



Pengaruh *Code Rate* untuk Komunikasi RBS *Femtocell* Frekuensi 47 GHz pada Tiang Lampu Jalan

Andrita Ceriana Eska

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember
Jalan Kalimantan 37 Kampus Tegalboto, Pos 159 Jember, Indonesia
Email Korespondensi : andritacerianaeska@gmail.com

Dikirim 05 September 2017, Direvisi 12 Oktober 2017, Diterima 27 Oktober 2017

Abstrak – Penelitian ini menjelaskan tentang sistem komunikasi *radio base station femtocell* yang diletakkan pada tiang lampu jalan. Frekuensi yang digunakan 47 GHz. Analisis pada penelitian ini terdiri dari variasi daya *transmitter*, dan variasi *code rate* dari *signal-to-interference-plus-noise-ratio threshold* 16 QAM. Daya *transmitter* yang digunakan 10 mW hingga 200 mW. Variasi *code rate* dari *signal-to-interference-plus-noise-ratio threshold* 16 QAM terdiri dari 1/2, 2/3, 3/4, dan 4/5. Sebagai hasil ditunjukkan hubungan antara daya *transmitter* dan *code rate*, dan hubungan antara persentase daerah tercapuk pada lintasan *mobile station* dan *code rate*. Berdasarkan hubungan antara persentase daerah tercapuk and *code rate* didapatkan semakin meningkat nilai *code rate* maka nilai persentase pada daerah tercapuk semakin berkurang.

Kata kunci – 47 GHz, 16 QAM, *femtocell*, tiang lampu jalan

Abstract - This research describes about the communication systems at radio base station femtocell that placed at street lamp. The frequency that used was 47 GHz. The analysis in this research consists of transmitter power variation, and code rate variation from signal-to-interference-plus-noise-ratio threshold 16 QAM. The transmitter power that used was 10 mW until 200 mW. The code rate variation from signal-to-interference-plus-noise-ratio with threshold 16 QAM consists of 1/2, 2/3, 3/4, and 4/5. As the result showed relation between transmitter power and code rate, and relation between coverage area percentages at mobile station track and code rate. Based on the relation between coverage area percentages and code rate obtained the value of code rate increased then the percentage value of coverage area decreased.

Keywords - 47 GHz, 16 QAM, femtocell, street lamp pole

I. PENDAHULUAN

Ukuran *cell* pada sistem komunikasi memiliki cakupan yang berbeda-beda seperti *macrocell*, *microcell*, *picocell*, dan *femtocell*. Frekuensi yang digunakan untuk sistem komunikasi dapat mempengaruhi luasan cakupan *cell* yang dihasilkan. Salah satu penelitian yang menggunakan frekuensi tinggi untuk sistem komunikasinya yaitu tentang sistem komunikasi bergerak menggunakan frekuensi 2,3 GHz [1], mekanisme *handoff* menggunakan frekuensi 60 GHz pada *wireless systems* [2]. Beberapa penelitian lainnya yang berhubungan dengan penerapan *femtocell* yaitu tentang skema alokasi *power* dan frekuensi pada *femtocell* [3], skema alokasi sumber untuk *Cognitive LTE-A femtocell* menggunakan *zero forcing* [4], strategi alokasi

spektrum yang menggunakan *femtocell* pada LTE-A HetNets [5], dan *clustering* dan alokasi sumber untuk *femtocell* yang digunakan pada jaringan selular OFDMA [6]. Pemanfaatan frekuensi tinggi dapat dipengaruhi oleh pengaruh redaman pada atmosfer [7]. Redaman pada atmosfer diantaranya dipengaruhi oleh uap air dan oksigen.

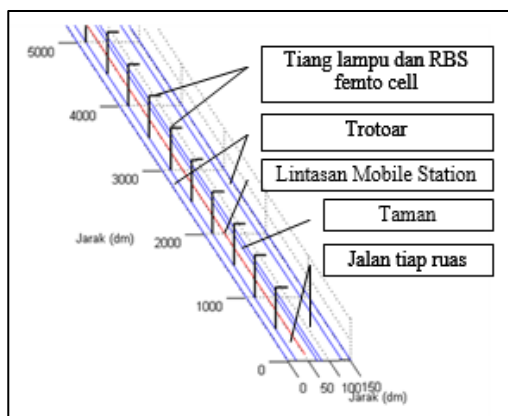
Tiang lampu jalan merupakan salah satu penyangga untuk penerangan yang sering terlihat di jalan. Ketinggian tiang tersebut bervariasi, tergantung dari lebar jalan yang digunakan, dan intensitas cahaya. Variasi ketinggian lampu jalan di Indonesia disesuaikan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI), tentang spesifikasi penerangan jalan di kawasan perkotaan [8]. Beberapa standar yang

dibahas yaitu tinggi tiang, lebar jalan, kebutuhan watt pada lampu jalan, dan jarak antar tiang lampu jalan.

Penelitian ini berfokus pada sistem komunikasi berupa *radio base station (RBS) femtocell* yang ditempatkan pada tiang lampu jalan. Frekuensi yang digunakan untuk sistem komunikasi tersebut adalah 47 GHz. Pemanfaatan frekuensi tersebut untuk sistem komunikasi dapat dipengaruhi oleh redaman atmosfer. Redaman atmosfer beberapa diantaranya dipengaruhi oleh uap air dan oksigen. Ketinggian RBS *femtocell* yang digunakan adalah 10 meter. Ketinggian tersebut disesuaikan dengan lebar jalan yang digunakan pada pemodelan sistem komunikasi yaitu 11 meter. Jarak antar RBS *femtocell* sejauh 50 meter. Pada setiap RBS *femtocell* mewakili cakupan untuk komunikasi selular. Luas cakupan yang digunakan berupa *femtocell*. Analisis yang digunakan yaitu variasi daya *transmitter* dan variasi *code rate* dari *signal to interference plus noise ratio (SINR) threshold* 16 QAM. Beberapa variasi daya *transmitter* yang digunakan antara 10 mW hingga 200 mW. Sebagai hasil ditunjukkan nilai persentase daerah tercapuk berdasarkan variasi *code rate* dari *SINR threshold* 16 QAM. *Code rate* yang digunakan yaitu 1/2, 2/3, 3/4, dan 4/5 [9].

II. METODE PENELITIAN

Hubungan sistem komunikasi pada penelitian ini yang dimodelkan terdiri dari komunikasi antara RBS *femtocell* dengan *mobile station*. RBS *femtocell* diletakkan pada tiang lampu jalan dengan ketinggian 10 meter. Lebar jalan dimodelkan sejauh 11 meter yang terdiri dari ruas jalan kanan 5 meter termasuk trotoar, ruas jalan kiri 5 meter termasuk trotoar, dan taman 1 meter. Berdasarkan standard nasional Indonesia tentang spesifikasi penerangan jalan di kawasan perkotaan [8], untuk lebar jalan 11 meter dan ketinggian tiang lampu jalan 10 meter akan sesuai jarak antar tiang sejauh 25 meter. Sedangkan jarak antar RBS *femtocell* dibuat sejauh 50 meter. Dengan demikian, tidak semua tiang lampu jalan pada pemodelan akan terdapat RBS *femtocell*. MS berjarak 4 meter dari ruas kiri dan bergerak sejauh 1000 meter, seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penempatan RBS Femtocell

Frekuensi yang digunakan pada penelitian ini 47 GHz. Pemanfaatan frekuensi tersebut dapat dipengaruhi oleh redaman atmosfer. Redaman atmosfer memiliki beberapa karakteristik, diantaranya *pressure* sebesar 1,013 hPa, *temperature* sebesar 15°C, dan *water vapour density* sebesar 7,5 g m⁻³[7]. Perhatikan pada persamaan (1) untuk penentuan *path attenuation*, dimana γ merupakan *gaseous attenuation*, dan r_0 merupakan *path length* (km).

$$A = \gamma r_0 \text{ dB} \quad (1)$$

Kondisi propagasi komunikasi yang digunakan adalah kondisi *downlink*. Variasi daya *transmitter* yang digunakan antara 10 mW hingga 200mW, atau 10 dBm hingga 23 dBm. *Gain antennapada RBS femtocell* yang digunakan 2 dBi. Pada persamaan (2) ditunjukkan nilai *Boltzman's constant* ($k = 1,38 \times 10^{-23}$ J/K) (K), *bandwidth* (B), *standard noise temperature* (T_0) 290 K, dan *noise figure* (F)[10]. Nilai *noise figure* yang digunakan sebesar 7 dB, dan untuk nilai *bandwidth* yang digunakan 200 MHz.

$$N = kT_0BF \quad (2)$$

Nilai *path loss* dapat diperhatikan pada persamaan (3). Pada persamaan tersebut terdapat panjang gelombang (λ), dan jarak (d). Nilai *signal-to-noise ratios* (SNR) dapat diperhatikan pada persamaan (4). Pada persamaan tersebut terdapat RSL (*receive signal level*), dan N (dBm) *receiver noise* [10].

$$L = -20 \log \left(\frac{\lambda}{4\pi d} \right) \quad (3)$$

$$\text{SNR} = \text{RSL}_{\text{dBm}} - N_{\text{dBm}} \quad (4)$$

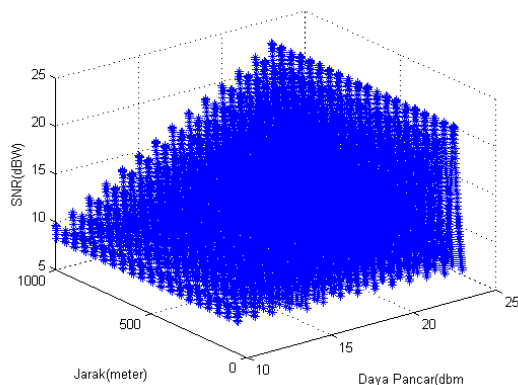
Sebagai hasil ditunjukkan nilai persentase daerah tercapuk sesuai dengan variasi *code rate SINR threshold* 16 QAM dan variasi daya *transmitter*. Variasi *code rate* yang digunakan yaitu 1/2, 2/3, 3/4, dan 4/5.

III. HASIL PENELITIAN

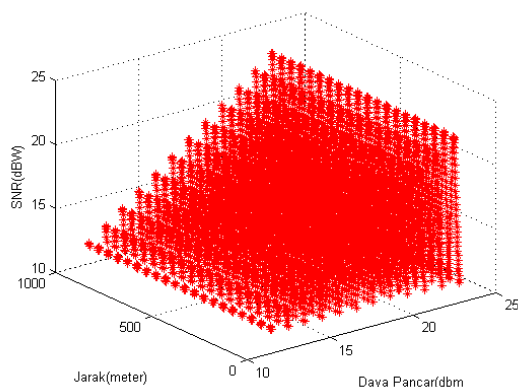
Pada bagian ini merupakan hasil penelitian tentang sistem komunikasi antara *Radio Base Station (RBS) femtocell* dengan *Mobile Station (MS)*. Ketinggian RBS *femtocell* yang digunakan adalah 10 meter. Frekuensi sistem komunikasi yang digunakan adalah 47 GHz. Analisis penelitian yang telah dilakukan diantaranya berdasarkan variasi daya *transmitter*, dan variasi *code rate SINR threshold* 16 QAM. Beberapa variasi daya *transmitter* yang digunakan diantaranya 10 mW hingga 200 mW. Sebagai hasil ditunjukkan nilai SNR dan persentase daerah cakupan komunikasi disepanjang lintasan MS.

Pada Gambar (2) sampai Gambar (5) ditunjukkan hubungan antara nilai SNR hasil komunikasi, daya *transmitter*, dan jarak komunikasi. Beberapa data diantaranya, ketika MS bergerak sejauh 45 meter didapatkan jarak komunikasi terdekat dengan salah satu RBS *femtocell* sejauh 9,89 meter. Nilai SNR saat

MS bergerak tersebut berdasarkan dari SINR *threshold* 16 QAM dengan *code rate* 1/2, untuk daya *transmitter* 10 dBm dihasilkan SNR 8,33 dB, daya *transmitter* 14 dBm dihasilkan SNR 12,33 dB, daya *transmitter* 20 dBm dihasilkan SNR 18,33 dB, dan daya *transmitter* 23 dBm dihasilkan SNR 21,33 dB, untuk lebih lengkap dapat diperhatikan pada Gambar 2. Nilai SNR saat MS bergerak 45 meter tersebut berdasarkan dari SINR *threshold* 16 QAM dengan *code rate* 2/3, untuk daya *transmitter* 13 dBm dihasilkan SNR 11,33 dB, daya *transmitter* 14 dBm dihasilkan SNR 12,33 dB, daya *transmitter* 20 dBm dihasilkan SNR 18,33 dB, dan daya *transmitter* 23 dBm dihasilkan SNR 21,33 dB, untuk lebih lengkap dapat diperhatikan pada Gambar 3. Pada Gambar 4 merupakan hasil komunikasi untuk SINR *threshold* 16 QAM dengan *code rate* 3/4. Nilai SNR dimulai dengan daya *transmitter* 14 dBm hingga 23 dBm. Pada Gambar 5 merupakan hasil komunikasi untuk SINR *threshold* 16 QAM dengan *code rate* 4/5. Nilai SNR hasil komunikasi yang dihasilkan menunjukkan penggunaan daya *transmitter* yang dimulai dari 15 dBm hingga 23 dBm. Untuk penggunaan daya *transmitter* 10 dBm nilai SNR dibawah *threshold*, sehingga tidak ditunjukkan pada gambar tersebut.



Gambar 2. Hasil Komunikasi Untuk SINR *Threshold* 16 QAM Dengan *Code Rate* 1/2



Gambar 3. Hasil Komunikasi Untuk SINR *Threshold* 16 QAM Dengan *Code Rate* 2/3

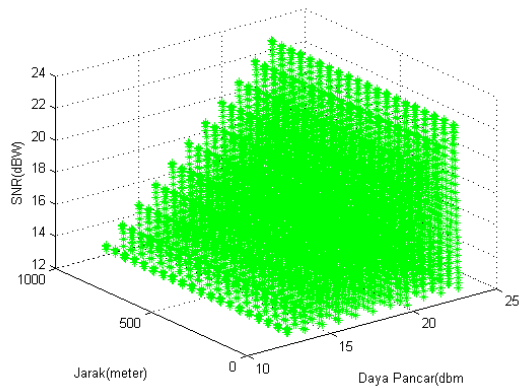
Banyaknya nilai puncak SNR pada gambar-gambar tersebut, menunjukkan banyaknya RBS *femtocell*. RBS *femtocell* tersebut terletak disepanjang lintasan MS sejauh 1 km. Semakin dekat pergerakan MS dengan RBS *femtocell*, maka nilai SNR ditunjukkan semakin meningkat, begitu juga sebaliknya.

Pada Gambar 6 ditunjukkan nilai persentase daerah tercakup pada lintasan MS. Daerah tercakup tersebut merupakan daerah yang dilewati oleh MS dan berhasil melakukan komunikasi sesuai dengan SINR *threshold* yang digunakan. Daya *transmitter* yang digunakan yaitu antara 10 dBm hingga 23 dBm, dan variasi nilai *code rate* dari SINR *threshold* 16 QAM yaitu 1/2, 2/3, 3/4, dan 4/5. Beberapa data persentase tersebut diantaranya yaitu pada penggunaan SINR *threshold* 16 QAM dengan *code rate* 1/2 saat daya *transmitter* 10 dBm didapatkan 21,5%, daya *transmitter* 17 dBm didapatkan 83,9 %, dan daya *transmitter* 23 dBm didapatkan 99,6 %. Pada penggunaan SINR *threshold* 16 QAM dengan *code rate* 2/3 untuk daya *transmitter* 10 dBm didapatkan 0 %, daya *transmitter* 17 dBm didapatkan 52,7 %, dan daya *transmitter* 23 dBm didapatkan 98,1 %. Pada penggunaan SINR *threshold* 16 QAM dengan *code rate* 3/4 untuk daya *transmitter* 10 dBm didapatkan 0%, daya *transmitter* 17 dBm didapatkan 44,9 %, dan daya *transmitter* 23 dBm didapatkan 97,7 %. Pada penggunaan SINR *threshold* 16 QAM dengan *code rate* 4/5 untuk daya *transmitter* 10 dBm didapatkan 0 %, daya *transmitter* 17 dBm didapatkan 41 %, dan daya *transmitter* 23 dBm didapatkan 95,6 %.

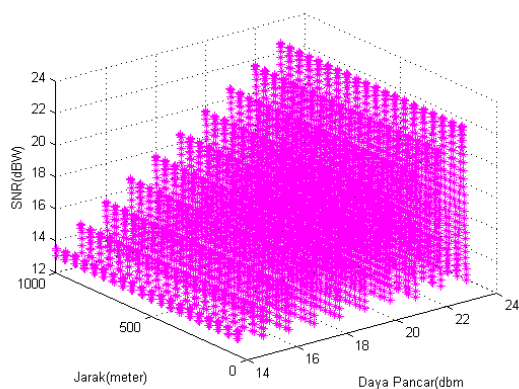
IV. PEMBAHASAN

Sistem komunikasi RBS *femtocell* pada tiang lampu jalan merupakan salah satu pemanfaatan sistem komunikasi untuk meningkatkan sarana dan prasarana bagi pengguna layanan komunikasi selular. Frekuensi yang digunakan pada sistem komunikasi tersebut adalah 47 GHz.

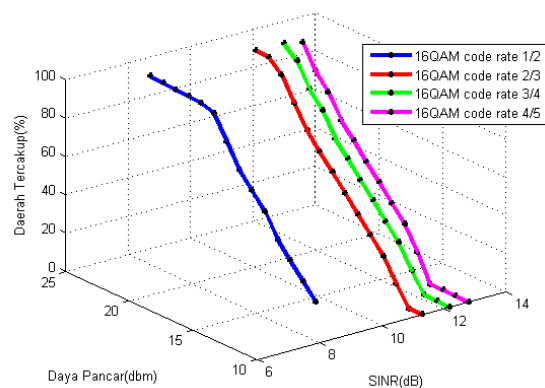
Analisis yang dilakukan berdasarkan variasi nilai *code rate* dari SINR *threshold* 16 QAM. Variasi *code rate* yang digunakan diantaranya 1/2, 2/3, 3/4, dan 4/5. Sebagai hasil dapat diketahui hubungan penggunaan daya *transmitter* dengan *code rate* yang digunakan, dan nilai persentase daerah tercakup dari pergerakan MS. Berdasarkan hubungan penggunaan daya *transmitter* dengan *code rate* komunikasi tersebut yaitu pada penggunaan daya *transmitter* minimum 10 dBm dapat digunakan untuk *code rate* 1/2 yang dibuktikan dari salah satu data diantaranya yaitu saat pergerakan *mobile station* 45 meter didapatkan nilai SNR 8,32 dB, penggunaan daya *transmitter* terendah 13 dBm dapat digunakan untuk *code rate* 2/3, penggunaan daya *transmitter* terendah 14 dBm dapat digunakan untuk *code rate* 3/4, dan penggunaan daya *transmitter* terendah 15 dBm dapat digunakan untuk *code rate* 4/5.



Gambar 4. Hasil Komunikasi Untuk SINR Threshold 16 QAM Dengan Code Rate 3/4



Gambar 5. Hasil Komunikasi Untuk SINR Threshold 16 QAM Code Rate 4/5



Gambar 6. Persentase Daerah Tercakup Dengan Variasi Code Rate dan Daya Transmitter

Berdasarkan nilai persentase daerah tercapuk dari pergerakan MS terhadap variasi *code rate* komunikasi menunjukkan persentase daerah tercapuk mengalami penurunan seiring perubahan *code rate* dari SINR threshold 16 QAM. Nilai *code rate* dari SINR threshold 16 QAM tersebut terdiri dari 1/2, 2/3, 3/4, dan 4/5. Nilai persentase cakupan untuk daya transmitter 17 dBm dengan *code rate* 1/2 didapatkan 83,9%, penggunaan *code rate* 2/3 didapatkan 52,7%,

penggunaan *code rate* 3/4 didapatkan 44,9%, dan penggunaan *code rate* 4/5 didapatkan 41%. Nilai persentase cakupan untuk daya transmitter 23 dBm dengan *code rate* 1/2 didapatkan 99,6%, penggunaan *code rate* 2/3 didapatkan 98,1%, penggunaan *code rate* 3/4 didapatkan 97,7%, dan penggunaan *code rate* 4/5 didapatkan 95,6%.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Pada bagian ini merupakan kesimpulan dari penelitian tentang sistem komunikasi RBS *femtocell* pada tiang lampu jalan dengan *mobile station*. Frekuensi komunikasi yang digunakan 47 GHz. Ketinggian RBS *femtocell* yang digunakan setinggi 10 meter dengan jarak antar RBS *femtocell* sejauh 50 meter. Berdasarkan penelitian tersebut nilai persentase daerah tercapuk pada lintasan *mobile station* menunjukkan semakin meningkat nilai *code rate* yang digunakan maka persentase daerah tercapuk mengalami penurunan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A.C.Eska, "Komunikasi Bergerak Frekuensi 2.3 GHz Melewati Pepohonan Metode Giovanelli Knife Edge," *INFOTEL*, Vol.8, 2016.
- [2] B.V. Quang, R.V Prasad, dan I.Niemegeers, "A Survey on Handoffs – Lessons for 60 GHz Based Wireless Systems", *IEEE Communication Surveys and Tutorials*, Vol. 14, 2012.
- [3] T.Ahmed, Y.L.Moullec, "Frequency and Power Allocation Schemes for Heterogeneous Networks including Femto Cells", *IEEE TELFROR*, 2015.
- [4] G.Bartoli, F.Fantacci, D.Marabissi, dan M.Pucci, "Resource Allocation schemes for Cognitive LTE-A Femto-cells using Zero Forcing Beamforming and Users Selection", *IEEE Globecom Wireless Communications Symposium*, 2014.
- [5] C.Niu, Y.Li, R.Q.Hu, dan F.Ye, "Femto cell-enhanced multi-target spectrum allocation strategy in LTE-A HetNets", *IET Communications*, 2017.
- [6] A.Abdelnasser, E.Hossain, dan D.I.Kim, "Clustering and Resource Allocation for Dense Femtocells in a Two-Tier Cellular OFDMA Network", *IEEE Transaction on Wireless Communications*, Vol.13, 2014.
- [7] ITU, *ITU-R Radio Communication Sector of ITU (Attenuation by atmospheric gases)*, ITU-R P.676-10, Geneva : Electronic Publication, 2013.
- [8] BSN, *Standard Nasional Indonesia Spesifikasi penerangan jalan di kawasan perkotaan*, BSN, 2008.
- [9] O. Wether, *LTE System Specifications and their Impact on RF & Base Band Circuits*, Rohde&Schwarz, 2013.
- [10] J.S. Seybold, *Introduction to RF Propagation*, New Jersey : John Wiley&Sons, 2005.