ANALISIS KAPASITAS KANAL PADA SISTEM SC-FDMA ARAH UPLINK MENGGUNAKAN CHANNEL DEPENDENT SCHEDULING (CDS) DENGAN IMPERFECT CHANNEL STATE INFORMATION (CSI)

Muhari Nur Hidayat[1], Arfianto Fahmi[2], Budi Prasetya[3]

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

Abstrak

Era broadband multiple access dapat mengakomodasi tingkat mobilitas user yang tinggi. Hal ini kan menyebabkan multi user diversity, baik dari domain waktu maupun domain frekuensi. Untuk mengatasi hal tersebut maka perlu teknik Channel Dependent Scheduling (CDS) yaitu penjadwalan user pada subcarrier berdasarkan kondisi kanal. Oleh karena itu dibutuhkan Channel State Information (CSI) sebagai input sistem CDS. Pada kenyataanya CSI tidaklah sempurna karena Node B harus mengirimkankan informasi parameter transmisi ke user, hal ini yang menyebabkan feedback delay. Delay pada feedback informasi parameter transmisi tidak dapat dihindari dan menyebabkan turunnya performansi sistem khususnya pada kanal yang berubah sangat cepat.

Pada tugas akhir kali ini telah diteliti tentang CDS dalam menangani multi user diversity dengan parameter performansi laju data maksimum dan fairness. Selain itu akan diteliti juga CDS dengan input imperfect CSI karena pengaruh feedback delay, serta penurunan performansi imperfect CSI jika dibandingkan perfect CSI. Hal yang menjadi focus pada sistem uplink SC-FDMA adalah daya transmiter yang terbatas karena perangkat berasal dari user.

Dari hasil simulasi dapat terlihat bahwa CDS sangat handal menangani user diversity, dengan ditandai dengan semakin banyak jumlah user maka laju data maksimumnya semakin besar, tetapi nilai fairness mengalami penurunan. Sedangkan dengan masukan imperfect CSI, laju data maksimum sangat dipengaruhi oleh kecepatan user dan delay pengiriman feedback informasi parameter transmisi. Rata-rata penurunan laju data maksimum imperfect CSI sebesar 10,5% jika dibandingkan dengan perfect CSI.

Kata Kunci : SC-FDMA, Channel Dependent Scheduling (CDS), imperfect CSI.

Abstract

The era of multiple broadband access can accommodate a high level of user mobility. This fact leads to multi-user diversity, both in time domain and frequency domain. To overcome this it use Channel Dependent Scheduling (CDS) system is a user on subcarrier scheduling based on channel conditions. Therefore, it takes Channel State Information (CSI) as the input CDS system. In fact the CSI is imperfect because the Node B should send transmission parameters information to the user; this is the cause feedback delay. Delay in feedback transmission parameters information cannot be avoided and cause a decline in system performance, especially on the channel that changed very quickly.

This final project has been studied on the CDS in handling multi-user diversity with performance parameters of the maximum data rate and fairness. In addition, the study also investigates the CDS with imperfect input due to feedback delay, and average of decrease in performance compared to perfect imperfect CSI. The focus on SC-FDMA uplink system is the transmitter power is limited because the device comes from the user.

From the simulation results can be seen that the CDS is very reliable to handle user diversity, with more and more marked with the number of users then the greater the maximum data rate, but decrease the value fairness. While the input imperfect CSI, the maximum data rate is strongly influenced by the speed and delay delivery of user feedback transmission parameters information. The average of decrease in the maximum data rate of imperfect CSI by 10.5% compared to the perfect CSI.

Keywords : SC-FDMA, Channel Dependent Scheduling (CDS), imperfect CSI

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era sekarang saat berkembang *broadband wirelless communication* yang menggunakan teknik multicarier, teknik yang sering digunakan adalah *Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)* dan *Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA).* Keuntungan utama dari teknik tersebut adalah penghematan *bandwidth* dibandingkan dengan teknik lama, tetapi kelemahannya adalah tingginya *Peak to Average Power Ratio (PAPR)* yang menyebabkan konsumsi daya lebih besar khususnya pada arah *uplink.*

Single Carrier FDMA (SC-FDMA) yang memanfaatkan modulasi *single carrier* pada pengirim mempunyai teknik modulasi yang secara prinsip sama dengan OFDMA. Salah satu keunggulan SC-FDMA dibandingkan OFDMA adalah rendahnya PAPR sehingga konsumsi daya pada arah uplink sangat rendah sehingga SC-FDMA menjadi pilihan arah uplink pada 3rd *Generation Partnership Project Long Term Evolution (3GPP LTE).*

Kondisi *user* dengan mobilitas yang tinggi akan menyebabkan multi *user diversity*, baik dari sisi waktu maupun frekuensi. Pada sisi waktu yang berpengaruh adalah posisi *user* yang tidak sama antara satu waktu dengan waktu lainnya, sedangkan pada sisi frekuensi, kondisi *user* juga berubah digambarkan sesuai dengan *subcarrier* pada domain frekuensi. Untuk mengatasi hal tersebut maka perlu adanya *resource* managemen yang bertujuan mengatur penjadwalan *user* pada tiap-tiap *subcarrier* agar mendapatkan rate sistem yang maksimum atau *fairness* untuk masing-masing *user*. Pada [**1**] telah diteliti mengenai radio *resource management* untuk meningkatkan laju data maksimum sistem komunikasi radio hanya saja *resource management* masih pada sistem OFDMA yang tidak memperhatikan batasan pada power transmit *user* dan [**2**] telah diteliti mengenai CDS *(Channel Dependent Scheduling)* pada kondisi *perfect* CSI

pada sistem SC-FDMA, dengan peningkatan laju data maksimum hingga 130 % dengan localized mapping dan 40 % dengan menggunakan *distributed mapping* terhadap *scheduling* yang statis menggunakan Round Robin akan tetapi belum ada parameter *fairness* yang menjadi salah satu hal yang pentig dalam *resource management*. Sedangkan pada [**3**] telah dibahas mengenai pengaruh *imperfect* CSI terhadap performansi laju data maksimum sistem pada CDS, hanya saja penghitungan pathloss dan jarak masih menganggap transmitter dalam keadaan diam tiap sampelnya. Oleh karena itu pada tugas akhir kali ini akan diteliti mengenai pengaruh *imperfect* CSI pada sistem CDS menggunakan algoritma Greedy pada kondisi transmitter yang mobile dengan faktor *delay*.

1.2 Tujuan

Adapun tujuan dari pembuatan dari tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui faktor penurunan laju data maksimum (kapasitas) pada *Channel Dependent Scheduling* (CDS) baik itu *perfect dan imperfect Channel State Information (CSI)*
2. Mengetahui dan menganalisis performansi pada saat kondisi *perfect dan imperfect Channel State Information (CSI)*

1.3 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dikaji dan diteliti pada tugas akhir ini adalah :

1. Memodelkan *Channel State Informatin* (CSI) baik yang *perfect* maupun *imperfect*.
2. Memodelkan *Chanel Dependent Scheduling* (CDS) pada sistem SC-FDMA.
3. Memodelkan pengalokasian sumber daya radio dengan menggunakan algoritma Greedy.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah untuk tugas akhir ini adalah :

1. Alokasi sumber daya radio pada sistem SC-FDMA untuk arah *uplink*

2. Parameter yang dibahas adalah kondisi kanal, CNR, algoritma *Greedy*, kapasitas (laju data maksimum), dan *Fairness.*
3. Proses pengalokasian sumber daya radio hanya berada pada *single cell.*
4. Pada kondisi *perfect* CSI tidak adanya *delay* pengiriman *feedback* informasi parameter transmisi dari Node-B ke *user*.
5. Pada kondisi *Imperferct Channel State Information (CSI)* disebabkan oleh *delay* pengiriman *feedback* informasi parameter transmisi, sedangkan CSI tanpa error.
6. Parameter kecepatan *user* yang digunakan pada simulasi :
   a. Kecepatan Rendah (*Pedestrian*) : 3 km/jam,
   b. Kecepatan Sedang : 30 km/jam,
   c. Kecepatan Tinggi : 60 km/jam,
   d. Kecepatan Sangat Tinggi : 120 km/jam,
7. Jumlah *user* yang digunakan dalam simulasi ini adalah 2, 4, 8,16 *user*
8. Jumlah *subcarrier* yang digunakan adalah 256 *subcarrier*, dengan jumlah *chunk* 32 dan 8 *subcarrier* tiap *chunk*nya.
9. *Mapping subcarrier* yang digunakan adalah *localized mode.*
10. *Delay* maksimum pada kondisi *imperfect* CSI adalah 3 ms.
11. Simulasi dengan mengggunakan *software* Matlab R2009a.

1.5 Metodologi Penelitian

Pada tugas akhir ini akan dilakukan dengan beberapa metode sebagai berikut:

1. Studi literatur
   a. Mempelajari beberapa referensi mengenai sistem OFDMA, sistem SC-FDMA, konsep alokasi sumber daya radio, *Channel Dependent Scheduling* (CDS) dan penggunaan *software* Matlab
   b. Diskusi dan konsultasi dengan dosen dan mahasiswa
2. Menentukan model sistem yang digunakan serta perumusan perhitungan model bersangkutan
3. Simulasi sistem

   Mencatat semua data yang diamati pada saat simulasi dilakukan
4. Analisis kerja sistem

Proses analisis data yang didapatkan selama pengamatan terhadap simulasi yang telah dilakukan

5. Kesimpulan

   Menarik sebuah kesimpulan sesuai dengan perancangan simulasi yang telah dilakukan

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Akhir yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

BAB I Pendahuluan

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan tugas akhir ini.

BAB II Dasar Teori

Pada bab ini memuat berbagai dasar teori yang mendukung dan mendasari penulisan tugas akhir ini.

BAB III Pemodelan dan Simulasi Sistem

Pada bab ini akan dibahas model sistem yang akan dibuat, cara keja sistem, diagram alir dari proses kerja sistem dan hasil keluaran sistem yang diharapkan.

BAB IV Analisis Hasil Simulasi

Pada bab ini dilakukan analisis hasil simulasi sistem sesuai skenario yang telah dirancang dan di tetapkan.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Bab ini akan menguraikan kesimpulan dari hasil penelitian Tugas Akhir ini serta saran untuk pengembangan lebih lanjut.

BAB V

PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi dan analisis data yang dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. *Channel Gain to Noise Ratio* (CNR) tidak dipengaruhi oleh kecepatan *user* pada kondisi *perfect Channel State Information* (CSI). Yang berpengaruh terhadap besarnya CNR adalah jarak dari *user* ke Node B.
2. Algoritma Greedy menyebabkan sistem mempunyai nilai laju data bernilai maksimum pada sistem SC-FDMA, tetapi dengan tidak memperhatikan *fairness* dari sistem. Sehingga terjadi *trade-off* antara laju data maksimum dengan *fairness.*
3. Pada kondisi *imperfect* CSI, penurunan performansi dari laju data maksimum sistem SC-FDMA disebabkan karena kecepatan *user* yang tinggi (diatas 60 km/jam) dan delay pengiriman parameter informasi transmisi maksimal 3 ms.
4. Penurunan laju data maksimum dengan algoritma Greedy jika menggunakan input *imperfect* CSI adalah 10,5 % dibandingkan dengan menggunakan input *perfect* CSI.

5.2 SARAN

Adapun saran dari tugas akhir kali ini adalah :

1. Menggunakan estimasi kanal untuk membangkitkan CSI *imperfect*, sehingga pemodelan *imperfect* CSI dapat lebih tepat lagi dan terlihat *error* dari estimasinya.
2. Alokasi dilakukan pada multi *cell*, sehingga interferensi dapat menjadi pertimbangan lain dalam *scheduling*.
3. Menggunakan algortima lain untuk proses pengalokasian, seperti Propotional Fair, Auction, Genetika dan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

[1] S. Grandhi, R. Yates, and D. J. Goodman, "Resource Allocation for Cellular Radio System," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 46, pp. 581-587, August 1997.

[2] Junsung Lim, Hyung G Myung, Kyungjin Oh, and David J Goodman, "Channel-Dependent Scheduling Uplink Single Carrier FDMA System," 2006.

[3] Hyung G. Myung, Kyungjin Oh, Jungsung Lim, and David J. Goodman, "Channel-Dependent Scheduling of an Uplink SC-FDMA System with Imperfect Channel State Information".

[4] Hyung G. Myung and David J. Goodman, *Single Carrier FDMA, A New Air Interface Long Term Evolution*.: Wiley, 2008.

[5] Hyung G. Myung, Jungsung Lim, and David J. Goodman, "Propotional Fair Scheduling of Uplink Single-Carrier FDMA System," *The 17th Annual IEEE INternational Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications*, 2006.

[6] Bernard Sklar, "Rayleigh Fading Channels in Mobile Digital Communication System. Part I: Characterization," *IEEE Communications Magazine*, pp. 136-146, September 1997.

[7] Rajendra K. Jain, Dah-Ming W. Chiu, and wlliam R. Hawe, "A Quantitative Measure of Fairness and Diskrimination for Resource Allocation in Shared Computer Systems," *ACM Transaction on Computer Systems*, September 1984.

[8] Sadam Sadr, Alagan Anpalagan, and Kaamran Raahemifar, "Radio Resource Allocation Algorithms for the Downlink of Multi*user* OFDM Communication Systems," *IEEE Communiccations Surveys & Tutorials*, vol. 11, no. 3, 2009.

[9] *3rd Generation Partnership Project (3GPP) ; Technical specification group radio access network; Radio transmission and reception (Release 9)*.

[10] Lee W.C.Y., "Elements of Cellular Mobile Radio Systems," *IEEE Trans. Vehic. Tech.*, vol. VT.35, no. 2, pp. 48-56, May 1986.

[11] Jorgen Bach Andersen, Theodore S. Rappaport, and Susumu Yoshida, "Propagation Measurements and Models for Wireless Communications Channels," *IEEE Communications Magazine*, pp. 42-49, January 1995.

[12] Theodore S. Rappaport, *Wireless Communications*.: Prentice Hall, 1996.

[13] D. Greenwood and L. Hanzo, "Characterisation of Mobile Radio Channels," *Mobile Radio Communications*, vol. 2, 1994.

[14] Yong Soo Cho, Jaekwon Kim, Won Young Yang, and Chung-Gu Kang, *Mimo-OFDM Wireless Communications with Matlab*. Singapore: Wiley, 2010.

[15] Charalambos D. Charalambous and Nickle Menemenlls, "Dynamical Spatial Log-Normal Shadowing Models for Mobile Communications".

[16] Hyung G. Myung, Jungsung Lim, and David J. Goodman, "Peak-to-Average Power Ratio of Single Carrier FDMA Signals with Pulse Shaping," *The 17th Annual IEEE INternational Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications*, 2006.

[17] T. Shi, "Capacity of Single Carrier System with Frequency-domain Equalization," *in Proc. IEEE CASSET'04*, vol. 2, pp. 429-432, June 2004.

[18] 3GPP RI-050718, "Simulation Methodology for EUTRA UL: IFDMA and DFT-spread-OFDMA," September 2005.