

PENERAPAN TEKNIK SIMO DAN MISO PADA TRANSMISI DATA CITRA

Theofilus Reinhard Naseky¹⁾, Damar Widjaja¹⁾

1) Program Studi Teknik Elektro Universitas Sanata Dharma

E-mail: rendynaseky01@gmail.com, damar@usd.ac.id

Abstrak

Penelitian ini mengevaluasi penerapan teknik *Single Input Multiple Output* (SIMO) dan *Multiple Input Single Output* (MISO) pada transmisi data citra. Evaluasi ini dilakukan dengan simulasi berbasis Python. Evaluasi kinerja dilakukan dengan menghitung *Bit Error Rate* (BER) pada berbagai nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR). Hasil simulasi menunjukkan bahwa teknik SIMO memiliki kinerja lebih baik dibandingkan MISO, dengan rata-rata BER sebesar $4,750 \times 10^{-6}$ pada SIMO dan $493,691 \times 10^{-6}$ pada MISO. Teknik SIMO lebih andal dalam menjaga kualitas transmisi sinyal terutama pada kondisi adanya gangguan atau noise. Temuan ini dapat menjadi acuan dalam pengembangan sistem komunikasi nirkabel yang lebih andal serta dasar untuk penelitian lanjutan pada teknik konfigurasi antenna lainnya.

Kata kunci: SIMO, MISO, *Bit Error Rate* (BER), *Signal to Noise Ratio* (SNR).

Pendahuluan

Perkembangan teknologi komunikasi nirkabel di Indonesia semakin pesat, seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan layanan data yang cepat dan andal [1]. Dengan bertambahnya jumlah pengguna perangkat *mobile* dan aplikasi berbasis internet, sistem komunikasi nirkabel harus mampu memenuhi permintaan yang semakin tinggi akan kecepatan dan kualitas layanan. Salah satu solusi untuk meningkatkan kinerja transmisi dalam sistem komunikasi nirkabel adalah dengan menggunakan teknik *Single Input Multiple Output* (SIMO) dan *Multiple Input Single Output* (MISO).

Teknik SIMO menggunakan satu antenna pemancar dan beberapa antenna penerima, yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas sinyal yang diterima melalui diversitas penerimaan [2]. Di sisi lain, teknik MISO menggunakan beberapa antenna pada sisi pemancar dan satu antenna pada sisi penerima, yang menawarkan pendekatan berbeda dalam menangani masalah interferensi dan *fading* [3].

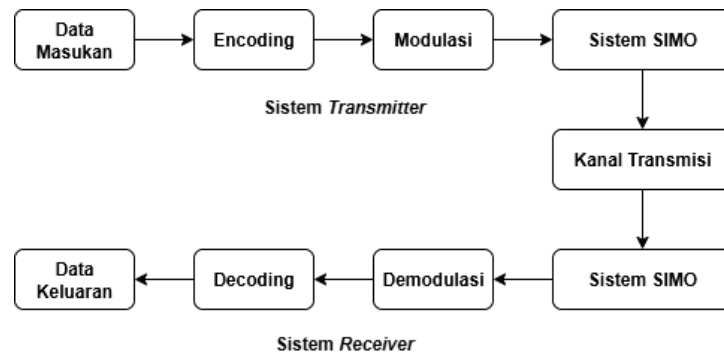
Kedua teknik ini memiliki karakteristik dan keunggulan tersendiri dalam meningkatkan kinerja transmisi [4]. Sistem komunikasi nirkabel menghadapi tantangan besar dalam hal interferensi sinyal akibat adanya *scattering* yang dapat menurunkan kualitas sinyal yang diterima [5]. Maka teknik pengolahan sinyal masih perlu dieksplorasi lagi.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan teknik SIMO dapat memberikan peningkatan dalam *Bit Error Rate* (BER) dibandingkan dengan sistem *Single Input Single Output* (SISO) [2]. Oleh karena itu, perbandingan SIMO dan MISO masih perlu dilakukan.

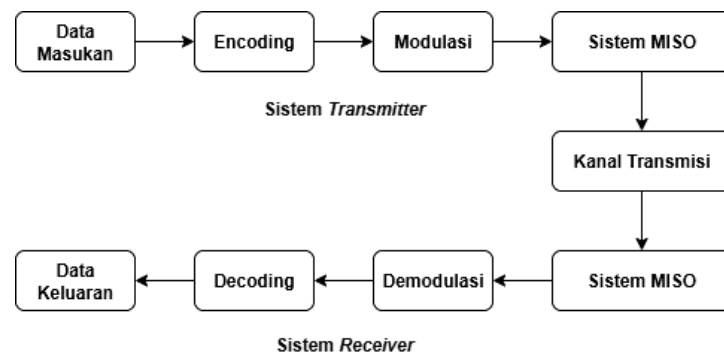
Metodologi Penelitian

Model simulasi sistem komunikasi SIMO dengan memakai modulasi *Quadrature Phase Shift Keying* (QPSK) ditunjukkan dalam Gambar 1 [6]. Model simulasi sistem komunikasi MISO dengan *Space Time Block Coding* (STBC) dan modulasi QPSK ditunjukkan dalam Gambar 2. Penelitian ini akan menggunakan SIMO 1x2 dan MISO 2x1.

Gambar 1 menunjukkan diagram blok secara umum model sistem SIMO pada proses simulasi dengan data masukan berupa data citra (gambar) dengan tiga tingkat resolusi. Kemudian data masukan dikodekan dan dimodulasi dan data akan ditransmisikan melalui sistem antenna SIMO. Pada bagian receiver, data masuk ke sistem antenna penerima dan mengalir melalui proses yang berlawanan dari bagian transmitter. Setelah diterima oleh antenna, data didemodulasikan dan didekodekan untuk mendapatkan sinyal yang sama seperti data citra yang dikirim.



Gambar 1. Model sistem komunikasi dengan Teknik SIMO [6]



Gambar 2. Model sistem komunikasi dengan Teknik MISO [6]

Gambar 2 menunjukkan diagram blok secara umum model sistem umum MISO pada proses simulasi dengan data masukan berupa data citra dengan tiga tingkat resolusi. Kemudian data masukan dikodekan dan dimodulasi dan data akan ditransmisikan melalui sistem antenna MISO. Pada bagian receiver, data masuk ke sistem antenna penerima dan mengalir melalui proses yang berlawanan dari bagian transmitter. Setelah diterima oleh antenna, data didemodulasikan dan didekodekan untuk mendapatkan sinyal yang sama seperti data citra yang dikirim. Sistem MISO ini menggunakan STBC yang nantinya data masukan akan dikirim secara parallel sesuai dengan jumlah antenna transmitter yang digunakan.

Data masukan untuk program simulasi ini adalah data citra warna format JPG dengan resolusi 1024x425 dan ukuran sebesar 87.8 KB seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Untuk keperluan evaluasi data, data citra pada Gambar 3 diubah ukurannya menjadi 3 jenis resolusi, yaitu resolusi 96x64, 128x96, dan resolusi terbesar 160x128. Data citra yang telah melalui proses *resize* ditunjukkan pada Gambar 4. Ketiga data citra ini digunakan sebagai data masukan, baik untuk system dengan teknik SIMO maupun MISO.



Gambar 3. Data Citra Asli



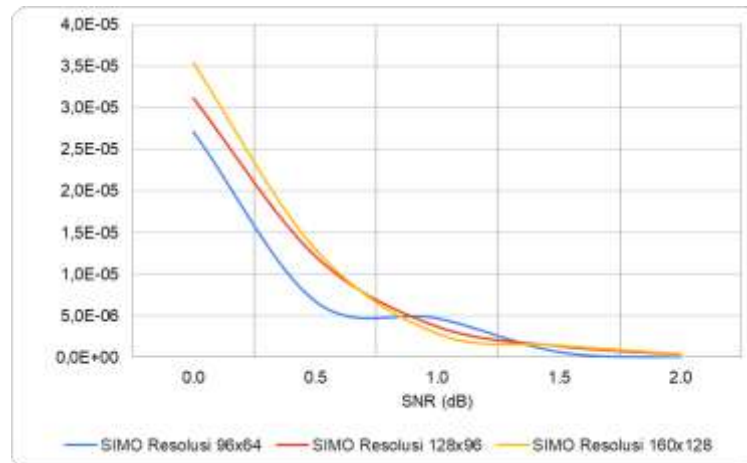
Gambar 4. Data citra masukan dengan resolusi (a) 96x64. (b) (128x96). (c) (160x128).

Parameter kinerja transmisi data yang dihitung di penelitian ini adalah *Bit Error Rate* (BER). Nilai BER ditentukan oleh seberapa besar *noise* yang diberikan di kanal transmisi. Noise yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Additive White Gaussian Noise* (AWGN). Dengan mengubah-ubah nilai *Signal to Noise Rasio* (SNR), program simulasi akan mendapatkan nilai BER.

Hasil dan Pembahasan

Kinerja transmisi data untuk sistem komunikasi dengan Teknik SIMO dan masukan data citra dapat dilihat pada Gambar 5. Ada tiga jenis data citra yang dievaluasi berdasar besarnya resolusi. Pengambilan data BER dilakukan sebanyak 10x untuk setiap nilai SNR, sehingga nilai yang terepam di grafik adalah nilai rata-rata.

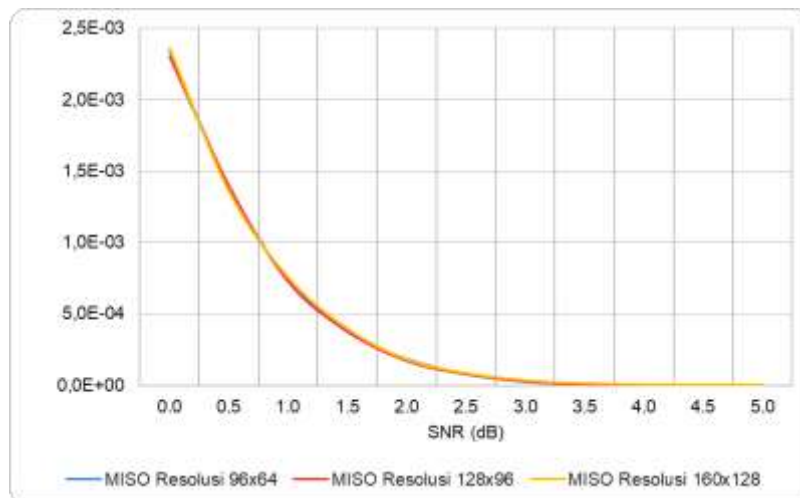
Gambar 5 memperlihatkan bahwa secara umum, penurunan nilai BER mendekati 0 saat SNR = 1.5 dB. Data citra dengan resolusi terendah (96x64) mengalami penurunan nilai BER yang lebih cepat dari resolusi yang lebih tinggi. Walaupun pada SNR = 1 dB terjadi kenaikan BER, namun saat nilai SNR ditingkatkan, BER akan segera turun mendekati 0.



Gambar 5. Kinerja BER untuk Teknik SIMO dengan 3 jenis resolusi data citra

Kinerja transmisi data untuk sistem komunikasi dengan Teknik MISO dapat dilihat pada Gambar 6. Tiga jenis data citra yang dievaluasi berdasar besarnya resolusi juga diberikan sebagai data masukan sistem. Pengambilan data BER dilakukan sebanyak 10x untuk setiap nilai SNR, sehingga nilai yang terampil di grafik adalah nilai rata-rata.

Gambar 6 memperlihatkan bahwa secara umum, penurunan nilai BER mendekati 0 saat SNR = 2.5 dB. Ketiga jenis data citra dengan resolusi yang berbeda mengalami penurunan nilai BER dengan kecepatan penurunan yang sama. Hal ini menunjukkan perbedaan resolusi tidak mempengaruhi kinerja BER pada sistem komunikasi dengan Teknik MISO.



Gambar 6. Kinerja BER untuk Teknik SIMO dengan 3 jenis resolusi data citra

Dari Gambar 5 dan 6 dapat diketahui bahwa kinerja BER Teknik SIMO 1x2 lebih baik dari pada Teknik MISO 2x1 dengan data masukan berupa data citra. Teknik SIMO secara konsisten menghasilkan BER yang lebih rendah dibandingkan Teknik MISO. SIMO meningkatkan kualitas sinyal di sisi *receiver* karena ada beberapa antenna untuk menerima sinyal yang terhalang atau terdistorsi karena *noise*. Meskipun MISO dapat meningkatkan kualitas sinyal pemancar dengan memanfaatkan beberapa antenna ke antenna tunggal di sisi *receiver*, SIMO lebih efektif dalam mengatasi masalah penerimaan yang terjadi di jalur transmisi, terutama dalam menangani *noise*.

Perbandingan secara lebih detail untuk tiap resolusi data citra dapat dilihat di Tabel 1 sampai Tabel 3. Pada ketiga tabel, nilai BER menunjukkan penurunan seiring dengan kenaikan SNR. Pada Teknik SIMO, nilai BER mencapai 0 saat SNR = 2 dB (Tabel 1) dan SNR = 2,5 dB (Tabel 2 dan

Tabel 3). Pada Teknik MISO, nilai BER mencapai 0 saat SNR = 5 dB, kecuali saat mengirimkan data citra dengan resolusi 160x128. Pada resolusi ini, BER mencapai nilai minimum tetapi belum 0. Tabel 1 juga menunjukkan bahwa kinerja SIMO lebih baik daripada MISO dilihat dari hasil rata-rata BER, yaitu $4.931\text{e-}6$ untuk SIMO dan $469.607\text{e-}6$ untuk MISO.

Tabel 1. Kinerja BER untuk Data Masukan dengan Resolusi 96x64

SNR	BER	
	SIMO	MISO
0	$3.933\text{e-}05$	$2.345\text{e-}03$
0.5	$1.085\text{e-}05$	$1.390\text{e-}03$
1	$2.712\text{e-}06$	$7.439\text{e-}04$
1.5	$1.356\text{e-}06$	$3.763\text{e-}04$
2	$0.000\text{e+}00$	$1.864\text{e-}04$
2.5	$0.000\text{e+}00$	$8.273\text{e-}05$
3	$0.000\text{e+}00$	$2.780\text{e-}05$
3.5	$0.000\text{e+}00$	$1.152\text{e-}05$
4	$0.000\text{e+}00$	$1.356\text{e-}06$
4.5	$0.000\text{e+}00$	$6.781\text{e-}07$
5	$0.000\text{e+}00$	$0.000\text{e+}00$
Rata-rata	$4.931\text{e-}6$	$469.607\text{e-}6$

Tabel 2. Kinerja BER untuk Data Masukan dengan Resolusi 128x96

SNR	BER	
	SIMO	MISO
0	$3.119\text{e-}05$	$2.299\text{e-}03$
0.5	$1.220\text{e-}05$	$1.397\text{e-}03$
1	$3.729\text{e-}06$	$7.263\text{e-}04$
1.5	$1.356\text{e-}06$	$3.790\text{e-}04$
2	$3.390\text{e-}07$	$1.722\text{e-}04$
2.5	$0.000\text{e+}00$	$7.968\text{e-}05$
3	$0.000\text{e+}00$	$2.916\text{e-}05$
3.5	$0.000\text{e+}00$	$1.051\text{e-}05$
4	$0.000\text{e+}00$	$4.747\text{e-}06$
4.5	$0.000\text{e+}00$	$1.017\text{e-}06$
5	$0.000\text{e+}00$	$0.000\text{e+}00$
Rata-rata	$4.437\text{e-}06$	$545.488\text{e-}6$

Tabel 2 dan Tabel 3 juga menunjukkan kinerja yang sama dengan Tabel 1. Kinerja SIMO pada Tabel 2 lebih baik daripada MISO dilihat dari hasil rata-rata BER, yaitu $4.437\text{e-}06$ untuk SIMO dan $545.488\text{e-}6$ untuk MISO. Kinerja SIMO pada Tabel 3 juga lebih baik daripada MISO dilihat dari hasil rata-rata BER, yaitu $4.881\text{e-}6$ untuk SIMO dan $465.977\text{e-}6$ untuk MISO.

Tabel 3. Perbandingan SNR Vs BER SIMO 1x2 (160x128) dan MISO 2x1 (160x128)

SNR	BER	
	Rata-rata SIMO 1x2	Rata-rata MISO 2x1
0	$3.540\text{e-}05$	$2.360\text{e-}03$
0.5	$1.302\text{e-}05$	$1.357\text{e-}03$
1	$2.848\text{e-}06$	$7.525\text{e-}04$
1.5	$1.424\text{e-}06$	$3.934\text{e-}04$
2	$4.069\text{e-}07$	$1.776\text{e-}04$

2.5	0.000e+00	8.219e-05
3	0.000e+00	3.173e-05
3.5	0.000e+00	1.017e-05
4	0.000e+00	3.051e-06
4.5	0.000e+00	1.627e-06
5	0.000e+00	4.069e-07
Rata-rata	4.881e-6	465.977e-6

Berdasarkan hasil perhitungan rata-rata BER dari tiga resolusi citra yang diuji, sistem transmisi dengan teknik SIMO menunjukkan kinerja yang jauh lebih baik dibanding teknik MISO. Rata-rata total BER untuk semua resolusi data citra dalam sistem SIMO adalah $4,750\text{e-}6$, sedangkan pada sistem MISO adalah $493,691\text{e-}6$. Selisih ini menunjukkan bahwa SIMO mampu mengurangi tingkat kesalahan bit dalam proses transmisi data dengan lebih efektif.

Kesimpulan

Teknik SIMO lebih efektif dan lebih unggul dalam menjaga keandalan transmisi data karena memiliki BER yang jauh lebih kecil, terutama dalam lingkungan dengan gangguan atau *noise*, dibandingkan dengan teknik MISO. Semakin banyak antenna penerima yang digunakan, semakin baik kualitas penerimaan data karena proses rekonstruksi menjadi lebih optimal. Berdasarkan hasil simulasi, pada rentang SNR dari 1,0 dB hingga 2,0 dB, sistem SIMO secara konsisten menunjukkan kinerja yang lebih baik dibandingkan MISO. Sistem SIMO memiliki kinerja transmisi yang lebih andal dilihat dari hasil perhitungan rata-rata BER di semua resolusi adalah $4,750\text{e-}6$ untuk Teknik SIMO, dan $493,691\text{e-}6$ untuk Teknik MISO.

Daftar Pustaka

- [1] A.Z. Khoirunnisa, E.B. Purnomowati, A. Mustofa. "Analisis Pengaruh Penggunaan Antena Jamak MIMO 2×2 , SIMO 1×2 dan SISO 1×1 terhadap Performansi OFDMA pada Teknologi Radio over Fiber (RoF)." Jurnal Mahasiswa TEUB, 1(2), hlm. 1-6, 2013.
- [2] G.P. Putra, T. Suryani, S. Suwadi. "Implementasi dan Evaluasi Kinerja Multi Input Single Output OFDM menggunakan WARP." Jurnal Teknik ITS, 5(2), hlm. A342-A346, 2016.
- [3] A.E. Jayati, S. Heranurweni, M. Sipan. "Analisa Kinerja Multiple Input Multiple Output Jaringan Sensor Nirkabel dengan Demodulasi Terdistribusi." Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, 3(4), hlm. 264–268. 2014.
- [4] Arvianta, R. (2018). Analisis Kinerja Sistem Komunikasi High Frequency (HF) SIMO 1×2 dengan Skema Maximum Ratio Combining Skripsi Sarjana.
- [5] R.C. Gonzalez, R.E. Woods. Digital Image Processing, 4th ed, New York: Pearson, 2018.
- [6] Harianja, Rudianto. "Analisis Kinerja dan Kapasitas Sistem Komunikasi MIMO pada Sistem Komunikasi Nirkabel." Tugas Akhir. Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sumatera Utara. 2019.