

ANALISIS PERBANDINGAN PENGALOKASIAN SUMBER DAYA RADIO PADA SISTEM MIMO - OFDMA ARAH DOWNLINK MENGGUNAKAN ALGORITMA BERBASIS GENETIKA DAN GREEDY

Mugi Andrian¹, Arfianto Fahmi.², Budi Syhabuddin³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Pada teknologi OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access), dibutuhkan pengaturan pengalokasian seluruh user pada sumber daya radio secara tepat agar tercapai suatu sistem yang optimal yang dapat melayani layanan data berkecepatan tinggi secara adil. Dengan menggunakan algoritma penjadwalan yang tepat maka akan didapatkan suatu performa sistem yang optimal. Proses pengaturan dilakukan dengan melihat kondisi kanal masing-masing user pada setiap subcarrier.

Dalam penelitian ini, akan dibahas mengenai proses pengalokasian sumber daya radio pada teknologi MIMO-OFDMA arah downlink berdasarkan kondisi respon kanal (CSI) dari setiap user dengan menggunakan algoritma genetika (GA) dan Greedy berbasis Proportional Fairness sebagai algoritma pengalokasiannya. Lalu, akan dibandingkan juga kinerja dari kedua algoritma tersebut dalam melakukan pengalokasian dari segi fairness, throughput, dan proporsionalitas.

Hasil simulasi memperlihatkan bahwa penggunaan antenna MIMO dapat meningkatkan throughput sistem sebesar 5% pada Greedy PF dan 15% pada genetika. Penambahan jumlah user dapat meningkatkan nilai throughput rata-rata sebesar 47,8 kbps pada GA fairness dan 0,81 Mbps pada Greedy PF, sedangkan nilai fairness mengalami penurunan rata-rata sebesar 0,082 pada Greedy PF dan 0,024 pada GA fairness. Penggunaan iterasi FSF pada algoritma Greedy PF dapat meningkatkan nilai fairness sistem hingga mampu menyamai hasil yang diperoleh GA fairness yakni sekitar 1 sampai dengan 0,8 saat jumlah user di dalam sistem berjumlah tidak lebih dari setengah jumlah subcarrier yang ada.

Kata Kunci : OFDM, MIMO-OFDMA, alokasi sumber daya radio, algoritma Greedy, algoritma genetika

Abstract

In OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) technology, the radio resource allocation is needed in order to achieve an optimal system that serve the high-speed data services in fair to all user. To achieve that, the proper scheduling algorithm are used. The allocation process is done by looking at the channel condition of each user on each subcarrier.

In this study, will be discussed about the radio resource allocation in MIMO-OFDMA downlink direction based on response channel (CSI) of each user using genetic algorithm (GA) and Greedy algorithm based on Proportional Fairness. And then, the performance between the two algorithms will be compared.

Simulation results show that the use of MIMO antenna system can increasing throughput value by 5% on Greedy PF and 15% on GA. Increasing the number of users can increase the value of throughput in average of 47,8 kbps on GA fairness and 0,81 Mbps on Greedy PF, while the fairness value decreased by an average of 0,082 on Greedy PF and 0,024 on GA fairness. The use of FSF iteration on Greedy PF can improve the value of fairness and to be able to match the results obtained by GA fairness which is about 1 to 0,8 when the number of users in the system amounted to no more than half of the available subcarriers.

Keywords : OFDM, MIMO-OFDMA, resource allocation, Greedy algorithm, genetic algorithm.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan terus berkembangnya kebutuhan manusia akan komunikasi bergerak, baik dari segi *bandwidth* maupun kecepatan akses, maka teknologi untuk menunjangnya pun ikut berkembang. Dimulai dari teknologi berbasis analog yang mulai diperkenalkan pada tahun 1980 hingga teknologi berbasis digital yang berkembang pada saat ini. Untuk memenuhi kebutuhan layanan komunikasi yang terus berkembang hingga masa yang akan datang, dirujuklah sebuah teknologi baru yang bernama LTE (*Long Term Evolution*) yang didukung oleh teknik *multiplexing* berupa OFDM.

OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) merupakan suatu teknologi multiplexing yang dapat membagi-bagi *bandwidth* kanal yang lebar ke dalam beberapa sub-kanal yang saling ortogonal satu sama lain. OFDM memberikan tingkat efisiensi yang tinggi pada kanal transmisi. Teknologi antena yang dapat mendukung kinerja dari OFDM adalah MIMO (*Multiple Input-Multiple Output*). MIMO dapat menyediakan komunikasi *wireless* yang sangat handal dengan kemampuan dapat menambah kapasitas yang dapat dilayani, kehandalan yang meningkat, dan menekan kemungkinan interferensi sinyal. Sistem MIMO-OFDM ini dapat menggabungkan beberapa *user* ke domain frekuensi dan ruang. Teknologi akses jamak yang dapat mendukung teknologi OFDM adalah OFDMA (*Orthogonal Frequency Division Multiple Access*). OFDMA memungkinkan beberapa *user* untuk mengirimkan informasi secara bersamaan pada *subcarrier* yang berbeda. Dengan digunakannya teknologi ini maka kapasitas sistem dapat bertambah baik dibandingkan teknologi sebelumnya. Namun dengan adanya keterbatasan sumber daya radio maka dibutuhkan suatu teknik pengalokasian untuk mengoptimasi kinerja sistem. Oleh karena itu dibutuhkan suatu teknik pengalokasian yang baik untuk mengoptimasi performa sistem MIMO-OFDMA ini.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh K. Sumathi dan M.L. Varamathi (Sumathi & Valarmathi, 2012), telah dipaparkan suatu skema pengalokasi *subcarrier* pada sistem MIMO-OFDMA arah *downlink* dengan membandingkan penggunaan dua buah algoritma optimasi berupa algoritma genetika dan Greedy berbasis *Proportional Fairness*. Dari hasil pengalokasian yang dilakukan, skema menggunakan algoritma Greedy menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan dengan hasil yang ditunjukkan oleh skema algoritma genetika (GA). Algoritma Greedy menunjukkan hasil *fairness* dan *throughput* yang seimbang dibandingkan algoritma genetika (GA).

Pada tugas akhir ini akan dibahas mengenai pengembangan dari penelitian sebelumnya, yakni analisis pengalokasian sumber daya radio pada MIMO-OFDMA dengan menggunakan algoritma genetika (GA) dan algoritma Greedy berbasis *Proportional Fairness*. Yang akan dianalisis adalah kualitas kanal transmisi pada sistem MIMO serta pengaruh penambahan jumlah *user* terhadap performansinya dari segi *fairness*, *throughput*, dan proporsionalitasnya.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Membandingkan pengaruh penggunaan sistem MIMO terhadap sistem SISO pada proses pengalokasian.
2. Mendapatkan hasil proses alokasi sumber daya radio pada sistem MIMO-OFDMA pada arah *downlink* dengan menggunakan algoritma Greedy berbasis *Proportional Fairness* dan algoritma genetika (GA)
3. Membandingkan kinerja hasil pengalokasi menggunakan algoritma genetika (GA) dan Greedy berbasis *Proportional Fairness* berdasarkan laju data maksimum (*throughput*), *fairness*, dan proporsionalitas.
4. Mengetahui pengaruh jumlah *user* terhadap *throughput* dan *fairness* pada algoritma genetika (GA) dan Greedy berbasis *Proportional Fairness*.
5. Mengetahui pengaruh penggunaan jumlah iterasi FSF pada algoritma Greedy berbasis *Proportional Fairness*.

1.3 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dikaji dalam tugas akhir ini antara lain

1. Pemahaman terhadap alokasi sumber daya radio pada sistem MIMO-OFDMA dengan menggunakan algoritma genetika (GA) dan Greedy berbasis *Proportional Fairness*
2. Memodelkan Perfect CSI (*Channel State Information*)
3. Memodelkan pengalokasian *subcarrier* menggunakan algoritma Greedy dan genetika pada sistem MIMO-OFDMA arah *downlink*
4. Perbandingan performansi pengalokasian *subcarrier* menggunakan algoritma Greedy dan genetika.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah untuk tugas akhir ini adalah:

1. Hanya membahas tentang pengalokasian pada sistem MIMO-OFDMA arah *downlink* dengan menggunakan dua buah algoritma.
2. Antena MIMO yang digunakan adalah MIMO 2x2.
3. Parameter yang menjadi acuan untuk alokasi sumber daya radio sesuai (Sumathi & Valarmathi, 2012) dengan beberapa penambahan serta perubahan.
4. Pengalokasian dilakukan menggunakan algoritma genetika (GA) dan algoritma Greedy berbasis *Proportional Fairness*.
5. Menggunakan teorema Shannon untuk mengukur laju data maksimum pada kedua skema algoritma.
6. Perbandingan dilakukan dengan melihat parameter *fairness*, laju data maksimum (*throughput*) hasil alokasi, dan jumlah *user*.
7. Pemodelan kanal yang digunakan adalah AWGN dan Rayleigh *fading*.
8. *Channel State Information* (CSI) berupa kondisi kanal *user* dianggap sempurna pada simulasi.
9. Interval jarak antara *user* dengan antena pemancar adalah 1 km dengan persebaran acak.
10. Analisa kerja sistem hanya dilakukan dalam kondisi sel tunggal.

11. Jumlah sampel yang diambil sejumlah 1000 sampel.
12. Jumlah *user* yang digunakan mencapai 74 *user* dan *subcarrier* sebanyak 128 *subcarrier*.
13. Simulasi dilakukan menggunakan perangkat MatlabR2012a.

1.5 Metode Penelitian

Metode yang dilakukan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur
 - a. Mempelajari melalui referensi mengenai pemodelan kanal serta pengaruhnya terhadap performansi kanal
 - b. Mempelajari mengenai sistem MIMO, prinsip OFDM, dan prinsip OFDMA
 - c. Mempelajari melalui referensi mengenai teknik alokasi sumber daya radio menggunakan algoritma genetika (GA) dan Greedy berbasis *Proportional Fairness*
 - d. Diskusi serta konsultasi dengan dosen dan mahasiswa
2. Simulasi sistem
Melakukan proses pendataan dan pengamatan secara grafis dan kuantitatif terhadap pemodelan yang dibuat
3. Analisis kerja sistem
Menganalisis hasil dari 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 : Perancangan Model Simulasi

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

BAB IV : Analisis

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

BAB V : Penutup

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

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil simulasi dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan sistem antenna MIMO 2x2 *Selective Combining* dapat meningkatkan nilai *throughput* sistem jika dibandingkan menggunakan sistem SISO. Hal ini dapat dilihat dari meningkatnya nilai *throughput* sebesar 15% pada proses pengalokasian menggunakan algoritma genetika dan sebesar 5% pada proses pengalokasian menggunakan algoritma Greedy berbasis *Proportional Fairness*.
2. Penambahan jumlah *user* meningkatkan nilai *throughput* pada setiap skema pengalokasian. Terlihat dengan perubahan nilai yang terjadi dari 2,248E+07 bps menjadi 2.431E+07 bps ketika terjadi penambahan jumlah *user* dari 8 menjadi 12 pada algoritma Greedy FSF=0 dan selisih rata-rata sebesar 1.962E+06 bps pada GA *Throughput* serta 4.781E+04 bps pada GA *Fairness*. Hal ini disebabkan adanya pengaruh *multiuser diversity* pada sistem.
3. Penambahan jumlah *user* mengakibatkan turunnya nilai *fairness* sistem. Hal ini ditunjukkan dengan nilai *fairness* pada *user* dengan jumlah besar < nilai *fairness* pada *user* dengan jumlah kecil. Karena dengan bertambahnya jumlah *user*, maka peluang mereka untuk mendapatkan *subcarrier* lebih dari satu menjadi semakin kecil sehingga sistem akan kesulitan untuk mendapatkan nilai laju data antar *user* yang seimbang.
4. Penambahan nilai iterasi FSF pada algoritma Greedy mengakibatkan naiknya nilai *fairness* sistem. Dengan menggunakan iterasi FSF sebesar 24 nilai *fairness* sistem meningkat rata-rata sebesar 0,2532 lebih baik dibandingkan tidak menggunakan iterasi FSF. Hal ini disebabkan oleh adanya proses pertukaran pengalokasian pada sebuah *subcarrier* untuk memperbaiki nilai kapasitas *user* agar lebih mendekati batasan porsi kapasitasnya di dalam sistem di setiap iterasinya.

5. Performansi yang ditunjukkan oleh algoritma Greedy dengan nilai iterasi yang tinggi secara umum lebih baik dibandingkan algoritma genetika karena menghasilkan nilai *fairness* yang lebih baik dibandingkan algoritma genetika selama jumlah *user* di dalam sistem \leq setengah jumlah *subcarrier* karena dapat mempertahankan nilai *fairness* di atas 0,85 dan dengan nilai *throughput* di sekitar 20 Mbps.
6. Algoritma genetika menghasilkan performa yang lebih baik dari algoritma Greedy PF ketika jumlah *user* lebih dari setengah jumlah *subcarrier* yang ada dengan menghasilkan nilai *fairness* di atas 0,8 saat user berjumlah 74 dikarenakan sifat masukan yang acak sehingga dimungkinkan setiap user mendapatkan *subcarrier* pada sistem.
7. Performa yang dihasilkan algoritma Greedy PF ketika jumlah *user* lebih dari setengah jumlah *subcarrier* yang ada kurang memuaskan karena menghasilkan nilai *fairness* yang buruk yakni dikisaran 0,03 yang diakibatkan oleh adanya *user* yang tidak teralokasikan di dalam sistem.

5.2 Saran

1. Sistem antena MIMO dengan orde $m \times n$ yang lebih besar butuh digunakan untuk meningkatkan nilai *throughput* sistem.
2. Dibutuhkan adanya penggunaan algoritma pengalokasian daya untuk masing-masing *user* agar masing-masing *user* mendapatkan daya yang sesuai dengan kondisi kanalnya.
3. Dibutuhkan analisis *time complexity* untuk setiap algoritma untuk melihat tingkat efisiensi dari algoritma.
4. Dibutuhkan perubahan parameter genetika pada algoritma genetika untuk mencari kondisi terbaik dari algoritma ini dibandingkan pengalokasian menggunakan algoritma Greedy.
5. Mengubah nilai batasan-batasan pada algoritma Greedy PF agar semua *user* dapat teralokasikan di dalam sistem.
6. Menggunakan algoritma lain untuk mencari algoritma terbaik untuk digunakan pada sistem MIMO-OFDMA arah *downlink* ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aswoyo, B. (2006). Aplikasi Algoritma Genetika Dalam Optimasi Pancaran Link Radio Komunikasi Berbasis Antena Array Empat Elemen. *Seminar Ilmiah Nasional Komputer dan Sistem Intelejen (KOMMIT 2006)*.
- Cho, Y. S., Kim, J., Yang, W. Y., & Kang, C.-G. (2010). *MIMO-OFDM Wireless Communication with MATLAB*. Singapura: Wiley.
- Da, B., & Ko, C. C. (2009). Resource Allocation in Downlink MIMO-OFDMA with Proportional Fairness. *Journal of Communications*, 4(1).
- Ergen, M. (2009). *Mobile Broadband Including WIMAX and LTE*. Berkeley, CA: Springer.
- Hermawanto, D. (2003-2007). *Algoritma Genetika dan Contoh Aplikasinya*. Retrieved 10 25, 2013, from <http://www.IlmuKomputer.com>
- Jain, R. K., Chiu, D.-M. W., & Hawe, W. R. (1984). *A Quantitative Measure of Fairness and Discrimination for Resource Allocation in Shared Computer System*. Eastern Research Lab.
- Junsung, L., Myung, H. G., & Goodman, D. J. (2006). Channel-Dependent Scheduling of Uplink Single Carrier FDMA Systems. *IEEE*.
- Munir, R. (2004). *Algoritma Greedy*. Bahan Ajar Perkuliahan Algoritma Institut Teknologi Bandung.
- Prayogo, L. (2013). *Resource Scheduling Berbasis Proportional Fair Pada LTE OFDMA-MIMO Arah Downlink Menggunakan Algoritma Greedy Termodifikasi*. Bandung: IT Telkom.
- Rimal, S., & Subramanian, V. (2011). *Dynamic Resource Allocation Algorithms For Cognitive Radio Systems*. Rourkela: Rourkela National Institute of Technology.
- Sesia, S., Toufik, I., & Baker, M. (2011). *LTE - The UMTS Long Term Evolution : From Theory to Practice Second Edition*. Great Britain: Wiley.
- Shen, Z., & Evans, B. (2005). Adaptive Resource Allocation in Multiuser OFDM Systems With Proportional Rate Constraints. *IEEE Transactions On Wireless Communications*.
- Sklar, B. (1997). Rayleigh Fading Channels in Mobile Digital Communication System. Part I: Characterization. *IEEE Communications Magazine*, 136-146.

Sumathi, K., & Valarmathi, M. L. (2012). Adaptive Resource Allocation in MIMO - OFDMA based on Subcarrier Allocation (SA) and (GA). *International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 49– No.19.*

Suyanto. (2005). *Algoritma Genetika dalam MATLAB*. Yogyakarta: Andi.

