masing sub carriernya. Dengan menggunakan media wireless pada pengirimannya, dihasilkan gangguan berupa fading yang mengakibatkan pelemahan sinyal. Sehingga untuk menghilangkan pengaruh fading tersebut diterapkanlah sistem STBC. Sistem STBC atau space time block coding yang akan dibangun ini berdasarkan konsep alamouti menggunakan dua antena pemancar dan satu antena penerima serta konsep STBC dengan dua antena pemancar dan dua antena penerima.. Sistem STBC atau space time block coding yang akan dibangun ini berdasarkan konsep alamouti dan akan ditampilkan dalam bentuk grafik bit error rate (BER) sebagai fungsi SNR dB. Hasil yang diperoleh adalah kinerja STBC pada MC CDMA dengan 2 antena pengirim dan 2 antena penerima lebih baik 2 dB dibandingkan dengan kinerja STBC dengan 2 antena pengirim dan 1 antena penerima.

Kata kunci : multicarrier, space time block coding, bit error rate.

## 1. Pendahuluan

Sistem CDMA dengan kode penebar (spread spectrum) dan single antenna merupakan langkah awal dari perkembangan pertama pengiriman data yang di kirim melalui kode penebar dan menjadi langkah antisipasi dalam mengurangi jamming untuk sistem komunikasi wireless. Sistem CDMA diperbaharui lagi kualitasnya dengan menggunakan Multi Carrier (MC), supaya informasi-informasi yang di bawa dapat menjadi lebih maksimal lagi. Namun tak berapa lama kemudian karena pengguna MC CDMA semakin banyak, kapasitas pun menjadi kendala. Karena masih menggunakan single antenna, kemudian dikembangkan metode multi input multi output (MIMO), yang mempunyai lebih dari satu antenna pemancar dan penerimanya. Hal ini dianggap efektif karena selain dapat meningkatkan kapasitas banyaknya pengguna juga dapat mengurangi kesalahan dalam pengiriman data. Hal ini dikarenakan ada lebih dari satu antenna

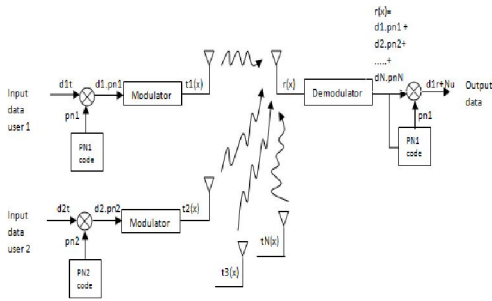
pada pemancar dan penerima yang mengkodekan kode-kode paket yang akan diubah menjadi replika-replika yang akan dikirim ke bagian penerimanya. Pada bagian penerimanya antenna dengan pembawa replika-replika yang mempunyai redaman paling kecil yang akan di ambil. Metode MIMO ini pun tidak bisa menjadi jalan keluar yang sepenuhnya di andalkan. Karena semakin banyak penggunaan antenna pemancar akan semakin banyak sinyal yang terganggu.

Oleh sebab itu pada paper ini dikembangkan metode yang dapat mengurangi error pada pengiriman data dengan pola pengiriman sinyal tertentu yang bersifat independent yang diterapkan pada Multi Carrier CDMA.

## 2. Teori Penunjang

### 2.1 CDMA

CDMA merupakan teknik akses jamak yang memanfaatkan waktu dan frekuensi secara bersamaan dengan menggunakan kode yang unik untuk setiap penggunaanya

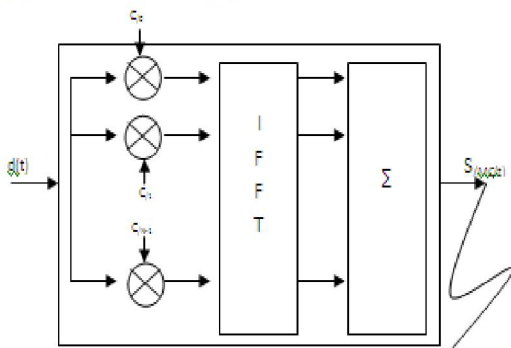


Gambar 1 CDMA

## 2.2 MC CDMA

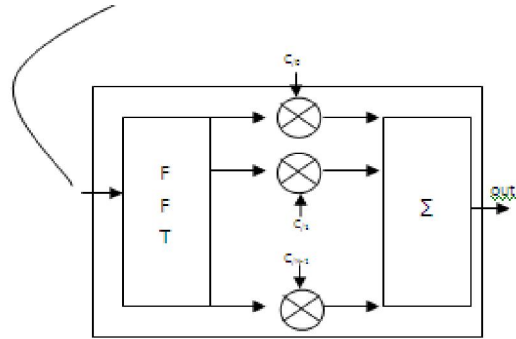
MC-CDMA dapat dikategorikan dalam dua skema: yang pertama yaitu deretan data asli diberikan spreading code dan selanjutnya dimodulasi untuk setiap subcarrier yang berbeda yang kedua yaitu deretan data asli dikonversikan dari serial ke paralel kemudian diberikan spreading code, dan selanjutnya dimodulasi untuk setiap subcarrier yang berbeda pada setiap deretan data asli. Skema yang pertama dikenal sebagai MC-CDMA (Multicarrier CDMA) dan skema yang kedua dikenal sebagai MC-DSSSS (Multicarrier Direct Sequence CDMA). Modifikasi sistem MC-CDMA hasil penelitian Shinusuke Hara dan Ramjee Prasad memastikan agar sistem mampu membuat sinyal terima seolah-olah melewati kanal yang memiliki sifat non-selektif atau flat.

Blok diagram pemancar QPSK dapat dilihat dari gambar di bawah ini :



Gambar 2 Pemancar MC-CDMA

Sedangkan blok diagram penerima dapat dilihat seperti gambar di bawah ini :



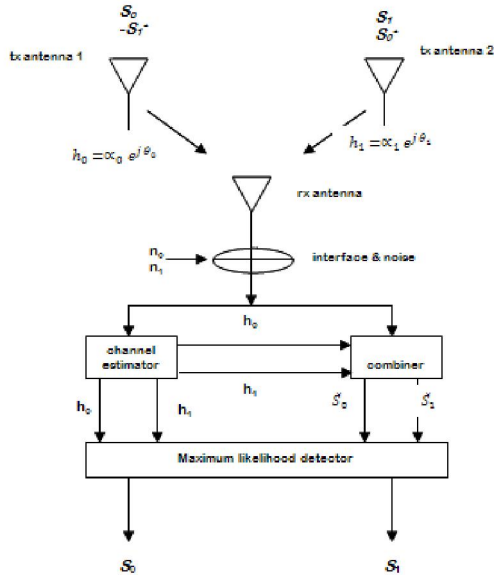
Gambar 3 Penerima MC-CDMA

## 2.3 STBC

STBC merupakan suatu teknik yang dikembangkan berdasarkan pengembangan dari penelitian Alamouti. Teknik Alamouti adalah merupakan teknik diversitas yang dikembangkan pada sisi pemancar. Sistem ini menggunakan 2 buah antenna pemancar dengan 1 buah antenna penerima. Sebelum dipancarkan, sinyal dikodekan terlebih dahulu dengan menggunakan Alamouti code. Sistem menggunakan data yang mengirimkan 2 simbol yang berbeda dalam satu waktu. Diasumsikan bahwa  $s_0$  dan  $s_1$  adalah simbol yang telah dimodulasi oleh PSK modulator. Pada waktu pertama ( $t$ ) antenna ke-1 mengirimkan sinyal berupa simbol  $s_0$  dan antenna ke-2 mengirimkan sinyal berupa simbol  $s_1$ . Kemudian pada waktu kedua ( $t+T$ ) simbol dari masing-masing antenna pemancar tersebut dikonjugat sehingga menjadi simbol  $-s_1^*$  pada antenna ke-1 dan simbol  $s_0^*$  pada antenna ke-2, seperti ditunjukkan pada tabel 2 berikut

$$\begin{matrix}
 & T_{x0} & T_{x1} \\
 t & \begin{bmatrix} s_0 & s_1 \end{bmatrix} \\
 t + T & \begin{bmatrix} -s_1^* & s_0^* \end{bmatrix}
 \end{matrix}$$

Gambar 4 Skema matriks transmisi STBC

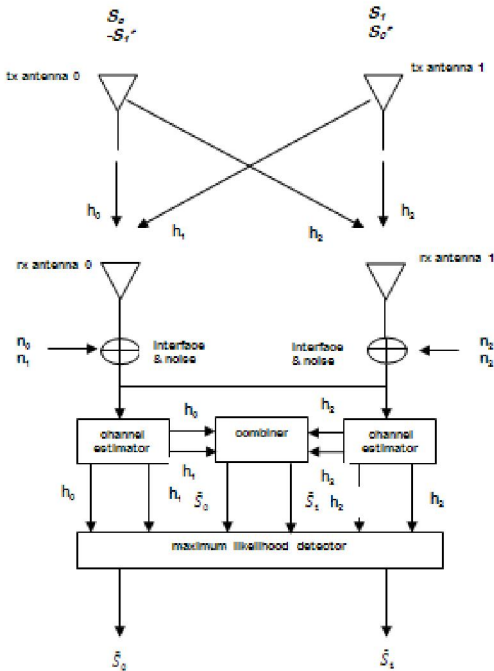


Gambar 5 Blok diagram teknik diversitas Alamouti dengan 2 pengirim 1 penerima.

sinyal yang diterima pada antena penerima untuk 2Tx- 1Rx

$$r_0 = r(t) = h_0 S_0 + h_1 S_1 + n_0$$

$$r_1 = r(t + T) = -h_0 S_1 + h_1 S_0^* + n_1$$



Gambar 6 Blok diagram teknik diversitas dengan 2 pengirim dan 2 penerima.

Sinyal yang diterima pada antena penerima untuk 2Tx-2Rx sebagai berikut :

$$r_0 = h_0 S_0 + h_1 S_1 + n_0$$

$$r_1 = -h_0 S_1 + h_1 S_0^* + n_1$$

$$r_2 = h_2 S_0 + h_3 S_1^* + n_2$$

$$r_3 = -h_2 S_1^* + h_3 S_0^* + n_3$$

### 2.4 Modulasi QPSK

Modulasi QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) merupakan modulasi yang sama dengan BPSK, tetapi pada QPSK terdapat 4 buah level sinyal dan dua kali efisiensi bandwidth dari BPSK, karena 2 bit ditransmisikan dalam simbol modulasi tunggal. Proses modulasi yang mentransmisikan data dengan kanal Q dan imajiner yang berbentuk dari dua parallel 2 buah BPSK. QPSK merupakan M-ary encoding dimana M=4 (Quaternary). Pada QPSK, sinyal informasi dibawa dalam bentuk perubahan-perubahan fasa. Dalam setiap periode waktu, fasa dapat berubah sekali. Karena ada kemungkinan fasa, terdapat 2 bit informasi yang terkandung dalam setiap slot waktu, (00, 01, 10 dan 11) yang dinamakan dibit. Setiap dibit membangkitkan satu dari empat kemungkinan fasa.

Tabel 1 Tabel kebenaran QPSK

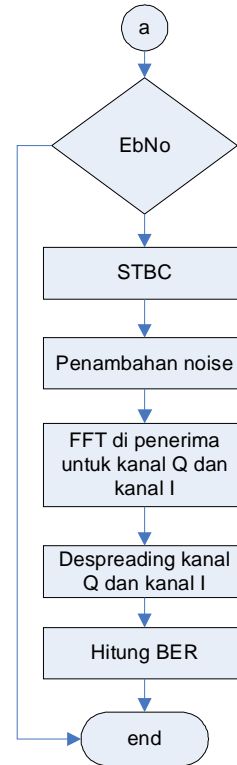
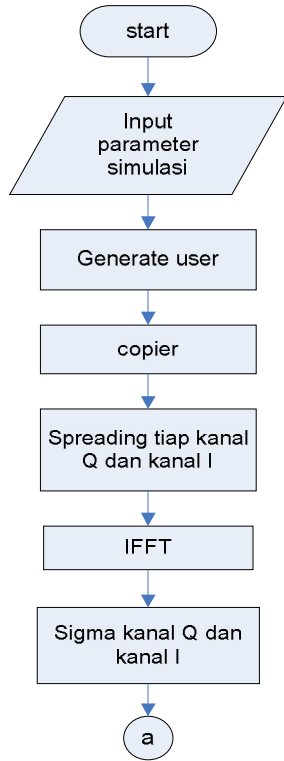
Binary Input		QPSK Output
Q	I	Phase
0	0	$-135^0$
0	1	$-45^0$
1	0	$135^0$
1	1	$45^0$

### 3. Perancangan Sistem

Perancangan sistem secara makro dimulai dengan pembangkitan data bit-bit yang dengan pembangkitan data bit-bit yang bersifat random. Kemudian data mengalami proses spreading dengan menggunakan kode goldcode. Proses spreading yang dilakukan setelah proses pemisahan kanal menjadi 2 kanal karena dalam tugas akhir ini menggunakan mapper modulasi QPSK. Untuk kanal Q dan I pada proses spreading menggunakan perkalian per chip menggunakan baris pertama pada kode goldcode, selanjutnya untuk membedakan user 2 yang mengalami proses spreading data perkanalnya akan dikalikan dengan goldcode baris kedua. Di akhir dari inisialisasi tiap user diakhiri dengan proses reshape untuk mengubah ke dalam bentuk matriks yang berukuran  $[1 \ 1/2 \text{bit input} \cdot \text{chip}]$ . Outputan sinyal ini akan melewati kanal yaitu kanal

Rayleigh Fading sehingga data informasi bercampur dengan noise, pada proses STBC.

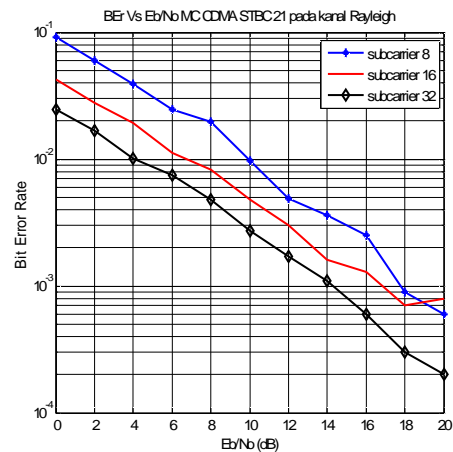
Pada sisi receiver sinyal informasi yang bercampur noise tersebut akan melalui proses demodulasi dan despreading dengan kode yang sama atau identik dengan yang digunakan pada sisi pemancar. Kemudian akan dicari nilai errornya dengan mencari selisih antara nilai hasil output STBC dengan data awal, kemudian dibagi dengan jumlah bit data yang dikirim.



Gambar 7 Flowchart Sistem MC CDMA -STBC

#### 4. HASIL DAN ANALISA

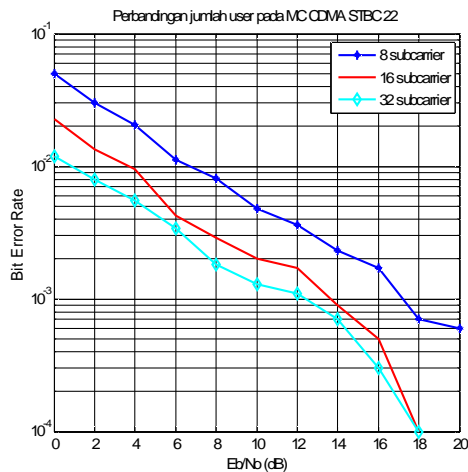
Sistem MC CDMA merupakan pengembangan dari sistem CDMA (single carrier).



Gambar 8 Grafik STBC 2Tx-1Rx pada MC CDMA dengan berbagai subcarrier

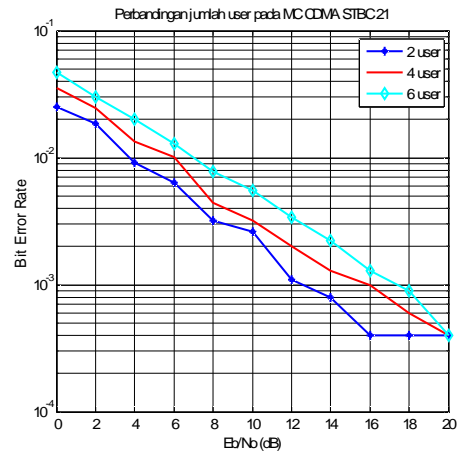
Pada gambar 8 menunjukkan kinerja STBC 2X1 pada sistem MC CDMA dengan berbagai subcarrier. Untuk inputan bit sebesar 10000 dengan snr sebanyak 20, saat

nilai  $BER=10^{-3}$  sesuai standar untuk komunikasi suara dapat dilihat bahwa subcarrier 32 lebih baik 3 dB dibanding dengan subcarrier 16. Sehingga semakin banyak subcarrier yang digunakan sistem MC CDMA STBC akan semakin baik. Hal ini dikarenakan semakin banyak pula kode yang dibangkitkan, sehingga pilihannya untuk memilih sinyal dengan fading terlemah pun dapat dilakukan.



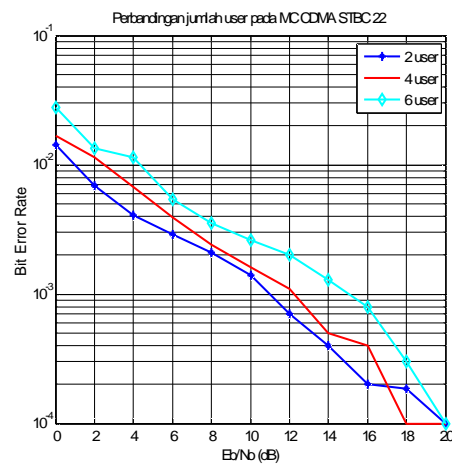
Gambar 9 Grafik STBC 2Tx-2Rx pada MC CDMA dengan berbagai subcarrier

Pada gambar 9 menunjukkan kinerja STBC 2X2 pada sistem MC CDMA dengan berbagai subcarrier. Untuk bit 10000 pada snr sebanyak 20. Pada nilai  $BER=10^{-3}$  sesuai standar untuk komunikasi suara dapat dilihat bahwa subcarrier 32 lebih baik 2 dB dibanding dengan subcarrier 16. sedangkan bila dibandingkan dengan subcarrier 8, lebih baik sekitar 5 dB . Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin banyak subcarrier yang digunakan maka sistem akan semakin baik. Hal ini telah terbukti pada penerapan sistem STBC pada Multicarrier CDMA baik pada penggunaan antenna 2Tx-1Rx ataupun pada antenna 2Tx-2Rx.



Gambar 10 Grafik STBC 21 pada MC CDMA multiuser

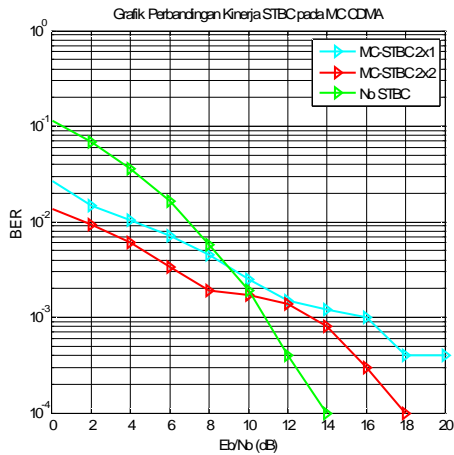
Pada gambar 10 menunjukkan kinerja STBC pada sistem MC CDMA pada antenna 2X1 dengan 8 subcarrier dan 10000 bit pada snr sebanyak 20. Pada nilai  $BER=10^{-3}$  sesuai standar untuk komunikasi suara dapat dilihat bahwa 2 user lebih baik 4 dB dibanding dengan 4 user, sedangkan bila dibandingkan dengan 6 user, 2 user lebih baik sekitar 6 dB. Hal ini berarti untuk membangkitkan sistem MC CDMA STBC dengan antenna 2X1 untuk bisa mencapai  $BER=10^{-3}$  dengan menggunakan 2 user lebih efektif bila dibandingkan dengan menggunakan 4 user, atau 6 user.



Gambar 11 Grafik STBC 22 pada MC CDMA multiuser

Pada gambar 10 menunjukkan kinerja STBC pada sistem MC CDMA pada antenna 2X2 dengan 8 subcarrier dan 10000 bit pada snr sebanyak 20. Pada nilai BER= $10^{-3}$  sesuai standar untuk komunikasi suara dapat dilihat bahwa 2 user lebih baik 1.5 dB dibanding dengan 4 user, sedangkan bila dibandingkan dengan 6 user, 2 user lebih baik sekitar 4 dB.

Hal ini berarti untuk membangkitkan sistem MC CDMA STBC dengan antenna 2X2 untuk bisa mencapai BER= $10^{-3}$  dengan menggunakan 2 user lebih efektif bila dibandingkan dengan menggunakan 4 user, atau 6 user.



Gambar 12 Grafik perbandingan kinerja STBC pada MC CDMA

Pada gambar 11 menunjukkan kinerja STBC pada sistem MC CDMA. dapat di analisa bahwa : BER= $10^{-3}$  sesuai standar untuk komunikasi suara data dilihat bahwa untuk MC CDMA STBC dengan antenna 2X1 lebih baik 5 dB dibanding MC CDMA tanpa STBC . Dan untuk MC CDMA STBC dengan antenna 2X2 mempunyai kinerja lebih baik 3 dB dibandingkan MC CDMA tanpa STBC.

Perbedaan penggunaan struktur antenna pada STBC juga berpengaruh pada kinerja sistem MC CDMA. Dengan semakin banyaknya kombinasi antenna yang di gunakan maka kinerja sistem akan semakin baik. Perbaikan kinerja sistem ini dapat dilihat dari BER= $10^{-3}$  dengan mempunyai selisih 2 dB.

## 5. Kesimpulan

Dari hasil perancangan sistem dan analisa dapat disimpulkan bahwa :

1. Kinerja MC CDMA STBC 2x2 lebih baik 2 dB daripada kinerja MC CDMA STBC 2x1 untuk subcarrier 8.
2. Semakin banyak subcarrier maka sistem akan semakin baik seperti pada penggunaan 32 subcarrier pada antenna STBC 2X2 yang lebih baik 2 dB dibandingkan dengan antenna STBC 2x1.
3. Semakin banyak user yang mengakses maka kinerja sistem akan semakin buruk seperti pada kinerja MC CDMA STBC 2x1 dengan 2 user yang lebih baik 4 dB dibandingkan 4 user.

## 6. Referensi

- [1] Shinsuke Hara, Ramjee Prasad, "Overview of Multicarrier CDMA", IEEE Communications Magazine, December 1997
- [2] Siavash M. Alamouti, "A Simple Transmit Diversity Technique for Wireless Communications", IEEE Journal in Select Areas in Communication, October 1998
- [3] Vahid Tarokh, Hamid Jafarkhani, A.Robert Calderbank", Space-Time Block Coding for Wireless Communicatons: Performance Result", IEEE Journal in Select Areas in Communication, Maret 1999
- [4] Eunhee Kim, "Performance of Multicarrier DS CDMA Systems", Final Report, December 6, 2002.
- [5] Delsina Faiza, "Kombinasi Space Time Block Code dengan Teknik MC-CDMA pada Sistem MIMO", ITB Bandung. September 2008
- [6] Harsih Fitriliyanto. "Pembuatan system MultiCarrier CDMA Berbasis Perangkat Lunak", PENS-ITS, 2009