

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan dan analisis tentang performansi penggunaan MIMO (*Multiple Input Multiple Output*) terhadap kinerja OFDMA (*Orthogonal Frequency Division Multiple Access*) pada LTE (*Long Term Evolution*) release 10 atau yang biasa disebut dengan LTE *Advanced*, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan teknik multi antena MIMO berpengaruh terhadap nilai BER sistem, serta kapasitas kanal sistem.
2. Berdasarkan hasil analisis BER sistem LTE dengan penggunaan MIMO 4x4, 2x4, 4x2, dan MIMO 2x2, dapat disimpulkan bahwa :
  - a. Nilai BER pada kanal AWGN (kondisi LOS) lebih kecil daripada pada kanal *fading* (kondisi NLOS). Karena pada kanal *fading* interferensi yang terjadi lebih banyak sehingga kemungkinan terjadinya *bit* yang salah semakin besar.
  - b. Pada kondisi LOS maupun NLOS, nilai BER sistem mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya jarak. Hal ini terjadi karena nilai BER dipengaruhi oleh  $E_b/N_o$ , dimana semakin besar jarak perbandingan energi bit terhadap *noise* akan semakin kecil.
  - c. Pada kondisi LOS maupun NLOS untuk jarak yang sama, nilai BER sistem berbeda untuk penggunaan masing-masing teknologi multi antena sesuai dengan jumlah antena yang digunakan pada *transmitter* dan *receiver*.
  - d. Nilai BER yang paling besar yaitu  $2.2249 \times 10^{-5}$  dengan penggunaan MIMO 2x4 pada jarak 3000 m kondisi NLOS dan yang paling kecil yaitu  $7.0558 \times 10^{-23}$  dengan penggunaan MIMO 4x2 pada jarak 500 m kondisi LOS. Dengan meningkatnya BER sistem maka semakin banyak *bit* yang salah dalam pentransmisian dari titik asal ke titik tujuan.

- e. Nilai BER sistem yang didapatkan masih dapat diterima karena memenuhi batas maksimum BER pada LTE yaitu sebesar  $10^{-3}$  (Chen,2008).
3. Berdasarkan hasil analisis kapasitas kanalsistem LTE dengan penggunaan MIMO 4x4, 4x2, 2x4, dan 2x2 dapat disimpulkan bahwa :
  - a. Kapasitas kanal sistem mengalami penurunan dengan meningkatnya jarak. Hal ini dikarenakan nilai kapasitas kanal dipengaruhi oleh SNR sistem, dimana semakin besar jarak maka perbandingan antara sinyal dengan *noise* akan semakin kecil sehingga nilai kapasitas kanal menurun dan data yang dapat ditransmisikan dalam satu detik sedikit.
  - b. Pada penggunaan teknik multi antena dimana jumlah antena pemancar lebih dari 1 (MISO atau MIMO), masing-masing antena pemancar mampu membawa sinyal yang berisi bit yang berbeda-beda sehingga kapasitas kanal sistem akan semakin besar.
  - c. Nilai kapasitas kanal sistem yang paling besar yaitu 5.4503 Gbps dengan penggunaan MIMO 4x4 pada jarak 500 m dan yang paling kecil yaitu 1.1041 Gbps dengan penggunaan MIMO 2x4 pada jarak 3000 m.
4. Performansi sistem yang paling bagus didapatkan ketika menggunakan teknik multi antena MIMO dengan jumlah antenna yang lebih banyak. Sesuai dengan pencapaian yang diharapkan pada jaringan LTE, yaitu mengakomodasi aplikasi-aplikasi baru berkapasitas besar dengan tingkat ketajaman yang tinggi dan kualitas yang bagus, maka digunakan MIMO. Karena penggunaan MIMO dapat menghasilkan kapasitas yang lebih besar daripada penggunaan teknik multi antenna yang lain dengan nilai BER dan kapasitas kanal berada dalam batas yang diperbolehkan.

## 5.2 Saran

Saran yang diberikan adalah:

1. Mensimulasikan performansi penggunaan MIMO 2x2 terhadap kinerja OFDMA pada LTE *Advanced release* 10 sehingga dapat diketahui perbandingan dari hasil perhitungan dan simulasi.

2. Menganalisis performansi penggunaan MIMO terhadap kinerja OFDMA pada LTE *Advanced release* 10 dengan modulasi yang berbeda misalnya menggunakan *Adaptive Modulation and Coding* (AMC)
3. Menganalisis performansi penggunaan MIMO terhadap kinerja OFDMA pada LTE *Advanced release* 10 untuk jumlah antena yang lebih banyak, misalnya MIMO 8x8.
4. Menganalisis performansi penggunaa MIMO terhadap kinerja OFDMA pada jaringan yang lain seperti LTE (*Long Term Evolution*) *Advanced release* 11

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

