

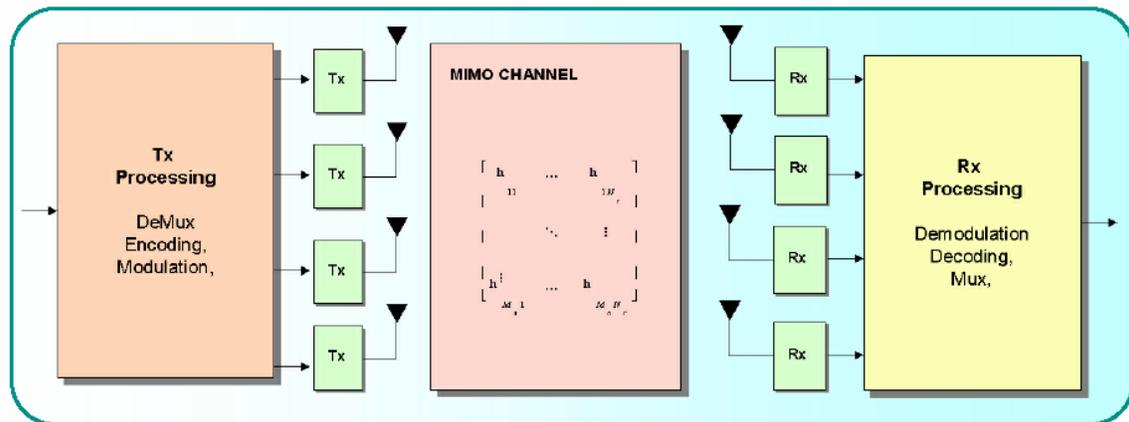
BAB I

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Pada beberapa tahun yang akan datang, *Wireless systems* di Indonesia diperkirakan akan membutuhkan sarana komunikasi yang lebih kompleks dari sekarang. Dimana kebutuhan *bandwidth* lebih bervariasi, mulai dari yang sempit (misal untuk komunikasi suara) sampai yang sangat lebar (misal untuk pengiriman gambar/video), dengan kebutuhan kualitas sinyal yang bervariasi pula dan didukung oleh infrastruktur dengan standar dan spesifikasi yang beragam. Untuk memenuhi kebutuhan pelanggan tersebut, dikembangkan/diteliti teknologi yang mendukung. Sejak tahun 1990-an telah mulai diteliti MIMO sistem (*multiple input multiple output*), sistem ini memungkinkan diperoleh penggunaan efisiensi *bandwidth* yang cukup besar, sehingga dapat memenuhi kebutuhan *transmission bandwidth* yang lebar.

Pertumbuhan yang sangat pesat dari *wireless communication* telah menimbulkan peningkatan suatu permintaan *user* pada kapasitas kanal yang menggunakan *bandwidth* terbatas. Respon dari kanal *wireless* berubah-ubah terhadap waktu yang berkaitan dengan terjadinya *multipath fading* dan perubahan macam-macam interferensi pada kanal. Secara khusus sistem *wireless* didesain dengan menggunakan skema modulasi tertentu untuk menghadapi kondisi terburuk yang terjadi pada sinyal informasi sehingga menggunakan mekanisme kontrol daya untuk menyesuaikan dengan perubahan respon kanal.



Gambar 1 : Konfigurasi MIMO-OFDM secara umum dengan 4 antena pengirim dan 4 antena penerima serta *Tx* dan *Rx Processing* yang terdiri atas blok *DeMux*, *Encoding*, dan Modulasi [6].

Salah satu masalah dalam komunikasi wireless adalah adanya fenomena *multipath fading*. Efek *multipath* disebabkan oleh lingkungan kanal propagasi. Sinyal yang diterima oleh penerima merupakan penjumlahan dari sinyal langsung dan sejumlah sinyal terpantul dari berbagai objek. *Multipath* didefinisikan sebagai lintasan jamak dari sinyal informasi yang dikirimkan karena perbedaan jarak tempuh masing-masing sinyal yang dikirimkan sehingga dapat menyebabkan perbedaan fasa antara sinyal langsung dan sinyal tidak langsung. Sedangkan *fading* adalah fluktuasi level daya terima akibat perubahan kondisi kanal.

2. Perumusan Masalah

Wireless MC-CDMA - MIMO system ini memerlukan konfigurasi sistem yang kompleks, karena untuk memenuhi prediksi kebutuhan

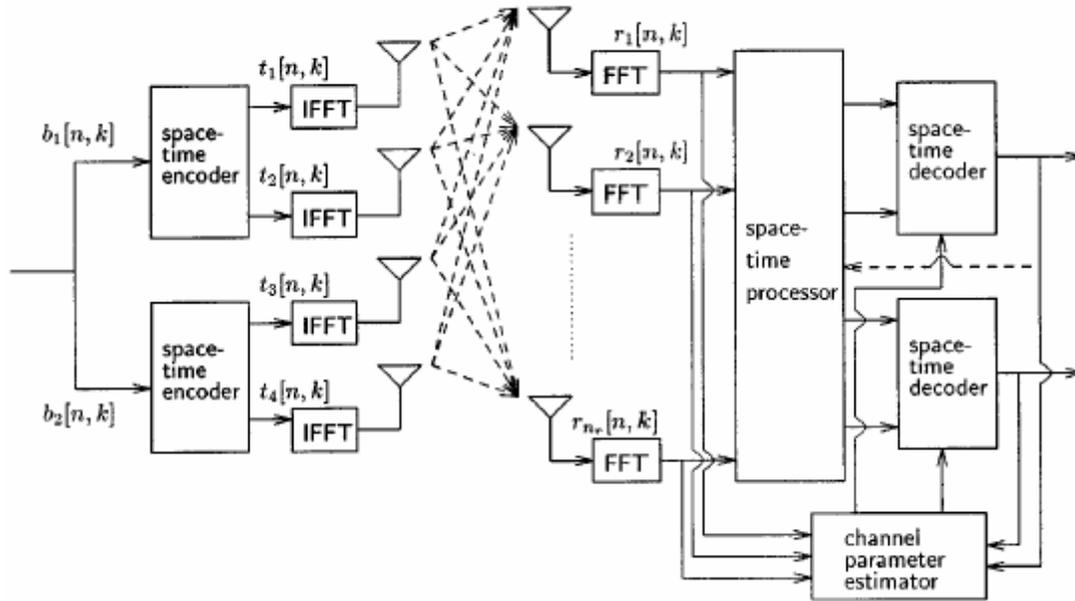
Pelanggan, sistem ini perlu didukung beberapa teknologi *wireless system* sebagai berikut :

- *Advanced antenna technologies*, antara lain dengan penerapan *smart antenna* yang dikembangkan dari *antenna arrays*, dimana jenis antenna ini telah digunakan pada sebagian *wireless systems* generasi ke 2.
- *Adaptive and reconfigurable systems, software defined radio*, yang memungkinkan untuk mendekati *Shannon capacity*, yaitu dengan cara menerapkan sistem modulasi, *coding*, power control dan lain-lain pada kondisi kanal radio, kebutuhan kualitas sinyal maupun *transmission rate* yang bervariasi.
- *Wireless access technologies*, dimana tendensi penggunaan sistem akses yang akan datang adalah penggunaan OFDMA (*Orthogonal Frequency Division Multiple Access*) dan MC-CDMA (*Multiple Carrier Code Division Multiple Access*) yang memungkinkan melayani pelanggan dengan kebutuhan *bandwidth* yang tinggi, dengan penggunaan spektrum frekuensi yang efisien dan dapat melayani layanan-layanan baru yang ditawarkan oleh berbagai operator.

Perancangan dan analisis sistem MC-CDMA-MIMO yang akan dilakukan pada penelitian ini terfokus pada beberapa hal antara lain :

1. Bagaimana menentukan sistem modulasi yang efektif dan efisien.
2. Bagaimana merancang sistem pengkodean berbasis *space-time coding* agar *bandwidth* yang dialokasikan lebih sempit, kapasitas sistem bertambah namun kualitas sinyal terima dapat lebih baik.
3. Bagaimana merancang sistem estimasi yang dapat memprediksi kondisi kanal sehingga hasil prediksi kondisi kanal digunakan untuk memperbaiki sinyal terima (BER rendah) dan menentukan sistem

pengambil keputusan (*decision subsystem*) untuk modulasi di bagian pengirim dan pengkodean di bagian penerima.



Gambar 2 : Konfigurasi MIMO-OFDM dengan 4 antenna pengirim dan n antenna penerima [5], dilengkapi dengan estimator parameter kanal yang diperlukan oleh dekoder *space-time* untuk mendeteksi sinyal terima ke dalam format sebelum dilakukan pengkodean *space-time* ($b_1[n,k]$ dan $b_2[n,k]$).

Kanal yang memiliki sifat berubah terhadap waktu (*time varying*) dapat diestimasi dengan sistem estimasi yang merupakan sistem predictor kanal, sehingga kondisi kanal dapat terpantau atau dapat diketahui dengan pendekatan algoritma prediksi kanal pada sistem estimasi. Setelah kondisi kanal diketahui, maka hasilnya akan dikirim ke blok *system decision* untuk menentukan jenis modulasi apa yang cocok dengan kondisi kanal tersebut dan untuk memperbaiki sinyal terima. Akhirnya *system decision* dengan *feedback* mengirimkan kembali informasi jenis modulasi yang cocok tadi ke blok pengirim dengan mengirimkan sinyal ke penerima.

3. Tujuan & Kegunaan

3.1 Tujuan

Penelitian yang akan dikerjakan ini memiliki tujuan antara lain :

1. Merancang dan menganalisis unjuk kerja bagian modulasi pada sistem MIMO-MC-CDMA dengan menggunakan perangkat lunak Matlab.
2. Merancang dan menganalisis unjuk kerja bagian pengkodean waktu ruang (*Space Time Coding*) dengan melakukan pengujian sistem MIMO-MC-CDMA.
3. Merancang dan menganalisis sistem estimasi kanal pada sistem MIMO-MC-CDMA pada kanal fading Rayleigh baik pada kondisi kanal yang tidak diketahui maupun pada kondisi kanal yang diketahui oleh *transmitter*.
4. Menganalisis unjuk kerja (kapasitas, kualitas, dan sistem MIMO-MC-CDMA setiap subsistem dengan melakukan pengubahan jumlah antena input dan antena output.
5. Merancang dan menganalisis perbaikan sinyal terima pada sistem MIMO-MC-CDMA agar tercapai BER yang rendah.

3.2 Kegunaan

Kegunaan dari penelitian tentang konfigurasi MIMO MC-CDMA sebagai judul thesis ini adalah sebagai salah satu syarat/mekanisme untuk kelulusan mahasiswa pada obyek/mata kuliah thesis yang mana obyek thesis sendiri merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program magister.

4. Hipotesis

Pada beberapa tahun yang akan datang, *wireless systems* di Indonesia diperkirakan akan membutuhkan sarana komunikasi yang lebih kompleks dari sekarang. Untuk memenuhi kebutuhan pelanggan tersebut, dikembangkan/diteliti teknologi yang mendukung, dimana sejak tahun 1990-an telah mulai diteliti sistem MIMO (*multiple input multiple output*), sistem ini memungkinkan diperoleh penggunaan efisiensi *bandwidth* yang cukup besar, sehingga dapat memenuhi kebutuhan *transmission bandwidth* yang lebar. Sistem MIMO MC-CDMA ini memerlukan konfigurasi sistem yang kompleks, karena untuk memenuhi prediksi kebutuhan pelanggan, salah satu teknologi *wireless systems* yang diperlukan untuk mendukung sistem ini adalah *adaptive and reconfigurable systems*, yang memungkinkan penerapan *shannon capacity*, yaitu dengan cara menerapkan sistem modulasi, *coding*, *power control* dan lain-lain pada kondisi kanal radio, kebutuhan kualitas sinyal maupun kecepatan transmisi yang bervariasi.

Parameter keberhasilan dari perancangan konfigurasi sistem MIMO MC-CDMA diantaranya adalah adanya sistem modulasi yang efektif dan efisien, adanya sistem pengkodean berbasis *space-time coding*, serta adanya sistem estimasi yang dapat memprediksi kondisi kanal sehingga hasil estimasi dapat digunakan untuk menentukan sistem pengambil keputusan (*decision subsystem*) pada modulasi di bagian pengirim dan pengkodean di bagian penerima. Diduga dengan konfigurasi tersebut akan dihasilkan suatu sistem telekomunikasi nirkabel yang mengalokasikan *bandwidth* yang lebih sempit, kapasitas sistem bertambah, namun kualitas sinyal terima dapat lebih baik dilihat dari BER yang makin kecil.

5. Pembatasan Masalah

Penelitian yang akan dibuat ini akan membahas konfigurasi *wireless systems* untuk *4th Generation Wireless*, agar dapat melayani kebutuhan pelanggan akan kebutuhan bandwidth yang sangat lebar dengan berfokus pada sistem MIMO-MC-CDMA layer fisik baik pada kondisi kanal radio yang diketahui oleh *transmitter*. Dan juga akan dilakukan analisis baik secara teoritis maupun dari hasil simulasi dengan Matlab mengenai unjuk kerja sistem MIMO-MC-CDMA dengan melakukan analisis per subsistem. Parameter yang menjadi sarana analisis pada penelitian ini adalah perubahan jumlah antena pengirim dan penerima, kapasitas sistem, kualitas sinyal yang diterima dari sistem MIMO-MC-CDMA, dan *bandwidth* yang diperlukan sistem MIMO-MC-CDMA.

Hal-hal yang akan menjadi pembatasan masalah pada topik thesis yang penulis ambil antara lain sebagai berikut :

1. Perancangan sistem MIMO-MC-CDMA dilakukan dengan perangkat lunak Matlab 7 berbasis *m-files*.
2. Perancangan sistem MIMO-MC-CDMA hanya dibatasi pada layer fisik.
3. Perancangan simulasi sistem MIMO-MC-CDMA yang dibuat, dilakukan dengan tahapan-tahapan yang berkesinambungan dan terintegrasi, dengan membuat sebuah subsistem yang kemudian dilengkapi dengan subsistem lain yang mendukung MIMO-MC-CDMA.
4. Pada penelitian ini tidak dibahas pengaruh jumlah *user* terhadap sistem karena jumlah *user* yang diterapkan hanya 1 *user* saja.

5. Penelitian ini membahas kondisi kanal yang diketahui oleh *transmitter*.
6. Pemodelan kanal pada penelitian ini dibatasi pada kanal *multipath fading* terdistribusi Rayleigh dengan metode Jakes.
7. Pada penelitian ini tidak disertakan kontrol daya sebagai salah satu subsistem yang mendukung sistem MIMO-MC-CDMA.
8. Sinkronisasi fasa pada penerima diasumsikan sempurna dan *delay* simbol antar antenna diasumsikan nol.
9. Skema modulasi yang dirancang dibatasi pada 3 jenis modulasi antara lain : BPSK dan QPSK.
10. Analisis yang dilakukan adalah mengukur unjuk kerja sistem berdasarkan performansi kapasitas (dengan ukuran semakin besar kapasitasnya maka semakin baik performansi kapasitasnya) dan kualitas (dengan ukuran semakin rendah BER pada sinyal terima maka semakin baik performansi kualitasnya) setiap subsistem yang dirancang pada keadaan dimana subsistem lainnya dianggap tetap kualitasnya dan pada data masukan yang berubah-ubah serta keadaan kanal yang berubah-ubah.

6. Metode Penelitian

1. Melakukan studi literatur dengan mempelajari permasalahan yang berkaitan dengan sistem MIMO MC-CDMA khususnya terkait dengan sistem modulasi, sistem pengkodean dan sistem estimasi kanal.

2. Merancang sistem MIMO MC-CDMA yang akan bekerja pada kanal fading datar yang terdistribusi Rayleigh.
3. Penelitian dilakukan dengan bentuk simulasi program dengan menggunakan *software* Matlab 7 yang memungkinkan peneliti memanipulasi variabel-variabel input dan meneliti akibatnya terhadap kinerja sistem MIMO MC-CDMA.
4. Pengambilan data dilakukan dari hasil pengujian simulasi dengan pengubahan data pada subsistem MIMO MC-CDMA yang tetap untuk dilakukan analisis unjuk kerja subsistem.
5. Pengumpulan data-data penunjang diperoleh dari hasil simulasi yang dilakukan dan dari data-data yang diperoleh dari paper yang tersebut pada daftar pustaka.