

AMC Femtocell untuk Komunikasi Drone Frekuensi 5 GHz menggunakan AWGN Metode Selection Combining pada Lingkungan Bergedung

Andrita Ceriana Eska

andritacerianaeska@gmail.com

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Jember

Abstrak

Perkembangan jaringan komunikasi seluler semakin meningkat. Penelitian ini melakukan analisa tentang jaringan komunikasi yang digunakan untuk komunikasi drone disekitar gedung-gedung dengan cakupan femtocell. Frekuensi komunikasi yang digunakan adalah 5 GHz. AMC (Adaptive Modulation and Coding) yang digunakan memanfaatkan MCS (Modulation and Code Scheme) terdiri dari QPSK, 16QAM, dan 64QAM. Hasil penelitian menunjukkan dominasi persentase 64 QAM dengan coderate 4/5 pada SC sebesar 91%.

Kata Kunci — femtocell, gedung, 5 GHz, AMC.

Abstract

The development of mobile communication network is increasing. This research is trying to analyse communication network that is used for drone communication around buildings with femtocell coverage. The frequency we used in this research is 5 GHz. The AMC (Adaptive Modulation and Coding) used MCS (Modulation and Code Scheme) such as QPSK, 16QAM, and 64QAM. The result shown that the domination in percentage of 64QAM with code rate 4/5 with SC (Selection Combining) showed the value of 91%.

Keywords — femtocell, buildings, 5 GHz, AMC.

I. PENDAHULUAN

Jaringan komunikasi seluler mendominasi penggunaan handphone dalam komunikasinya. Perangkat keras pada handphone terdiri dari RAM, EEPROM, CPU, antena, dan sebagainya. Sistem komunikasi tersebut juga dipengaruhi oleh frekuensi. Berbagai macam pemanfaatan frekuensi mengalami perkembangan diantaranya pada sistem komunikasi. Perkembangan tersebut ditunjukkan dari berbagai penelitian. Beberapa penelitian yang membahas tentang sistem komunikasi diantaranya skema alokasi untuk cognitive LTE-A femtocells [1], propagasi komunikasi pada mobile disekitar pepohonan yang menggunakan OFDM-QAM pada frekuensi 10 GHz [2], propagasi komunikasi dari outdoor to indoor dengan AMC pada frekuensi 10 GHz [3], 3GPP rural macrocell path loss untuk gelombang milimeter [4], doppler shift effect dan mekanisme difraksi pada sistem komunikasi

frekuensi 10 GHz sekitar gedung [5], pengaruh coderate sistem komunikasi disekitar lampu jalan pada RBS femto cell [6].

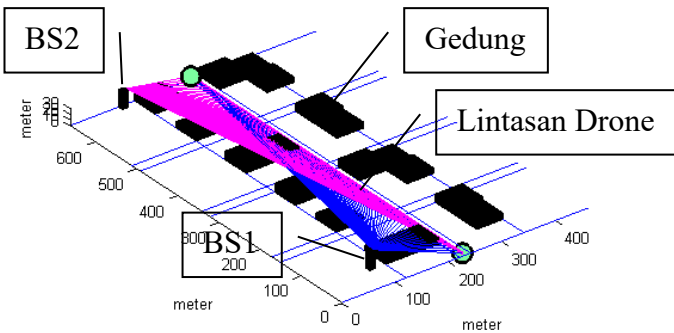
Selain itu, terdapat juga penelitian mengenai diversity pada base station untuk 5G menggunakan gelombang milimeter pada 73 GHz [7], propagasi komunikasi femto cell disekitar lampu jalan menggunakan frekuensi 10 GHz [8], penentuan lokasi untuk mobile station disekitar gedung dengan metode AoA menggunakan frekuensi 47 GHz [9], pengaruh multipath disekitar lingkungan bergedung untuk sistem komunikasi bergerak menggunakan frekuensi 47 GHz [10], AMC disekitar lingkungan bergedung untuk sistem komunikasi mobile pada kereta api [11], pengaruh difraksi pada sistem komunikasi bergerak disekitar gedung [12], sistem komunikasi bergerak dipengaruhi pepohonan dimodelkan dengan metode Giovanelli Knife Edge menggunakan frekuensi 2,3 GHz [13], propagasi komunikasi bergerak dengan model difraksi single knife edge pada drone disekitar gedung-gedung menggunakan frekuensi 10 GHz [14].

Penelitian ini melakukan analisa tentang komunikasi drone yang menggunakan jaringan komunikasi seluler. Komunikasi seluler tersebut menggunakan frekuensi 5 GHz. Lintasan drone berada diantara gedung-gedung. Propagasi komunikasi dipengaruhi oleh mekanisme difraksi, atmosfer, dan awgn. Mekanisme difraksi tersebut dimodelkan menggunakan metode single knife edge. Pada sistem komunikasi drone tersebut, modulasi yang digunakan berdasarkan nilai SNR komunikasi. Adaptive Modulation and Coding (AMC) menyesuaikan dari nilai SNR. AMC tersebut menggunakan Modulation and Coding Scheme (MCS). MCS yang digunakan terdiri dari QPSK, 16 QAM, dan 64 QAM. Pada QPSK coderate yang digunakan terdiri dari 1/8, 1/5, 1/4, 1/3, 1/2, 2/3, 3/4, dan 4/5. Pada 16 QAM coderate yang digunakan terdiri dari 1/2, 2/3, 3/4, dan 4/5. Pada 64 QAM coderate yang digunakan terdiri dari 2/3, 3/4, dan 4/5. Penelitian ini menggunakan base station sebanyak dua buah, sehingga dapat menggunakan metode selection combining dari macrocell. Sistem komunikasi yang dianalisa menggunakan kondisi uplink.

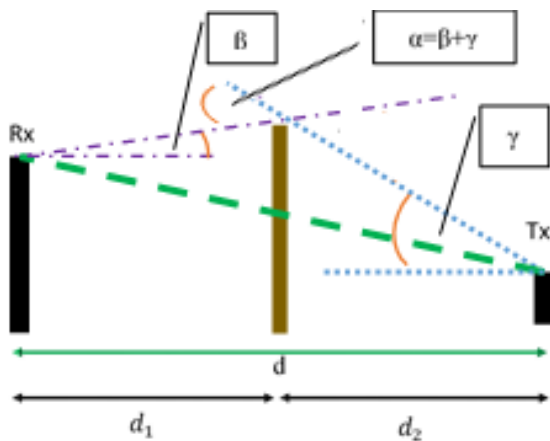
II. METODE PENELITIAN

Sistem komunikasi drone yang menggunakan jaringan komunikasi seluler disimulasikan menggunakan matlab. Sistem komunikasi drone bergerak pada lintasan tertentu disekitar gedung-gedung. Pemodelan Gedung yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1. Gedung-gedung tersebut dimodelkan dengan ketinggian yang berbeda-beda, sehingga dalam propagasi komunikasi dapat menyebabkan kondisi LOS maupun NLOS. Pada kondisi NLOS disebabkan terdapat mekanisme difraksi. Mekanisme difraksi tersebut berdasarkan fresnel zone dari propagasi komunikasi. Mekanisme tersebut dimodelkan menggunakan single knife edge method. Pada sistem komunikasi tersebut menggunakan dua buah base station dengan ketinggian 30 meter, sehingga dapat menerapkan metode single knife edge untuk macro diversity.

Lintasan drone berada diantara gedung-gedung. Metode single knife edge, yang ditunjukkan pada Gambar 2, digunakan untuk dilakukan analisa mekanisme difraksi. Cakupan fresnel zone digunakan untuk penentuan difraksi tersebut. Metode single knife edge ditunjukkan pada persamaan (1). Beberapa parameter diantaranya λ , v , h , d_1 , dan d_2 , yang merupakan panjang gelombang



Gbr. 1 Model lingkungan gedung



Gbr. 2 Metode single knife edge

(m), fresnel kirchoff, ketinggian difraksi (m), jarak antara transmitter dengan node (m), dan jarak antara receiver dengan node (m) [15].

$$v = h \sqrt{\frac{d(d_1 + d_2)}{\lambda d_1 d_2}} = \alpha \sqrt{\frac{2d_1 d_2}{\lambda (d_1 + d_2)}} \quad (1)$$

Sistem komunikasi pada drone dalam kondisi uplink dengan transmitter 30 dbm, dan gain antenna rx femtocell 5 dbi. Nilai SNR dapat diperhatikan pada persamaan (2).

$$SNR = \frac{S}{N} \quad (2)$$

Nilai noise power dapat menggunakan persamaan yang terdiri dari parameter ketetapan boltzman, bandwidth (menggunakan 5 MHz), noise figure (menggunakan 5 dB), dan noise temperature (290°K) [16]. Persamaan redaman atmosfer dapat diperhatikan pada persamaan (3), yang terdiri dari parameter redaman gas, dan jarak (km)[16].

$$A = \gamma r_0 \text{ dB} \quad (3)$$

Proses AMC (Adaptive Modulation and Coding) berdasarkan modulasi dari MCS (Modulation and Cose Scheme). Pada penelitian ini MCS yang digunakan terdiri dari QPSK, 16 QAM, dan 64 QAM [17].

III. HASIL PENELITIAN

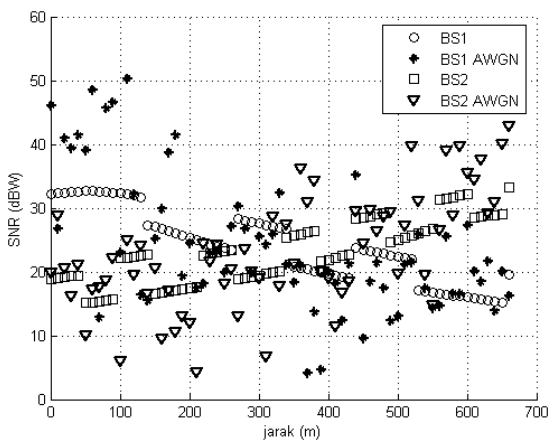
Pada bagian ini merupakan hasil penelitian tentang propagasi komunikasi pada drone yang memanfaatkan jaringan komunikasi seluler. Drone tersebut bergerak disekitar lingkungan bergedung dengan ketinggian 5 meter. Lingkungan bergedung dimodelkan dengan variasi ketinggian yaitu 5 meter, 10 meter, maupun 15 meter. Kanal propagasi dipengaruhi oleh awgn. Pengaruh gedung-gedung dimodelkan terjadi mekanisme difraksi. Metode single knife edge digunakan untuk mekanisme tersebut. AMC menggunakan MCS yang diantaranya QPSK, 16 QAM, dan 64 QAM. Code rate modulasi QPSK yang digunakan diantaranya 1/8, 1/5, 1/4, 1/3, 1/2, 2/3, 3/4, dan 4/5. Code rate modulasi 16 QAM yang digunakan diantaranya 1/2, 2/3, 3/4, dan 4/5. Code rate modulasi 64 QAM yang digunakan diantaranya 2/3, 3/4, dan 4/5.

Pada gambar 3 merupakan nilai SNR komunikasi BS1 dan BS2 kondisi uplink. Beberapa data diantaranya saat drone bergerak ke 50 meter didapatkan sinyal asli BS1 32,6 dB dan BS2 15,11 dB, awgn BS1 39,09 dB dan awgn BS2 10,10 dB. Saat drone bergerak ke 200 meter didapatkan sinyal asli BS1 25,67 dB dan BS2 17,48 dB, awgn BS1 24,47 dB dan BS2 12,08 dB. Saat drone bergerak ke 500 meter didapatkan sinyal asli BS1 22,43 dB dan BS2 24,99 dB, awgn BS1 13,04 dB dan BS2 19,77 dB.

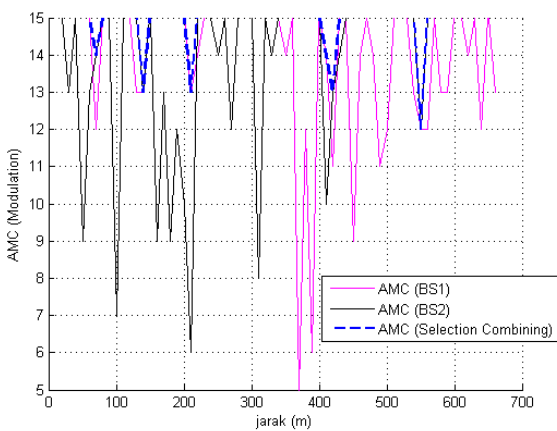
Pada Gambar 4 menunjukkan jenis-jenis modulasi yang terdata pada MCS untuk AMC level. Nomor 1 hingga 15 merupakan deretan modulasi yang terdiri dari 64 QAM coderate 4/5, 64 QAM coderate 3/4, 64 QAM coderate 2/3, 16 QAM coderate 4/5, 16 QAM coderate 3/4, 16 QAM coderate 2/3, 16 QAM coderate 1/2, QPSK coderate 4/5, QPSK coderate 3/4, QPSK coderate 2/3, QPSK coderate 1/2, QPSK

coderate 1/3, QPSK coderate 1/4, QPSK coderate 1/5, QPSK coderate 1/8, dan loss. Loss ditujukan apabila nilai SNR berada dibawah SNR QPSK coderate 1/8. Gambar tersebut ditunjukkan AMC pada BS1, AMC pada BS2, dan AMC ketika menggunakan selection combining. Selection combining tersebut kondisi macro diversity dari base station.

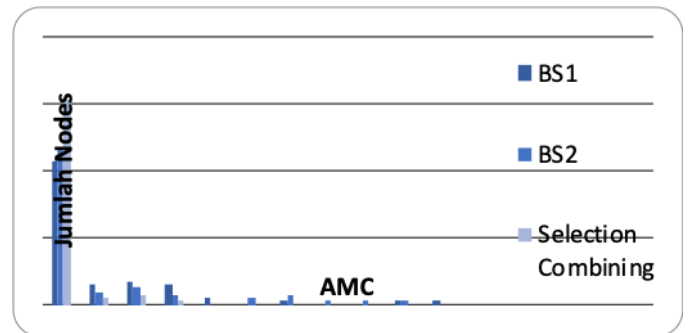
Beberapa data menunjukkan saat drone bergerak ke 50 meter didapatkan AMC pada BS1 menggunakan 64 QAM dengan coderate 4/5 atau nomor 15, AMC pada BS2 menggunakan 16 QAM dengan coderate 1/2 atau nomor 9, dan AMC pada SC menggunakan 64 QAM dengan coderate 4/5 atau nomor 15. Saat drone bergerak ke 200 meter didapatkan AMC pada BS1 menggunakan 64 QAM dengan coderate 4/5 atau nomor 15, AMC pada BS2 menggunakan 16 QAM dengan coderate 1/2 atau nomor 10, dan AMC pada SC menggunakan 64 QAM dengan coderate 4/5 atau nomor 16. Saat drone bergerak ke 200 meter didapatkan AMC pada BS1 menggunakan 64 QAM dengan coderate 4/5 atau nomor 16, AMC pada BS2 menggunakan 16 QAM dengan coderate 1/2 atau nomor 10, dan AMC pada SC menggunakan 64 QAM dengan coderate 4/5 atau nomor 15. Saat drone bergerak ke 500 meter didapatkan AMC pada BS1 menggunakan 16 QAM dengan coderate 4/5 atau nomor 15, AMC pada BS2 menggunakan 64 QAM dengan coderate 4/5 atau nomor 15, dan AMC pada SC menggunakan 64 QAM dengan coderate 4/5 atau nomor 15.



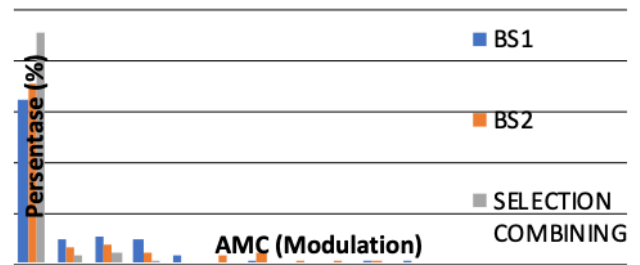
Gbr. 3 Nilai SNR pada BS1 dan BS2



Gbr. 4 AMC dari kanal dengan AWGN



Gbr. 5 Jumlah nodes / titik yang menggunakan AMC



Gbr. 6 Persentase penggunaan AMC

Pada Gambar 5 menunjukkan jumlah titik atau nodes dari penggunaan AMC komunikasi. Jumlah node untuk modulasi QPSK, 16 QAM, dan 64 QAM. Penggunaan QPSK pada BS1 sebanyak 2 nodes, BS2 sebanyak 3 nodes, dan SC sebanyak 0 nodes. Penggunaan 16 QAM pada BS1 sebanyak 9 nodes, BS2 sebanyak 8 nodes, dan SC sebanyak 1 nodes. Penggunaan 64 QAM pada BS1 sebanyak 65 nodes, BS2 sebanyak 64 nodes, dan SC sebanyak 67 nodes. Lebih detail penggunaan 64 QAM dengan coderate 4/5 pada BS1 sebanyak 43 nodes, BS2 sebanyak 47 nodes, dan SC sebanyak 61 nodes.

Pada Gambar 6 menunjukkan persentase pada AMC yang terdiri dari BS1, BS2, dan SC. Beberapa data menunjukkan persentase penggunaan QPSK pada BS1 sebesar 2,99%, BS2 4,47%, dan SC 0%. Penggunaan 16 QAM pada BS1 sebesar 13,43%, BS2 sebesar 83,58%, dan SC sebesar 1,49%. Penggunaan 64 QAM pada BS1 sebesar 83,58%, BS2 sebesar 83,58%, dan SC sebesar 98,50%. Lebih detail dari penggunaan 64 QAM dengan coderate 4/5 pada BS1 sebesar 64,17%, BS2 sebesar 70,15%, dan SC sebesar 91%. Persentase daerah cakupan keseluruhan dari BS1 menunjukkan 100%, BS2 100%, dan SC 100%.

IV. PEMBAHASAN

Pada bagian ini merupakan pembahasan dari hasil penelitian. Penelitian tersebut tentang sistem komunikasi drone menggunakan jaringan seluler yang bergerak pada lintasan tertentu disekitar lingkungan bergedung. Frekuensi komunikasi yang digunakan 5 GHz dengan ketinggian drone 5 meter. Pengaruh lingkungan bergedung dimodelkan terjadinya mekanisme difraksi. Mekanisme tersebut menggunakan metode single knife edge.

Sebagai hasil nilai SNR dilakukan perbandingan antara BS1, BS2, dan selection combining (SC). SC yang digunakan berdasarkan dua buah base station macrodiversity. Berdasarkan data penelitian tersebut ditunjukkan modulasi saat drone telah bergerak sejauh 50 meter didapatkan SC menggunakan 64 QAM dengan coderate 4/5 dari BS1. Saat drone bergerak sejauh 200 meter didapatkan SC menggunakan 64 QAM dengan coderate 4/5 dari BS1, dan saat drone bergerak sejauh 500 meter didapatkan SC menggunakan 64 QAM dengan coderate 4/5 dari BS2.

Berdasarkan jumlah node komunikasi yang menggunakan 64 QAM pada SC sebanyak 67 titik / nodes, lebih detail penggunaan 64 QAM dengan coderate 4/5 sebanyak 61 titik / nodes. Nilai persentase AMC pada SC untuk QPSK 0%, 16QAM 1,49%, dan 64 QAM 98,5%. Persentase tersebut menunjukkan penggunaan 64 QAM lebih banyak daripada modulasi lainnya. Lebih detail didapatkan persentase AMC dari 64 QAM dengan coderate 4/5 pada SC sebesar 91%. Cakupan keseluruhan dalam penggunaan macrocell BS1 sebesar 100%, BS2 sebesar 100%, dan selection combining dalam komunikasi drone tersebut sebesar 98,5%.

V. KESIMPULAN

Pada bagian kesimpulan ini menjelaskan tentang komunikasi drone menggunakan base station seluler. Komunikasi tersebut menggunakan frekuensi 5 GHz. Drone bergerak pada lintasan disekitar gedung-gedung. Mekanisme propagasi dimodelkan terjadinya difraksi dengan metode single knife edge. Kanal propagasi menggunakan awgn. Nilai SNR komunikasi mempengaruhi modulasi komunikasi. Mekanisme AMC berdasarkan MCS yang digunakan yaitu QPSK, 16QAM, dan 64QAM. Analisa penelitian tersebut ditujukan pada perbandingan BS1, BS2, dan SC. Persentase cakupan dari keseluruhan titik atau nodes sebanyak 100%. Pemanfaatan selection combining dengan 64QAM memiliki persentase lebih unggul yaitu 98,5%. Dominasi persentase 64 QAM dengan coderate 4/5 pada SC sebesar 91%.

REFERENSI

- [1] G. Bartoli, R. Fantacci, D. Marabissi, and M. Pucci, "Resource Allocation Schemes for Cognitive LTE-A Femto-cells using Zero Forcing Beamforming and Users Selection," *Globecom Wireless Communications Symposium*, 2014.
- [2] A.C. Eska, "Propagation of Mobile Communication with Tree Obstacle used OFDM-QAM at 10 GHz", *INFOTEL*, vol. 11, no. 3, pp. 88-92, Sep. 2019.
- [3] A.C. Eska, "The Communication System of Building from Outdoor to Indoor with AMC at 10 GHz", *INFOTEL*, vol. 12, no. 1, pp. 13-17, Apr. 2020.
- [4] G. R. MacCartney and T. S. Rappaport, "Study on 3GPP rural macrocell path loss models for millimeter wave wireless communications," 2017.
- [5] A.C.Eska, "Doppler Shift Effect at The Communication Systems with 10 GHz around Building", *INFOTEL*, vol. 12, no. 4, pp. 129-133, Nov. 2020.
- [6] A.C.Eska, "Pengaruh Code Rate untuk Komunikasi RBS Femtocell Frekuensi 47 GHz pada Tiang Lampu Jalan", *INFOTEL*, vol. 9, no. 4, pp. 412-415, Nov. 2017.
- [7] G. R. MacCartney, and T. S. Rappaport, "Millimeter-Wave Base Station Diversity for 5G Coordinated Multipoint (CoMP) Applications," *IEEE Transactions on Wireless Communications*, vol.18, no.7, 2019.
- [8] A.C.Eska, "Propagasi Komunikasi Radio Base Station Femtocell pada Tiang Lampu Jalan Frekuensi 10 GHz", *INFOTEL*, vol. 9, no. 4, pp. 382-386, Nov. 2017.
- [9] A.C. Eska, "Determination of MS Location through Building Using AoA Method of Frequency 47 GHz," *IJITEE*, vol.1, no.3, 2017.
- [10] A.C. Eska, "Multipath Effects in Building Environment Toward Bandwidth Enhancement for Mobile Communication of 47 GHz Frequency", *INFOTEL*, vol. 10, no. 1, pp. 39-44, Feb. 2018.
- [11] A.C. Eska, "Adaptive Modulation and Coding around Building Environment for Mobile Station Communication at The Train," *EMITTER*, vol.6, no.2, 2018.
- [12] A.C. Eska, and G. Hendranto, "Preliminary study on the effect of building-induced diffraction upon millimeter wave mobile communications systems with macrodiversity," *TSSA*, 2012.
- [13] A.C.Eska, "Komunikasi Bergerak Frekuensi 2.3 GHz Melewati Pepohonan Menggunakan Metode Giovanelli Knife Edge", *INFOTEL*, vol. 8, no. 1, pp. 94-99, May 2016.
- [14] A.C.Eska, "Cellular Communication Propagation at Drone around Building Environment with Single Knife Edge at 10 GHz", *INFOTEL*, vol. 13, no. 1, pp. 25-30, Feb. 2021.
- [15] J. S. Seybold, *Introduction to RF Propagation.*, John Wiley & Sons (New Jersey), 2005.
- [16] *ITU-R Radio Communication Sector of ITU (Attenuation by atmospheric gases) ITU-R P.676-10*. Electronic Publication (Geneva), 2013.
- [17] O. Werther, *LTE System Specifications and their Impact on RF & Base Band Circuits*. Rohde & Schwarz, 2013.

