

## SIMULASI DAN ANALISIS ALGORITMA MANAJEMEN INTERFERENSI PADA LTE FEMTOCELL

Toha Ardi Nugraha<sup>1</sup>, Nachwan Mufti<sup>2</sup>, Hazim Ahmadi ..<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik 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.

Pada tugas akhir ini membahas tentang algoritma untuk mengatasi Co-Channel interference (CCI) dalam penempatan jaringan LTE femto (HeNB) pada LTE macro (eNB). Algoritma yang digunakan menggunakan skenario FFR (Fractional Frequency Reuse) yaitu membagi bandwidth frekuensi menjadi beberapa frame untuk dialokasikan pada bagian pusat sel (cell center) dan tepi (cell edge).

Algoritma FFR disimulasikan dengan simulator Matlab 7.8 dan Mentum Planet 5.0 untuk penentuan SINR dan data rate. Hasil simulasi menunjukkan bahwa skenario FFR dengan metode pengalokasian 50% bandwidth cell center macro merupakan metode yang efektif digunakan pada penggelaran femto pada jaringan macro. Hal ini disebabkan keseimbangan antara cell center, cell edge macro, dan femto dengan adanya penambahan femto pada bagian cell edge. Dengan skenario tersebut peningkatan terjadi dengan rata-rata 2% setiap penambahan kelipatan 20 femto pada cell edge macro.

Kata Kunci : LTE, Femtocell, Interferensi, FFR

---

### 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.

In this thesis discusses the algorithm to cope with Co-Channel Interference (CCI) in the placement LTE femto (HeNB) on LTE macro (eNB). The algorithm used to use scenarios FFR (Fractional Frequency Reuse) that divides the frequency bandwidth into multiple frames to be allocated at the center of the cell (cell center) and edge (cell edge).

FFR algorithm is simulated with the simulator Matlab 7.8 and Mentum Planet 5.0 for the determination of SINR and data rate. The simulation results show that the scenario of FFR with the method of allocating 50% of the bandwidth of the macro-cell center is an effective method used in the deployment of femto in macro networks. This is due to the balance between cell centers, macro-cell edge, and with the addition of femto at the cell edge. With these scenarios the increase occurred with an average of 2% per multiple of an extra 20 femto on the macro cell edge.

Keywords : LTE, Femtocell, Inteferece, FFR

---

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan pelanggan selular semakin lama semakin bertambah dengan banyaknya layanan yang diberikan melalui media selular. Perkembangan kebutuhan akan informasi data yang dapat diakses dimana saja menjadi hal yang sangat penting bagi pelanggan selular. Namun saat ini masih banyak ditemukan sinyal jaringan yang lemah di dalam ruangan (*indoor*). Sinyal jaringan pada area indoor sering lemah disebabkan adanya redaman bangunan misalnya beton dan dinding ruangan yang tebal. Sinyal yang lemah tersebut berdampak juga pada penurunan kecepatan transfer data (*data rate*).

Operator selular pada umumnya sudah mengupayakan beberapa solusi yaitu dengan memasang *base station indoor*, *repeater*, baik dengan sistem *distribution antenna system* (DAS) maupaun *single antenna*. Metode tersebut merupakan solusi yang saat ini dipakai untuk memperbaiki kualitas sinyal *indoor*. Akan tetapi solusi tersebut masih belum menyeluruh diterapkan karena beberapa hal, diantaranya perlu perijinan pemakaian bangunan, pemasangan dan operasionalnya membutuhkan biaya yang cukup besar.

Sejalan dengan perkembangan selular menuju ke arah 4G yang mendukung kecepatan dengan transfer data tinggi, maka jaringan selular yang baik perlu diterapkan dalam segala kondisi (*outdoor* maupun *indoor*). Oleh karena itu, *Femto Forum* bersama dengan standard 3GPP dan *Broadband Forum* membuat solusi baru dalam menangani pelanggan pada area *indoor* yang disebut dengan *femtocell*. Standard pertama *femtocell* dikeluarkan oleh 3GPP pada *release 8*. Pada standard tersebut menyebutkan *femtocell* dapat beroperasi pada jaringan UMTS maupun LTE atau *femtocell* dapat memakai *band* frekuensi yang sama seperti *macrocell*.

*Femtocell* merupakan *base station* kecil atau bisa disebut *access point base station* tetapi dengan koneksi xDSL, *ethernet* ataupun *fiber optik* (FTTx) sebagai *backhaul* ke jaringan operatornya. *Femtocell* dapat melayani kebutuhan transfer data kecepatan tinggi pada ruangan, biaya pemasangan relatif murah, dan

---

*Simulasi dan Analisis Algoritma Manajemen Interferensi Pada LTE Femtocell* 1

konsumsi daya yang kecil. Perbedaan *femtocell* dibandingkan solusi indoor sebelumnya adalah pemasangan *femtocell* menggunakan *backhaul* yang khusus dan perangkat *femto* dimiliki oleh pelanggan.

Pelanggan yang berada pada tepi sel biasanya kurang mendapat sinyal yang baik dari *macrocell*, sehingga diprediksikan akan sangat dibantu dengan adanya *femtocell*. *Femtocell* bukan hanya memberikan akses data dengan kecepatan tinggi tetapi *femtocell* juga mempunyai fitur-fitur tambahan (*added services*), sehingga pemakaiannya mempunyai nilai lebih tersendiri. Namun pemakaian *femtocell* juga bisa menjadi penyebab penurunan performansi dari jaringan *macrocell* apabila tidak adanya pengaturan frekuensi yang digunakan oleh *femtocell*. Pengalokaisan frekuensi pada *femtocell* perlu dilakukan untuk menghindari adanya interferensi karena frekuensi yang sama (*co-channel interference*) baik antara *femto-macro* maupun *femto-femto*.

Pada penggelaran LTE *femtocell* yang sudah berbasis OFDMA, maka pengaturan frekuensi dapat dilakukan berdasarkan alokasi *sub-carrier*. Salah satu algoritma pengaturan *sub-carrier* yaitu *Fractional Frequency Reuse* (FFR). Dengan adanya FFR, maka *sub-carrier* dari *bandwidth* frekuensi yang digunakan oleh *macro* dan *femto* dapat dialokasikan sehingga meminimalisasi adanya *co-channel interference*.

## 1.2 Tujuan Tugas Akhir

Penyusunan Tugas Akhir ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui karakteristik interferensi pada *LTE femto* berdasarkan studi literatur maupun implementasi simulasi.
2. Mengetahui parameter *sub-carrier frequency allocation* pada jaringan *LTE femto*.
3. Mengetahui *Fractional Frequency Reuse* (FFR) sebagai algoritma manajemen interferensi dalam mengatasi *Co-Channel Interference* (CCI).
4. Memodelkan, menghitung, dan mensimulasikan penggunaan algoritma tersebut menggunakan *software* dan menganalisis hasilnya.

### 1.3 Rumusan Masalah

Masalah yang dihadapi dalam pengembangan ini adalah :

1. Skenario apa yang akan digunakan dalam penempatan LTE *femto*.
2. Bagaimana konfigurasi jaringan *macro-femto* yang akan disimulasikan.
3. Parameter atau indikator apa saja yang harus dipertimbangkan dalam merancang konfigurasi jaringan *macro-femto*.
4. Algoritma *interference management* apa yang akan disimulasikan pada jaringan *femto*.
5. Bagaimana mengaplikasikan susunan jaringan dengan parameter-parameternya ke dalam perhitungan dan pada *software* simulasi sehingga didapat hasil yang dibutuhkan untuk dibandingkan.
6. Bagaimana cara mengolah keluaran dari hasil perhitungan dan simulasi.

### 1.4 Batasan Masalah

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

1. Jaringan yang akan disimulasikan adalah jaringan LTE.
2. Skenario yang akan digunakan dalam simulasi adalah skenario interferensi antara *macro-femto* dan *femto-femto*.
3. Interferensi yang dianalisis pada arah *downlink*.
4. *Transmit power macro* dan *femto* dianggap stabil dengan tidak membahas *power control*.
5. Tidak membahas skema *handover*.
6. Frekuensi kerja LTE pada 2600 MHz dan *bandwidth* 10 MHz
7. Studi kasus lokasi pengembangan pada skenario penempatan *macro-femto* di daerah *urban*.
8. *Base Station* (eNB) diasumsikan menggunakan antena *directional* dengan tiga sektor dan bersifat *SISO* (*Single Input Single Output*), dan pada *cell center* menggunakan antena *omni directional*.
9. Simulasi pada *femto-macro* dilakukan menggunakan *software*.

## 1.5 Metode Penelitian

Langkah yang akan ditempuh dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur  
Bertujuan untuk mempelajari dasar teori mulai dari teori tentang jaringan LTE *femto*, khususnya tentang skenario manajemen interferensi.
2. Studi pengembangan aplikasi  
Bertujuan untuk mengetahui implementasi *femto* dalam kehidupan nyata.
3. Merumuskan skenario pemodelan jaringan  
Bertujuan untuk merumuskan skenario simulasi untuk mencapai tujuan yang diinginkan dari simulasi.
4. Merumuskan Hipotesis  
Bertujuan untuk merumuskan aspek keuntungan, tantangan dan kekurangan/keterbatasan skenario yang ada berdasarkan penelitian yang sudah ada.
5. Merumuskan Alur Diagram  
Bertujuan untuk mempermudah perhitungan dan implementasi simulasi pada *software*.
6. Simulasi  
Bertujuan untuk implementasi jaringan pada *software* sekaligus memperoleh hasil yang dibutuhkan.
7. Analisis  
Bertujuan melakukan analisis dan memberikan penjelasan tentang sebab dan hasil yang terjadi dari simulasi.
8. Menarik Kesimpulan  
Bertujuan untuk merangkum dan mengambil inti yang diperoleh dari keseluruhan penelitian.

## 1.6 Hipotesis

Hipotesis pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- 1 Algoritma untuk mengatasi *Co-Channel Interference* diantaranya adalah *Fractional Frequency Reuse* yang dapat diterapkan pada jaringan LTE yang berbasis OFDMA.
- 2 Penggunaan metode akses (*close* dan *open access*) dapat mempengaruhi performansi dari jaringan *macro* dan *femto*.
- 3 Pemakaian skenario yang tepat dalam mengatasi interferensi dapat meningkatkan performansi pada jaringan.
- 4 Performansi didapatkan dengan melihat parameter SINR jaringan. Jika SINR jaringan naik maka *data rate* juga semakin besar.

## 1.7 Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir ini disusun dengan sistematika pembahasan sebagai berikut:

### BAB I PENDAHULUAN

Berisikan latar belakang masalah, tujuan, manfaat, rumusan masalah, batasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

### BAB II DASAR TEORI

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

### BAB III SKENARIO DAN SIMULASI

Bab ini membahas skenario pemodelan dan simulasi dalam manajemen interferensi.

### BAB IV HASIL-HASIL SIMULASI DAN ANALISIS

Bab ini membahas hasil dari perhitungan dan simulasi yang telah dilakukan dan analisis dari hasil 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. Penggelaran *femto* sangat berpengaruh bagi performansi SINR macro. Pemakaian FFR<sub>m-f</sub> (*Fractal Frequency Reuse* pada *macro* dan *femto*) merupakan skenario yang efektif untuk penggelaran pada bagian *cell edge macro* sehingga memberikan peningkatan SINR. Dari perhitungan didapatkan peningkatan SINR jaringan sekitar 8 kali lipat atau sebesar 22 dB pada area *cell edge macro*.
2. Penggelaran *femto* dengan metode “*close access*” akan menyebabkan penurunan SINR dan *data rate* dari jaringan *macro* akibat adanya CCI (*Co-Channel Interference*). CCI dapat diminimalisir dengan pemakaian metode skenario FFR<sub>m60-f</sub>. Saat jumlah *femto* 20 buah, *data rate macro* menurun menjadi 485,91 Kbps, untuk penambahan 40, 60, 80, 120, 140, dan 160 *femto* pada *macro*, penurunan *data rate* menjadi 280,26; 197,62; 152,78; 124,59; 105,21; 91,069; 80,292 Kbps.
3. Semakin banyak jumlah *femto* pada *cell edge* dan *femto* menggunakan “*open access*”, maka *data rate* jaringan pada *cell edge* juga semakin bertambah. Penambahan *data rate* paling baik jika menggunakan skenario FFR<sub>m40-f</sub>. Pada Saat jumlah *femto* 20 buah, *data rate macro* pada *cell edge* naik menjadi 9,890 Mbps, untuk penambahan 40, 60, 80, 120, 140, dan 160 *femto* pada *macro cell edge*, penambahan *data rate* menjadi 11,429; 12,095; 12,468; 12,707; 12,873; 12,955 dan 13,089 Mbps.
4. Penggelaran *femto* dengan menggunakan “*open access*” dapat menambah total *data rate* jaringan *macro* tersebut. penambahan *data rate* total paling baik jika menggunakan skenario FFR<sub>m50-f</sub>. Hal ini disebabkan keseimbangan antara *cell center*, *cell edge macro*, dan

dengan adanya penambahan *femto* pada bagian *cell edge*. Pada Saat penambahan *femto* 20 buah, total *data rate macro* naik menjadi sekitar 26,693 Mbps, untuk penambahan 40, 60, 80, 120, 140, dan 160 *femto* pada *macro*, penambahan total *data rate* menjadi 27,975; 28,530; 28,884; 29,904; 29,178; 29,280 dan 29,933 Mbps.

5. Simulasi menunjukkan penambahan *femto* dengan menggunakan skenario FFRm50-f juga merupakan metode yang paling efektif. Dari hasil didapatkan *data rate* total pada penambahan 20 *femto* sebesar 8,088 Mbps.

## 5.2 Saran

Saran yang diajukan untuk penelitian lebih lanjut adalah sebagai berikut :

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai jaringan *femto* khususnya LTE yang berbasis OFDMA.
2. Perlu penelitian dan simulasi metode lain untuk dapat dibandingkan dengan metode sebelumnya, sebagai contoh metode *power control*.
3. Perlu dilakukan simulasi dengan menggunakan *simulator tool* yang khusus digunakan dalam simulasi jaringan *femto* untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

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.

