

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan komunikasi wireless meningkat pesat, hal ini menyebabkan ketersediaan pita frekuensi semakin menipis karena sudah digunakan untuk beberapa teknologi seperti Radio AM/FM, TV satelit, seluler, komunikasi satelit, dan GPS. Sehingga tidak ada kanal frekuensi yang tersisa untuk teknologi komunikasi wireless pada masa depan. Cara untuk mengatasinya adalah dengan memanfaatkan frekuensi tinggi yaitu pada band *millimeter wave* (mm-wave)^[1], karena di frekuensi tinggi ini masih banyak frekuensi yang belum ditempati, dengan rentang frekuensi 30 GHz – 300 GHz^[2]. Beberapa keuntungan menggunakan spektrum *mm-wave* adalah masih banyak frekuensi yang belum ditempati, bandwidth yang lebar, data rate yang tinggi dan kerugian menggunakan spektrum mm-wave adalah *pathloss* yang besar^{[1][2]}.

Untuk mengatasi masalah *pathloss* yang besar pada *mm-wave* adalah dengan menggunakan antena *array* yang banyak. Banyaknya antena yang digunakan pada teknologi *mm-wave* ini menyebabkan kompleksitas yang tinggi pada sisi *hardware* jika menggunakan sistem *digital beamforming*^{[7][13]}. Hal ini disebabkan pada sistem *digital beamforming*, jumlah RF *Chain* yang dibutuhkan sama dengan jumlah antena yang digunakan. Untuk mengurangi kompleksitas pada sisi *hardware* dengan menggabungkan antara *analog beamforming* dengan *digital beamforming* atau sering disebut dengan *hybrid beamforming*^[7].

Pada tugas akhir ini, dilakukan penelitian tentang estimasi sudut kedatangan pada sistem *hybrid beamforming* menggunakan algoritma ESPRIT (*Estimation of Signal Parameters Via Rotational Invariance Techniques*) . Algoritma ESPRIT merupakan salah satu algoritma yang memanfaatkan teknik *subspace*^{[3][12]}. Teknik *subspace* melakukan estimasi sudut kedatangan sinyal dengan memanfaatkan struktur *eigen* dan melakukan pemisahan antara *noise subspace* dan *signal subspace*^[3]. Pemisahan *subspace* ini memberikan kehandalan algoritma untuk memisahkan antara sinyal dan *noise* untuk diproses lebih lanjut.

Perbedaan Algoritma ESPRIT dengan yang lain (*Delay and Sum*, *Capon*, dan *MUSIC*) adalah tidak melakukan *scanning* sudut melainkan memanfaatkan sifat *rotational invariant* dari susunan antena, sehingga kompleksitas komputasinya lebih rendah dari yang melakukan *scanning* sudut^[12]. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan Ramlond Anggito mengenai estimasi algoritma ESPRIT tanpa menggunakan sistem *beamforming*^[3]. Girm Kwon meneliti tentang jumlah RF *Chain* yang optimal pada arsitektur *hybrid beamforming*^[7]. Pada kesempatan kali ini, penulis akan meneliti tentang estimasi sudut menggunakan algoritma ESPRIT pada sistem *hybrid beamforming*. Algoritma ini akan disimulasikan di program MATLAB untuk menganalisis kehandalan algoritma ditinjau dari akurasi dari sudut *output* dan performansi *hybrid beamforming* pada kanal *rayleigh*.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan analisis pengaruh jumlah antena terhadap kinerja sistem *hybrid beamforming*.
2. Melakukan analisis pengaruh jumlah RF *chain* terhadap kinerja sistem *hybrid beamforming*.
3. Melakukan analisis pengaruh jumlah antena yang digunakan terhadap performansi algoritma ESPRIT dalam melakukan estimasi DOA pada sistem *hybrid beamforming*.
4. Melakukan analisis pengaruh jumlah RF *chain* yang digunakan terhadap performansi algoritma ESPRIT dalam melakukan estimasi DOA pada sistem *hybrid beamforming*.
5. Melakukan analisis pengaruh SNR yang digunakan terhadap performansi algoritma ESPRIT dalam melakukan estimasi DOA pada sistem *hybrid beamforming*.
6. Melakukan analisis pengaruh jumlah sudut datang yang digunakan terhadap performansi algoritma ESPRIT dalam melakukan estimasi DOA pada sistem *hybrid beamforming*.

1.3 Rumusan Masalah

Tugas akhir ini membahas tentang estimasi sudut kedatangan dengan algoritma ESPRIT pada sistem *hybrid beamforming*. Batasan masalah yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah :

- a. Pemodelan sistem *hybrid beamforming* untuk diimplementasikan pada bahasa pemrograman MATLAB.
- b. Menganalisis hasil simulasi sistem *hybrid beamforming* dengan parameter jumlah antena dan jumlah RF *chain* berdasarkan nilai BER terhadap SNR.
- c. Menganalisis performansi algoritma ESPRIT dalam mengestimasi sudut datang dengan adanya pengaruh jumlah antena, jumlah RF *chain*, nilai SNR, dan jumlah sudut datang yang digunakan pada *hybrid beamforming*.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan di singgung pada Tugas Akhir ini yaitu :

- a. Simulasi menggunakan MATLAB.
- b. Sistem *hybrid beamforming* terdiri dari pengirim dan penerima.
- c. Antena pengirim dan penerima yang digunakan berukuran 4x4 dan 8x8.
- d. Jumlah RF *chain* yang digunakan 2, 4, 6, dan 8 buah.
- e. Menggunakan *mapper* 64 QAM.
- f. Algoritma yang digunakan untuk melakukan estimasi DOA adalah ESPRIT.
- g. Menggunakan susunan antena *Uniform Linear Array*.
- h. Jumlah sudut datang yang digunakan 1 – 6 buah.
- i. Kanal propagasi yang digunakan adalah kanal *Multipath Rayleigh Fading* dan AWGN.
- j. Tidak membahas pengaruh impedansi gandeng antena, proses matching dan pencatuan susunan antena.
- k. User dianggap dalam keadaan diam.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penyelesaian tugas akhir ini ada beberapa tahap, yaitu :

1. Studi Literatur

Pencarian literatur – literatur dan mempelajari hal – hal yang berkaitan dengan permasalahan pada Tugas Akhir ini. Literatur yang digunakan berupa artikel, jurnal penelitian, TA yang mendukung dan buku referensi.

2. Perancangan

Proses perancangan sistem *hybrid beamforming* yang akan bekerja pada kanal *multipath fading* terdistribusi *rayleigh* serta kanal AWGN.

3. Simulasi

Penelitian ini dilakukan dalam bentuk simulasi program menggunakan *software* MATLAB yang memungkinkan peneliti memanipulasi variabel-variabel *input* dan meneliti akibatnya terhadap kinerja sistem *hybrid beamforming*.

4. Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dari hasil pengujian simulasi dengan pengubahan data *input* pada sistem *hybrid beamforming* untuk dilakukan analisis unjuk kerja sistem.

5. Analisis

Analisis dilakukan setelah proses perancangan, simulasi, dan pengambilan data dilakukan. Analisis dilakukan untuk melihat performansi unjuk kerja sistem yang telah dibuat.

1.6 Sistematika Penulisan

Secara umum keseluruhan Tugas Akhir ini dibagi menjadi lima bab bahasan, ditambah dengan lampiran dan daftar istilah yang diperlukan. Penjelasan masing – masing bab adalah sebagai berikut :

BAB I Pendahuluan

Bab ini berisi uraian mengenai latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II Dasar Teori

Bab ini membahas tentang teori – teori yang mendukung dan melandasi penulisan Tugs Akhir ini, yaitu tentang *millimeter wave*, konsep dasar antena ULA (*Uniform Linear Array*), konsep dasar *beamforming*, *hybrid beamforming*, algoritma ESPRIT, serta penjelasan tentang pemodelan kanal AWGN dan *Rayleigh Fading* pada komunikasi *wireless*.

BAB III Pemodelan Sistem dan Simulasi

Bab ini membahas tentang pemodelan dan simulasi sistem *hybrid beamforming*. serta membahas estimasi DOA menggunakan algoritma ESPRIT pada sistem *hybrid beamforming*.

BAB IV Analisis Hasil Simulasi

Bab ini berisi tentang data-data hasil simulasi yang kemudian dilakukan analisis untuk melihat unjuk kerja sistem yang telah dibuat.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan serta saran yang dapat ditarik dari keseluruhan Tugas Akhir ini dan kemungkinan pengembangan topik yang bersangkutan.