

# 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)<sup>[1]</sup>, karena di frekuensi tinggi ini masih banyak frekuensi yang belum ditempati, dengan rentang frekuensi 30 GHz – 300 GHz<sup>[2]</sup>. 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<sup>[1][2]</sup>.

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*<sup>[7][13]</sup>. 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*<sup>[7]</sup>.

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*<sup>[3][12]</sup>. Teknik *subspace* melakukan estimasi sudut kedatangan sinyal dengan memanfaatkan struktur *eigen* dan melakukan pemisahan antara *noise subspace* dan *signal subspace*<sup>[3]</sup>. 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<sup>[12]</sup>. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan Ramlond Anggito mengenai estimasi algoritma ESPRIT tanpa menggunakan sistem *beamforming*<sup>[3]</sup>. Girim Kwon meneliti tentang jumlah *RF Chain* yang optimal pada arsitektur *hybrid beamforming*<sup>[7]</sup>. 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.