**BAB I**

**Abstrak**:

Teknologi 5G yang sekarang ini sedang dikembangkan bertujuan untuk memenuhi kebutuhan akan kecepatan data tinggi dan kualitas layanan yang lebih baik. Salah satu teknik yang dapat mendukung sistem komunikasi 5G adalah teknik Massive MIMO. Dengan menerapkan Massive MIMO, sistem komunikasi 5G dapat melayani user secara simultan dengan kecepatan data yang tinggi. Teknologi Massive MIMO merupakan pengembangan dari teknologi MIMO konvensional dimana sistem Massive MIMO menggunakan antenna yang sangat banyak di sisi BTS. Dengan menerapkan massive MIMO maka spectral efficiency dan energy efficiency dapat meningkat. Agar bisa melayani beberapa user pada waktu dan domain frekuensi yang sama, maka teknik ini dikembangkan menjadi Multi User Massive MIMO.

Pada penelitian ini akan dilakukan simulasi sistem Massive MIMO skema downlink pada sistem komunikasi single cell. Untuk merepresentasikan kondisi kanal yang sesungguhnya, dilakukan proses estimasi Channel State Information (CSI) dengan cara mengirimkan uplink pilot training. Hasil dari estimasi CSI ini kemudian digunakan untuk membentuk precoding di sisi BTS dan decoding di sisi user. BTS akan mentransmisikan sinyal yang terlebih dahulu sudah dikalikan dengan matriks precoding. Kemudian sinyal ini ditransmisikan dengan cara beamforming ke masing-masing user. Parameter yang diamanti dari sistem komunikasi Massive MIMO ini adalah spectral efficiency dan energy efficiency dengan perubahan jumlah antenna di sisi BTS dan perubahan jumlah user

Kata kunci : Massive MIMO, CSI, spectral efficiency, energy efficiency

**Pendahuluan:**

1. **Latar Belakang**

Kebutuhan akan kecepatan data tinggi untuk sistem komunikasi akan selalu meningkat seiring dengan semakin berkembangnya teknologi telekomunikasi dan multimedia. Generasi 5G saat ini sedang dikembangkan untuk bisa mencapai kualitas layanan yang lebih bagus dan kecepatan transfer data yang lebih tinggi. Untuk mendukung perkembangan 5G, Massive MIMO adalah salah satu teknik yang menjanjikan untuk dikembangkan. Dengan menerapkan massive MIMO, maka teknologi 5G mampu melayani user secara simultan dengan gain yang tinggi, sehingga bisa meningkatkan spectral efficiency, energy efficiency dan reability[1].

Beberapa tahun terakhir telah dikembangkan teknologi MIMO, yang mana teknologi ini memiliki performa yang lebih baik dari teknologi SISO. Konsep ini menjadi latar belakang dikembangkannya sistem Massive MIMO, yang memungkinkan penggunaan jumlah antena yang lebih banyak sehingga diharapkan dapat menghasilkan performa yang lebih baik. Agar dapat melayani beberapa user secara simultan maka digunakan sistem Multi User Massive MIMO. Multi User MIMO sendiri merupakan sistem yang menggunakan antenna array di BTS yang mampu melayani beberapa user yang menggunakan antenna tunggal atau antenna jamak [2]. Sedangkan sistem massive MIMO merupakan sistem yang menggunakan jumlah antenna yang sangat banyak di sisi BTS, antenna yang digunakan bisa berjumlah ratusan atau bahkan lebih [3].

Beberapa keunggulan dari sistem Massive MIMO dibandingkan dengan MIMO konvensional daintaranya adalah, yang pertama hanya BTS yang perlu mengestimasi kanal, kedua jumlah antenna BTS jauh lebih banyak daripada jumlah user, dan yang ketiga teknik linier precoding yang sederhana bisa diterapkan baik di sisi uplink dan downlink[4]. Untuk menerapkan skema downlink massive MIMO diperlukan estimasi CSI di sisi BTS dan di sisi user. Akan tetapi, estimasi CSI akan sangat kompleks karena sebanding dengan jumlah antenna BTS yang sangat banyak, maka beberapa penelitian sebelumnya mengasumsikan perfect CSI di sisi BTS maupun user [5][6]. Padahal, untuk kondisi yang sesungguhnya, CSI dapat berubah sewaktu-waktu sesuai dengan kondisi propagasi lingkungan. Sehingga perlu dilakukan estimasi CSI. Selain itu, kelebihan lain dari sistem Massive MIMO adalah memiliki spectral efficiency yang tinggi dibandingkan dengan sistem komunikasi MIMO konvensional. Beberapa penelitian sebelumnya meneliti tentang spectral efficiency dari Massive MIMO dengan skema uplink[3].

Pada penelitian ini akan dilakukan simulasi untuk single cell sitem komunikasi Multi User Massive MIMO dengan skema downlink. Dimana single cell ini terdiri dari satu BTS dan beberapa user. Parameter output yang diamati dari sistem ini adalah spectral efficiency dan energy efficiency. Agar hasil simulasi bisa merepresentasikan kondisi yang sesungguhnya, maka dilakukan estimasi CSI dengan mengirimkan uplink pilot training. Estimasi CSI ini nantinya akan digunakan untuk proses precoding di sisi BTS dan decoding di sisi user. Proses transmisi sinyal untuk skema downlink dari BTS ke user menggunakan teknik beamforming, dimana BTS akan mentrasnmisikan sinyal ke user berdasarkan posisi dari user terhadap BTS.

**Rumusan Masalah:**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagau berikut:

1. Bagaimana pengaruh estimasi CSI pada kinerja sistem Massive MIMO.
2. Bagaimana pengaruh teknik beamforming ke masing-masing user pada kinerja sistem Massive MIMO.
3. Bagaimana kinerja sistem Massive MIMO yang diukur berdasarkan spectral efficiency dan enegery efficiency dengan perubahan jumlah antenna BTS dan perubahan jumlah user.

**Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mensimulasikan kinerja sistem komunikasi Massive MIMO. Parameter outputnya adalah spectral efficiency dan energy efficiency dengan perubahan jumlah antenna did sisi BTS dan perubahan jumlah user.

**Batasan Masalah:**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Parameter yang akan dianalisis dari sistem komunikasi Massive MIMO adalah spectral efficiency dan energy efficiency.
2. Menggunakan konfigurasi jumlah antenna di BTS jauh lebih banyak daripada jumlah user yang dilayani.
3. Masing-masing user menggunakan antenna tunggal.
4. Sistem komunikasi ini disimulasikan untuk single cell yang terdiri dari satu BTS dan beberapa user.
5. Melakukan estimasi Channel State Information (CSI) dengan menggunakan uplink pilot training.

**Kontribusi**

Hasil dari penelitian ini kedepannya dapat digunakan sebagai acuan untuk merancang sistem komunikasi Massive MIMO dalam rangka mendukung pengembangan teknologi 5G. Hasil simulasi yang berupa spectral efficiency dan energy efficiency dapat dijadikan tolah ukur untuk membangun sistem Massive MIMO agar bisa menghasilkan kapasitas sistem sesuai dengan kebutuhan.

**Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan yang digunakan dalam Tesis ini adalah sebagai berikut:

BAB 1 : PENDAHULUAN

Bab ini mengandung hal-hal berikut diantaranya latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, relevansi, dan sistematika penulisan.

BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tinjauan pustaka yang akan menunjang perancangan dan pembuatan pada bab selanjutnya. Tinjauan pustaka yang digunakan meliputi : penelitian sebelumnya, Sistem komunikasi Multi User Massive MIMO, model kanal MIMO, estimasi kanal, teknik beamforming, dsb.

BAB 3 : METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan mengenai metode penelitian. Bagian ini berisi proses perancangan mulai dari rencana penelitian, perancangan, simulasi, dan jadwal kegiatan penelitian.

BAB 4 : KEMAJUAN PENELITIAN

Bab ini berisi tentang kemajuan dari penelitian yang sudah dilakukan.

**BAB II**