

ANALISIS PERBANDINGAN PERENCAANAN FREKUENSI DENGAN METODE SOFT FREQUENCY REUSE, FRACTIONAL FREQUENCY REUSE DAN REUSE 1 PADA JARINGAN LONG TERM EVOLUTION (LTE)

Sigit Dedi Purwanto¹, Arfianto Fahmi², Uke Kurniawan Usman³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

OFDMA adalah teknik multiple akses yang berdasar pada modulasi OFDM dimana setiap user dialokasikan satu resource block. LTE sebagai sistem komunikasi selular mobile broadband mengadopsi OFDMA sebagai multiple akses dan frekuensi reuse 1 untuk mencapai efisiensi spektral yang besar. Karena pemakaian reuse 1 maka inter-cell interference (ICI) atau inter-sector interference menjadi masalah yang signifikan pada OFDMA khususnya pada user yang berada pada pinggir sel (cell edge). Oleh karena itu dibutuhkan suatu manajemen interferensi untuk meningkatkan performansi cell edge user.

Manajemen interferensi yang dibahas pada tugas akhir ini yaitu inter-cell interference coordination (ICIC) dengan teknik skema frekuensi reuse. Skema frekuensi reuse yang akan dibahas yaitu reuse 3, fractional frequency reuse (FFR), dan soft frequency reuse (SFR). Reuse 3, FFR, dan SFR bertujuan untuk meningkatkan performansi cell edge user (SINR, data rate) pada reuse 1. Pada perencanaan skema frekuensi reuse menggunakan konfigurasi sel layout 19 eNodeB (3 sektor/eNodeB) yang terdiri dari 1 eNodeB serving dan 18 eNodeB penginterferensi.

Dari hasil perencanaan frekuensi reuse didapatkan hasil perhitungan efisiensi spektral sebagai berikut frekuensi reuse 1 = 3.52 bps/Hz, frekuensi reuse 3 = 4.34 bps/Hz, FFR1 = 4.32 bps/Hz, FFR2 = 4.34 bps/Hz, SFR1 = 3.97 bps/Hz, SFR2 = 3.91 bps/Hz. Dari hasil efisiensi spektral yang didapatkan frekuensi reuse 1 mempunyai performansi paling buruk, performansi paling bagus dicapai oleh frekuensi reuse 3 dan FFR sedangkan SFR mempunyai performansi diantara reuse 3 dan FFR.

Kata Kunci : LTE, ICI, ICIC, FFR, SFR

Abstract

OFDMA is a multiple access technique based on OFDM modulation, where each user is allocated one resource block. Long term evolution (LTE) as a provider of mobile broadband communication system adopting FDMA as the multiple access and frequency reuse 1 to achieve greater spectral efficiency. Because using the reuse 1, inter-cell interference (ICI) or inter-sector interference become a significant problem in OFDMA, especially in users who are on the edge of the cell (cell edge user). Therefore, interference management is needed to improve the performance of the cell edge users.

Interference management discussed in this thesis is the inter-cell interference coordination (ICIC) with frequency reuse scheme techniques. Frequency reuse scheme to be discussed is reuse 3, the fractional frequency reuse (FFR), and soft frequency reuse (SFR). Reuse 3, FFR, and SFR aims to improve the performance of cell edge users (SINR, data rate) on the reuse 1. In the planning of frequency reuse scheme using cell layout configuration 19 eNodeB (3 sector/eNodeB) consisting of 1 eNodeB serving (eNodeB 0) and 18 eNodeB (eNodeB 1-18) interferer.

From the results obtained planning of frequency reuse efficiency calculated as follows spectral frequency reuse 1 = 3.52 bps / Hz, the frequency reuse 3 = 4.34 bps / Hz, FFR1 = 4.32 bps / Hz, FFR2 = 4.34 bps / Hz, SFR1 = 3.97 bps / Hz, SFR2 = 3.91 bps / Hz. From the results obtained spectral efficiency frequency reuse 1 has the worst performance, the best performance achieved by frequency reuse 3 and FFR while the SFR has a performance between reuse 3 and FFR.

Keywords : LTE, ICI, ICIC, FFR, SFR

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LatarBelakang

Perkembangan teknologi telekomunikasi selular saat ini sangat pesat karena komunikasi selular memberikan kemudahan berkomunikasi (*anytime,anywhere*) dan berbagai layanan yang beraneka ragam. Perkembangan teknologi selular saat ini telah sampai pada generasi ke 4 (4G). Pada teknologi 4G *user* dimungkinkan dapat mengakses berbagai layanan dengan kecepatan akses yang tinggi.

Salah satu standar teknologi 4G yaitu LTE (*Long Term Evolution*) yang diperkenalkan oleh *3GPP release 8* pada tahun 2004. LTE diharapkan dapat meningkatkan kapasitas dan kecepatan akses pada jaringan selular. Dalam perkembangannya LTE mengadopsi beberapa teknologi pendukung, diantaranya yaitu OFDMA sebagai multiple akses. OFDMA mempunyai kelebihan dalam mengurangi efek ISI (*Inter Symbol Interferency*) dan kekurangannya yaitu meningkatkan *intercell interferency* (ICI). ICI merupakan masalah yang sangat serius pada jaringan LTE karena ICI dapat mempengaruhi performansi *user* dan menurunkan kapasitas pada suatu sel. Oleh karena itu sangat diperlukan manajemen interferensi untuk meningkatkan performansi *user* dan sel yaitu dengan melakukan perencanaan skema frekuensi reuse.

Ada empat skema frekuensi reuse yang akan dibahas dalam tugas akhir ini yaitu reuse 1, reuse 3, *fractional frequency reuse* dan *Soft frequency reuse*. Reuse 3, *soft frequency reuse* ,dan *fractional frequency reuse* bertujuan untuk mengurangi efek interferensi pada daerah pinggir sel (*cell edge*) yang ditimbulkan pada frekuensi reuse 1. Interferensi yang kecil pada *cell edge* akan meningkatkan SINR rata- rata *user* yang berada pada *cell edge* dan kapasitas sel. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk membuat tugas akhir dengan judul

“ Analisis Perbandingan Perencanaan Frekuensi dengan Metode Soft Frequency Reuse ,Fractional Frequency Reuse ,dan frekuensi reuse 1 pada Jaringan Long Term Evolution (LTE)”

1.2 Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah

1. Mengetahui performansi *user* yang berada di pinggir sel dari sisi kualitas sinyal (SINR) dan *data rate* .
2. Mengetahui efisiensi spektral per sektor pada setiap skema frekuensi reuse.
3. Mengetahui *throughput* total per sektor pada setiap skema frekuensi reuse.
4. Mengetahui visualisasi performansi frekuensi reuse berdasar nilai SINR.
5. Mengetahui perbedaan performansi yang dicapai oleh setiap skema frekuensi reuse.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah

1. Bagaimana memodelkan konfigurasi 19 makro eNodeB ?
2. Bagaimana cara memodelkan estimasi SINR pada setiap skema frekuensi reuse ?
3. Bagaimana mengatur alokasi daya pancar dan *bandwith* frekuensi pada setiap eNodeB ?
4. Bagaimana cara meningkatkan performansi pada *cell edge user* ?
5. Bagaimana cara meningkatkan efisiensi spektral per sektor ?
6. Bagaimana memvisualisaikan performansi frekuensi reuse?
7. Bagaimana cara memilih skema *frequency reuse* yang tepat untuk jaringan LTE

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah.

1. Menggunakan frekuensi kerja 2600 Mhz.
2. *Bandwdith* frekuensi yang di alokasikan 15 Mhz. (2620 – 2635 Mhz).
3. Penelitian dilakukan pada 19 *macroNodeB*, 3 sektor/ eNodeB (57 sektor)
4. Sistem transmisi SISO (*single input single output*).
5. Jumlah *user* yang dipakai dalam perhitungan SINR adalah enam *user*
6. Memakai model kanal AWGN
7. Hanya memperhitungkan interferensi yang bersumber dari *main lobe*
8. Mengabaikan *adjacent sector interference* karena antar sektor yang memakai frekuensi sama pada setiap eNodeB sudah melakukan proses frekuensi *schedulling*.
9. Hanya memperhitungkan interferensi pada arah *downlink*
10. Hanya memperhitungkan $R_{in} = 300$ m dan $R_{in} = 500$ m
11. Setiap *user* di alokasikan 1 *resoeurce block*.
12. Simulasi visualisasi memakai *software* mentum planet 5.0

1.5 Metodologi

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

1. Pemodelan Sistem

Pada tahap ini akan dilakukan perhitungan jari-jari sel, alokasi *bandwidth* dan daya pancar pembuatan *layout* sistem ,dan model perhitungan SINR *downlink* berdasar *layout* sistem yang dibuat.

2. Performansi Sistem

Pada tahap ini akan dilakukan perhitungan performansi *user* (SINR rata-rata,Data rate rata-rata) dan performansi jaringan (*throughput* total/ sektor dan efisiensi spektral/sektor.

3. Simulasi

Pada tahap ini akan dilakukan simulasi cakupan sel berdasarkan parameter perencanaan untuk mendapatkan visualisasi performansi (berdasar nilai SINR) pada masing – masing frekuensi reuse.

4. Analisis Sistem

Pada tahap ini akan dilakukan analisis terhadap data-data yang telah diperoleh pada saat tahap performansi sistem dan simulasi.

1.6 Sistematika penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir yang akan dilakukan 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 dan Simulasi

Pada bab ini akan dilakukan perancangan frekuensi reuse 1, reuse 3, *Fractional frequency reuse*, dan *soft frequency reuse* serta dilakukan perhitungan untuk mendapatkan data – data yang diperlukan dalam tahap analisis.

BAB IV Hasil dan Analisis

Pada bab ini dilakukan analisis hasil perencanaan sesuai dengan skenario yang telah dirancang dan ditetapkan.

BAB V Penutup

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

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Performansi *cell edge user* yang dicapai oleh reuse 3, FFR, dan SFR lebih bagus daripada reuse 1. Performansi *cell edge user* pada reuse 1 sangat buruk dikarenakan adanya *intercell* interferensi yang tinggi pada *cell edge*. Berikut adalah perbandingan performansi pada *cell edge user* masing – masing skema frekuensi reuse.

	Reuse 1	Reuse 3	FFR1	FFR2	SFR1	SFR2
SINR Rata-rata/user (dB)	5.19	12.8	13.67	13.51	9.69	8.86
Data rate rata2 /user (Mbps)	0.437	0.682	0.697	0.694	0.615	0.598

2. Performansi *user* pada *cell centre* yang dicapai oleh masing –masing skema frekuensi reuse cukup bagus, karena pada *cell centre user* tingkat *intercell* interferensi sangat rendah. Berikut adalah perbandingan performansi *cell centre user* pada masing-masing skema frekuensi reuse

	Reuse 1	Reuse 3	FFR1	FFR2	SFR1	SFR2
SINR Rata-rata/user (dB)	38.97	44.16	38.05	39.24	33.23	35.1
Data rate Rata2/User (Mbps)	0.958	0.989	0.951	0.959	0.917	0.931

3. Spektral efisiensi per sektor tertinggi dicapai oleh reuse 3 dan FFR 2 (4.34 bps/hz/sektor) dan yang terburuk dicapai oleh frekuensi reuse 1 (3.52 bps/hz/sektor)
4. Total *throughput* / sektor terbaik dicapai oleh SFR 1 (Mbps) dan yang paling buruk dicapai oleh reuse 3 (15.456 Mbps).
5. Peningkatan daya pancar pada *cell centre* (FFR & SFR) dapat meningkatkan nilai SINR pada *cell centre user* tetapi dapat menurunkan performansi *cell edge user* karena terjadi penurunan daya pancar pada *cell edge user*. Pada FFR 1 dan SFR 1 daya pancar *cell centre* = 10 watt ,*cell edge* =30 watt ,SINR *cell edge user* yang dapat dicapai FFR1 = 5.38 dB, SFR 1 = -0.17 dB. Pada SFR 2 dan FFR 2 daya pancar *cell centre* = 15 watt ,*cell edge* = 25 watt ,SINR *cell edge user* yang dapat dicapai FFR2 = 4.46 dB, SFR 2 = -0.97 dB.
6. Jari- jari *cell centre* yang semakin besar memberikan efek penurunan performansi bagi *cell centre user* dan *cell edge user* dikarenakan menurunnya nilai SINR rata-rata . Misalnya pada FFR $R_{in} = 300$ m , nilai SINR *cell centre* rata-rata = 38.05dB dan FFR $R_{in} = 500$ m nilai SINR *cell centre* rata-rata= 31.14
7. Untuk area urban LTE dapat mengimplementasikan SFR, karena SFR mempunyai performansi rata-rata yang cukup bagus pada *cell edge* ,*cell centre* dan total *throughput* yang besar (52.724 Mbps). Berikut adalah performansi dari SFR .

	Data rate Cell Centre /user	Data rate Cell Edge /user	Spectral Efficiency/sektor	Throughput/ sektor
SFR 1	0.917 Mbps	0.615 Mbps	3.97 bps/Hz	47.488 Mbps
SFR 2	0.931 Mbps	0.589 Mbps	3.91 bps/hz	45.248 Mbps

5.2 Saran

Saran yang diajukan untuk penelitian lebih lanjut adalah sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai teknik mengatasi *intercell interference* pada LTE
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai implementasi *frequency scheduling* yang dikombinasikan dengan *fractional frequency reuse* dan *soft frequency reuse*
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai *fractional frequency reuse* dan *soft frequency reuse* dengan berbagai jumlah *user* dan *user mobility* .



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Luo, J dan Xiang, Y. 2009 . ”*Intercell Interference Mitigation Through Flexible Resource Reuse in OFDMA based Communication Network*”. Siemens Networks GmbH & Co.KG.,Munich,Germany.
- [2] Husain,Sajid.2009.” *Dynamic Radio Resource in 3GPP LTE*”.Master Thesis.Blekinge Institut of Tecchnology.
- [3] Ganti,K R.,Sohn,I.,Andrews,GJ.Novlan,T. 2009.”*Comparison of Fractional Reuse Approaches in the OFDMA cellular Downlink*. Wireless networking and Communications group university of texas. Austin
- [4] Wong,W.Yanikomeroglu,H.,Rahman,M.”*Interference Avoidance with Dynamic Inter-cell Coordination for Downlink LTE system*”.Carleton University.Otawa, Canada.
- [5] Shin,J.Jeong,J.,Lee,T.,dan Lee,P.”*Interference Management in LTE Femtocell System Using Fractional Frequency Reuse*”. School of Information and Communication Engineering Sungkyunkwan University.Suwon,Korea.
- [6] 3GPP TSG RAN WG Meeting#41.2005.” *Soft Frequency Reuse Scheme for UTRAN LTE* “.Huawei.Athens,Greece.
- [7] Abdul Basit,Syed.2009. “ *Dimensioning of LTE network description of model and tool ,coverage and capacity estimation of 3gpp long term evolution*“.Helsinki university of technology.
- [8] 3GPP TR 36 942 V8.1.0.2008.” *E-UTRA, Radio Frequency (RF) System Scenarios*”.
- [9] Toskala,Antti,dan Holma,Harri.2009.”*LTE for UMTS OFDMA and SC-FDMA for Radio Access*”. Finland : John Wiley and Sons ltd.

-
- [10] Abu Al-Saud, W.A. Dr. "Frequency Reuse Concept". Wireless and Mobile Communication (082)
- [11] Toskala, Antti, dan Holma, Harri. 2007. "Wcdma for UMTS, HSPA Evolution and LTE". Finland : John Wiley and Sons Ltd.
- [12] Hes-Shafi A.A.Q.M., dan shahajahan, M. 2009. "Analisis of Propagation Model for Wimax at 3.5 Ghz". Sweden : Blekinge Institut of technology.
- [13] Rumei, Moray. 2008. " SC-FDMA – the new LTE uplink explained ". Agilent
- [14] Ericsson. 2007. "Long Term Evolution (LTE): Introduction "
- [15] Mehlhauer, Christian. Wolkertorfer, Martin. Krasniqi, Bujar. " Weighted Sum-Rate Maximization for Two Users in Partial Frequency Reuse Cellular Network ". The Telecommunication Research Centre Vienna (FTW). Vienna
- [16] Carlos, H., Hernandez, A., dan Choliz, Juan. "Algorithms and strategies for communication systems with location awareness "
- [17] Baker, Matthew. Taufik, Issam. Sesia, Stefani. 2009. " LTE from Theory to Practice ". UK: John Wiley and Sons Ltd.

Telkom
University