

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem *wireless* mengalami perkembangan yang sangat pesat di seluruh dunia dengan menyediakan layanan *voice*, teks, dan multimedia berkecepatan tinggi. Tuntutan peningkatan data rate dan kualitas layanan system komunikasi *wireless* memicu lahirnya teknik-teknik baru untuk meningkatkan efisien spectrum dan perbaikan sinyal. Namun, pada sistem komunikasi *wireless* terdapat masalah yang dihadapi yaitu kondisi kanal yang mengalami *multipath fading*. Akibatnya, terjadi *distorsi* sinyal pada sisi penerima dan juga mengakibatkan terjadinya ISI (*Intersymbol Interference*) sehingga menyebabkan terjadinya penurunan performansi sistem. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem yang handal untuk menjamin informasi yang dikirim dapat sampai ke tujuan dengan baik.

Salah satu teknik yang dapat diandalkan untuk meningkatkan performansi system komunikasi *wireless* adalah teknik *Multi Input Multi Output* (MIMO). MIMO merupakan sistem komunikasi yang menggunakan multi-antenna disisi *transmitter* dan *receiver*. MIMO menawarkan *diversity gain* dan *multiplexing gain*. Salah satu skema dalam system MIMO adalah diversitas pada sisi pengirim yang terbukti dapat meningkatkan kapasitas kanal. Selain itu, dengan ditemukannya Space Time Block Code (STBC) oleh Alamouti untuk skema dua antena pengirim yang kemudian dikembangkan oleh Tarokh, Jafarkhani dan Calderbank untuk skema lebih dari dua antena terbukti dapat meningkatkan kinerja BER dari sistem komunikasi.

Teknologi lainnya yang digunakan adalah teknik modulasi *multicarrier* OFDM. Dengan OFDM, sistem lebih tahan terhadap *multipath fading* dan dengan keorthogonalan *subcarrier* pada OFDM maka penggunaan *bandwidth* akan lebih efisien.

Akan tetapi, dalam komunikasi *wireless* seringkali sinyal dari user yang diinginkan dengan *sinyal interferer* menduduki *band frekuensi* yang sama. Hal ini dapat diatasi dengan penggunaan teknik *beamforming* pada

antena. Penggunaan *beamforming* diharapkan mampu memaksimalkan kemampuan antenna susunan di sisi penerima sehingga akan menambah integritas sinyal pada suatu lingkungan yang banyak *interferensi*.

Model kanal dalam lingkungan wireless seharusnya mampu menggambarkan karakteristik dari sinyal yang diterima. Pada kebanyakan kasus, model kanal digunakan untuk memprediksi sinyal terima secara umum dengan menyediakan informasi tentang parameter tertentu seperti Amplitudo dan fasa, *Angle of Arrival/Departure* dari sinyal pada transmitter dan receiver, Efek Doppler yang disebabkan pergerakan relatif antara objek pada kanal, dan sebagainya. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Ravikiran Nory dan Aida Botonjie, sinyal terima pada kanal dapat diprediksi dengan menggunakan parameter-parameter fisik seperti *Angle of Arrival/Departure* dari sinyal pada transmitter dan receiver, jarak antara elemen antenna baik pengirim dan penerima dan lainnya yaitu dengan menggunakan model kanal berdasarkan geometris yaitu dengan menggunakan informasi tentang lokasi fisik transmitter, receiver, dan berbagai obyek yang mengelilingi lingkungan. Model ini disebut juga dengan model *Geometrically Based Single Bounce* (GBSB). Pada sistem MIMO, kanal MIMO dapat dikategorikan menjadi kanal fisik dan kanal nonfisik (model secara analitik). Model kanal non-fisik menandakan respon impuls kanal (fungsi transfer secara ekuivalen) antara individual antenna transmit dan receive secara matematis. Model kanal non-fisik berdasarkan pada statistik kanal dengan menggunakan parameter non-fisik yang diperoleh berdasarkan pengukuran. Termasuk model kanal non-fisik yaitu model kanal rician dan model kanal rayleigh. Secara umum model non-fisik ini mudah untuk disimulasikan, tetapi mempunyai keterbatasan dalam karakteristik propagasi kanal MIMO. Sedangkan model kanal fisik memiliki parameter-parameter fisik yang penting untuk menjelaskan karakteristik propagasi kanal MIMO, diantaranya AOA dan AOD. Pada sistem MIMO, kanal yang saling berkorelasi dapat menurunkan kapasitas dan kualitas sistem. Akan tetapi, dengan kanal yang saling berkorelasi dapat diketahui karakteristik dari sinyal propagasi kanal MIMO yaitu dengan menggunakan model kanal *Geometrically Based Single Bounce* (GBSB). Keuntungan dari

penggunaan model kanal GBSB ini adalah besar kecilnya pengaruh korelasi kanal dapat dimanipulasi dengan mengubah parameter fisik sistem. Sebagai contoh, dengan menambah jarak antara elemen antena transmit secara umum dapat mengurangi korelasi kanal. Untuk itu, kanal berkorelasi dapat dimodelkan dengan model *Geometrically Based Single Bounce (GBSB)*.

Pada Tugas Akhir ini dibahas performansi dari sistem MIMO-OFDM empat antena *transceiver* menggunakan STBC pada kanal yang berkorelasi dan teknik beamforming pada sisi penerima. Kanal yang berkorelasi dimodelkan dengan GBSB sirkular yang mewakili kondisi *fixed wireless* pada daerah *open area*. Pengaturan besar *Angle Spread*, jarak antara *transmitter* dan *receiver*, dan jumlah *scatterer* di sekitar *receiver* mempengaruhi korelasi kanal.

1.2 Tujuan

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

- 1) Merancang dan menganalisa kinerja sistem MIMO-OFDM dengan *Beamforming* pada kondisi kanal *berkorelasi* dan kanal *multipath fading Rayleigh*.
- 2) Membandingkan kualitas sistem MIMO OFDM dan sistem MIMO OFDM dengan *Beamforming* pada kanal *berkorelasi*.
- 3) Menganalisa performansi BER terhadap SNR pada kanal *berkorelasi* dan kanal *multipath fading Rayleigh*.

1.3 Rumusan Masalah

Berikut ini beberapa rumusan masalah yang dihadapi penulis pada Tugas Akhir ini, yaitu:

- 1) Pemodelan kanal MIMO kondisi korelasi dan kanal *multipath fading Rayleigh*.
- 2) Pemodelan sistem MIMO-OFDM dengan teknik *beamforming* untuk diimplementasikan pada bahasa pemrograman MATLAB 7.0.1
- 3) Pemilihan parameter-parameter kanal *korelasi*.

- 4) Melakukan simulasi dari model sistem yang dirancang, lalu menganalisa hasil simulasinya.

1.4 Pembatasan Masalah

Agar kajian tugas akhir tidak meluas atau terlalu dangkal, maka pada tugas akhir ini dilakukan beberapa pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Sistem OFDM terdiri dari dua bagian utama yaitu pengirim dan penerima.
2. Sistem adalah single user yang mengacu pada standar WLAN 802.11a .
3. Sinyal Mapping yang digunakan yaitu QPSK.
4. Sistem *beamforming* diletakkan di antena receiver.
5. Model kanal berkorelasi dimodelkan oleh GBSB (*Geometrically Based Single Bounce*) sirkular yang sesuai untuk kondisi *fixed wireless* dan *open area* sedangkan model kanal tidak berkorelasi menggunakan *two rays multipath fading Rayleigh*.
6. Komponen kanal yang ada pada sistem dipengaruhi oleh faktor korelasi.
7. Parameter penentu *korelasi* kanal adalah jarak antara antena pengirim dan penerima.
8. Korelasi antar antena transmitter maupun receiver telah ditentukan, masing-masing sebesar λ dan $\frac{1}{2}\lambda$.
9. Pembahasan tidak termasuk pada pemilihan antenna *transmitter* dan *receiver* yang tepat digunakan sistem MIMO-OFDM
10. Sistem MIMO-OFDM diasumsikan bekerja pada kondisi sinkronisasi sempurna antara *transmitter* dan *receiver* sedemikian hingga daya terima semua pengguna dalam keadaan sama di receiver.
11. Performansi sistem MIMO-OFDM yang dibahas adalah perbandingan BER terhadap SNR pada kondisi kanal berkorelasi dan kanal *multipath fading Rayleigh* (tidak berkorelasi) dengan dan tanpa *beamforming*.
12. Program simulasi sistem MIMO-OFDM dengan *beamforming* menggunakan MATLAB 7.01 karena dapat mensimulasikan kinerja suatu sistem dengan baik.

1.5 Metodologi dan Penyelesaian Masalah

Berikut ini langkah-langkah yang ditempuh dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini adalah :

1) Studi Literatur

Pencarian, pengumpulan literatur-literatur, dan mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan permasalahan Tugas Akhir ini. Literatur yang digunakan berasal dari artikel, jurnal penelitian, tugas akhir, thesis, buku-buku referensi yang ada di perpustakaan dan internet.

2) Analisa Masalah

Setelah pengumpulan data-data literatur, lalu menganalisa permasalahan berdasarkan data-data literatur dan berdiskusi dengan pembimbing.

3) Desain Sistem

Perancangan sistem MIMO-OFDM beamforming berdasarkan hasil studi literatur. Setiap blok dari sistem MIMO-OFDM beamforming diterjemahkan ke program simulasi.

4) Desain Model Kanal MIMO

Memodelkan kanal MIMO yang dapat menghasilkan korelasi pada program simulasi. Model kanal ini digunakan oleh sistem untuk mengetahui performansi sistem pada kanal yang berkorelasi dan kanal *multipath fading Rayleigh*.

5) Simulasi dan Analisa

Program simulasi MIMO-OFDM dengan beamforming pada kanal korelasi dan kanal *multipath fading Rayleigh* dirunning, kemudian hasilnya dianalisa.

6) Kesimpulan

Melakukan kesimpulan terhadap hasil simulasi yang diperoleh.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan Tugas Akhir ini dibagi menjadi beberapa bab yang meliputi:

BAB 1 : PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang masalah, maksud dan tujuan, batasan masalah, metoda penyelesaian masalah, dan sistematika penulisan yang digunakan dalam pembuatan tugas akhir.

BAB II : DASAR TEORI

Bab ini membahas teori-teori dasar yang menunjang dalam perancangan dan simulasi sistem MIMO-OFDM dengan teknik *beamforming* pada kondisi kanal berkorelasi dan kanal *multipath fading Rayleigh*.

BAB III : PERANCANGAN SISTEM

Bab ini membahas tentang perancangan dan simulasi blok sistem MIMO-OFDM dengan teknik *beamforming* pada kanal berkorelasi dan kanal *multipath fading Rayleigh*.

BAB IV : ANALISA DAN SIMULASI

Bab ini membahas analisa hasil simulasi, apakah sesuai dengan yang diharapkan atau tidak.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas kesimpulan akhir tentang perancangan, hasil simulasi sistem dan saran-saran yang membangun agar perancangan sistem bisa lebih baik.