ANALISIS KINERJA SKEMA MODULASI SPACE TIMESHIFT KEYING (STSK) PADA SISTEM MIMO

Dikal Pebrianda[1], Rina Pudji Astuti[2], I Made Kusuma Wardana[3]

[1]Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Skema modulasi Space Time Shift Keying (STSK) merupakan skema modulasi yang terintegrasi dengan sistem komunikasi MIMO. Keunggulan dari sistem ini selain proses coding dan decoding yang lebih sederhana dari sistem komunikasi MIMO lainnya juga terletak pada fleksibelitas untuk mendapatkan tradeoff antara diversity dengan data rate, hal ini didapatkan dengan memperbesar atau memperkecil jumlah disersion matrices yang digunakan.

Skema modulasi STSK tidak hanya mengkodekan informasi dalam bentuk pergeseran fasa seperti halnya modulasi Phase Shift Keying(PSK), ataupun pengkodean dalam bentuk gabungan perubahan amplitudo dan fasa seperti halnya Quadrature Amplitude Modulation(QAM) , tetapi juga ditentukan oleh pengkodean dispersion matrices. Selain berfungsi sebagai pengkodean, dispersion matrices juga berfungsi untuk menyebarkan simbol informasi keluaran modulasi PSK atau QAM dalam domain waktu dan ruang.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa kinerja skema modulasi STSK pada sistem MIMO memiliki performansi lebih baik jika dibandingkan dengan metode STBC. Skema modulasi STSK memberikan perbaikan SNR sebesar 4 dB sampai 5 dB untuk target BER 10-4. Performansi terbaik ditunjukkan pada skema modulasi BPSK STSK(2,2,2,1) dimana untuk mencapai BER target 10-4 hanya dibutuhkan SNR sebesar 1 dB.

Kata Kunci : Multiple Input Multiple Output (MIMO), Phase Shift Keying (PSK),

Abstract

Space Time Shift Keying (STSK) modulation is a modulation scheme which is integrated with MIMO communication system. One of the advantages of this system is that the coding and decoding process is much simpler than other MIMO communication system. Not only that, the other advantage that this modulation has is its flexibility to get the tradeoff between diversity and the data rate. It is obtained by increasing or decreasing the number of dispersion matrices that used.

STSK modulation scheme does not only encode information in the form of phase shift modulation such as Phase Shift Keying (PSK), or coding in the form of combined changes in amplitude and phase such as Quadrature Amplitude Modulation (QAM), but also determined by the encoding of dispersion matrices. Besides the encode function, dispersion matrices also has a function to spread information symbol as an output of PSK or QAM modulation in time and space domain.

The simulation result shows that the performance of STSK modulation schemes on MIMO systems has a better performance if it compared with STBC method. STSK modulation scheme provides SNR improvement of 4 dB to 5dB for a target BER of 10-4. The best performance is shown in the BPSK STSK (2,2,2,1) modulation scheme in which to achieve the target BER of 10-4 is only required SNR by 1dB.

Keywords : Multiple Input Multiple Output (MIMO), Phase Shift Keying

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Komunikasi seluler berkembang dengan pesat, saat ini komunikasi seluler tidak hanya bisa melakukan transfer suara tapi juga mampu melakukan komunikasi data. Transfer data diterapkan pada sistem komunikasi seluler dimulai dari Generasi Kedu (2G), dimana saat itu komunikasi seluler sudah mampu mendukung data paket *circuit-switched* dan Iayanan pesan dengan menggunakan *Short Message Service* (SMS). Pada generasi ke tiga (3G) kecepatan transfer data terus meningkat, Inilah generasi yang ada sebagai trend saat ini dimana komunikasi dua orang bukan hanya melalui suara, tetapi juga dapat bertatap muka secara langsung dan *realtime/live*. Saat ini sedang terus dikembangkan generasi ke empat (4G) yang memiliki laju transfer data yang jauh lebih cepat, teknologi ini didukung dengan beberapa hasil temuan teknologi terbaru, seperti diterapkannya teknologi MIMO (*Mulpitle Input Multiple Output*) dan OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*).

MIMO merupakan teknologi komunikasi wireless yang menggunakan banyak antena baik di sisi *transmitter* ataupun di sisi *receiver*. Teknologi MIMO mempunyai kemampuan untuk meningkatkan secara drastis kapasitas maupun kualitas kanal *nirkabel*. Peningkatan kapasitas kanal dilakukan dengan *Multipleks spasial*, Pada *multipleks spasial*, aliran data berlaju tinggi dipecah-pecah menjadi sejumlah aliran paralel sesuai dengan jumlah antena pemancar, masing-masing dengan laju yang lebih rendah dari aliran aslinya. Misalkan M adalah antena pemancar dan N antena penerima dimana M bernilai lebih kecil dari N, maka sistem ini seolah-olah memiliki M saluran yang terpisah satu sama lain untuk membawa M aliran data yang berbeda, masing-masing dengan laju rata-rata 1/M dari laju aliran data aslinya, padahal seluruh sistem multi-antena ini bekerja pada frekuensi yang sama. Sementara peningkatan kualitas kanal dilakukan dengan penerapan teknik *Spatial Diversity*, Besarnya peningkatan ini diukur dengan parameter *diversity gain*, yang harganya makin meningkat dengan makin besarnya

tingkat *diversity* N, yaitu jumlah antena yang digunakan pada penerima. Penggunaan *Space Time* Code(STC) pada sistem MIMO dengan M antena pemancar dan N antena penerima menjanjikan kenaikan tingkat *diversity* menjadi MxN. Untuk memberikan bayangan, dengan empat antena pada masing-masing pemancar dan penerima, sistem MIMO dengan STC diharapkan mampu menyediakan tingkat *diversity* yang ekivalen dengan metode konvensional yang menggunakan 16 antena pada penerima.

Untuk meningkat performansi dari sistem MIMO, berbagai teknik terus dikembangkan. Salah satu temuan terbaru yaitu skema modulasi *Space Time Shift Keying* (*STSK*). Skema modulasi STSK memikiki keunggulan di sisi fleksibelitas dan kesederhanaan proses pengolahan sinyal di sisi *reciver*. Skema modulasi ini mengintegrasikan sistem modulasi dengan sistem komunikasi MIMO. Skema modulasi ini tidak hanya melakukan pengkodean dalam bentuk perubahan fasa, tatapi juga ditentukan oleh satu dari Q *dispersion matrik* yang digunakan. Selain berfungsi sebagai pengkodean, *dispersion matrices* juga berfungsi untuk menyebarkan informasi dalam domain waktu dan ruang. Oleh karena itu, pada tugas akhir ini akan dilakukan analisis perbandingan performansi skema modulasi STSK dengan skema modulasi konvensional.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Memodelkan sistem komunikasi MIMO yang diintegrasikan dengan skema modulasi STSK.
2. Mensimulasikan cara kerja algoritma skema modulasi STSK untuk meningkatkan performansi sistem komunikasi MIMO.
3. Menganalisis unjuk kerja skema modulasi STSK yang terintegrasi dengan sistem komunikasi MIMO dan membandingakannya dengan performanasi skema modulasi konvensional yang menggunakan MIMO STBC.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh perubahan besar *dispersion matrices* terhadap performansi skema modulasi STSK?
2. Bagaimana performasnsi skema modulasi STSK pada kecepatan yang berbeda?
3. Bagaimana perbandingan skema modulasi STSK dengan skema modulasi konvensional yang menggunakan MIMO STBC dalam memperbaiki BER.

1.4 Batasan Masalah

Adapun yang menjadi batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Simulasi dilakukan untuk sisi *downlink*
2. Simulasi menggunakan metode estimasi kanal valenti
3. Modulasi yang digunakan BPSK dan QPSK
4. Menggunakan MIMO dengan ukuran 2X2
5. *Time slot* STSK yang digunakan adalah 2
6. Kanal propagasi yang digunakan adalah kanal *frequency-flat Rayleigh Fading* dan AWGN

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Studi Literatur

   Melakukan studi literature dengan memahami konsep dan teori pendukung yang berkaitan dengan tugas akhir ini. Proses pembelajaran melalui pustaka-pustaka yang berkaitan dengan penelitian, baik berupa buku dan jurnal ilmiah.
2. Perancangan Model dan Simulasi

   Perancangan model dan simulasi untuk mendapatkan data-data yang akan dianalisa.
3. Analisis Hasil Simulasi

   Pada tahap ini dilakukan analisa terhadap parameter-parameter kinerja sistem.
4. Penarikan Kesimpulan

Mengambil kesimpulan dari hasil penelitian serta memberikan saran untuk proses selanjutnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dalam menyelesaikan tugas akhir ini dibagi dalam beberapa bab yaitu :

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini diuraikan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, metodelogi, hipotesa awal, dan sistematika penulisan.

BAB II : DASAR TEORI

Pada bab ini berisi teori yang mendukung dan mendasari penulisan tugas akhir ini, yaitu teori dasar tentang MIMO, skema modulasi STSK, kanal propagasi.

BAB III : PEMODELAN SISTEM DAN SIMULASI

Pada bab ini berisi gambaran perancangan model sistem.

BAB IV : ANALISA SIMULASI

Pada bab ini berisi analisa dari hasil simulasi yang telah dilakukan, seperti : performansi BER dari skenario simulasi yang berbeda.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan dan saran berdasarkan analisa dari hasil simulasi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Ada beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian yang dilakukan pada skema modulasi STSK pada sistem MIMO ini yaitu:

1. Dari hasil simulasi sistem modulasi STSK menunjukkan bahwa semakin besar ukuran *dispersion matrices* yang digunakan maka performansi skema modulasi STSK semakin menurun. Pada modulasi BPSK STSK yang tidak menggunakan *CC* dan *Interleaver* untuk mencapai BER target 10^{-4} jika dibandingkan dengan modulasi yang menggunakan *dispersion matrices* Q=1, maka Q=2 membutuhkan SNR 5.5 dB lebih besar, dan Q=4 membutuhkan SNR 12.5 dB lebih besar. Untuk modulasi BPSK STSK yang menggunakan *CC* dan *Interleaver* jika dibandingkan dengan modulasi yang menggunakan Q=1, maka Q=2 membutuhkan SNR 5.5 dB lebih besar, dan Q=4 membutuhkan SNR 7.5 dB lebih besar.
2. Untuk modulasi QPSK STSK yang tidak menggunakan *CC* dan *Interleaver* untuk mencapai BER target 10^{-4} jika dibandingkan dengan modulasi yang menggunakan Q=1, maka untuk modulasi yang menggunakan Q=2 membutuhkan SNR 2 dB lebih besar, dan untuk yang menggunakan Q=4 dibutuhkan SNR 8.5 dB lebih besar. Untuk modulasi QPSK STSK yang menggunakan *CC* dan *Interleaver* jika dibandingkan dengan modulasi yang menggunakan Q=1, maka modulasi yang menggunakan Q=2 membutuhkan SNR 3.5 dB lebih besar, dan untuk yang menggunakan Q=4 dibutuhkan SNR 4.8 dB lebih besar.
3. Dari hasil simulasi skema modulasi STSK dengan menggunakan *CC* dan *Interleaver* memiliki performansi yang lebih baik jika dibandingkan dengan skema modulasi STSK yang tidak menggunakan *CC* dan *Interleaver*. Untuk modulasi BPSK STSK (2,2,2,1) untuk mencapai BER target 10^{-4} dengan penggunaan *CC* dan *Interleaver* diperoleh perbaikan SNR sebesar 2.5 dB, untuk modulasi BPSK STSK(2,2,2,2) diperoleh

perbaikan SNR 2.5 dB, untuk modulasi BPSK STSK(2,2,2,4) diperoleh perbaikan SNR sebesar 7.5 dB. Untuk modulasi QPSK STSK(2,2,2,1) perbaikan SNR yang didapatkan sebesar 3 dB, untuk modulasi QPSK STSK (2,2,2,2) diperoleh perbaikan SNR sebesar 1.5 dB, dan untuk QPSK STSK (2,2,2,4) diperoleh perbaikan SNR sebesar 6.7 dB.

4. Dari hasil simulasi skema modulasi STSK pada kondisi *user* bergerak dengan kecepatan berbeda didapatkan hasil bahwa performansi skema modulasi STSK akan menurun seiring dengan bertambahnya kecepatan *user*. Untuk modulasi BPSK STSK agar diperoleh BER target 10^{-4} jika dibandingkan dengan *user* yang diam, maka *user* yang bergerak dengan kecepatan 3 km/jam membutuhkan SNR 5.5 dB lebih besar, dan *user* yang bergerak denga kecepatan 60 km/jam membutuhkan SNR 12.5 dB lebih besar. Untuk modulasi QPSK STSK agar diperoleh BER target 10^{-4} jika dibandingkan dengan *user* yang diam, maka *user* yang bergerak dengan kecepatan 3 km/jam membutuhkan SNR 7.5 dB lebih besar, sementara *user* yang bergerak denga kecepatan 60 km/jam dengan *range* SNR simulasi 0 dB sampai 20 dB BER target tidak bisa dicapai.
5. Daris hasil simulasi perbandingan performansi skema modulasi STSK dengan sitem MIMO STBC didapatkan hasil bahwa performansi STSK jauh lebih baik dibandingkan STBC. Untuk modulasi BPSK STSK (2,2,2,1) untuk mencapai BER target 10^{-4} didapatkan perbaikan SNR 5 dB jika dibandingkan dengan modulasi BPSK pada sistem MIMO STBC, dan untuk modulasi QPSK STSK (2,2,2,1) untuk mencapai BER target 10^{-4} didapatkan perbaikan SNR 4 dB jika dibandingkan dengan modulasi QPSK pada sistem MIMO STBC.

5.2 Saran

Untuk menyempurnakan penelitian mengenai skema modulasi STSK pada sistem MIMO ada beberapa hal lain yang dapat dilakukan, yaitu:

1. Melakukan simulasi dengan menggunakan metode estimasi kanal yang berbeda.
2. Melakukan perbandingan performansi *Coheren* STSK dengan *Differential* STSK.
3. Melakukan simulasi dengan jumlah antena dan *time* blok STSK yang berbeda.
4. Melakukan simulasi skema modulasi STSK dengan menggabungkan skema modulasi STSK dengan teknik *multi carrier* seperti OFDM.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Di Renzo, Marco.***Space Shift Keying (SSK) Modulation With Partial Channel State Information: Optimal Detector and Performance Analysis over Fading Channels***, IEEE Trans. Commun., vol. 58, no. 11, 2010.

[2] Fachrurrazi. ***Analisis Perbandingan Metode Estimasi Kanal Konvensional dan Valenti Terhadap Kenerja Sistem Multi Antena.*** Institut Teknologi Telkom, 2007.

[3] Fadil. ***Analisis Perbandingan Performansi Skema SFBC dan Skema STBC Pada Sistem MIMO OFDM***. Institut Teknologi Telkom, 2011.

[4] Fahmi M, Ade. ***Analisis pengaruh Adaptive Coded Modulation Terhadap Performansi Sistem Broadband Wireless MC-CDMA.*** Institut Teknologi Telkom, 2011.

[5] J. Jeganathan, A. Ghrayeb, and L. Szczecinski, ***Spatial modulation: optimal detection and performance analysis***, IEEE Commun. Lett.,vol. 12, no. 8, pp. 545-547, 2008.

[6] J. Jeganathan, A. Ghrayeb, L. Szczecinski, and A. Ceron, ***Space shift keying modulation for MIMO channels***, IEEE Trans. Wireless Commun., vol. 8, no. 7, pp. 3692-3703, 2009.

[7] Mesleh, Raed, ***Trellis Coded Spatial Modulation***, IEEE Trans. Wireless Commun., vol.9 , no. 7, 2010.

[8] Rappaport, Theodore S, 2002. ***Wireless Communication***, New Jersey: Prentice Hall.

[9] S. Sugiura, S. Chen, and L. Hanzo, ***Coherent and differential spacetime shift keying: A dispersion matrix approach*** IEEE Transactions on Communications, vol. 58, pp. 3219 –3230, Nov. 2010.

[10] Syabana, Dhuhanifsu. ***Analisis Kinerja Sistem Komunikasi Seluler-WCDMA dengan Menggunakan Multiuser Detection (MUD) Berbasis MMSE dan PIC Untuk Arah Uplink.*** Institut Teknologi Telkom, 2011.