

ANALISIS PERFORMANSI DESAIN METODE DETECTOR ALGORITMA MIMO UNTUK MENINGKATKAN KAPASITAS TRANSMISI DATA

Rismawaty Arunglabi

Program Teknik Elektro Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar

Corresponding author: rismawaty.arunglabi@ukipaulus.ac.id

Abstrak

Pada penelitian ini, peneliti membahas tentang pengembangan metode algoritma *Multiple Input Multiple Output* (MIMO) untuk meningkatkan kapasitas transmisi data dengan menggunakan metode detector pada sisi penerima. MIMO yang memiliki beberapa antena pada pemancar dan penerima yang menciptakan *diversity* antara *transmitter* dan *receiver*, yang mana dari lokasi yang berbeda dapat diperoleh *spatial diversity*. Teknologi MIMO digunakan untuk penyediaan layanan data berkecepatan tinggi secara *realtime* dengan kinerja yang baik pada *multipath fading*. Dengan menggunakan metode detector *Maximum Likelihood Detector* (MLD) pada *receiver* dan mapping modulasi *Quadrature Phase Shift Keying* (QPKS) pada metode algoritma MIMO, maka kapasitas transmisi data dan kualitas sinyal pada sisi penerima dapat ditingkatkan. Parameter yang digunakan untuk mengukur kinerja dari metode tersebut yakni *Bit Error Rate* (BER) dan *Signal to Noise Ratio* (SNR).

Kata Kunci : *Multiple Input Multiple Output* (MIMO), *Bit Error Rate* (BER), *Signal to Noise Ratio* (SNR), *Maximum Likelihood Detector* (MLD), *Quadrature Phase Shift Keying* (QPKS)

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi komunikasi nirkabel saat ini meningkat sangat signifikan. Peningkatan teknologi ini dapat dilihat pada alat teknologi (video konferensi dan TV digital) yang membutuhkan kecepatan tinggi untuk mengakses data dengan kualitas sinyal yang baik serta tahan terhadap gangguan dan interferensi. Salah satu gangguan yang terjadi pada komunikasi nirkabel yakni *multipath fading*. Akibat yang ditimbulkan oleh *multipath fading* adalah sinyal yang diterima pada *receiver* tidak sama dengan sinyal yang dikirim pada *transmitter* karena adanya sinyal pantul dari objek terestrial.

Salah satu teknik yang digunakan untuk mengatasi *multipath fading* tersebut yakni dengan menggunakan sistem komunikasi *Multiple Input Multiple Output* (MIMO). MIMO yang memiliki beberapa antena di pemancar dan penerima yang menciptakan *diversity* antara *transmitter* dan *receiver*, yang mana *spatial diversity* sinyal

pancar dapat diperoleh dari lokasi yang berbeda. Teknologi MIMO digunakan untuk penyediaan layanan data berkecepatan tinggi secara *realtime* dengan kinerja yang baik pada *multipath fading*. Disamping itu juga, MIMO dapat meningkatkan efisiensi dalam penggunaan bandwidth dan meningkatkan kapasitas sistem komunikasi nirkabel yang ditunjukkan dengan performansi nilai *Bit Error Rate* (BER) dan *Signal to Noise Ratio* (SNR).

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka permasalahan yang dibahas dan dianalisa pada penelitian ini adalah mendesain metode algoritma MIMO untuk meningkatkan kapasitas transmisi data dengan melakukan proses pengurutan deteksi pada kanal flat fading pada *receiver* dan mengevaluasi sistem BER.

TINJAUAN PUSTAKA

Teori Dasar MIMO

Multiple Input Multiple Output

(MIMO) memiliki beberapa antena di pemancar dan penerima yang dapat menciptakan *diversity* antara *transmitter* dan *receiver*. *Diversity* dapat dicapai dengan mengirimkan beberapa replik sinyal informasi pada kanal *independent fading*, sehingga terdapat minimal satu sinyal informasi yang tidak mengalami *fading* terburuk. MIMO juga merupakan teknologi yang digunakan untuk menyediakan layanan data berkecepatan tinggi secara *realtime* dengan kinerja yang baik pada *multipath*

fading. Disamping itu juga, MIMO dapat meningkatkan efisiensi dalam penggunaan *bandwidth* dan meningkatkan kapasitas sistem komunikasi nirkabel yang ditunjukkan dengan performansi nilai *Bit Error Rate* (BER) dan *Signal to Noise Ratio* (SNR) [1-10].

Blok diagram pada gambar 1 di bawah ini menjelaskan tentang model sistem komunikasi MIMO dengan antena pengirim Tx (*Transmitter*) dan antena penerima Rx (*Receiver*).

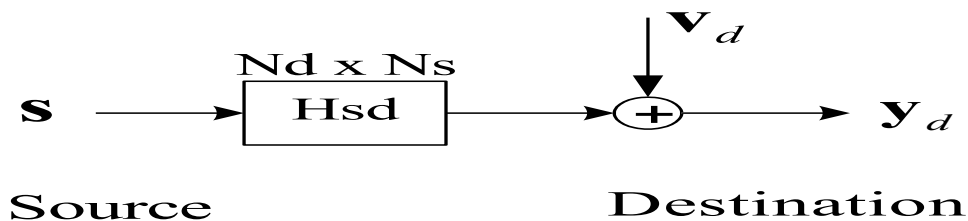


Gambar 1. Blok diagram model sistem komunikasi MIMO

Pada gambar 1, terlihat sistem komunikasi MIMO yang memiliki fungsi yakni antena pengirim akan mengirimkan sinyal yang akan diterima oleh antena penerima. Sinyal yang diterima dikalikan dengan suatu matriks kanal dengan penambahan noise. Jika sinyal yang dikirimkan antena adalah s ($1 \times N_s$) maka sinyal yang diterima oleh antena penerima adalah:

$$y = H_{sd} s + v_d$$

H_{sd} adalah $N_d \times N_s$ antena kanal MIMO matrix yang memiliki antena pengirim (N_s) dan antena penerima (N_d). Sinyal penerima adalah y dan v_d dan N_d adalah *Additive White Gaussian Noise* (AWGN) yang dialami antena penerima. Persamaan (2.1), dapat dinyatakan dengan gambar 2, ekuivalen sistem komunikasi MIMO.



Gambar 2. Ekuivalen sistem komunikasi MIMO

Modulasi QPSK

Setiap bit yang telah dialokasikan pada *subcarrier*, akan di petakan sesuai dengan metode modulasi yang digunakan. Mapping bertujuan untuk merubah bit-bit informasi menjadi symbol sebelumnya yang ditumpangkan ke frekuensi *carrier*. Salah satu *mapper* yang sering digunakan adalah *Quadrature Phase Shift Keying* (QPSK) [10].

QPSK adalah *mapper* yang merupakan modulasi fasa dengan 2 bit per simbol, sehingga symbol yang satu dengan yang lainnya berbeda fasa dengan kelipatan $\pi/2$. Output dari QPSK adalah bilangan kompleks dengan data rate $R_b/2$. Persamaan sinyal QPSK adalah sebagai berikut:

$$S_{QPSK}(t) = \sqrt{\frac{2E_s}{T_s}} \cos \left[2\pi f_c t + (2i - 1) \frac{\pi}{4} \right]$$

Dengan:

$0 \leq t \leq T_s$, T_s adalah durasi simbol

E_s = energi per simbol modulasi

Maximum Likelihood Detector (MLD)

Maximum Likelihood Derector (MLD) merupakan metode yang membandingkan sinyal yang diterima receiver dengan semua kemungkinan informasi yang dapat dikirim atau kandidat symbol [3,8]. Persamaannya diberikan sebagai berikut:

$$\hat{s}_{MLD} = \text{argmin} \|y - H\hat{s}\|^2$$

Dengan:

\hat{s}_{MLD} adalah simbol yang dideteksi dan \hat{s} adalah kandidat simbol

Bit Error Rate (BER)

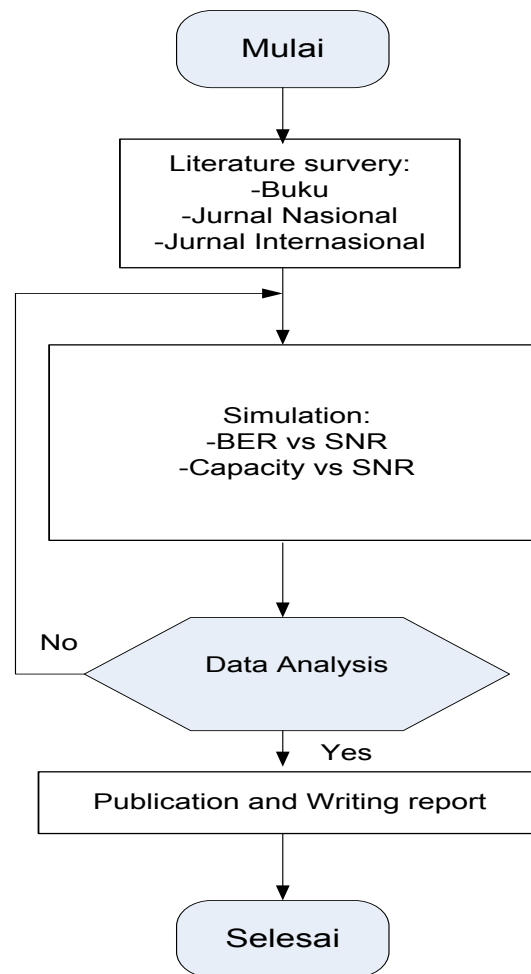
Dalam telekomunikasi, rasio error adalah perbandingan jumlah bit, elemen, karakter yang diterima (bit yang salah)

dengan jumlah total bit, elemen, karakter, ataupun blok yang dikirim sepanjang interval waktu tertentu (yang benar) dengan perkataan lain, perbandingan jumlah bit yang salah dengan jumlah bit yang benar. Rasio yang paling sering ditemui adalah BER. Contoh BER adalah jumlah kesalahan bit yang diterima dibagi dengan jumlah total bit yang dikirimkan. Umumnya kurva BER digambarkan dalam hubungan BER (dB) dengan SNR (dB) atau BER (dB) dengan E_b/N_0 (dB). (2.3)

Dari perancangan yang telah dibuat pada gambar 2, dilakukan pengumpulan data yakni : BER, SNR dan MLD. Setelah dilakukan pengumpulan data maka selanjutnya dilakukan analisis algoritma MLD pada BER terhadap SNR.

BER	SNR – Metode <i>Maximum Likelihood Derector</i> (MLD) pada MIMO					
	2 x 2		4 x 4		8 x 8	
10 ⁻²	P = 0,5	P = 0,1	P = 0,5	P = 1	P = 0,5	P = 1
	24 d5 dB	23 dB	23,5 dB	22,5 dB	23,2 dB	22 dB

Blok diagram dari sistem MIMO yang dirancang diperlihatkan pada flow chart di bawah ini (gambar 3):



Gambar 3. Flow chart tahapan penelitian yang akan dilakukan.

Teknik Analisi Data

Setelah melakukan pengujian sistem MIMO tersebut maka selanjutnya dilakukan analisa hasil berdasarkan BER, SNR dan jumlah antena pada sisi pengirim dan sisi penerima.

Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada Laboratorium Elektro bidang Teknik Telekomunikasi dan Elektronika, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar selama satu (1) tahun.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil yang dicapai dalam penelitian ini yakni : suatu model metode baru pada sistem komunikasi MIMO dengan menggunakan Modulasi *Quadrature Phase Shift Keying* (QPSK) dan Metode Maximum Likelihood Detector (MLD) yang dapat meningkatkan transmisi komunikasi data.

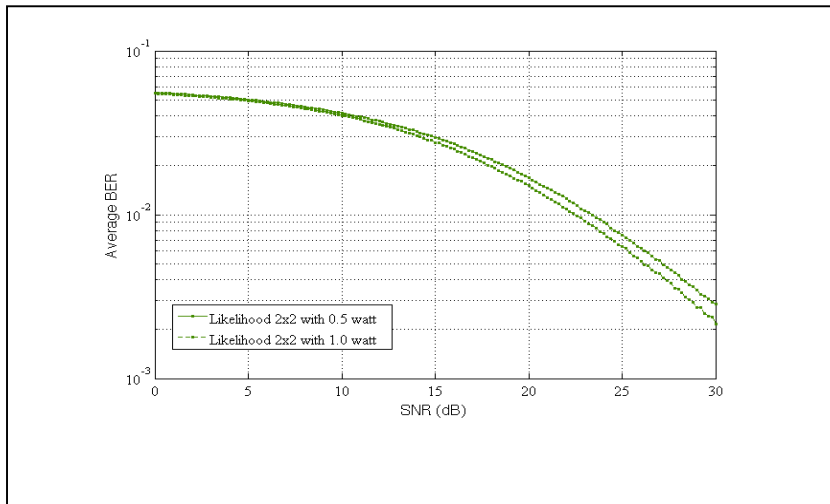
Pembahasan

Pengembangan komunikasi data dengan mengaplikasikan Modulasi *Quadrature Phase Shift Keying* (QPSK) dan Metode Maximum Likelihood Detector (MLD) pada sistem MIMO yang diperlihatkan dengan hasil simulasi. Hasil simulasi bertujuan untuk menganalisis kinerja dan kapasitas dari sistem MIMO. Kinerja sistem MIMO dilakukan dengan

mengevaluasi BER berdasarkan jumlah bit yang salah dari total bit yang ditransmisikan terhadap SNR. Hasil penelitian ini akan dipublikasikan pada Jurnal Ilmiah.

- a. Analisis Sistem Komunikasi MIMO 2x2
 Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa

saat daya transmisi sebesar 0,5 Watt, diperoleh SNR sebesar 24 dB pada nilai BER 10^{-2} . Sedangkan untuk daya pancar 1 Watt, mempunyai SNR 23 dB untuk memperoleh nilai BER. Pada system MIMO 2x2 dengan daya transmisi 1 Watt menghemat daya pancar 1 dB dari daya transmisi 0,5 Watt.

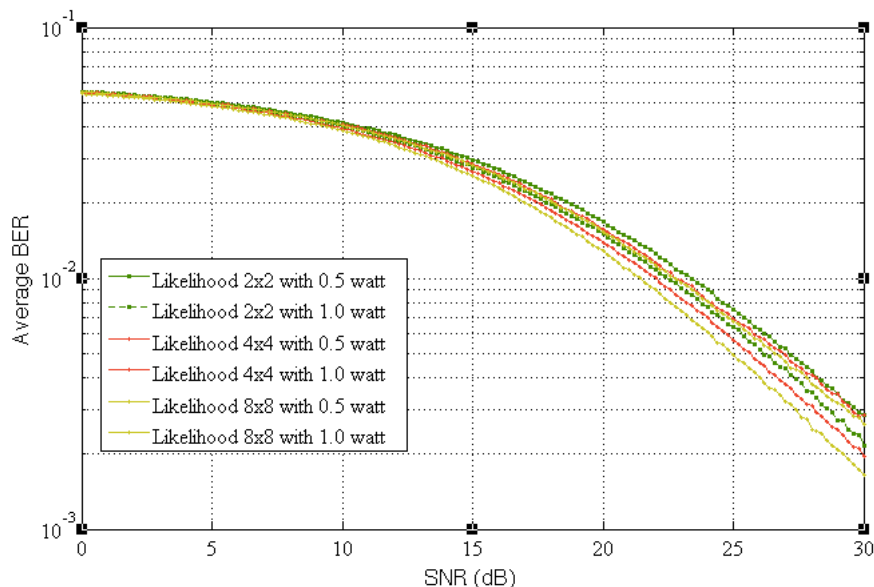


Gambar 4. Grafik sistem MIMO 2x2

- b. Analisis Perbandingan Hasil Sistem Komunikasi MIMO 2x2, 4x4 dan 8x8.

Hasil perbandingan system komunikasi MIMO 2x2, 4x4 dan 8x8 dapat dilihat pada Gambar 5, yaitu perbandingan nilai BER yang dicapai oleh masing-masing system MIMO dengan daya transmisi yang bervariasi. Pada saat daya transmisi sebesar 0,5 Watt, nilai BER mencapai 10^{-2} untuk MIMO 2x2 yakni saat SNR bernilai lebih dari 24 dB, sedangkan MIMO 4x4 dan 8x8 berada

pada SNR 23,5 dB dan 23,2 dB. Kemudian untuk daya transmisi sebesar 1 Watt, nilai BER mencapai 10^{-2} untuk MIMO 2x2, 4x4 dan 8x8 berada pada nilai SNR 23 dB, 22,5 dB dan 22 dB. Pada system MIMO 8x8 dapat menghemat penggunaan daya pancar sebesar 1 dB dari MIMO 2x2. Penggunaan delapan antena pada sisi pemancar dan penerima memiliki nilai BER lebih baik dibandingkan penggunaan dua dan empat antena pada sisi pengirim dan penerima.



Gambar 5. Grafik perbandingan MIMO 2x2, 4x4 dan 8x8

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan simulasi yang dilakukan dapat diambil kesimpulan:

1. Sistem pengiriman informasi dengan Metode Likelihood pada MIMO memiliki BER yang sangat kecil yaitu mencapai 10^{-2} pada saat SNR sebesar 24 dB.
2. Penambahan jumlah pemancar dan penerima dapat memperbaiki nilai BER karena jumlah antena mempengaruhi jumlah kandidat titik dalam sebuah radius dan adanya diversitas antena

Saran

Dari hasil penelitian yang telah dicapai, diharapkan penelitian ini dapat diaplikasikan pada jaringan komunikasi data sehingga dapat meningkatkan kecepatan dalam proses pengiriman data.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Abdi and M. Kaveh. A space-time correlation model for multielement antenna systems in mobile fading channels. *IEEE JSAC*, 20(3):550–561, April 2002.
- [2] C. Chuah, D. Tse, J. Kahn, and R. Valenzuela. Capacity scaling in MIMO wireless systems under correlated fading. *IEEE Trans. Inform. Theory*, 48(3):637–650, March 2002.
- [3] C. Wang and E. K. S. Au, “On the performance of the MIMO zero-forcing receiver in the presence of channel estimation error”, *IEEE Transactions on Wireless Communication*, vol. 6, no. 3, Mar. 2007.
- [4] D. Chizhik, J. Ling, P. Wolniansky, R. Valenzuela, N. Costa, and K. Huber. Multiple input multiple output measurements and modeling in manhattan. In *Proceedings of IEEE VTC*, 2002.
- [5] E. Jorswieck and H. Boche. Optimal transmission with imperfect channel state information

- at the transmit antenna array. Submitted to *Wireless Personal Communications*.
- [6] G. Caire and S. Shamai. On the capacity of some channels with channel state information. *IEEE Trans. Inform. Theory*, 45(6):2007–2019, Sept 1999.
- [7] L. Zheng and D. Tse. Optimal diversity-multiplexing tradeoff in multiple antenna channels. In *Proceedings of Allerton Conference*, 2001.
- [8] N. Al-Dhahir. Overview and comparison of equalization schemes for space-time-coded signals with application to edge. *IEEE Trans. Sign. Proc.*, 50(10):2477–2488, Oct 2002.
- [9] P. J. Smith and M. Shafi. On a gaussian approximation to the capacity of wireless MIMO systems. In *Proceedings of Int. Conf. Commun.*, pages 406–410, April 2002.
- [10] S. Catreux, V. Erceg, D. Gesbert and R. W. Heath. Adaptive Modulation and MIMO coding for broadband wireless data networks. *IEEE Comm. Mag.*, pages 108–115, June 2002.