

PROPOSAL TESIS

JUDUL TESIS DALAM BAHASA INDONESIA, CETAK TEBAL DAN HURUF KAPITAL

NAMA MAHASISWA

NRP MAHASISWA

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Mohammad Nuh, DEA

Prof. Dr. Ir. Achmad Jazidie, M.Eng.

PROGRAM MAGISTER

BIDANG KEAHLIAN TEKNIK SISTEM PENGATURAN

Departemen TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNOLOGI ELEKTRO

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2017

LEMBAR PENGESAHAN

**PROPOSAL TESIS**

Judul :

Oleh :

NRP : 2215202000

**Telah diseminarkan pada**

Hari :

Tanggal : 12 Juni 2017

Tempat :

Mengetahui/menyetujui

Dosen Penguji: Calon Dosen Pembimbing

1. Nama Dosen 1. Nama Pembimbing I

NIP: NIP.

1. Nama Dosen 2. Nama Pembimbing II

NIP: NIP

1. Nama Dosen

NIP:

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

**JUDUL TESIS MENGGUNAKAN UKURAN FONT 14, CETAK TEBAL, *CENTER ALIGNMENT*, JARAK SPASI 1, DAN MENGGUNAKAN HURUF KAPITAL**

Nama mahasiswa :

NRP :

Pembimbing : 1.

2.

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 system 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*

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

DAFTAR ISI

[LEMBAR PENGESAHAN iii](#_Toc491027755)

[ABSTRAK v](#_Toc491027756)

[DAFTAR ISI vii](#_Toc491027757)

[DAFTAR GAMBAR ix](#_Toc491027758)

[DAFTAR TABEL xi](#_Toc491027759)

[BAB 1 PENDAHULUAN 1](#_Toc491027760)

[1.1 Latar Belakang 1](#_Toc491027761)

[1.2 Rumusan Masalah 1](#_Toc491027762)

[1.3 Tujuan 1](#_Toc491027763)

[1.4 Batasan Masalah 2](#_Toc491027764)

[1.5 Kontribusi 2](#_Toc491027765)

[BAB 2 KAJIAN PUSTAKA 3](#_Toc491027766)

[2.1 Kajian Penelitian Terkait 3](#_Toc491027767)

[2.2 Teori Dasar 3](#_Toc491027768)

[2.2.1 Model Fuzzy Takagi-Sugeno 5](#_Toc491027769)

[2.2.2 Observer Fuzzy 5](#_Toc491027770)

[BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN 7](#_Toc491027771)

[BAB 4 RENCANA DAN JADWAL KEGIATAN 9](#_Toc491027772)

[DAFTAR PUSTAKA 11](#_Toc491027773)

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

DAFTAR GAMBAR

[Gambar 2.1 Gaya Gesek pada Sistem Pendulum-Kereta [2] 4](#_Toc464721828)

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

DAFTAR TABEL

[Tabel 2.1 Parameter Sistem Pendulum-Kereta [2] 4](#_Toc464721819)

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# PENDAHULUAN

## 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* sistem 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 sebagai berikut:

1. Bagaimana teknik untuk membangun sistem komunikasi Massive MIMO skema downlink.
2. Bagaimana metode untuk estimasi *Channel State Information* (CSI) pada sistem komunikasi *Massive* MIMO.
3. Bagaimana teknik deteksi pada masing-masing user untuk untuk multi user Massive MIMO.
4. Bagaimana kinerja sistem *Massive* MIMO yang akan dibangun dengan parameter output *spectral efficiency* dan *energy efficiency.*

## Tujuan

Tujuan dari penelitian ini diantaranya adalah untuk mensimulasikan kinerja sistem komunikasi *Multi User Massive* MIMO skema downlink, dengan parameter output yang dianalisis adalah *spectral efficiency* dan *energy efficiency*.

## Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan konfigurasi jumlah antenna di BTS yang jauh lebih banyak daripada jumlah user yang dilayani.
2. Masing-masing user menggunakan antenna tunggal.
3. Posisi masing-masing user sudah diketahui oleh BTS.
4. Power control untuk masing-masing user sama.
5. Sistem komunikasi ini disimulasikan untuk *single cell* yang terdiri dari satu BTS dan beberapa user.

## Kontribusi

# KAJIAN PUSTAKA

Kajian pustaka yang akan diuraikan pada bab ini meliputi penjelasan mengenai teori yang menunjang penelitian diantaranya adalah teori dasar antena array, system komunikasi MIMO konvensional atau Point to Point MIMO, Multi User MIMO, dan system komunikasi Massive MIMO. Selanjutnya juga akan dijelaskan mengenai teknik untuk membangun system komunikasi Massive MIMO skema downlink, yaitu mengenai system modulasi, teknik precoding, metode estimasi kanal teknik beamforming yang digunakan, dan metode deteksi di sisi user. Selain itu, juga dijelaskan tentang parameter untuk mengukur kinerja system komunikasi Massive MIMO yaitu spectral efficiency dan energy efficiency.

## Kajian Penelitian Terkait

Fokus dari penelitian ini adalah tentang membangun system komunikasi Multi User Massive MIMO skema downlink dengan estimasi CSI dan beamforming ke masing-masing user. Adalapun penelitian terkait yang menjadi acuan dari penelitian ini adalah:

Penelitian yang dilakukan oleh Hong Yang dan Thomas L. Marzetta pada tahun 2013. Peneltian ini membahas mengenai perbandingan dua metode linier precoding untuk sistem komunikasi Masssive MIMO, yaitu metode zero forcing dan conjugate beamforming serta membandingkan tingkat kompleksitas dari dua metode ini. Berdasarkan penelitian ini, zero forcing memiliki performa yang lebih bagus daripada conjugate bemaforming untuk kondisi spectral efficiency yang tinggi, selain itu metode zero forcing juga memiliki tingkat kompleksitas yang lebih rendah daripada conjugate beamforming. Berdasarkan kesimpulan dari penelitian ini, maka metode precoding yang bisa dijadikan acuan untuk membangun sistem komunikasi MIMO adalah metode zero forcing [7].

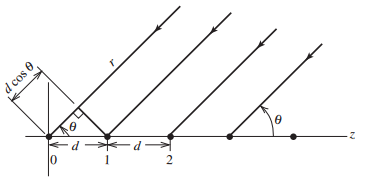
Penelitian lain terkait dengan system komunikasi Massive MIMO adalah penelitian yang dilakukan oleh Hien Quoc Ngo dan Thomas L. Marzetta pada tahun 2013. Penelitian ini menmbahas mengenai teknik linier precoding dan metode estimasi Channel State Information (CSI). Berdasarkan penelitian ini, estimasi CSI di sisi BTS dapat dilakukan dengan mengirimkan pilot dari user ke BTS, metode ini disebut uplink training. Sedangkan untuk memperoleh estimasi CSI di sisi user dapat dilakukan dengan mengirimkan pilot dari BTS ke user, yang disebut sebagai downlink training [7]. Akan tetapi penelitian ini tidak menggunakan teknik khusus untuk proses beamforming dari BTS ke user.

Dari beberapa penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya sesuai dengan penjelasan di atas, maka pada penelitian ini akan dirancang dan disimulasikan sistem komunikasi Multi User Massive MIMO skema downlink dengan merapkan estimasi CSI. Selain itu, penelitian ini juga akan menggunakan teknik beamforming untuk proses transmisi sinyal dari BTS ke user dengan tujuan untuk memfokuskan daya yang diterima oleh user.

## Teori Dasar

### Uniform Linier Array (ULA)

Konfigurasi dasar dari antenna array merupakan antenna array linier yang memiliki elemen identik. Jarak antar elemen array dapat disusun secara teratur maupun tidak teratur (acak). Uniform Liner Array (ULA) merupakan jenis konfigurasi antenna array dengan jarak antar elemen dan amplitudo bernilai seragam [9]. Gambar 2.1 menunjukkan N-elemen antenna array linier dengan elemen seragam berupa antenna isotropis, dengan jarak antar elemen sama.



Gambar 2. Antena array linier N-elemen [1]

Jika amplitudo sinyal di elemen (Ao) adalah seragam, maka persamaan matematis untuk faktor array (AF) konfigurasi ULA adalah :

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  | 2.1 |
| Dimana: |  |
|  | 2.2 |
|  | 2.3 |

Jika

### Observer Fuzzy

Metode kontrol fuzzy dapat dibedakan berdasarkan cara desain dan bla bla bla…

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini diuraikan desain, metode, atau pendekatan yang digunakan dalam menjawab permasalahan penelitian untuk mencapai tujuan penelitian, serta tahapan penelitian secara rinci, singkat dan jelas. Uraian dapat meliputi parameter penelitian, model yang digunakan, rancangan penelitian, teknik atau metode perolehan dan analisis data, serta langkah penelitian. Bagian ini bisa dilengkapi dengan gambar diagram alir tentang langkah penelitian atau gambar lain yang diperlukan untuk memperjelas metode penelitian tesis. Apabila dalam pengumpulan data digunakan teknik wawancara, daftar pertanyaan atau kuesioner dilampirkan dalam lampiran.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# RENCANA DAN JADWAL KEGIATAN

Pada bagian ini, perlu diberikan suatu pengantar yang memuat hal-hal yang akan dilakukan beserta analisis yang digunakan dalam menyelesaikan penelitian. Selanjutnya secara terperinci dan tahap demi tahap tujuan penelitian dibahas dan dianalisis secara detail dan tajam, dengan menggunakan metode yang telah diberikan dalam metodologi penelitian, sampai diperoleh suatu hasil penelitian. Analisis dan pembahasan ini, dilakukan untuk semua tujuan yang telah ditetapkan pada tujuan penelitian

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

DAFTAR PUSTAKA

Feedback Instruments Ltd. *Digital Pendulum: Control in a Matlab Environment.* Sussex, UK: Feedback Instruments Ltd., 2006.

IEEE 8-2.11n-2009. n.d.

IEEE. *IEEE Citation Reference.* n.d. www.ieee.org/documents/ieeecitationref.pdf.

Tanaka, Kazuo, and Michio Sugeno. “Stability analysis and design of fuzzy control.” *Fuzzy Sets and Systems* 45 (1992): 135-156.

Yuhardin. *MIMO Datang lebih cepat.* Maret, 2006. http://www.scriptintermedia.com/view.php?id=282&jenis=ITKnowledge (accessed 15 Nopember, 2015).

Feedback Instruments Ltd. *Digital Pendulum: Control in a Matlab Environment.* Sussex, UK: Feedback Instruments Ltd., 2006.

IEEE 8-2.11n-2009. n.d.

IEEE. *IEEE Citation Reference.* n.d. www.ieee.org/documents/ieeecitationref.pdf.

Tanaka, Kazuo, and Michio Sugeno. “Stability analysis and design of fuzzy control.” *Fuzzy Sets and Systems* 45 (1992): 135-156.

Yuhardin. *MIMO Datang lebih cepat.* Maret, 2006. http://www.scriptintermedia.com/view.php?id=282&jenis=ITKnowledge (accessed 15 Nopember, 2015).