

PENGALOKASIAN PHYSICAL RESOURCE BLOCK BERDASARKAN INTER-CELL INTERFERENCE COORDINATION PADA SISTEM LONG TERM EVOLUTION ARAH DOWNLINK MENGGUNAKAN ALGORITMA HUNGARIAN

Adi Ramadhan¹, Arfianto Fahmi², Ratna Mayasari³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Interferensi merupakan salah satu permasalahan dalam sistem komunikasi seluler. Penggunaan OFDM pada sistem LTE pada transmisi arah downlink menjamin adanya penanganan interferensi antar subcarrier yang tumpang tindih. Akan tetapi, interferensi antar sel dapat terjadi, karena adanya ketetanggaan beberapa sel. Performansi LTE sendiri (efisiensi spektrum dan pencapaian data rate) sangat dibatasi oleh adanya interferensi dari sel lain, terutama bagi user di daerah cell edge.

Inter-cell interference coordination (ICIC) adalah salah satu isu dalam penanganan komunikasi seluler yang berbasis Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access (OFDMA). Beberapa teknik ICIC adalah dengan Frequency Reuse 1, Frequency Reuse 3, Partial Frequency Reuse, dan Soft Frequency Reuse. Dalam tugas akhir ini, dilakukan simulasi pengalokasian sumber daya Physical Resource Block (PRB) terhadap user berdasarkan skema ICIC tersebut dengan Algoritma Hungarian sebagai algoritma optimasi pengalokasian. Simulasi ini memperlihatkan pengalokasian PRB terhadap UE, average sector throughput dan cell edge throughput, serta average user throughput dan fairness index.

Dari hasil simulasi, didapatkan bahwa skema Reuse 1 memiliki nilai average sector throughput 4.355 Mbps, cell edge throughput 49.583 kbps dan rata-rata fairness index 0.739. Sedangkan skema Reuse 3 memiliki nilai average sector throughput 1.997 Mbps, cell edge throughput 302.448 kbps dan rata-rata fairness index 0.324. Untuk skema PFR 1.3 memiliki nilai average sector throughput 3.348 Mbps, cell edge throughput 63.883 kbps dan rata-rata fairness index 0.694. Skema SFR memiliki nilai average sector throughput yang tidak jauh berbeda dengan skema Reuse 1, peningkatan atau penurunan average sector throughput pada skema SFR tergantung pada nilai faktor efektif reuse. Untuk skema SFR, nilai fairness index untuk jumlah PRB yang sedikit (dengan jumlah UE yang sama dengan PRB) cukup rendah, akan tetapi cukup tinggi untuk jumlah PRB yang tinggi (bandwidth lebih lebar). Secara umum SFR 2.75 memiliki performance yang terbaik dibandingkan dengan skema yang lainnya karena memiliki cell edge throughput dan average sector throughput tinggi serta fairness index yang baik untuk penggunaan PRB yang banyak.

Kata Kunci : PRB, inter-cell interference coordination, frequency reuse, Algoritma Hungarian

Telkom
University

Abstract

Interference is one of problem in cellular communication. OFDM in LTE downlink make a guarantee for interference mitigation for overlapping subcarrier. Otherwise, inter-cell interference can be happen because of the adjacent of cell. LTE performance itself (spectrum efficiency and data rate achievement) is limited by interference from inter-cell interference, especially for user in cell edge.

Inter-cell interference coordination (ICIC) is one of issue in interference mitigation in cellular communication base on Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access (OFDMA). Some of technique in ICIC are Frequency Reuse 1, Frequency Reuse 3, Partial Frequency Reuse, and Soft Frequency Reuse. In this writing, there is a simulation Physical Resource Block (PRB) allocation based on that ICIC scheme using Hungarian Algorithm as optimal allocation algorithm. This simulation shows PRB allocation to UE, average sector throughput and cell edge throughput, and also average user throughput and fairness index.

From the results of simulation, Reuse 1 scheme has average sector throughput 4.355 Mbps, cell edge throughput 49.583 kbps and average fairness index 0.739. Reuse 3 scheme has average sector throughput 1.997 Mbps, cell edge throughput 302.448 kbps and average fairness index 0.324. PFR 1.3 scheme has average sector throughput 3.348 Mbps, cell edge throughput 63.883 kbps and average fairness index 0.694. SFR scheme have average sector throughput value that likely with Reuse 1. Increment or decrement of average sector throughput depends on the effective reuse factor of SFR. SFR fairness index for low PRB (number of PRB equal with UE) is low, but it has high fairness index for high PRB (widest bandwidth). Generally, SFR 2.75 has best performance than the other schemes because it has high cell edge throughput and average sector throughput and good fairness index in high PRB.

Keywords : PRB, inter-cell interference coordination, frequency reuse, Hungarian Algorithm

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Long Term Evolution (LTE) adalah suatu teknologi yang didefinisikan oleh 3rd *Generation Partnership Project* (3GPP) dengan *interface* radio yang fleksibel sesuai pada [1]. Teknologi LTE menyediakan *intra-cell orthogonality* antara *user* pada *uplink* dan *downlink*. Dalam kasus yang ideal tidak ada interferensi antara transmisi dalam satu sel. Interferensi hanya terjadi pada *inter-cell*. Interferensi *inter-cell* terjadi karena adanya daerah irisan antara beberapa sel yang berbeda. Performansi LTE (efisiensi spektrum dan ketersediaan *data rate*) sangat dibatasi oleh adanya interferensi dari sel lain, terutama bagi *user* di daerah *cell edge*.

Inter-cell interference coordination (ICIC) adalah salah satu isu dalam komunikasi seluler yang berbasis *Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access* (OFDMA) seperti pada [2]. ICIC bertujuan untuk mengurangi interferensi yang terjadi antara dua sel atau lebih. Pada konsep ICIC, yang perlu diperhatikan adalah perbaikan nilai *throughput* pada *cell edge* agar nilainya sebaik dengan nilai rata-rata *throughput* sel seperti pada [3].

Konsep ICIC adalah dengan menyediakan sebagian pita frekuensi untuk dialokasikan untuk *user* di *cell edge*. Dalam hal ini menggunakan teknik frekuensi *reuse 1*, frekuensi *reuse 3*, *Partial Frequency Reuse* (SFR) dan *Soft Frequency Reuse* (PFR).

Dalam tugas akhir ini akan dibandingkan penanganan interferensi pada sistem komunikasi seluler dengan menggunakan metode frekuensi *reuse 1*, frekuensi *reuse 3*, SFR dan PFR. Tidak hanya simulasi untuk *average sector throughput* dan *cell edge throughput* seperti pada [3] dan [4], pada tugas akhir ini akan disimulasikan nilai *fairness index* untuk tiap skema untuk mengetahui tingkat keadilan pencapaian *throughput* untuk tiap *user*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis kondisi *Channel State Information* berdasarkan nilai SINR
2. Melakukan analisis pengalokasian *Physical Resource Block* (PRB) berdasarkan penanganan *intra-eNB inter-cell interference* dan *intra-eNB inter-cell interference*
3. Melakukan analisis *throughput* berdasarkan nilai pencapaian spektral PRB yang teralokasikan

BAB I - PENDAHULUAN

1.3 Tujuan

Tujuan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Mengalokasikan PRB terhadap UE berdasarkan skema *Reuse 1*, *Reuse 3*, *Soft Frequency Reuse* (SFR) dan *Partial Frequency Reuse* (PFR) dengan Algoritma Hungarian
2. Mengetahui pencapaian *average sector throughput* dan *cell edge throughput* berdasarkan skema daya *Reuse 1*, *Reuse 3*, *Soft Frequency Reuse* (SFR) dan *Partial Frequency Reuse* (PFR)
3. Mengetahui *average user throughput* dan *fairness index* untuk jumlah user yang berbeda

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut

1. Interferensi yang terjadi adalah interferensi *inter-cell*, dan interferensi *intra-cell* dianggap tidak ada
2. Interferensi yang diperhitungkan adalah interferensi *1st-tier* dan *2nd-tier* eNB *serving*
3. Filter yang digunakan dianggap ideal
4. Skema daya yang digunakan bersifat statis, tidak ada penyesuaian daya berdasarkan *link adaptation*.
5. Alokasi sumber daya bersifat *frequency dependent scheduling* dan kondisi kanal bersifat *flat fading*
6. UE dianggap tidak bergerak (*fixed user*).
7. Tidak terjadi *handover*

1.5 Metodologi Penelitian

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

1. Studi literatur
 - a. Mempelajari beberapa referensi mengenai sistem OFDM, *Inter-cell interference*, *frequency reuse (FR)*, konsep alokasi sumber daya radio dan penggunaan beberapa *software* sebagai alat bantu simulasi
 - b. Diskusi dan konsultasi dengan dosen dan mahasiswa

BAB I - PENDAHULUAN

2. Menentukan model sistem serta asumsi yang digunakan serta perumusan perhitungan model bersangkutan
3. Simulasi sistem dan mencatat hasil data saat simulasi yang 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

BAB I Pendahuluan

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

BAB II Dasar Teori

Bab ini menjelaskan teori dasar yang mendukung dalam penyusunan pemodelan dan simulasi sistem.

BAB III Pemodelan Sistem

Bab ini menjelaskan bagaimana membangun sistem berdasarkan masalah yang diangkat, serta menyimulasikan sistem dengan asumsi yang ada.

BAB IV Analisis Hasil Simulasi

Analisis dari hasil simulasi yang telah didapat pada bab sebelumnya dibahas di Bab IV Analisis Hasil Simulasi

BAB V Penutup

Bab ini berisi kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil simulasi serta saran bagi para pembaca untuk dapat mengembang tugas akhir ini.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi dapat disimpulkan bahwa

1. Skema *Reuse 1* memiliki *average sector throughput* dan *fairness index* yang tinggi akan tetapi memiliki kekurangan berupa nilai *cell edge throughput* yang rendah. Dalam skema ini nilai interferensi cukup tinggi.
2. Pada skema *Reuse 3*, nilai *cell edge throughput* cukup tinggi. Artinya permasalahan interferensi cukup teratasi. Akan tetapi skema ini memiliki kekurangan berupa nilai *average sector throughput* yang rendah dan *fairness index* yang rendah.
3. Skema PFR memiliki *average sector throughput* lebih rendah daripada skema *Reuse 1* dan lebih tinggi dari skema *Reuse 3*. Skema PFR cukup bisa menangani permasalahan interferensi, tetapi dengan sedikit pengorbanan nilai *average sector throughput* dan nilai *fairness index*.
4. Skema SFR memiliki nilai *average sector throughput* yang tidak jauh berbeda dengan skema *Reuse 1*, peningkatan atau penurunan *average sector throughput* pada skema SFR tergantung pada nilai faktor efektif *reuse*. Untuk skema SFR, nilai *fairness index* untuk jumlah PRB yang sedikit (dengan jumlah UE yang sama dengan PRB) cukup rendah, akan tetapi cukup tinggi untuk jumlah PRB yang tinggi (*bandwidth* lebih lebar).

Telkom
University

5.2 Saran

Pengembangan untuk tugas akhir ini antara lain :

1. Simulasi diujikan dengan penambahan parameter, seperti kecepatan *user*, penggunaan skema *link adaptation (power control and dynamic rate)* serta perhitungan interferensi intra sel (OFDM tidak ideal).
2. Menggunakan algoritma berbeda atau membandingkan algoritma yang digunakan sebagai alternatif solusi optimasi alokasi PRB
3. UE tidak dibatasi hanya satu PRB untuk pengalokasiannya
4. Mempertimbangkan alokasi PRB dari sisi *time dependent scheduling*.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Dahlman. 2008 *3G Evolution: HSPA and LTE for Mobile Broadband, 2nd edition*. Academic Press
- [2] David Astely. 2009. *LTE: The Evolution of Mobile Broadband*, IEEE: USA.
- [3] Mahmudur Rahman, Halim Y., and William Wong. 2009. *Interference Avoidance with Dynamic Inter-Cell Coordination for Downlink LTE System*, IEEE: USA.
- [4] Yikang Xiang, Jijun Luo and Christian Hartman. 2006. *Inter-cell Interference Mitigation Through Flexible Resource Reuse in OFDMA based Communication Network*, IEEE: USA.
- [5] Christopher Cox. 2012. *An Introduction To LTE, LTE, LTE-Advanced, SAE And 4G Mobile Communications*. Chris Cox Communications Ltd.
- [6] Jim Zyren. 2007. *Overview of the 3GPP Long Term Evolution Physical Layer*. Freescale Semiconductor
- [7] Rappaport. 1996. *Wireless Communication, Principle and Practice* Person Education
- [8] Ramje Prasad.2004. *OFDM for Wireless Communications Systems*.Artech House, Inc.
- [9] G´abor Fodor. 2009. *Intercell Interference Coordination in OFDMA Networks and in the 3GPP Long Term Evolution System*. Ericsson Research
- [10] Bernard Sklar.1997.*Rayleigh Fading Channels in Mobile Digital Communication Systems Part I: Characterization*
- [11] Julius Tanantaputra, Budi Setiyanto, Mulyana. 2011. *Perhitungan Anggaran Daya pada Sel Femto*. Yogyakarta: UGM
- [12] Carle Lengoumbi.*An Efficient Subcarrier Assignment Algorithm for Downlink OFDMA*. Télécom Paris: Perancis
- [13] Sajid Hussain. 2009. *Dynamic Radio Resource Management in 3GPP LTE*. Blekinge Institute of Technology
- [14] Sanam Sadr.2009. *Suboptimal Rate Adaptive Resource Allocation for Downlink OFDMA Systems*. Hindawi Publishing Corporation
- [15] LTE Technical Modelling Revised Methodology. 800 MHz & 2.6 GHz Combined Award

DAFTAR PUSTAKA

- [16] ETSI TS 145 005.2012. *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Radio transmission and reception*
- [17] ETSI TR 136 913.2010. *LTE; Requirements for further advancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA)*
- [18] Rajendra K. Jain. 1984. *A Quantitative Measure of Fairness and Discrimination for Resource Allocation in Shared Computer System*. Eastern Research Lab

