

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Permintaan untuk suatu sistem global yang mendukung layanan multimedia interaktif seperti *teleconference*, *video streaming* dan *wireless internet* telah mendorong lahirnya teknologi LTE (*Long Term Evolution*) *release 8*. LTE merupakan evolusi dari jaringan UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*) yang diproyeksikan sebagai teknologi generasi keempat.

Tapi pada kenyataannya, tidak ada teknologi yang sempurna. LTE *release 8* memang sudah bisa dikatakan sangat bagus untuk aplikasi *mobile broadband*. Namun LTE *release 8* masih belum memenuhi standar persyaratan 4G IMT (*International Mobile Telecommunications*) *Advance*. Saat ini 3GPP telah menyelesaikan LTE *release 10* pada akhir tahun 2010, selain pengembangan dari *release* sebelumnya *release* ini juga lebih memastikan bahwa LTE telah memenuhi persyaratan minimum pada IMT-*Advanced* yang telah dibuat oleh ITU.

Untuk pengimplementasian LTE, operator hanya perlu melakukan *upgrade* jaringan yang telah dimiliki karena jaringan LTE memiliki kesamaan bentuk awal arsitektur dengan teknologi sebelumnya, begitu juga dengan LTE *Advanced*. LTE *Advanced* dirancang untuk menyediakan efisiensi spektrum yang lebih baik dan mampu melakukan pengiriman data berkapasitas besar dengan *data rate* yang tinggi dengan menggunakan teknik OFDMA (*Orthogonal Frequency Division Multiple Access*) pada sisi *downlink* dan SC-FDMA (*Single Carrier Frequency Division Multiple Access*) pada sisi *uplink*. Teknik untuk mewujudkan system komunikasi *wireless* yang *high data rate* dapat ditempuh dengan menggunakan modulasi *multicarrier* OFDM, dimana pada OFDM efek kanal *frequency selective fading* akan dirasakan *flat fading* oleh tiap subcarriernya sehingga *distorsi* sinyal akibat perlakuan kanal *multipath fading* menjadi berkurang. LTE menggunakan teknologi MIMO (*Multiple Input Multiple Output*) sehingga dapat menggunakan sinyal-sinyal tambahan untuk memperbesar kapasitas kanal. Kecepatan pengiriman data ditargetkan pada sisi *downlink* LTE *Advanced* mencapai 1 Gbps dan pada sisi *uplink* mencapai 500 Mbps. Sistem LTE *Advanced* memiliki standar

*bandwidth* mulai dari 6 MHz hingga 100 MHz dan dapat beroperasi baik pada frekuensi standar IMT-2000 (850 MHz, 1800 MHz, 1900 MHz, 2100 MHz) maupun frekuensi baru seperti 700 MHz dan 2.5 GHz.

OFDMA merupakan teknik akses jamak yang digunakan pada sisi *downlink* LTE maupun LTE *Advanced* dengan ide awal untuk mengatasi efek *multipath fading* yang mana pada sistem OFDMA menggunakan OFDM sebagai teknik modulasinya, dimana setiap bit data akan dimodulasikan pada sebuah *subset subcarrier* sehingga penggunaan *bandwidth* menjadi efisien. *Multipath fading* mengakibatkan adanya perbedaan waktu (*delay*), yang dimaksud ialah akibat respon kanal, maka akan terjadi *distorsi linear* yang menyebabkan energy pada tiap-tiap sub kanal menyebar ke sub kanal di sekitarnya. *Delay spread* menyebabkan waktu kedatangan sinyal bervariasi. Hal-hal inilah yang menyebabkan timbulnya ISI (*Intersymbol Interference*), Untuk meminimalisasi ISI, OFDMA menggunakan *guard time* yang berakibat kapasitas kanal menjadi rendah dan timbulnya ICI (*Intercarrier Interference*). Kapasitas kanal yang rendah dapat diatasi pada OFDMA dengan melakukan pengiriman symbol menggunakan banyak frekuensi (*multicarrier*). Sedangkan untuk mengatasi ICI, simbol OFDMA diperpanjang secara *cyclic* dalam *guard time* atau disebut dengan *cyclic prefix*. Pada kanal *downlink* LTE, teknik modulasi yang dapat digunakan adalah QPSK, 16-QAM, dan 64-QAM. Semakin tinggi modulasi yang digunakan, laju data sistem akan semakin tinggi.

Pencapaian laju data yang tinggi pada LTE bisa didapatkan dengan penggunaan antenna jamak atau dikenal sebagai teknologi MIMO (*Multiple Input Multiple Output*). Pada teknologi MIMO digunakan lebih dari satu antenna *receiver* dan *transmitter* dengan tujuan untuk menjadikan sinyal pantulan sebagai penguat sinyal utama. MIMO dapat digunakan untuk mengurangi *multipath fading* dengan menggunakan *diversity gain*, yaitu sinyal yang sama akan dikodekan secara berbeda dan ditransmisikan dari tiap antenna, kemudian di sisi penerima akan di kombinasikan untuk diperoleh sinyal terbaik.

Pada LTE, MIMO digunakan pada kanal *downlink* sehingga di kombinasikan dengan teknologi OFDMA. Kanal *downlink* adalah kanal yang digunakan ketika *base station* mengirimkan informasi ke *user*. Untuk skema

*multiple access* arah *downlink* LTE, digunakan konsep *broadcast* dimana semua *user* di multipleksing pada *base station* sehingga antar *user* akan saling ortogonal. Sifat ortogonal memberikan keuntungan pada LTE ketika salah satu *user* kehilangan sinkronisasi dengan *base station*, maka hanya hubungan *user* tersebut yang terputus sedangkan *user* lain tidak terkena efek gagal. Kombinasi MIMO-OFDMA memberikan LTE kemampuan untuk lebih meningkatkan kinerja sistem dan laju data, serta lebih efisien untuk memroses sinyal.

Penggunaan MIMO-OFDMA dapat memberikan pengaruh pada peningkatan laju data kanal *downlink* LTE. Untuk mengetahui performansi MIMO (*Multiple Input Multiple Output*) 4x4 pada kanal *downlink* LTE *Advanced*, dilakukan analisis terhadap beberapa parameter performansi yang meliputi BER (*Bit Error Rate*) pada kanal AWGN dan *Rayleigh Fading*, dan kapasitas kanal. Selanjutnya, parameter performansi dibandingkan dengan antenna MIMO dengan jumlah *transmitter* dan *receiver* yang berbeda yaitu, 4x2, 2x4, dan 2x2.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam skripsi ini dengan mengacu pada uraian latar belakang adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana konfigurasi jaringan MIMO pada kanal *downlink* LTE *Advanced*?
2. Bagaimana pengaruh penggunaan teknologi MIMO-OFDMA pada kanal *downlink* LTE *Advanced*?
3. Bagaimana performansi MIMO 4x4 pada kanal *downlink* LTE *Advanced* untuk parameter BER pada kanal AWGN dan *Rayleigh Fading*, dan kapasitas kanal, jika dibandingkan dengan MIMO 4x2, 2x4, dan 2x2

## 1.3 Ruang Lingkup

Pembahasan dalam skripsi ini dilakukan dengan batasan sebagai berikut :

1. Standar LTE yang digunakan adalah LTE *Advanced/Release* 10 yang didefinisikan dalam standar 3GPP,
2. Teknik pentransmisiannya menggunakan teknologi OFDMA,

3. Teknologi multi antena yang digunakan meliputi MIMO 4x4, 4x2, 2x4, dan 2x2,
4. Analisis transmisi data dilakukan pada sisi *downlink*,
5. Tipe modulasi yang digunakan adalah modulasi 64-QAM,
6. Antenna MIMO menggunakan skema SM (*Spatial Multiplexing*),
7. Tidak membahas secara spesifik komponen antena yang digunakan dan penurunan rumus,
8. Hasil perhitungan akan disimulasikan dengan menggunakan *software* Matlab 7,
9. Kanal *fading* yang digunakan untuk uji performansi system berdistribusi *Rayleigh*, dan kanal *noise* yang digunakan untuk uji performansi system berdistribusi *Gaussian*, AWGN (*Additive White Gaussian Noise*).

#### 1.4 Tujuan

Skripsi ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh dan performansi teknologi multi antena pada jaringan LTE *Advanced* dengan menganalisis parameter kapasitas kanal, dan BER pada kanal AWGN dan *Rayleigh Fading*.

#### 1.5 Kontribusi

Kontribusi yang dapat diberikan dengan penulisan skripsi ini diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Dapat mengetahui pengaruh dari penggunaan teknologi MIMO-OFDMA terhadap pengembangan jaringan 3GPP LTE-A (*Long Term Evolution-Advanced*) khususnya pada kanal *downlink*,
2. Memberikan alternatif pilihan kepada masyarakat untuk dapat menikmati layanan telekomunikasi seluler dengan tingkat akses yang lebih baik serta lebih meningkatkan kepuasan dan kenyamanan dalam penggunaan layanan,
3. Memberikan bahan acuan kepada penyelenggara layanan telekomunikasi untuk meningkatkan kinerja layanan telekomunikasi seluler, khususnya dalam peningkatan kinerja jaringan 3GPP LTE-A (*Long Term Evolution-Advanced*).

## 1.6 Sistematika Penulisan

Skripsi ini akan disusun dalam lima bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

### BAB I PENDAHULUAN

Memuat latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan, kontribusi dan sistematika penulisan.

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Mengkaji teori-teori yang menunjang penulisan skripsi ini, antara lain tentang dasar teori LTE *Advanced* yang meliputi pengertian dan konsep dasar LTE *Advanced*, spesifikasi teknis LTE *Advanced*, alokasi spektrum pada LTE *Advanced*, arsitektur jaringan LTE *Advanced*, arsitektur RAN (*Radio Access Network*), arsitektur radio protokol, dan skema transmisi kanal *downlink*. Dalam tinjauan pustaka ini juga mengkaji mengenai teknologi OFDMA meliputi pengertian OFDMA, pembagian aliran data pada OFDMA, blok diagram OFDMA, kanal propagasi, dan propagasi *outdoor* dan *indoor*. Serta mengkaji tentang dasar teknologi multi antenna meliputi pengertian teknologi multi antenna, konsep dasar sistem MIMO, skema sistem MIMO, dan parameter-parameter yang digunakan untuk menghitung performansi MIMO pada LTE *Advanced*.

### BAB III METODOLOGI

Membahas metode-metode yang digunakan untuk menjawab rumusan masalah yaitu berupa studi literatur untuk mengetahui dasar jaringan LTE *Advanced*, teknologi OFDMA, dan teknologi multi antenna yaitu MIMO (*Multiple Input Multiple Output*), kemudian pengambilan data yang berupa data sekunder yang diperoleh dari berbagai buku teks, jurnal, skripsi, dan internet, kemudian melakukan perhitungan sistem, kemudian melakukan analisis data melalui perhitungan, serta pengambilan kesimpulan berdasarkan hasil analisis data.

### BAB IV PEMBAHASAN

Melakukan analisis mengenai konfigurasi jaringan dan pengaruh penggunaan MIMO-OFDMA pada kanal *downlink* LTE *Advanced*,

serta melakukan perhitungan dengan menggunakan rumus yang telah didapatkan dari studi literatur untuk beberapa teknologi multi antena yaitu MIMO (*Multiple Input Multiple Output*) terhadap parameter BER dan kapasitas kanal pada *LTE Advanced*.

#### BAB V PENUTUP

Memuat kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis data serta saran untuk pengembangan dan penyempurnaan skripsi ini.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

