

# PERBANDINGAN KINERJA OSTBC (*Orthogonal Space Time Block Code*) DENGAN RATE $\frac{1}{2}$ MENGGUNAKAN MODULASI BPSK & QPSK

Ridho Hendra Yoga Perdana  
Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang  
Jl. Soekarno Hatta No. 9 Malang, Telp : (0341)-404424 / 404425, Fax : (0341)-40420  
Email : ridho.hendra@polinema.ac.id

## ABSTRACT

*The wireless communication system is a well known and a standard technology. However, the system performance is highly dependent on the channel fading between transmitter and receiver. Therefore, there is a transmit diversity technique such as Multiple Input Multiple Output (MIMO) to reduce fading effect.*

*One of the transmit diversity technique is Orthogonal Space-Time Block Code (OSTBC). OSTBC is a transmission channel coding technique with multiple transmitting and receiving antennas. The principle of OSTBC is to send multiple copies of the information signal from a data stream across some antennas; thus, some of the copies of data received are better than others. After combined with BPSK modulation, a compressed Bit Error Rate (BER) value at  $10^{-3}$  at 5 dB Signal to Noise Ratio (SNR) was obtained, whereas after combined by QPSK modulation, a BER value at  $10^{-3}$  at 7 dB SNR was obtained.*

**Keywords :** MIMO, OSTBC, BER

## ABSTRAK

Sistem komunikasi tanpa kabel merupakan teknologi yang sudah dikenal dan sudah umum digunakan. Namun, kinerja dari sistem komunikasi tanpa kabel ini sangat bergantung oleh keadaan kanal *fading* antara *transmitter* dan *receiver*. Untuk mengurangi efek *fading* muncul teknik *transmit diversity*, salah satunya yaitu teknik MIMO (*Multiple Input Multiple Output*).

Salah satu teknik *transmit diversity* adalah *Orthogonal Space Time Block Code* (OSTBC). OSTBC merupakan teknik pengkodean kanal transmisi dengan antena pemancar dan penerima lebih dari satu. Prinsip dari OSTBC yaitu mengirimkan beberapa salinan sinyal informasi dari sebuah aliran data di sejumlah antena, sehingga ada beberapa salinan data yang diterima lebih baik dari pada yang lain. Dengan dipadukan dengan modulasi BPSK didapatkan nilai *Bit Error Rate* (BER) sebesar  $10^{-3}$  pada *Signal to Noise Ratio* (SNR) 5 dB, sedangkan ketika dipadukan dengan modulasi QPSK didapatkan nilai BER sebesar  $10^{-3}$  pada SNR 7 dB.

**Kata Kunci :** MIMO, OSTBC, BER

## PENDAHULUAN

Saat ini, sistem komunikasi *wireless* merupakan teknologi yang sudah dikenal dan sudah umum digunakan. Namun, kinerja dari sistem komunikasi *wireless* sangat bergantung oleh keadaan kanal antara *transmitter* dan *receiver* yang rentan terhadap *fading*. Untuk mengurangi efek *fading* muncul teknik *transmit diversity*, salah satunya yaitu teknik MIMO (*Multiple Input Multiple Output*) [1]. Dimana MIMO merupakan penggunaan multi antena pada sisi *transmitter* dan *receiver* yang diharapkan mampu memperkecil efek dari *fading*. Dalam penelitian Alamouti – yang dikenal dengan *Space-time Diversity*, diketahui bahwa penggunaan skema diversity dengan satu antena *transmitter* dan dua antena *receiver* dapat lebih mengoptimalkan komunikasi *wireless* karena dapat memperbaiki performansi BER.

Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh V. Tarokh mengemukakan skema STBC (*Space-Time Block Coding*) yang memiliki performa lebih baik dibandingkan dengan penelitian Alamouti [2]. Penelitian ini melakukan proses transmisi melalui kanal *Rayleigh* fading serta antena *transmitter* lebih dari satu. STBC adalah teknik yang digunakan dalam komunikasi *wireless* untuk mengirimkan salinan dari sebuah aliran data di sejumlah antena dan memanfaatkan berbagai variasi data yang diterima dan untuk meningkatkan kehandalan transfer data. Analisa performansi

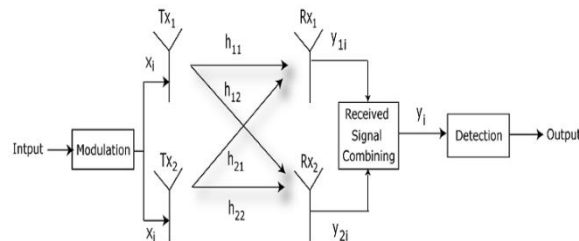
juga dilakukan dengan menggabungkan antara OSTBC dengan OFDM[3][4], pada penelitian tersebut menggunakan modulasi QAM, namun belum diaplikasikan pada modulasi BPSK dan QPSK. Shaeesta dan Quan meneliti tentang performa OSTBC [5][6], tetapi hanya terpusat pada peningkatan daya pemancar. Azaam juga meneliti tentang OSTBC[7], tetapi terfokus hanya pada proses *decoding* nya saja.

Dalam penelitian ini diajukan sebuah analisa perbandingan antara modulasi BPSK dan QPSK dengan digabungkan dengan teknik diversity OSTBC dengan rate  $\frac{1}{2}$  dan dengan daya transmisi yang berbeda-beda. Dengan penelitian tersebut diharapkan dapat diketahui kehandalan diantara 2 modulasi tersebut apabila di gabungan dengan teknik diversity OSTBC.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Space Diversity (MIMO)

Untuk memperoleh Space diversity digunakan beberapa antenna pada lokasi spasial yang berbeda seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Misalnya digunakan M antenna untuk mengirim signal pada transmit diversity dan M antenna untuk menerima sinyal pada receive diversity. Keuntungan utama space diversity adalah tidak memerlukan tambahan alokasi waktu ataupun frekuensi untuk memperoleh diversitas.



Gambar 1. Space diversity

Dengan teknologi MIMO, sebuah *receiver* atau transmitter menggunakan lebih dari satu antenna. Tujuannya adalah untuk menjadikan sinyal pantulan sebagai penguat sinyal utama sehingga tidak saling menggagalkan

### Orthogonal Space Time Block Code

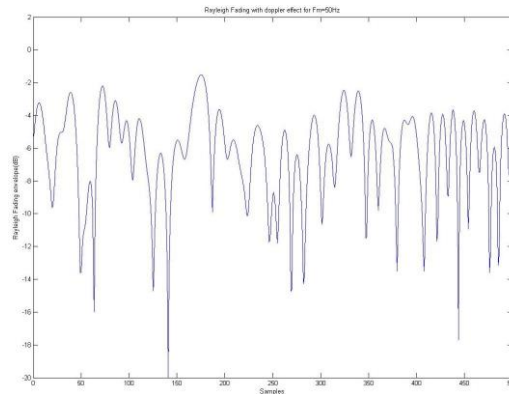
Orthogonal STBC merupakan subkelas penting STBC linier yang menjamin bahwa ML(*Maximum Likelihood*) mendeteksi simbol yang berbeda. ML memisahkan dan pada saat yang sama mentransmisikan skema dengan urutan keragaman sama. Kerugian utama OSTBC adalah kenyataan bahwa selama lebih dari dua antenna dan nilai sinyal yang kompleks, OSTBC hanya ada untuk kode rate yang lebih kecil dari satu simbol per time slot.

$$C_{4,1/2} = \begin{bmatrix} c_1 & c_2 & c_3 & c_4 \\ -c_2 & c_1 & -c_4 & c_3 \\ -c_3 & c_4 & c_1 & -c_2 \\ -c_4 & -c_3 & c_2 & c_1 \\ c_1^* & c_2^* & c_3^* & c_4^* \\ -c_2^* & c_1^* & -c_4^* & c_3^* \\ -c_3^* & c_4^* & c_1^* & -c_2^* \\ -c_4^* & -c_3^* & c_2^* & c_1^* \end{bmatrix}$$

Gambar 2. Matriks OSTBC

### Rayleigh Fading

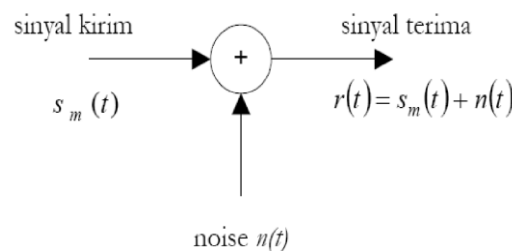
Pada kanal komunikasi bergerak, distribusi Rayleigh biasa digunakan untuk menjelaskan perubahan waktu dari selubung sinyal fading datar (*flat fading*) yang diterima, atau selubung dari satu komponen *multipath*. Telah diketahui bahwa selubung dari jumlah antara dua sinyal derau gaussian membentuk distribusi *Rayleigh*. Distribusi *Rayleigh* diperlihatkan pada gambar 3.



Gambar 3. *Rayleigh Fading*

### AWGN

Kanal AWGN yaitu kanal ideal hanya memiliki noise AWGN (Additive White Gaussian Noise) didalamnya. Kanal ideal berarti kanal ini tidak menyebabkan distorsi terhadap sinyal yang dikirim. Noise AWGN adalah noise yang pasti terjadi dalam jaringan wireless manapun, memiliki sifat-sifat additive, white, dan gaussian. Sifat additive artinya noise ini dijumlahkan dengan sinyal, sifat white artinya noise tidak tergantung dari frekuensi operasi sistem dan memiliki rapat daya yang konstan, dan sifat gaussian artinya besarnya tegangan noise memiliki rapat peluang terdistribusi gaussian. Model ini tidak memperhitungkan fading, frequency selectivity, interference, nonlinearity atau dispersion.



Gambar 4. Kanal AWGN

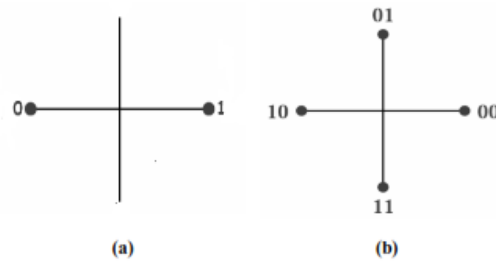
### Phase Shift Keying (PSK)

Phase shift keying adalah modulasi sudut yang diterapkan pada sinyal informasi digital. Modulasi PSK adalah modulasi digital yang merubah sinyal dengan menggeser fasa hingga  $180^\circ$  namun nilai amplitude tetap atau konstan.

Modulasi digital ini dibedakan berdasarkan jumlah informasi bit yang akan memodulasi sinyal carrier. Jika setiap sinyal carrier mewakili satu bit (satu simbol terdapat satu bit) dinamakan BPSK (Binary Phase Shift Keying), untuk dua bit dinamakan QPSK (Quadrature Phase Shift Keying).

Fasa dari sinyal carrier merupakan representasi dari varian biner 1 dan 0. Fase yang digunakan setiap jenis M-PSK berbeda. Untuk fase modulasi BPSK range yang digunakan  $180^\circ$  setiap satu bit sedangkan untuk fase pada modulasi QPSK range yang digunakan yaitu  $90^\circ$

mewakili dua bit. Untuk lebih jelas perubahan fasa modulasi BPSK dan QPSK dapat digambarkan pada gambar (a) dan (b).



Gambar 5. Diagram konstelasi modulasi PSK dan QPSK

### Bit Error Rate (BER)

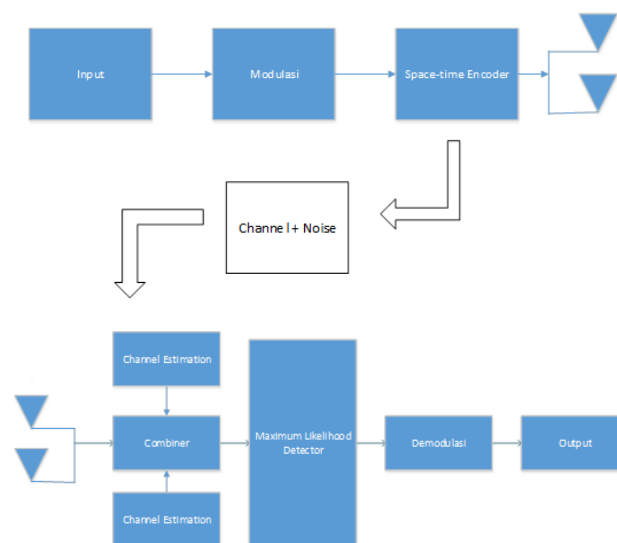
BER atau kependekan dari Bit Error Rate adalah kondisi yang menunjukkan presentasi kesalahan bit yang diperbolehkan dalam pengiriman atau pentransmisian data. Sehingga semakin besar nilai BER maka data rate transmisi data akan mengalami penurunan.

Berikut persamaan matematis untuk perhitungan BER:

$$BER = \frac{N_{Err}}{N_{bits}} \quad (1)$$

### METODE PENELITIAN

Sinyal informasi akan dimodulasi terlebih dahulu dengan modulasi BPSK dan QPSK kemudian akan dikodekan dengan menggunakan OSTBC kemudian ditransmisikan dengan menggunakan tiga variasi pemancar dan penerima (dua transmitter ke empat receiver, empat transmitter ke dua receiver dan empat transmitter ke empat receiver) dan akan dilakukan proses *encoding*, demodulasi sehingga didapatkan sinyal aslinya. Dan juga akan dihitung besar BER untuk melihat kehandalan sistem tersebut. Selanjutnya akan dibandingkan sistem mana yang paling handal dari pasangan antenna yang berbeda dan modulasi yang berbeda. Diagram blok sistem diperlihatkan pada gambar 6.

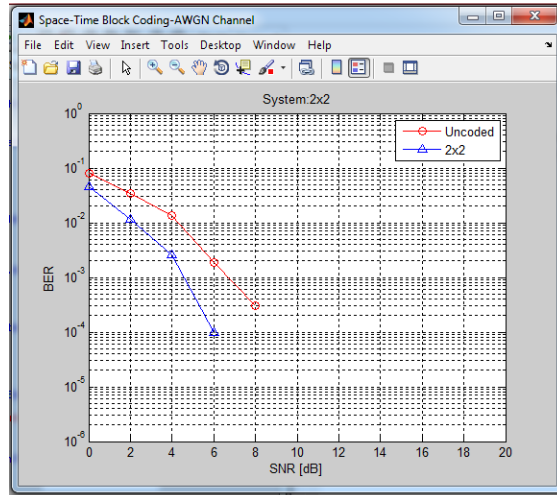


Gambar 6. Diagram Blok Sistem

## HASIL DAN PEMBAHASAN

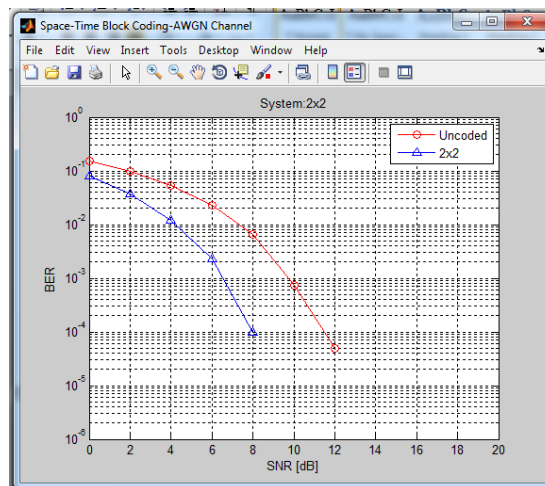
### Hasil Simulasi Space-Time Diversity Melalui Kanal AWGN Menggunakan Modulasi BPSK & QPSK

Hasil simulasi space-time diversity melalui kanal AWGN menggunakan modulasi BPSK diperlihatkan pada gambar 7.



Gambar 7. Simulasi space-time diversity dengan modulasi BPSK melalui kanal AWGN

Dari gambar 7 diperlihatkan bahwa untuk mencapai BER  $10^{-3}$ , system transmisi tanpa coding menggunakan BPSK membutuhkan SNR paling sedikitnya  $\pm 7$  dB sedangkan Space-Time Diversity yang menggunakan BPSK membutuhkan SNR paling sedikitnya yaitu  $\pm 5$  dB. Sehingga dapat dikatakan nilai BER untuk Space-Time Diversity lebih baik daripada system transmisi tanpa coding.

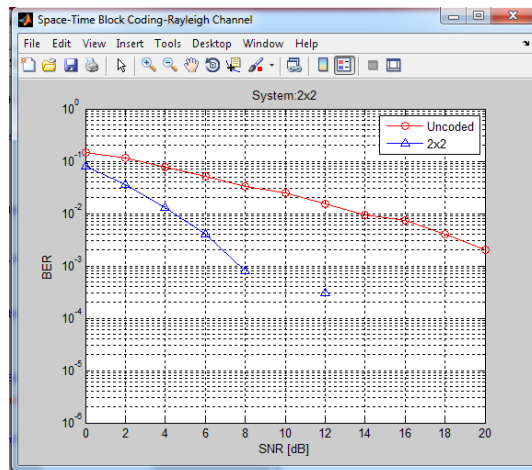


Gambar 8. Simulasi space-time diversity dengan modulasi QPSK melalui kanal AWGN

Dari gambar 8 diperlihatkan bahwa untuk mencapai BER  $10^{-3}$ , sistem transmisi tanpa coding menggunakan QPSK membutuhkan SNR  $\pm 10$  dB sedangkan Space-Time Diversity yang menggunakan QPSK membutuhkan SNR paling sedikitnya yaitu  $\pm 7$  dB. Sehingga dapat dikatakan nilai BER untuk Space-Time Diversity lebih baik daripada system transmisi tanpa coding.

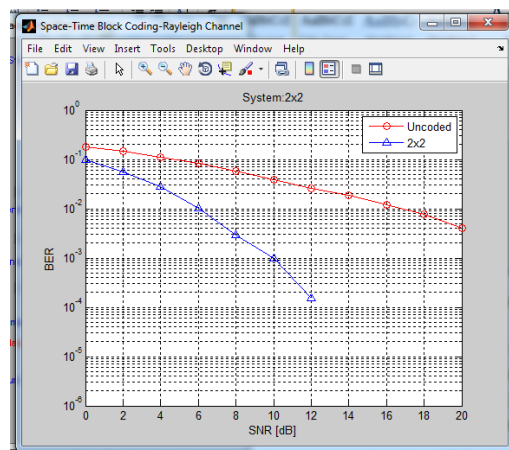
### Hasil Simulasi Space-Time Diversity Melalui Kanal Rayleigh fading Menggunakan Modulasi BPSK & QPSK

Hasil simulasi space-time diversity melalui kanal Rayleigh menggunakan modulasi BPSK diperlihatkan pada gambar 9.



Gambar 9. Simulasi space-time diversity dengan modulasi BPSK melalui kanal Rayleigh

Dari gambar 9 dapat dianalisa bahwa untuk mencapai BER  $10^{-3}$ , sistem transmisi tanpa coding menggunakan BPSK melalui kanal *Rayleigh* membutuhkan SNR 20 dB sedangkan Space-Time Diversity yang menggunakan BPSK membutuhkan SNR 8 dB. Sehingga nilai BER untuk Space-Time Diversity lebih baik dari pada sistem transmisi tanpa coding.



Gambar 10. Simulasi space-time diversity dengan modulasi BPSK melalui kanal Rayleigh

Dari gambar 10 dapat dianalisa bahwa untuk mencapai BER  $10^{-3}$ , sistem transmisi tanpa coding menggunakan QPSK melalui kanal *Rayleigh* membutuhkan SNR lebih dari 20 dB sedangkan Space-Time Diversity yang menggunakan QPSK membutuhkan SNR 10 dB. Sehingga nilai BER untuk Space-Time Diversity lebih baik dari pada sistem transmisi tanpa coding.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi dan analisa pada bab IV maka kinerja OSTBC (*Orthogonal Space Time Block-Code*) dengan rate  $\frac{1}{2}$  menggunakan modulasi BPSK & QPSK untuk mendapatkan *Bit Error Rate* (BER) sebagai fungsi dari SNR, maka dapat disimpulkan bahwa :

- Untuk *Space-Time Diversity* pada kanal AWGN menggunakan modulasi BPSK mendapatkan BER  $10^{-3}$  pada SNR 5 dB sedangkan untuk yang menggunakan modulasi QPSK mendapatkan BER  $10^{-3}$  pada SNR 7 dB.
- Untuk *Space-Time Diversity* pada kanal *Rayleigh fading* menggunakan modulasi BPSK mendapatkan BER  $10^{-3}$  pada SNR 8 dB sedangkan untuk yang menggunakan modulasi QPSK mendapatkan BER  $10^{-3}$  pada SNR 10 dB.  
Modulasi BPSK lebih baik dibandingkan dengan modulasi QPSK

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Siavash M. Alamouti, 1988, "A Simple Transmit Diversity Technique for Wireless Communications,"IEEE Journal Vol.16, pp.1451-1458.
- [2] V.Tarokh, H.Jafarkhani, A.R.Calderbank, 1999, "Space-Time Block Coding for Wireless Communications: Performance Results,"IEEE Journal Vol.17, pp.451-460, 1999.
- [3] R.H.Yoga P, Y.Moegiharto, 2011, "Analisis Kinerja OFDM-OSTBC (Orthogonal Frequency Division Multiplex-Orthogonal Space Time Block Code), *SENTIA*, 6.
- [4] R.W.Alan, Y.Moegiharto,"Analisis Kinerja OSTBC(Orthogonal Space-Time Block Code) dengan rate  $\frac{1}{2}$  dan  $\frac{3}{4}$  Menggunakan 4 Antenna Modulasi M-QAM Berbasis perangkat Lunak",Skripsi,PENS,Surabaya.
- [5] Q. Shaeesta, D. Papiya, "Design and Implementation of OSTBC with less BER and high SNR,"IJSRET Journal Vol.3, pp.1028-1031, 2014.
- [6] K. Quan, L. Shu-Hung, Y. Xiangbin, "Adaptive Modulation and Joint Temporal Spatial Power Allocation for OSTBC MIMO Systems with Imperfect CSI,"IEEE Journal Vol.60, pp.1914-1924, 2012.
- [7] L. Azzam ,E.Ayanoglu,"Reduction of ML Decoding Complexity for MIMO Sphere Decoding, QOSTBC, and OSTBC",Journal,University of California,California.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*