

BAB I

PENDAHULUAN

Di penghujung tahun 2006, perkembangan dan kemajuan teknologi telekomunikasi bukan saja sangat pesat, namun juga sangat berpengaruh dalam kehidupan manusia, baik dalam kegiatan pribadi maupun bisnis. Hal ini bisa terjadi karena teknologi tersebut membawa perubahan yang sangat signifikan dan luas, dalam arti memberi banyak kemudahan dan berbagai pengalaman baru yang menarik, sehingga menjadi pilihan banyak orang untuk menggunakannya.

Keunggulannya dipercaya akan memberi manfaat optimal dibandingkan dengan teknologi atau solusi yang pernah ada sebelumnya, namun pada saat yang sama, perlu dipadukan dengan intensitas promosi dan komunikasi serta dukungan lain yang akan semakin mendorong optimalisasi perannya sebagai solusi yang lebih baik, efisien, dan efektif. Teknologi telekomunikasi yang dimaksud adalah teknologi nirkabel (*wireless*) yang mendukung *high-data-rate streaming*, sekaligus hemat energi, murah dan dapat dikemas dalam bentuk produk yang sangat kecil, diantaranya yakni *ultra wideband* (UWB) yang kini terus dikembangkan agar lebih siap dan segera masuk pasar.

1.1 Latar Belakang

UWB menawarkan potensi besar untuk suatu desain komunikasi nirkabel jarak pendek berkecepatan tinggi yang memanfaatkan pita frekuensi (*bandwidth*) yang sangat lebar, 7.5 GHz, dalam mentransmisikan berbagai bentuk data. Karenanya, untuk periode waktu yang sama, UWB sanggup menyalurkan data hingga 480 Mbps dalam jarak 1 meter bahkan Freescale Semiconductor Incorporated optimis akan merilis *chipset* UWB berkecepatan 1 Gbps di penghujung tahun 2007 [1], dan 110 Mbps dalam jarak 10 meter [2]. Agar dapat memenuhi permintaan peningkatan kecepatan transfer data yang lebih tinggi dan kapasitas transfer data yang sangat besar dengan kualitas yang baik, salah satu solusinya yang juga akan menjadi fokus bahasan tesis ini, adalah dengan mengeksplorasi spasial dan perbedaan *multipath* melalui penggunaan sistem

multiple input multiple output (MIMO) orthogonal frequency division multiplexing (OFDM) dan teknik simbol yang tepat.

Sistem MIMO telah dikenal sebagai salah satu dari banyak teknik yang memberi harapan untuk suksesnya kemajuan dramatis dalam performansi sistem, kapasitas, maupun kualitas kanal nirkabel, dimana antar *station* dan atau terminal/piranti menggunakan lebih dari satu antena yang bekerja pada frekuensi yang sama. Teknik MIMO dapat membuat kanal paralel independen dalam *domain spasial* untuk mengirimkan beragam aliran data dan yang terpenting adalah teknik ini bisa memperbesar kapasitas kanal tanpa mengurangi *bandwidth* yang tersedia. Hal ini juga sejalan dengan prinsip *orthogonalitas* OFDM yang membolehkan tumpang tindih (*overlapping*) tanpa terjadinya interferensi yang diantaranya pula dalam rangka penghematan pita frekuensi (*saving bandwidth*).

OFDM merupakan salah satu bentuk sistem komunikasi *multi carrier* yang handal dalam mentransmisikan data berkecepatan tinggi meski pada kanal *multipath* sekalipun. Sistem OFDM bekerja dengan membagi data serial menjadi data paralel dengan kecepatan yang lebih rendah untuk dimodulasikan secara terpisah. Dengan durasi simbol yang panjang dan proses transmisi informasi pada sejumlah *subcarrier*, OFDM menjadi sistem yang handal untuk mengatasi distorsi *delay spread* dan *unflat fading* akibat kanal *multipath*.

Pada sistem MIMO UWB berbasis representasi matriks kovarian dengan metode *time hopping spread spectrum (THSS)* dan *direct sequence spread spectrum (DSSS)*, model kanalnya digunakan untuk menganalisa *bit error rate (BER)* berdasarkan kriteria *minimum mean square error (MMSE)* sesuai rekomendasi model kanal IEEE 802.15.3a. THSS bisa mencapai *symbol rate* hingga lebih besar dari 700 Mbps untuk komunikasi jarak pendek (0-4m). Namun metode DSSS sangat peka terhadap *symbol rate* yang tinggi sehingga sangat rawan dengan keberadaan *intercarrier interference (ICI)* dan juga *inter-symbol interference (ISI)* [1]. Dalam tesis ini diterapkan penggunaan MIMO OFDM dengan simbolnya yang berdurasi panjang diselipkan *guard interval* berupa *cyclic prefix*, sehingga dapat mengatasi hal tersebut. Di sisi lain arsitektur sistem MIMO berbasis SVD sangat baik diterapkan pada pemodelan estimasi kanal, yang mana pada penelitian iterasi estimasi SVD kanal MIMO berdasar

pengembangan kriteria MMSE, hasil simulasinya memperlihatkan bahwa algoritma iterasi bisa mencapai performansi yang baik [3].

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) telah membentuk gugus tugas 802.15.3a dan tengah menimbang-nimbang proposal yang akan menjadi acuan standar UWB untuk kepentingan komersial. Pertama, UWB berbasis teknologi *multi-band orthogonal frequency division multiplexing (MB-OFDM)*, yang diajukan oleh aliansi industri *MultiBand OFDM Alliance (MBOA)* dan didukung oleh Hewlett Packard (HP), Intel, Philips, Samsung, Sony, Texas Instrument (TI). Kedua, UWB berbasis teknologi *direct sequence code division multiple access (DS-SS)*, yang disponsori oleh Motorola. Dan ketiga, UWB berbasis teknologi *time division/frequency division multiple access (TD/FDMA)* [4].

1.2 Tujuan dan Kontribusi

Tidak seperti kebanyakan penelitian yang pernah dilakukan mengenai topik MIMO OFDM, penulisan tesis ini lebih difokuskan pada pendekatan analisa karakteristik nilai eigen sebagai akar-akar dari persamaan matriks respon kanal sistem. Di sini dikemukakan suatu perspektif lain dimana SVD sebagai *decomposer tool*, mendekomposisi respon kanal ke dalam besaran-besaran skalar dengan mengaplikasikan propagasi *maximal ratio combining*, yang secara analisa matematis tidak pernah mengubah nilai kandungan energi data sinyal terkirim.

MIMO OFDM memiliki kemampuan dalam meningkatkan kapasitas *throughput* sebagaimana dibutuhkan oleh sistem komunikasi UWB. Untuk itu diperlukan teknik pemodelan kanal dalam memudahkan evaluasi SNR dan BER, baik pada keseluruhan sistem maupun per basis kanal. Secara teoritis hal tersebut bisa dicapai melalui komputasi matematik yang memanfaatkan matriks respon kanal, dengan cara mendekopelnya ke dalam sejumlah kanal spasial paralel independen. Diharapkan dari desain pemodelan yang tepat, performansi sistemnya dapat ditingkatkan meski dalam lingkungan *multipath* sekalipun.

1.3 Ruang Lingkup Pembahasan

Ruang lingkup bahasan tesis ini adalah meneliti performansi teknik MIMO OFDM dan pendekatannya dengan menggunakan faktorisasi dekomposisi nilai

singular. Tahapan yang dilakukan adalah dengan menerapkan konsep dekomposisi kanal frekuensi selektif *fading* ke paralel *flat fading* dalam domain frekuensi. Kemudian mengembangkannya ke domain spasial dengan menggunakan operasi SVD yang didasarkan pada pendekatan *decouple* kanal MIMO *flat fading* ke dalam kanal spasial *orthogonal*. Selanjutnya dilakukan kombinasi *decouple* domain spasial berbasis SVD dengan *decouple* domain frekuensi berbasis FFT.

1.4 Sistematika Penulisan

Penulisan tesis terdiri dari beberapa bagian pembahasan yang disusun secara sistematis sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Diawali dengan latar belakang penulisan, kemudian tujuan penulisan, ruang lingkup penulisan, dan sistematika penulisan tentang uraian singkat tiap bab.

BAB II : MIMO OFDM SISTEM KOMUNIKASI UWB

Menjelaskan tentang pengertian UWB dan jalur kerjanya, teknologi MIMO dan aplikasinya, serta sistem OFDM secara umum.

BAB III : PEMODELAN KANAL MIMO OFDM

Membahas sistem transmisi dan model ekuivalen kanal MIMO dengan menggunakan faktorisasi SVD dan kemudian mengembangkannya ke sistem MIMO OFDM dengan *multipath*.

BAB IV : DEKOMPOSISI PARALEL SISTEM MIMO OFDM

Melakukan dekomposisi eigen *transceiver* sistem MIMO dan OFDM, kemudian menganalisa sistem transmisi dan kapasitas kanal spasial MIMO OFDM yang berguna dalam desain pemodelan kanal.

BAB V : ANALISA NUMERIK PERFORMANSI SISTEM KOMUNIKASI UWB MIMO OFDM

Menganalisa contoh kasus matriks respon kanal sistem UWB MIMO OFDM dengan metode urai numerik menggunakan faktorisasi SVD, dilengkapi dengan analisa performansi.

BAB VI : PENUTUP

Berisikan intisari penulisan tesis dan saran *future work* bagi pengembangan tesis selanjutnya.

