

# Analisis Kinerja Sistem Komunikasi SC-FDMA Pada Kanal Mobile To Mobile

Fitri Amillia<sup>1</sup>, Mulyono<sup>2</sup>, Ade Putra Jaya<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau  
Kampus Raja Ali Haji Jl.H.R.Soebrantas No.155 KM 18 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293  
e-mail: fitriamillia@uin-suska.ac.id

## Abstrak

SC-FDMA merupakan teknik modulasi yang menggunakan single carrier dalam mengirimkan data untuk diimplementasikan pada sisi uplink 4G. Model kanal yang digunakan pada sistem ini berupa model kanal mobile to mobile rayleigh fading dan mobile to fix rayleigh fading. Penelitian ini untuk mengetahui kinerja dari sistem SCFDMA pada kanal mobile to mobile. Modulasi yang digunakan QPSK, 16-QAM, dan 64-QAM. Hasil penelitian ini menunjukkan pertama, pada kanal mobile to mobile rayleigh fading, kinerja sistem komunikasi SCFDMA yang memiliki kinerja lebih bagus, yaitu pada modulasi QPSK dibandingkan modulasi 16 QAM atau 64 QAM, dengan frekuensi doppler ternormalisasi 0.1 dengan BER  $10^{-3}$  didapat EbNo sekitar 24 dB. Kedua, pada kanal mobile to fix rayleigh fading, kinerja yang lebih bagus, yaitu pada modulasi QPSK dibandingkan modulasi 16 QAM atau 64 QAM, dengan frekuensi doppler ternormalisasi 0.1 dengan BER  $10^{-3}$  didapat EbNo sekitar 24 dB.

**Kata Kunci** : AWGN, Mobile to fix Rayleigh Fading, Mobile to mobile Rayleigh Fading, Modulasi, SCFDMA

## Abstract

SC - FDMA is a modulation technique that uses a single carrier in the transmit data to be implemented on 4G uplink side. Channel model used in this system in the form of the channel model rayleigh fading mobile to mobile and mobile to fixed rayleigh fading. This study was to determine the performance of the system at the canal SCFDMA mobile to mobile . The modulation used QPSK, 16-QAM and 6-4QAM . The results showed first , the mobile channel to mobile rayleigh fading , performance SCFDMA communication system that has better performance , namely the QPSK modulation than the modulation 16- QAM or 64- QAM , with normalized Doppler frequency of 0.1 to  $10^{-3}$  BER obtained EbNo about 24 dB . Second , the mobile channel to fix rayleigh fading , better performance , namely the QPSK modulation than the modulation 16- QAM or 64 -QAM , with normalized Doppler frequency of 0.1 to  $10^{-3}$  BER obtained EbNo about 24 dB .

**Keywords**: AWGN, Mobile to fix Rayleigh Fading, Mobile to mobile Rayleigh Fading, Modulation, SCFDMA

## 1. Pendahuluan

Kebutuhan akan kecepatan data yang tinggi dan sistem komunikasi yang mempunyai efisiensi yang tinggi merupakan permasalahan dalam teknologi *wireless* yang sering terjadi, oleh karena itu perlu memanfaatkan *spectrum bandwidth* terbatas sehingga mampu melayani dengan performansi yang baik. Dengan demikian, diperlukanlah suatu riset dan teknologi yang dapat menyelesaikan permasalahan tersebut yaitu sistem komunikasi teknologi 4G atau sering disebut *Long Term Evolution* (LTE). Sistem pada physical layer LTE telah menggunakan teknologi yang mampu menyediakan kecepatan akses data yang tinggi. Tidak hanya itu, juga menghasilkan sistem yang mempunyai tingkat *efisiensi spectrum* yang tinggi [1]. Penelitian dimulai dari generasi pertama (1G) sampai teknologi dimasa kini yakni generasi keempat (4G), dari mulai komunikasi yang bersifat analog hingga komunikasi yang bersifat digital, dari kecepatan 160 Kbps sampai dengan 100 Mbps.

LTE merupakan standar komunikasi dasar *wireless* tingkat tinggi yang didasarkan pada jaringan GSM/EDGE dan UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*)/HSDPA yang diperkenalkan pada *3rd Generation Partnership Project* (3GPP) Release 8 dan juga merupakan langkah evolusi lanjutan dari 3G menuju generasi 4G dari teknologi radio yang dirancang untuk meningkatkan kapasitas dan kecepatan jaringan telepon *mobile*. Format LTE pertama kali diusulkan oleh operator NTT CoOMo dari Jepang dan telah diadopsi sebagai standar

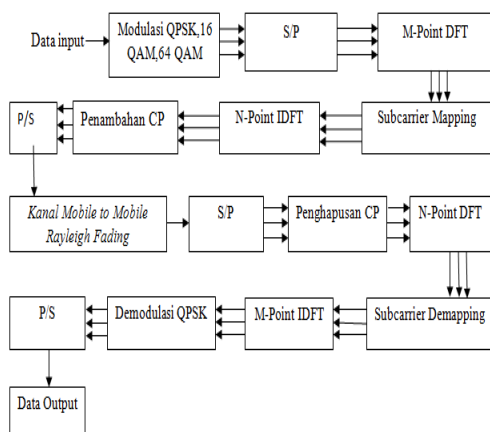
Internasional. Layanan LTE pertama di dunia dibuka oleh TeliaSonera di dua kota di Skandinavia yaitu Stockholm dan Oslo pada 14 Desember 2009. Dan kemudian diikuti oleh Amerika Serikat dan Jepang pada tahun 2010. Di sisi *uplink* LTE menggunakan teknik *Single Carrier Frequency Division Multiple Acces (SC-FDMA)*. Keuntungan menggunakan sistem komunikasi *SC-FDMA* ini adalah sinyal informasi di transmisikan secara serial menggunakan beberapa sinyal *sub-carrier* sehingga dapat memberikan performa daya yang lebih efisien serta *PAPR* yang rendah [2]. Pada sistem komunikasi *wireless* masih banyak terdapat hambatan-hambatan seperti adanya redaman yang di akibatkan oleh *fading* maupun kanal. Namun dalam pengirimannya kanal yang banyak mempengaruhi adalah kanal multipath fading, yang dapat menyebabkan kinerja dari suatu sistem menjadi menurun [3].

Maka diperlukan suatu penelitian mengembangkan suatu sistem SCFDMA menggunakan kanal *mobile to mobile* dimana user yang berkomunikasi selalu mengalami pergerakan (*mobile*). Pergerakan tersebut mengakibatkan *efek doppler* sehingga terjadi frekuensi *offset* dengan model kanal *mobile to mobile rayleigh fading* dan *mobile to fix rayleigh fading*, oleh karena itu *efek doppler* dapat mempengaruhi kinerja sistem komunikasi. Hasil akhir yang ingin dicapai yaitu menghasilkan kinerja yang terbaik dari sistem komunikasi SC-FDMA pada kanal *mobile to mobile* dengan mengukur parameter *BER*.

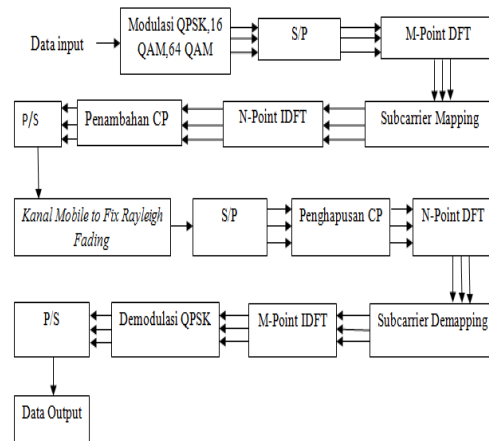
## 2. Metode Penelitian

### A. Model Sistem

Pada simulasi ini, akan dilakukan menggunakan program *Matlab* sinyal informasi dapat dibangkitkan setelah jumlah bit informasi telah diketahui. Jumlah bit informasi yang akan digunakan dapat ditentukan dengan diketahuinya jenis modulasi yang akan digunakan serta jumlah *subcarrier* dan jumlah simbol pada setiap *subcarrier*.



Gambar 1. Blok diagram SCFDMA pada kanal *mobile to mobile rayleigh fading*.



Gambar 2. Blok diagram SCFDMA pada kanal *mobile to fix rayleigh fading*.

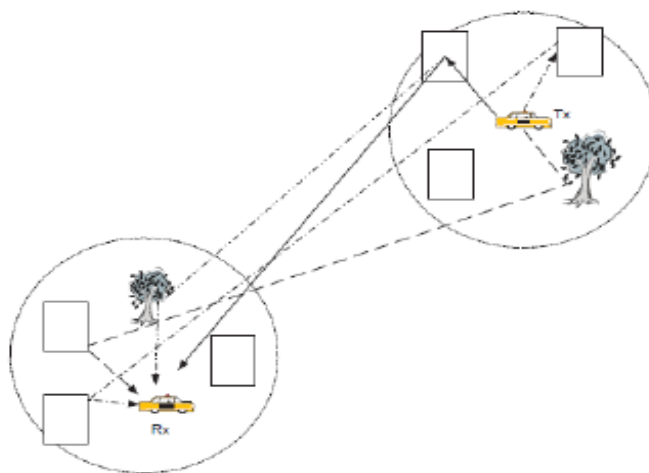
Pada blok diagram gambar 1 dan 2 diatas ditunjukkan bahwa data informasi yang akan dikirim ke tujuan dimodulasi terlebih dahulu kemudian deretan simbol serial tersebut tersebut diparalelkan. Setelah itu data tersebut dirubah kedalam bentuk frekuensi lalu dipetakan melalui subcarrier mapping, kemudian dirubah kembali ke dalam waktu dan ditambahkan cyclic prefix lalu data tersebut diroboh ke serial, kemudian data dikirim melalui Kanal *mobile to mobile Rayleigh fading* atau *mobile to fix Rayleigh fading* dan akan terkena Doppler serta Noise AWGN setelah itu akan masuk ke penerima, data yang berasal dari kanal akan melalui proses FFT dan Penghilangan *Cyclic prefix* kemudian dimodulasi lalu proses bit eror ratenya.

## B. Model Kanal

### 1. Kanal mobile to mobile rayleigh fading

Setelah sukses dari komunikasi mobile voice centric man to man tradisional [Generasi kedua (2G), komunikasi GSM ( global system for mobile communication )], trend dalam teknologi komunikasi nirkabel sekarang bergeser ke arah komunikasi mobile data centric man to machine [generasi ketiga (3G), UMTS (universal mobile telecommunications system)]. Dalam waktu dekat di masa akan datang, pergeseran lebih lanjut ke arah komunikasi nirkabel machine to machine [generasi keempat (4G), international mobile telecommunications (IMTs)-Advanced] diharapkan supaya kecepatan data sangat tinggi ( $>100$  Mb/s) dan tinggi spektral efisiensi ( $>10$  b/sHz) dapat dicapai. Contoh sederhana dari komunikasi mobile machine to machine adalah C2C (car to car) atau ekuivalen dengan komunikasi

V2V (vehicle to vehicle). Selain itu, komunikasi C2C atau V2V berada dibawah naungan dari apa yang disebut sebagai komunikasi M2M (mobile to mobile). Dikatakan sebagai sistem komunikasi mobile to mobile, bila semua entitas dari jaringan adalah bergerak, apakah itu mobile users dan atau vehicle [4].



Gambar 3. Contoh scatter pada kanal radio *mobile* [5]

Gambar 3 diatas menunjukkan skenario transmisi pada kanal radio *mobile*. Pada komunikasi radio *mobile* akan mengalami pergerakan baik pada sisi Tx (pengirim), Rx (penerima) ataupun keduanya bergantung dari aplikasinya. Gambar 2.6 menggambarkan Tx dan Rx dikelilingi oleh scatter lokal, merupakan skenario alami untuk kanal mobile to mobile karena elevasi antena yang rendah baik disisi Tx maupun Rx. Sedangkan pada sistem radio seluler, dimana BSS memiliki elevasi antena yang tinggi, sehingga memungkinkan BSS bebas dari scatter lokal. Adanya objek pada scatter lokal, baik alam seperti pegunungan, pepohonan atau buatan manusia seperti bangunan akan menghalangi jalur gelombang radio secara langsung dari Tx ke Rx sehingga menimbulkan *non line of sight propagation* (NLOS).

### 2. Kanal mobile to fix reyleigh fading

Dalam sistem telekomunikasi salah satu kanal *mobile* adalah kanal *mobile to fix rayleigh fading*. Pada kanal *mobile to fix rayleigh fading* pergerakan hanya terjadi pada *transmitter* saja, sedangkan *reciever* dalam keadaan tetap. Perbedaan kanal *mobile-to mobile rayleigh fading* pada kanal *mobile to fix rayleigh fading* adalah pergerakan dan efek *Doppler* hanya berada pada *transmitter*.

## A. Parameter Simulasi sistem SCFDMA

Parameter untuk simulasi sistem yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

- 1) Modulasi yang digunakan QPSK, 16-QAM, dan 64QAM
- 2) Model kanal yang digunakan *mobile to mobile rayleigh fading* dan *mobile to fix rayleigh fading*.
- 3) Kanal yang digunakan dipengaruhi oleh *noise AWGN*.

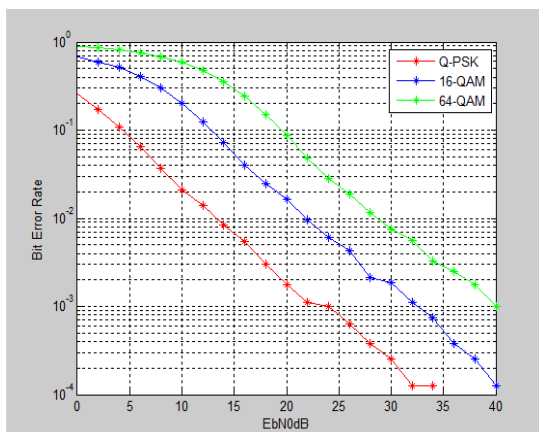
- 4) Jumlah  $M$ -Point IDFT dan  $N$ -Point DFT pada sistem SCFDMA adalah 512.
- 5) Guard interval yang digunakan dengan cyclic prefix  $\frac{1}{4}$  dari jumlah FFT

### 3. Hasil dan Analisis

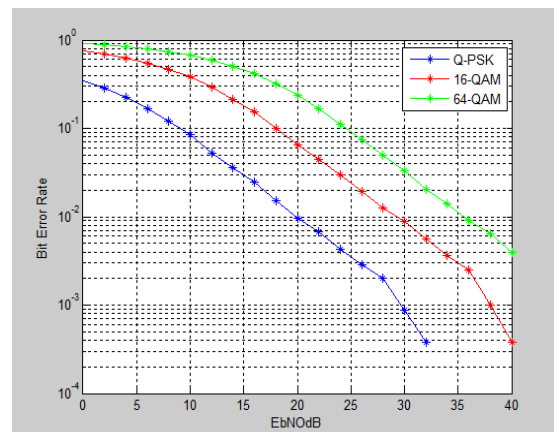
Setelah pengaturan parameter, maka langkah selanjutnya menganalisis hasilnya untuk mengetahui kinerja modulasi QPSK, 16-QAM dan 64-QAM pada kinerja sistem SCFDMA yang memiliki kinerja yang lebih bagus. Simulasi menggunakan Unit laptop dengan sistem operasi Windows 7 dan Software MATLAB R2013a. Adapun pemodelan sistem SCFDMA pada modulasi QPSK, 16-QAM, 64-QAM melewati kanal *Mobile to Mobile Rayleigh Fading* dan kanal *Mobile to Fix Rayleigh Fading*. Setelah melalui proses pada penerima dilakukan analisis kinerja dengan menghitung BER pada kanal *Mobile to Mobile Rayleigh* dan kanal *Mobile to Fix Rayleigh Fading*.

#### 3.1. Hasil Kinerja BER Pada Sistem SCFDMA Pada Kanal *Mobile to Mobile Rayleigh Fading*

Pada gambar 4 untuk Frekuensi doppler ( $F_d$ ) 0.2 modulasi QPSK mempunyai nilai BER  $10^{-3}$  dengan nilai  $E_b/N_0$  24 dB. Pada modulasi 16-QAM memiliki nilai BER  $10^{-3}$  dengan nilai  $E_b/N_0$  34 dB dan untuk modulasi 64-QAM memiliki nilai  $10^{-3}$  dengan nilai  $E_b/N_0$  40 dB. Pada gambar 5 untuk  $F_d$  0.2 modulasi QPSK mempunyai BER  $10^{-3}$  dengan nilai  $E_b/N_0$  30 dB. Pada modulasi 16-QAM memiliki nilai BER  $10^{-3}$  dengan nilai  $E_b/N_0$  38 dB dan untuk modulasi 64-QAM memiliki nilai  $10^{-2}$  dengan nilai  $E_b/N_0$  36 dB yang ditampilkan pada gambar di bawah ini.

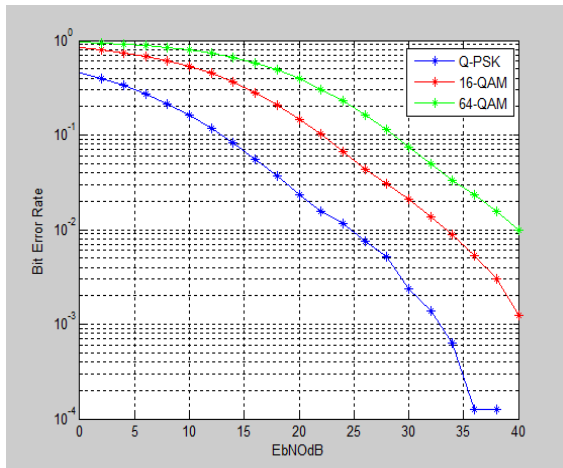


Gambar 4. Hasil kinerja SCFDMA pada kanal *Mobile to Mobile Rayleigh Fading* dengan  $F_d$  0,1

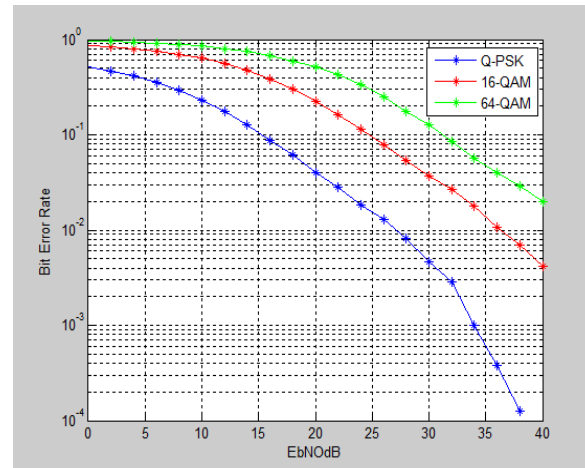


Gambar 5. Hasil kinerja SCFDMA pada kanal *Mobile to Mobile Rayleigh Fading* dengan  $F_d$  0,2

Pada gambar 6 dibawah ini menunjukkan untuk  $F_d$  0.3 modulasi QPSK mempunyai BER  $10^{-3}$  dengan nilai  $E_b/N_0$  34 dB. Pada modulasi 16-QAM memiliki nilai BER  $10^{-2}$  dengan nilai  $E_b/N_0$  36 dB dan untuk modulasi 64-QAM memiliki nilai  $10^{-2}$  dengan nilai  $E_b/N_0$  40 dB. Selanjutnya, pada gambar 7 yang dapat dilihat dibawah ini untuk  $F_d$  0.4 modulasi QPSK mempunyai BER  $10^{-3}$  dengan nilai  $E_b/N_0$  34 dB. Pada modulasi 16-QAM memiliki nilai BER  $10^{-2}$  dengan nilai  $E_b/N_0$  37 dB dan untuk modulasi 64-QAM memiliki nilai  $10^{-1}$  dengan nilai  $E_b/N_0$  33 dB.

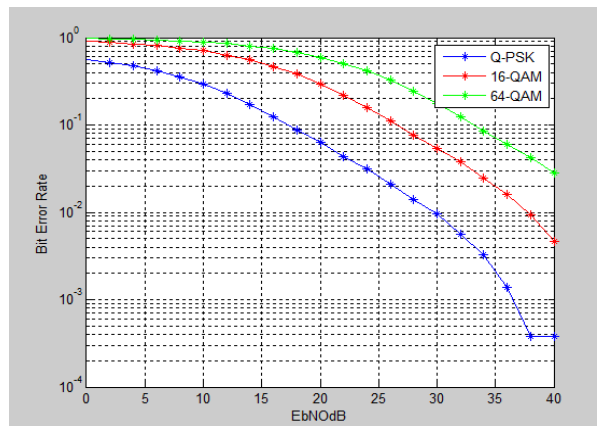


Gambar 6. Hasil kinerja SCFDMA pada kanal *Mobile to Mobile Rayleigh Fading* dengan  $F_d$  0.3



Gambar 7. Hasil kinerja SCFDMA pada kanal *Mobile to Mobile Rayleigh Fading* dengan  $F_d$  0.4

Pada gambar 8 dibawah ini untuk  $F_d$  0.5 modulasi QPSK mempunyai BER  $10^{-3}$  dengan nilai EbNo 38 dB. Pada modulasi 16-QAM memiliki nilai BER  $10^{-2}$  dengan nilai EbNo 38 dB dan untuk modulasi 64-QAM memiliki nilai  $10^{-1}$  dengan nilai EbNo 36 dB.

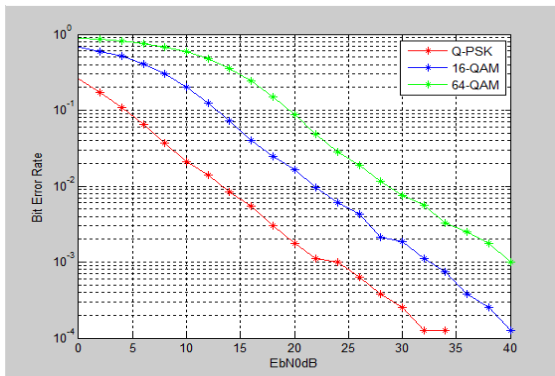


Gambar 8. Hasil kinerja SCFDMA pada kanal *Mobile to Mobile Rayleigh Fading* dengan  $F_d$  0.5

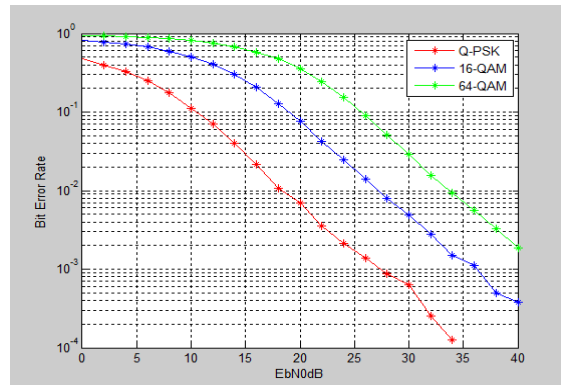
Dari jenis  $F_d$  yang berbeda dapat dilihat bahwa pada saat kondisi *mobile* modulasi yang bagus digunakan adalah modulasi QPSK, dibandingkan dengan modulasi 16-QAM dan modulasi 64-QAM. Hal ini disebabkan pada teori titik konstelasi modulasi yang mengatakan bahwa semakin kecil titik konstelasi pada modulasi maka semakin baik performansi jaringan dari sistem SCFDMA, akan tetapi modulasi tersebut memiliki bit rate yang kecil.

### 3.2. Hasil Kinerja BER Pada Sistem SCFDMA Pada Kanal *Mobile to Fix Rayleigh Fading*

Pada Gambar 9 dibawah ini untuk  $F_d$  0.1 untuk kanal *Mobile to Fix Rayleigh Fading*. Pada modulasi QPSK mempunyai nilai BER  $10^{-3}$  dengan nilai EbNo 24 dB. Pada modulasi 16-QAM memiliki nilai BER  $10^{-3}$  dengan nilai EbNo 34 dB dan untuk modulasi 64-QAM memiliki nilai  $10^{-3}$  dengan nilai EbNo 40 dB. Selanjutnya, gambar 10 menunjukkan untuk  $F_d$  0.2 modulasi QPSK mempunyai BER  $10^{-3}$  dengan nilai EbNo 28 dB. Pada modulasi 16-QAM memiliki nilai BER  $10^{-3}$  dengan nilai EbNo 38 dB dan untuk modulasi 64-QAM memiliki nilai  $10^{-2}$  dengan nilai EbNo 34 dB.

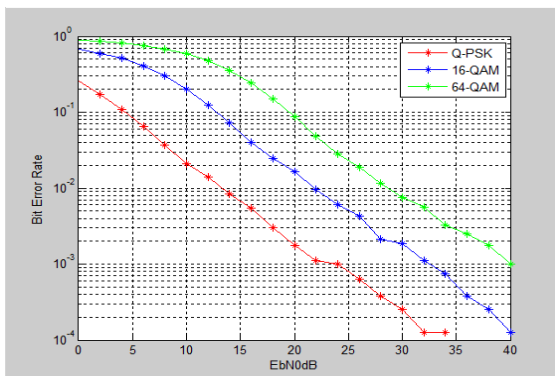


Gambar 9 Hasil kinerja SCFDMA pada kanal Mobile to Fix Rayleigh Fading dengan  $F_d$  0.1

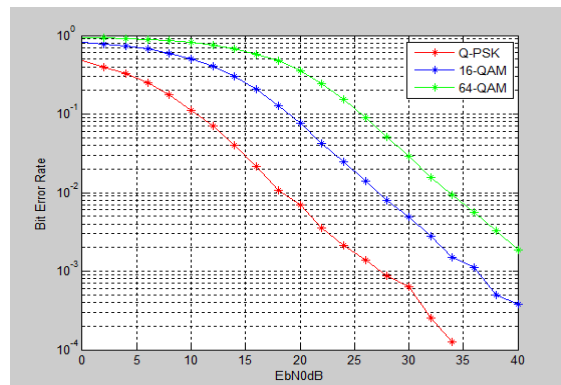


Gambar 10 Hasil kinerja SCFDMA pada kanal Mobile to Fix Rayleigh Fading dengan  $F_d$  0.2

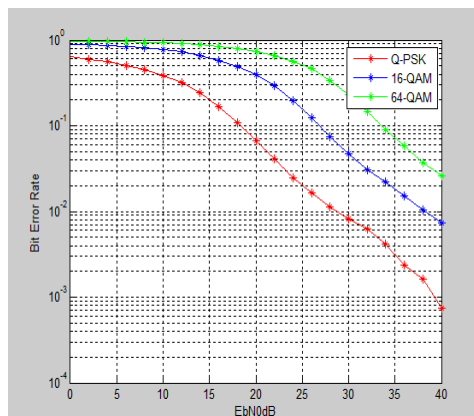
Pada gambar 11 dibawah ini untuk  $F_d$  0.3 modulasi QPSK mempunyai BER  $10^{-3}$  dengan nilai EbNo 34 dB. Pada modulasi 16-QAM memiliki nilai BER  $10^{-2}$  dengan nilai EbNo 33 dB dan untuk modulasi 64-QAM memiliki nilai  $10^{-2}$  dengan nilai EbNo 38 dB. Selanjutnya, gambar 12 menunjukkan  $F_d$  0.4 modulasi QPSK mempunyai BER  $10^{-3}$  dengan nilai EbNo 38 dB. Pada modulasi 16-QAM memiliki nilai BER  $10^{-2}$  dengan nilai EbNo 36 dB dan untuk modulasi 64-QAM memiliki nilai  $10^{-1}$  dengan nilai EbNo 32 dB.



Gambar 11. Hasil kinerja SCFDMA pada kanal Mobile to Fix Rayleigh Fading dengan  $F_d$  0.3



Gambar 12. Hasil kinerja SCFDMA pada kanal Mobile to Fix Rayleigh Fading dengan  $F_d$  0.4



Gambar 13. Hasil kinerja SCFDMA pada kanal Mobile to Fix Rayleigh Fading dengan  $F_d$  0.5

Pada gambar 13 diatas untuk  $F_d$  0.5 modulasi QPSK mempunyai BER  $10^{-3}$  dengan nilai EbNo 40 dB. Pada modulasi 16-QAM memiliki nilai BER  $10^{-2}$  dengan nilai EbNo 38 dB dan untuk modulasi 64-QAM memiliki nilai  $10^{-1}$  dengan nilai EbNo 34 dB.

Dari jenis  $F_d$  yang berbeda dapat dilihat bahwa pada saat kondisi *mobile to mobile* modulasi yang bagus digunakan adalah modulasi QPSK, dibandingkan dengan modulasi 16-QAM dan modulasi 64-QAM. Hal ini disebabkan pada teori titik konstelasi modulasi yang mengatakan bahwa semakin kecil titik konstelasi pada modulasi maka semakin baik performansi jaringan dari sistem SCFDMA, akan tetapi modulasi tersebut memiliki bit rate yang kecil.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi dan analisis, maka penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut

1. Pada kanal *mobile to mobile rayleigh fading*, kinerja sistem komunikasi SCFDMA yang memiliki kinerja lebih bagus, yaitu pada modulasi QPSK dibandingkan modulasi 16 QAM atau 64 QAM, dengan *frekuensi doppler* ternormalisasi 0.1 dengan BER  $10^{-3}$  didapat EbNo sekitar 24 dB
2. Pada kanal *mobile to fix rayleigh fading*, kinerja sistem komunikasi SCFDMA yang memiliki kinerja lebih bagus, yaitu pada modulasi QPSK dibandingkan modulasi 16 QAM atau 64 QAM, dengan *frekuensi doppler* ternormalisasi 0.1 dengan BER  $10^{-3}$  didapat EbNo sekitar 24 dB.

Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan melakukan analisa untuk mitigasi ICI pada kanal *mobile to mobile* juga dapat dilakukan simulasi SCFDMA dengan menambah *equalizer* pada sisi *receiver* pada kanal *mobile to mobile* serta Input informasi bisa digantikan citra atau video.

#### Referensi

- [1] Efendi Hermawan, Fery. Pemodelan Dan Evaluasi Sistem Komunikasi SCFDMA Pada Kanal Rayleigh Fading Sebagai Metode Untuk Reduksi PAPR Pada Transmisi Uplink LTE, Skripsi. Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya, 2012.
- [2] Myung, Hyung G and David J.Goodman. *Single-Carrier Fdma : A New Air Inteface For Long Term Evolution. 1<sup>st</sup> Edition.Wiley Series On Wireless Communication And Mobile Computing.2008.*
- [3] H. G. Myung, J. Lim, and D. J. Goodman. *Single Carrier Fdma For Uplink Wireless Transmission.* IEEE Vehnicular Technology MAG ,Sept 2006. vol. 1, no. 3.
- [4] Talha B., Matthias P. Channels Models for Mobile to mobile Cooperative Communication Systems', IEEE Vehicular Technology Magazine, June 2011.
- [5] Patel C. S., Gordon L. S., Thomas G. P. (2006), Statistical Properties of Amplify and Forward Relay Fading Channels,IEEE Tans. On Vehiculer Technology, Jan 2006, vol.55, no. 1.