

ANALISIS PENGGUNAAN METODE PENJADWALAN FREKUENSI UNTUK MENGATASI INTERFERENSI PADA JARINGAN LTE FEMTOCELL

Muhammad Fazlur Rachman¹, Nachwan Mufti², Hadi Hariyanto³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Femto merupakan perkembangan dari base station pada jaringan selular dengan menggunakan level daya yang rendah dan memiliki coverage yang lebih kecil dibanding dengan macro. Femto merupakan solusi yang tepat untuk meningkatkan coverage dan capacity pada jaringan khususnya pada area indoor.

Tugas Akhir ini membahas mengenai penggunaan metode frequency scheduling (penjadwalan frekuensi) untuk mengatasi interferensi pada jaringan LTE Femtocell. Metode ini berbasis teknologi cognitive radio. Analisis penggunaan metode ini akan dilakukan dalam dua skenario penempatan femtocell. Skenario pertama dengan penempatan dynamic random frequency femtocell di daerah urban. Skenario kedua dengan penempatan dynamic frequency scheduling base femtocell di daerah urban. Selain itu, terdapat juga skenario berdasarkan kepadatan jaringan macro dan variasi bandwidth.

Metode frequency scheduling disimulasikan dengan simulator Matlab 2010a untuk penentuan SINR (signal to interference ratio) dan throughput. Hasil simulasi menunjukkan bahwa skenario frequency scheduling dengan metode penggunaan bandwidth maksimum (20 MHz) untuk LTE Femtocell dan lokasi Femtocell berada di tepi cell memiliki performansi dengan nilai SINR melewati threshold untuk menjamin BER 10⁻⁶ menggunakan orde modulasi tertinggi, yaitu 64 QAM. Hal ini disebabkan karena dengan kondisi tersebut interferensi CCI (co-channel interference) yang dirasakan femto berada pada level terendah.

Kata Kunci : Femtocell, OFDM, Interferensi, SINR, throughput, alokasi frekuensi

Abstract

Femto is the development of base stations in cellular networks using low power levels and has a smaller coverage than macro. Femto is the perfect solution to enhance coverage and capacity on the network, especially in indoor areas.

This final project discusses about the use of frequency scheduling method (scheduling frequency) to overcome interference on LTE Femtocell network. This method is actually based on cognitive radio technology. Analysis using this method will be done in two placement scenarios femtocells. The first scenario is by placement of dynamic random frequency femtocells in urban areas. The second scenario is by placement of dynamic scheduling frequency femtocell base in urban areas. In addition, there are also scenarios based on the macro network density and bandwidth variations.

Frequency scheduling method is simulated with Matlab 2010a simulator for determining SINR (signal to interference ratio) and throughput. The simulation results showed that the frequency scheduling scenarios with the method of using the maximum bandwidth (20 MHz) for the LTE Femtocell and Femtocell location on the edge cell has a performance with SINR value past the threshold to guarantee the BER 10⁻⁶ using the highest modulation order, ie 64 QAM. This is due to such conditions interference with CCI (co-channel interference) are perceived Femto are at their lowest level.

Keywords : Femtocell, OFDM, Interference, SINR, throughput, frequency allocation

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada jaringan seluler, diperkirakan $\frac{2}{3}$ dari panggilan *voice* dan 90% komunikasi data diakses dari lingkungan *indoor*, seperti perumahan dan perkantoran. Sayangnya, hasil survey menunjukkan 45% pelanggan di lingkungan perumahan dan 30% dari kawasan perkantoran mendapat kualitas layanan *indoor* yang buruk. Umumnya *eNodeB* (*base station*) dari jaringan *outdoor* tidak dapat melayani ke dalam sebuah gedung atau *indoor* karena diakibatkan oleh redaman bangunan dan kepadatan user. Hal ini perlu mendapat perhatian serius dari operator karena penyediaan layanan *indoor* yang baik merupakan hal yang sangat penting baik bagi pelanggan selular maupun untuk operator sendiri.

Femtocell yang biasa disebut *femto-AP* atau *femto-BS* merupakan salah satu solusi untuk meningkatkan *coverage* serta kapasitas sistem pada jaringan *indoor*. Penggunaan *femtocell* memiliki beberapa keuntungan seperti harga perangkat yang lebih murah (*cost effective*), level daya yang rendah (*low power*) dan instalasi yang relatif mudah sehingga membuat penerapan *femtocell* pada jaringan selular ini menarik untuk dikembangkan lebih lanjut.

Penggunaan *femtocell* dipastikan akan menimbulkan permasalahan dalam hal interferensi. Permasalahan tersebut tidak mungkin selalu diatasi secara manual, misalnya pihak operator sering mengecek penempatan *femtocell* agar tidak terjadi interferensi dengan *eNodeB* di sekitarnya. Mengandalkan *user* untuk menempatkan *femtocell* agar tidak terjadi interferensi juga tidak mungkin, karena kebanyakan *user* masih awam mengenai masalah ini. Oleh sebab itu, pada Tugas Akhir ini akan dilakukan penelitian metode pengalokasian frekuensi yang tepat sehingga *femtocell* dapat menyesuaikan diri pada lingkungan yang ditempatkan. Metode ini nantinya akan memberikan solusi pada penggunaan *femtocell* sehingga efek interferensi bisa diminimalisasi.

:: Analisis Penggunaan Metode Penjadwalan Frekuensi untuk Mengatasi Interferensi pada Jaringan LTE Femtocell ::

1.2 Tujuan Tugas Akhir

Penyusunan Tugas Akhir ini bertujuan untuk:

1. Mengalisis karakteristik interferensi *femtocell* berdasarkan studi literatur maupun implementasi simulasi.
2. Mengetahui cara kerja pengalokasian frekuensi pada jaringan Femtocell LTE.
3. Mempelajari metode penjadwalan frekuensi untuk mengatasi interferensi untuk meningkatkan peformansi jaringan LTE *femtocell*.
4. Melakukan skenario simulasi dengan pemakaian metode penjadwalan frekuensi dan menganalisis hasilnya.
5. Menentukan skenario implementasi *femtocell* yang yang paling efektif untuk diterapkan pada jaringan LTE khususnya pengalokasian frekuensi.

1.3 Perumusan Masalah

Masalah yang dihadapi dalam pengembangan ini adalah :

1. Skenario yang digunakan dalam penempatan *femtocell* dalam jaringan *macrocell* yang telah ada sebelumnya.
2. Konfigurasi dan parameter yang harus dipertimbangkan dalam merancang konfigurasi jaringan *macrocell-femtocell*.
3. Penerapan metode penjadwalan frekuensi dalam mengatasi interferensi yang akan disimulasikan pada jaringan *femtocell*.
4. Bagaimana mengaplikasikan susunan jaringan dengan parameter-parameternya ke dalam *software* simulasi sehingga didapat hasil yang dibutuhkan untuk dianalisis.
5. Bagaimana cara mengolah keluaran dari hasil simulasi.

1.4 Pembatasan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Jaringan yang akan disimulasikan adalah jaringan LTE.

:: Bab I - Pendahuluan ::

2. Skenario yang akan digunakan dalam simulasi adalah skenario interferensi antara *macrocell-femtocell*
3. Interferensi yang dianalisis pada arah *downlink*.
4. Penelitian interferensi difokuskan CCI (*Co-Channel Interference*) pada jaringan *femtocell*.
5. Frekuensi kerja LTE *femtocell* pada 2600 MHz dan bandwidth 10 MHz dan 20 MHz.
6. *Transmit power* macro dan femto dianggap stabil dengan tidak membahas *power control*.
7. Studi kasus lokasi pengembangan pada skenario penempatan *macrocell-femtocell* di daerah urban.
8. Diasumsikan tidak terjadi *handover* antara *macrocell* dengan *femtocell*.
9. Diasumsikan *macrocell* dengan kondisi performansi yang baik.
10. Simulasi dilakukan menggunakan bantuan *software*.

1.5 Hipotesis

Hipotesis pada tugas akhir ini diperoleh sebagai berikut:

- 1 Metode untuk pengalokasian sumberdaya frekuensi pada *femtocell* diantaranya adalah *dynamic frequency femtocell* dan *frequency scheduling base femtocell* pada arah *downlink* menggunakan *Orthogonal Frequency Digital Multiple Access (OFDMA)*.
- 2 Daya pancar *femtocell* dan *macrocell* dapat menyebabkan interferensi pada masing-masing jaringan, dengan *co-channel interference (CCI)* merupakan jenis interferensi terbesar yang dialami.
- 3 Pemakaian metoda pengalokasian sumber daya frekuensi yang tepat dapat meningkatkan performansi pada jaringan *femtocell*, khususnya dalam mengatasi CCI (*Co-Channel Interferensi*) secara signifikan.
- 4 Unjuk kerja jaringan terhadap interferensi dapat dilihat dengan parameter SINR dan *throughput*.

1.6 Sistematika Penulisan

Proposal Tugas Akhir ini disusun dengan sistematika pembahasan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Memaparkan latar belakang masalah, tujuan, manfaat, rumusan masalah, batasan masalah, sistematika penulisan, metodologi penyelesaian masalah, dan jadwal pelaksanaan.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini membahas teori yang mendukung penyusunan tugas akhir ini yaitu mengenai teknologi selular khususnya pada *femtocell*.

BAB III PEMODELAN DAN DIAGRAM ALIR SISTEM

Bab ini membahas mengenai model sistem, diagram blok sistem, aliran pengerjaan penelitian (*flowchart*), penjelasan sistem serta simulasi Tugas Akhir ini.

BAB IV ANALISIS HASIL SIMULASI

Bab ini membahas hasil dari perhitungan simulasi yang telah dilakukan analisis dan analisi mendalam dari hasil simulasi tersebut.

BAB V PENUTUP

Bab ini memberikan inti sari dari keseluruhan penelitian dan saran-saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

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

1. Kepadatan *user macro* berbanding terbalik terhadap performansi SINR *femto*. Dari perhitungan didapatkan setiap kepadatan *user macro* bertambah 10 *user* secara berutan terjadi penurunan SINR, dengan rata-rata penurunan 7.95 % tanpa *frequency scheduling* dan dapat ditekan menjadi 3.63% saat menggunakan *frequency scheduling*. Hal ini dikarenakan efek interferensi CCI semakin besar. Begitu pula dengan nilai *throughput femto* yang didapat.
2. Posisi *femto* pada tepi *cell* akan menghasilkan performansi SINR yang lebih baik daripada di tengah *cell*. Dari perhitungan didapatkan nilai *channel gain* saat *femto* berada di tengah *cell* 9.2366 dBm, lebih besar dibandingkan saat *femto* berada di tepi *cell* yaitu sebesar 9.1917 dBm. Nilai *channel gain outdoor* ini berbanding terbalik dengan nilai SINR *femto*.
3. Penggunaan *bandwidth* yang lebih lebar dapat menaikkan nilai SINR. Dari hasil perhitungan didapat nilai SINR rata-rata naik 8.53% ketika lebar *bandwidth* dinaikan dari 10 MHz menjadi 20 MHz. Hal ini dikarenakan semakin lebar *bandwidth*, maka RB (*Resource Block*) yang tersedia semakin banyak. Sehingga interferensi CCI semakin menurun, sebab peluang penggunaan RB yang sama oleh *femto* dan *macro* turut mengecil pula.
4. Pada Tugas Akhir ini lebar *bandwidth* tidak berpengaruh secara signifikan terhadap *throughput femto*. Dimana rata-rata *throughput* hanya meningkat 1.15 % saat lebar *bandwidth* ditingkatkan dari 10 MHz menjadi 20 MHz. Hal ini dikarenakan untuk Tugas Akhir ini studi kasus layanan yang dibahas adalah layanan CBR (*constant bit rate*) sehingga *throughput*-pun cenderung konstan.
5. Penggunaan metode *frequency scheduling* dapat meningkatkan performansi SINR dan juga *throughput*. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai SINR

:: Analisis Penggunaan Metode Penjadwalan Frekuensi untuk Mengatasi Interferensi pada Jaringan LTE Femtocell ::

:: Bab V - Penutup ::

setelah digunakan metode *frequency scheduling* naik 11.98 % dari sebelumnya. Sedangkan nilai *throughput* sebanding dengan nilai SINR. Hal ini dikarenakan metode *frequency scheduling* dapat menekan interferensi CCI yang terjadi.

5.2 Saran

Saran yang diajukan untuk penelitian lebih lanjut adalah sebagai berikut :

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai layanan yang diakses, dapat mengganti layanan CBR (*constant bit rate*) dengan layanan BE (*best effort*), sehingga penggunaan RB antar *user* tidak seragam.
2. Perlu penelitian dan simulasi metode lain untuk dapat dibandingkan dengan metode sebelumnya, sebagai contoh metode power control.
3. Perlu penelitian lebih lanjut untuk pemilihan model kanal, kanal AWGN dapat diganti dengan Pedestrian A yang cukup sesuai dengan kondisi *indoor*.
4. Perlu penelitian lebih lanjut untuk mobilitas *user*, dapat dibuat bergerak dengan menggunakan model kanal yang mendukung pergerakan *user*.

Telkom
University

Daftar Pustaka

- [1] 3GPP TS 36.300 V9.2.0 (2009-12), "Overall description; Stage 2", Desember 2009.
- [2] 3GPP TR 36.921 V9.0.0 (2010-03), "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); FDD Home eNode B (HeNB) Radio Frequency (RF) requirements analysis (Release 9)," Maret 2010.
- [3] 3GPP TS 22.220 V10.4.0 (2010-09), "Technical Specification Group Services and System Aspects; Service requirements for Home Node B (HNB) and Home eNode B (HeNB)." September 2010.
- [4] Artanto P, Dyan, "Perancangan Jaringan Long Term Evolution di Kota Bandung," Institut Teknologi Telkom, Maret 2010.
- [5] Chang-Yeong Oh, Min Young Chun, Hyunseung Choo, and Thae-Jin Lee, A Novel Frequency Planning for Femtocell in OFDMA-Based Cellular Network Using Fractional Frequency Reuse," Sungkyunkwan University, ICSSA 2010.
- [6] D. Lopez-Perez et al., "Interference Avoidance and Dynamic Frequency Planning for WiMAX Femtocells Networks," IEEE International Conference on Communication Systems (ICCS), Nov. 2008.
- [7] Femto Forum, "Interference Management in OFDMA Femtocells," Maret, 2010.
- [8] Jie Zhang, Guillaume de la Roche, "Femtocell: Technologies and Deployment." University of Bedfordshire, UK. Wiley 2010.
- [9] Kristiawati Utami, Fajar. "Simulasi dan Analisis Interference Avoidence pada Jaringan Wimax Femtocell," Institut Teknologi Telkom, Juli 2010
- [10] H. Lei, L. Zhang, X. Zhang, and D. Yang, "A Novel Multi-cell OFDMA System Structure Using Fractional Frequency Reuse," IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC), September 2007.

- [11] Poongup Lee, Taeyoung Lee, Jangkeun Jeong, and Jitae Shin, "Interference Management in LTE Femtocell Systems Using Fractional Frequency Reuse," IEEE Advanced Communication Technology (ICACT), 2010.
- [12] Taeyoung Lee, Jisun Yoon, Sangtae Lee, and Jitae Shin, "Resource Allocation Analysis in OFDMA Femtocells Using Fractional Frequency Reuse," IEEE. International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, September 2010.
- [13] Ninggolan. Evi, "Analisa Penerapan Fractional Frequency Reuse pada Mobile WiMAX", Institut Teknologi Telkom, 2009.
- [14] Nugraha, Toha Ardi. "Simulasi dan Analisis Algoritma Manajemen Interferensi pada LTE Femtocell", Institut Teknologi Telkom 2011