

## EVALUASI UNJUK KERJA MEKANISME AKSES USER PADA JARINGAN OFDMA FEMTOCELL

Raphel Guntur Parulian Nadeak<sup>1</sup>, Istikmal<sup>2</sup>, Nachwan Mufti<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

---

### Abstrak

Perkembangan dunia telekomunikasi seakan tak terhindarkan dengan maraknya para pengguna seluler yang dari tahun ke tahun semakin meningkat. Hal ini yang menyebabkan lahirnya suatu arsitektur baru dalam teknologi dunia komunikasi untuk meningkatkan kapasitas pengguna dan meningkatkan layanan serta mutu untuk menjaga kepuasan pengguna seluler. Salah satu arsitektur teknologi baru dalam jaringan komunikasi ter sebut adalah lahirnya femtocell. Femtocell adalah salah satu teknologi mikro BTS yang menggunakan level daya rendah, menggunakan frekuensi resmi seperti yang digunakan jaringan seluler, dikoneksikan dengan backhaul jaringan internet, digunakan untuk memper luas cakupan dan meningkatkan kapasitas, dan pemasangannya secara auto konfigurasi. Mengapa auto konfigurasi? Karena operator tidak mungkin memantau, melakukan pemasangan dan memelihara perangkat di lapangan yang jumlahnya akan banyak. Dasar Teknologi ini lahir adalah karena semakin maraknya para pengguna seluler yang berkomunikasi di tempat yang sulit terjangkau oleh sinyal dari BTS, salah satunya adalah di dalam gedung bertingkat atau di tempat yang terhalang tembok. Teknologi femtocell memiliki 3 metode akses dengan subscriber (pengguna seluler yang terdaftar dalam femtocell) dan non - subscriber (pengguna seluler yang tidak terdaftar dalam femtocell), yaitu : open - access (akses terbuka), closed - access (akses tertutup), dan hybrid - access (akses terbuka dan tertutup). Ketiga metode ini memiliki kelebihan dan kekurangan dalam mengakses para subscriber dan non - subscriber . Salah satunya adalah keterbatasan kemampuan akses yang disediakan oleh femtocell berdasarkan metode aksesnya. Pada tugas akhir ini akan diban dingkan kapasitas kanal dengan menggunakan blok diagram komunikasi OFDMA pada ketiga metode akses yang disediakan femtocell. Parameter simulasi menggunakan standar LTE arah downlink untuk bandwidth transmisi 10 MHz.

Hasil simulasi pada tugas akhir ini menu njukkan kapasitas kanal dengan metode closed access lebih besar dibandingkan dengan metode open access dan hybrid access sebesar 48.008 Mbps pada penambahan 3 user , 77.4 Mbps pada kecepatan 7 km / jam dan 102.3 Mbps pada jarak 5 meter dari FAP untuk subscrib er dengan layanan voice (target BER 10 - 3 ).

Kata Kunci : Femtocell , open access , closed access , hybrid access , OFDMA, subscriber , non - subscriber , LTE

---

Telkom  
University

### Abstract

The development of the telecommunications world seemed inevitable with the rise of the mobile users from year to year increases. This led to the birth of a new architecture in the world of communication technology to increase the user capacity and improve service quality and to keep the mobile user satisfaction. One of the new technologies in the architecture of the communications network is the birth of femtocells.

Femtocell technology is one of the micro - BTS which uses low power levels, using frequencies used officially as cellular networks, backhaul networks connected to the Internet, is used to expand the coverage and increase capacity, and installation is auto configuration. Why auto configuration? Because the operator is not possible to monitor, installing and maintaining the device on the ground that the amount would be much. The basis of this technology is due to the increasingly widespread birth of mobile users that communicate in a tough spot reached by signals from base stations, one of which is in a high rise building or in a blocked wall.

Femtocell technology have 3 methods of access to the subscriber (mobile users enrolled in the femtocell) and non - subscribers (mobile users who are not registered in the femtocell), namely: open - access (open access), closed - access (closed access), and hybrid - access (access to open and closed). All three of these methods has advantages and disadvantages in accessing the subscriber and non - subscriber. One is the limited ability of the access provided by the femtocell based access methods. In this final project will be compared with the channel capacity using the block diagram in the third OFDMA communications access method provided femtocells. Simulation parameters using standard LTE downlink direction for transmission bandwidth is 10 MHz.

The simulation results in this paper shows a method of closed channel capacity with greater access than the method of open access and hybrid access at 48.008 Mbps on the addition of 3 users, 77.4 Mbps at a speed of 7 km/h and 102.3 Mbps at a distance of 5 meters from the FAP to the subscriber the voice (the target BER 10<sup>-3</sup>).

**Keywords :** Femtocell, open access, closed access, hybrid access, OFDMA, subscribers, non - subscribers, LTE.

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1. 1. Latar Belakang

Perkembangan dunia telekomunikasi seakan tak terhindarkan dengan maraknya para pengguna seluler yang dari tahun ke tahun semakin meningkat. Sehingga hal ini menyebabkan semakin padatnya trafik jaringan komunikasi terutama komunikasi *indoor*. Kepadatan trafik jaringan komunikasi dapat menyebabkan berkurangnya kapasitas dan cakupan pelayanan operator terhadap para pengguna seluler. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan suatu teknologi baru untuk membantu meningkatkan kapasitas dan cakupan pelayanan dari operator kepada pengguna seluler, terutama pengguna seluler *indoor*. Adapun teknologi baru tersebut adalah femtocell yang dapat membantu meningkatkan kapasitas dan cakupan pelayanan dari operator untuk pengguna seluler *indoor*.

Femtocell adalah salah satu teknologi mikro BTS (*Base Transceiver Station*) yang menggunakan level daya rendah, menggunakan frekuensi resmi seperti yang digunakan jaringan seluler, dikoneksikan dengan *backhaul* jaringan internet, digunakan untuk memperluas cakupan dan meningkatkan kapasitas, dan pemasangannya secara auto-konfigurasi. Mengapa auto-konfigurasi? Karena operator tidak mungkin memantau, melakukan pemasangan dan memelihara perangkat di lapangan yang jumlahnya akan banyak. Dasar teknologi ini lahir adalah karena semakin maraknya para pengguna seluler yang berkomunikasi di tempat yang sulit terjangkau oleh sinyal dari BTS, salah satunya adalah di dalam gedung bertingkat atau di tempat yang terhalang oleh tembok/dinding. Inilah yang membuat kekuatan sinyal dari para pengguna seluler mengalami gangguan, sehingga sinyal yang mereka terima dari BTS semakin melemah. Sehingga, teknologi femtocell adalah salah satu teknologi yang sangat efisien dan ekonomis dalam menjaga kepuasan dan kelancaran komunikasi pelanggan. Pada umumnya teknologi femtocell diterapkan di dalam jaringan seperti GSM, CDMA, LTE. Femtocell menggunakan 3 metode akses dalam pemasangannya, yaitu : *closed access*, *open access* dan *hybrid access*.

Pada tugas akhir ini akan dibahas kapasitas kanal *downlink* pada ketiga metode akses femtocell dengan menggunakan OFDMA Femtocell. Tentunya hal ini akan dipengaruhi oleh penambahan jumlah *user*, kecepatan *user*, dan jarak *user* terhadap FAP. Pada penelitian kapasitas *uplink* femtocell menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan jumlah *user*, kapasitas *closed access* mengalami penurunan sebesar 8.3% bila menggunakan *open access*. Sedangkan dengan adanya variasi kecepatan *user* mengakibatkan kapasitas *closed access*

mengalami penurunan sebesar 45.88% bila menggunakan *open access* dan dengan adanya variasi jarak *user* terhadap FAP mengakibatkan kapasitas *closed access* lebih besar 99.6% dibandingkan *open access*.

## 1. 2. Tujuan Penelitian

Tujuan tugas akhir ini antara lain adalah :

1. Melakukan analisis kapasitas metode akses *closed*, *open* dan *hybrid* akses.
2. Melakukan analisis pengaruh penambahan jumlah *user femto* terhadap kapasitas.
3. Melakukan analisis pengaruh perubahan kecepatan *user femto* terhadap kapasitas.
4. Melakukan analisis pengaruh jarak *user femto* dengan FAP terhadap kapasitas.

## 1. 3. Rumusan Masalah

Dalam Tugas akhir ini membahas beberapa permasalahan antara lain :

1. Bagaimana pendefinisian model sistem OFDMA Femtocell.
2. Bagaimana prinsip kerja sistem OFDMA Femtocell.
3. Bagaimana pendefinisian model metode akses pada sistem OFDMA Femtocell.
4. Bagaimana pendefinisian model sistem OFDMA Femtocell dengan adanya penambahan jumlah *user femto* sesuai metode aksesnya.
5. Bagaimana pendefinisian model sistem OFDMA Femtocell dengan adanya perubahan kecepatan *user femto* sesuai metode aksesnya.
6. Bagaimana pendefinisian model sistem OFDMA Femtocell dengan adanya perubahan jarak *user femto* terhadap FAP sesuai metode aksesnya.

## 1. 4. Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah :

1. Analisis kapasitas dilakukan pada arah *downlink*.
2. *User* menggunakan layanan uniform(*voice* 12 kbps).
3. Pemodelan kanal pada penelitian ini dibatasi pada kanal *Multipath fading* terdistribusi *Rayleigh* serta kanal AWGN.
4. *Bandwidth* transmisi yang digunakan adalah 10 MHz.
5. Menggunakan *convolutional encoder* dengan *coding rate*  $\frac{1}{2}$  dan *constraint length*  $K=8$ .

6. Menggunakan *interleaver* dengan matriks  $8 \times 8$ .
7. *Mapper* yang digunakan dalam simulasi yaitu 16-QAM.
8. Jumlah user yang diteliti adalah 1, 2, 3, 4, dan 5 *user*.
9. Kecepatan *user* yang diteliti dalam  $\text{km}/\text{jam}$  adalah 3, 5, 7, dan 10.
10. Simulasi tugas akhir ini menggunakan *software* MATLAB R2009a.
11. Parameter performansi sistem yang digunakan adalah BER dan EbNo.
12. Simulasi tugas akhir ini diasumsikan *user* berada di dalam ruangan.
13. Simulasi tugas akhir ini tidak membahas teknik *power control*.
14. Tidak membahas masalah *scheduling*.
15. Hanya membahas jaringan femtocell.
16. *User* yang diamati adalah *user femto*.

### 1. 5. Metodologi Penelitian

Dalam tugas akhir ini digunakan metode simulasi menggunakan *software* Matlab R2009a untuk merancang dan menganalisis kapasitas kanal pada OFDMA Femtocell.

### 1. 6. Sistematika Penulisan

Pembahasan tugas akhir ini disusun dalam lima bab sebagai berikut :

#### **Bab I : PENDAHULUAN**

Bab ini berisi uraian mengenai latar belakang pembuatan tugas akhir, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

#### **Bab II : DASAR TEORI**

Bab ini membahas tentang teori-teori pendukung dan dasar penulisan tugas akhir ini, yakni konsep dasar LTE, konsep dasar femtocell, konsep dasar OFDMA secara umum, serta penjelasan kanal AWGN dan *Rayleigh Fading* pada komunikasi *wireless*.

#### **Bab III : PEMODELAN SISTEM DAN SIMULASI**

Bab ini membahas tentang pemodelan dan simulasi pada sistem OFDMA Femtocell. Serta membahas pemodelan dan simulasi sistem OFDMA menggunakan *software* Matlab R2009a.

#### **Bab IV : ANALISIS HASIL SIMULASI**

Bab ini berisi tentang data-data hasil simulasi yang kemudian dilakukan analisa untuk melihat unjuk kerja sistem yang telah dibuat.

#### **Bab V : KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini membahas kesimpulan serta saran yang dapat ditarik dari keseluruhan tugas akhir ini dan kemungkinan pengembangan topik yang bersangkutan.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5. 1. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Pada ketiga metode akses yang disediakan pada femtocell, metode *closed access* lebih unggul dibandingkan metode *open access* dan *hybrid access*. Hal ini dapat terlihat bahwa saat ketiga metode akses melayani penambahan 3 *user* kapasitas kanal data *rate closed access* mampu mencapai 48.003 Mbps. Sedangkan *open access* dan *hybrid access* hanya mampu mencapai 7.2 Mbps dan 11.2 Mbps.
2. Dengan adanya penambahan kecepatan *user* yang mengakses femtocell, metode *closed access* memberikan kapasitas data *rate* yang lebih besar dibandingkan kedua metode lainnya. Pada *closed access* kapasitas kanal mampu mencapai 77.44 Mbps saat kecepatan *user* 7 km/jam. Sedangkan pada *open* dan *hybrid access* kapasitas kanal hanya mampu mencapai 3.68 Mbps dan 38.17 Mbps.
3. Dengan adanya perubahan jarak *user* terhadap FAP, metode *closed access* menunjukkan kapasitas data *rate* yang lebih baik dibanding dengan kedua metode akses lainnya. Hal ini terlihat pada kapasitas kanal maksimum pada *closed access* mencapai 102.3 Mbps pada jarak 5 meter. Sedangkan pada *open* dan *hybrid access* hanya mampu mencapai 4.87 Mbps dan 50.6 Mbps.
4. Dengan adanya penambahan jumlah *user femto*, metode *closed access* mengalami penurunan hingga sebesar 66.67% bila menggunakan *open access*. Sedangkan bila menggunakan *hybrid access*, metode *closed* mengalami penurunan hingga sebesar 35.61%.
5. Metode *closed access* mengalami penurunan hingga sebesar 90.92% bila menggunakan *open access* pada berbagai kecepatan. Sedangkan metode *closed* mengalami penurunan hingga sebesar 34.49% bila menggunakan *hybrid access*.
6. Metode *closed access* mengalami penurunan sebesar 90.91% bila menggunakan *open access* pada berbagai *range* jarak antara 5-30 meter. Sedangkan bila menggunakan metode *hybrid access*, metode *closed* mengalami penurunan hingga sebesar 33.81% pada jarak *user femto* dengan FAP berkisaran 5 meter.

## 5. 2. SARAN

Adapun saran dari penulis untuk penelitian lebih lanjut adalah :

1. Sistem yang ditinjau pada tugas akhir ini adalah metode akses femtocell dengan pembagian bandwidth sehingga menghasilkan kapasitas kanal yang berbeda-beda untuk setiap metode aksesnya. Pada penelitian selanjutnya diharapkan penelitian dilakukan dengan pembagian berdasarkan teknik lain, seperti *power control*.
2. Sistem yang ditinjau pada tugas akhir ini tidak membahas masalah *scheduling*. Pada penelitian selanjutnya diharapkan penelitian dilakukan dengan membahas masalah *scheduling*.
3. Sistem yang ditinjau pada tugas akhir ini adalah layanan *voice*. Pada penelitian selanjutnya diharapkan penelitian dilakukan pada layanan data.





## DAFTAR PUSTAKA

- [ 1 ] Han-Shin Jo, Ping Xia, and Jeffrey G. Andrews. 2010. *“Open, Closed, and Shared Access Femtocells in the Downlink”*. Austin : The University of Texas.
- [ 2 ] Ping Xia, Vikram Chandrasekhar, and Jeffrey G. Andrews. 2010. *“Open vs. Closed Access Femtocells in The Uplink”*. Austin : The University of Texas.
- [ 3 ] Johan. 2008. *”Perbandingan Bit Rate Antara Ofdm-tdma dengan Ofdma Pada Teknologi Wimax”*. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- [ 4 ] C. Yang, Samuel. 2010. *“Ofdma : System Analysis and Design”*. Artech House
- [ 5 ] Harri Holma, and Antti Toskala. 2009. *“LTE for UMTS ofdma and sc-fdma Based Radio Access”*. Wiley.
- [ 6 ] Jie Zhang, and Guillaume de la Roche. 2010. *“Femtocells : Technologies and Deployment”*. Wiley.
- [ 7 ] Jim Zyren. 2007. *“Overview of the 3gpp Long term Evolution Physical Layer ”*. Freescale.
- [ 8 ] Shinsuke Hara, and Ramjee Prasad. 2003. *“Multicarrier Techniques For 4G Mobile Communications”*. Artech House.
- [ 9 ] Christos Bouras, Vasileios Kokkinos, and Konstantinos Kontodima. 2012. *“A Simulation Framework for LTE-A Systems with Femtocell Overlays”*. Paphos.
- [ 10 ] ITU-R P.1238. International Telecommunication Union. *.”Propagation Data and Prediction Methods for the Planning of Indoor Radiocommunication Systems and Radio Local Area Networks in the Frequency Range 900 MHz to 100 GHz”*. 2012.
- [ 11 ] Cristi, Roberto. 2009. *“Wireless Communications with Matlab and Simulink : IEEE 802.16(WiMax) Physical Layer”*. Monterey : Dept of Electrical and Computer Engineering.
- [ 12 ] Sabarina Ismail, Chee Kyun Ng, Nor Kamariah Noordin, Aduwati Sali, and Borhanuddin Mohd Ali. 2011. *“Review of interference avoidance schemes in femtocell networks”*. Malaysia : University Putra Malaysia.
- [ 13 ] Hoon Moon, Seong. 2011. *“Analysis of Femtocell : Opportunities and Challenges”*. Yonsei University.