

# BAB 1

## USULAN GAGASAN

### 1.1 Deskripsi Umum Masalah

#### 1.1.1 Latar Belakang Masalah

Saat ini perkembangan teknologi telekomunikasi sudah menunjukkan kemajuan yang sangat pesat. Teknologi telekomunikasi memiliki peranan yang sangat penting terhadap kebutuhan manusia terutama dengan transmisi data yang tinggi dengan komunikasi jaringan 5G yang menyediakan layanan transmisi data tinggi untuk memenuhi kebutuhan pengguna. Untuk menjaga peyediaan layanan jaringan yang optimal, diperlukan perencanaan jaringan di area indoor yang mengalami mobilitas dan kapasitas pengguna yang tinggi.[1] Namun, sering kali pada area indor belum dilengkapi dengan jaringan 5G indoor, yang mengakibatkan rendahnya kualitas dan kapasitas jaringan di area indoor tersebut. Untuk meningkatkan layanan, perlu dirancang sebuah jaringan 5G indoor agar pengunjung tetap dapat melakukan pertukaran informasi dengan baik.[2] Pada jaringan 5G ini memiliki peningkatan dalam kebutuhan *bandwidth*-nya.[3] Jaringan 5G merupakan evolusi dari jaringan internet berkecepatan tinggi 4G LTE (*Long Term Evolution*) yang saat ini banyak digunakan pada *smartphone*. Nantinya jaringan 5G akan menyediakan internet nirkabel yang lebih cepat untuk berbagai keperluan. Ketika jaringan 5G digunakan, kecepatan internet akan mempersingkat waktu. Dengan koneksi 5G, kecepatan internet bisa mencapai 4 gigabit per detik (Gbps).[4]

Sistem 5G didefinisikan sebagai sistem 3rd *Generation Partnership Project* (3GPP) termasuk 5G *Access Network*, 5G *Core Network*, dan *User Equipment* (UE). Pada 72nd *general meeting of 3GPP* beberapa opsi yang diusulkan untuk arsitektur jaringan adalah *Standalone Mode* (SA) dan *Non-Standalone Mode* (NSA). SA adalah target arsitektur, tetapi ekosistem NSA lebih memimpin. NSA dapat membuat jaringan 5G lebih cepat menyebar untuk mendukung *Enhanced Mobile Broadband* (eMBB) dan bisa menjadi pengembang *software* untuk SA di masa depan.[5] Teknologi 5G sangat mementingkan kecepatan tinggi dan efisiensi transmisi data spektrum yang lebih baik. Sistem antena *Multiple Input Multiple Output* (MIMO) dapat meningkatkan kapasitas dan kecepatan transmisi dalam sistem komunikasi. Teknologi seluler 5G akan menyediakan laya eMBB, *Massive Machine-Type Communication* (mMTC), dan *Ultra Reliable Low Latency Communication* (URLC) dengan berbagai kecepatan data. Ketiga jenis layanan ini membutuhkan kecepatan data, mulai dari yang terendah 10 Mbps hingga yang tertinggi 20 Gbps.[6] Mempertimbangkan persyaratan layanan

sel dalam ruangan, konfigurasi parameter sistem sel dalam ruangan harus diatur sehingga kecepatan data memenuhi persyaratan. Jika *throughput* yang ditawarkan terlalu tinggi dibandingkan dengan kebutuhan kecepatan data yang lebih rendah maka akan mengurangi efisiensi. Agar teknologi 5G dapat memberikan *throughput* yang optimal sesuai dengan laju data minimum untuk setiap layanan, pengaturan konfigurasi parameter diperlukan agar menghasilkan nilai *Single User Throughput* (SUT) yang sesuai. Konfigurasi parameter ini meliputi penggunaan tipe modulasi, *numerology*, *bandwidth*, dan penggunaan MIMO. Saat menggunakan jenis modulasi dan *numerology* tertentu, *throughput* yang ditawarkan dapat ditingkatkan dengan membuat serangkaian perubahan pada beberapa parameter, seperti penggunaan *bandwidth* dan MIMO.[6] Persyaratan *bandwidth* dan perencanaan MIMO diperlukan agar dapat mengetahui cara mengkonfigurasi parameter sistem yang sesuai untuk teknologi 5G sehingga dapat memberikan layanan yang ditargetkan kepada penggunanya. Salah satu komponen terpenting dalam pengembangan teknologi 5G adalah antena. Terdapat berbagai macam jenis antena, salah satunya adalah antena mikrostrip. Antena mikrostrip dapat beroperasi pada frekuensi tinggi dan ukurannya yang kecil serta tipis membuatnya cocok digunakan pada teknologi nirkabel 5G.[7] Komunikasi nirkabel berkecepatan tinggi membutuhkan sistem antena MIMO untuk mengatasi *fading multipath* yang disebabkan oleh pelemahan beberapa jalur sinyal fase yang berbeda karena mobilitas pengguna dan beberapa objek yang mungkin membalikkan atau mencerminkan jalur antara *base station* dan *user*. [8] Kemampuan antena MIMO dalam meminimalkan *fading* tergantung pada jumlah antena yang digunakan. Semakin banyak kombinasi antena MIMO, maka akan semakin besar peningkatan kinerjanya. MIMO telah diterapkan pada sistem ponsel dengan teknologi 4G.[9] Sistem MIMO sendiri merupakan sistem komunikasi dengan menggunakan beberapa elemen antena yang bertindak sebagai *Transmitter* (Tx) dan *Receiver* (Rx).[8] Antena MIMO bisa saja menginterferensi satu sama lain yang disebabkan adanya efek *mutual coupling*. *Mutual coupling* adalah bagian dari energi yang datang pada suatu atau kedua elemen antena yang dapat disebarkan kembali pada arah yang berbeda.[10]

Dalam perancangan antena, aspek *mutual coupling* menjadi syarat antar elemen antena yang dipengaruhi oleh polarisasi antena. Polarisasi yang digunakan adalah polarisasi *diversity* yang melibatkan elemen antena dengan polarisasi berbeda. Hal ini bertujuan untuk meradiasikan dua sinyal agar mendapat kanal yang tidak saling berkorelasi. Dengan demikian penggunaan antena MIMO dengan polarisasi *diversity* diharapkan dapat membawa perbaikan signifikan dalam hal efisiensi penggunaan *bandwidth*, peningkatan kapasitas saluran, percepatan koneksi nirkabel, serta perluasan jangkauan sinyal.

Perancangan antenna MIMO 8x8 ini merupakan peningkatan dari penelitian sebelumnya yaitu MIMO 2x2. Nantinya antenna MIMO 8x8 akan diintegrasikan dengan sistem *OpenLTE*. *OpenLTE* adalah jenis *open source* 4G dan 5G dengan program yang tidak hanya untuk melakukan virtualisasi pada EPC tetapi dapat digunakan untuk jaringan *end-to-end seluler* radio LTE. Kemudian akan dianalisis kecepatan data ketika menggunakan layanan internet seperti *browsing*, *streaming* YouTube, dan *video conference* serta ketika menggunakan dua *port* dan delapan *port* dengan jarak yang berbeda. Perangkat pendukung lainnya adalah USRP B210 yang akan bertindak sebagai mini *Base Transceiver Station* (BTS) dan integrasi sistem *OpenLTE* sebagai pembangun jaringan sehingga antenna dapat saling terkoneksi.

## **1.1.2 Analisa Masalah**

### **1.1.2.1 Aspek Ekonomi**

Di dunia yang serba cepat ini kita harus bergerak dengan waktu. Teknologi khususnya dalam sistem komunikasi radio membutuhkan kecepatan transfer data yang lebih tinggi dan lebih cepat. Sistem MIMO sangat cocok untuk meningkatkan kapasitas kanal secara efektif dan efisien. Saat kapasitas saluran meningkat, otomatis laju data yang digunakan lebih cepat pada frekuensi yang sama. Maka dari itu aspek ekonomi operator lebih irit dan efisien dalam bekerja.

### **1.1.2.2 Aspek Manufakturabilitas**

Dalam penelitian tugas akhir ini diperlukan alat untuk pengirim dan penerima sinyal radio kepada perangkat yang akan digunakan. Alat yang digunakan adalah pemancar sekecil mungkin dan memiliki fungsi yang sama yaitu *Universal Software Radio Peripheral* B210 (USRP B210) sebagai pengirim dan penerima sinyal.

### **1.1.2.3 Aspek Keberlanjutan**

Dengan alat yang sudah dikembangkan yaitu BTS MIMO 8x8 diharapkan dapat menjadi solusi yang efektif dan berkelanjutan untuk meningkatkan kapasitas jaringan, efisiensi spektrum yang memungkinkan transmisi data pada berbagai saluran secara bersamaan, dan dapat meningkatkan stabilitas koneksi karena menggunakan banyak antenna untuk mentransmisikan sinyal sehingga dapat membantu meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan, serta dapat menghemat energi karena mengurangi penggunaan daya yang diperlukan untuk mentransmisikan sinyal.

## **1.1.3 Tujuan Capstone**

Tujuan yang akan dicapai pada tugas akhir ini adalah Perancangan antenna MIMO 8x8 dengan Teknik *Truncated edge* menggunakan Polarisasi *Diversity* dengan spesifikasi yang

sesuai dengan kriteria antena untuk teknologi 5G. Berikut merupakan langkah agar tujuan tercapai:

1. Menerapkan MIMO 8 elemen pada antena mikrostrip dengan *patch rectangular* yang dibuat secara bertahap.
2. Menerapkan sistem polarisasi *diversity* agar mampu meradiasikan dua sinyal sehingga didapatkan kanal yang tidak berkorelasi.
3. Membandingkan peningkatan kapasitas kanal yang terjadi saat menggunakan antena MIMO 8x8 dengan jenis pola yang berbeda.

## **1.2 Analisa Solusi yang Ada**

### **1.2.1 Karakteristik Produk**

#### **1.2.1.1 Produk A (Antena MIMO 8X8 Menggunakan *Electronic band gap* (EBG))**

- **Fitur Utama**

Fitur utama produk yang akan di implementasikan adalah antena MIMO 8x8 menggunakan *Electronic band gap* (EBG). Struktur EBG ini menggunakan material *copper* sama dengan material pada *patch* antena. Jenis EBG yang digunakan adalah EBG *mushroom like*.

- **Fitur Dasar**

Fitur dasar produk yang akan di implementasikan adalah perancangan antena menggunakan antena mikrostrip dengan jenis *patch rectangular* dan dibagian *patch* ditambah *coaxial probe*. *Groundplane* merupakan bagian paling bawah dari antena mikrostrip dan di atasnya dilapisi dengan substrat FR-4.

#### **1.2.1.2 Produk B (Antena MIMO 8x8 Menggunakan Polarisasi *Diversity*)**

- **Fitur Utama**

Pada antena MIMO 8x8 menggunakan polarisasi *diversity* bertujuan untuk merancang antena menggunakan teknologi MIMO yang memungkinkan peningkatan *throughput* dan kualitas sinyal pada jaringan nirkabel. Jenis polarisasi yang digunakan yaitu polarisasi sirkular dengan jenis *Left Hand Circular Polarization* (LHCP) dan *Right Hand Circular Polarization* (RHCP). Kedua polarisasi tersebut diterapkan pada elemen antena yang ada pada antena MIMO 8x8 untuk mengurangi efek *fading* yang disebabkan oleh polarisasi sinyal yang tidak sejajar dengan polarisasi antena.

- **Fitur Dasar**

Fitur dasar pada produk kedua ini yaitu dengan menggunakan antena dengan *patch* mikrostrip *rectangular* yang memiliki ukuran kecil, ringan serta mudah dipasang pada substrat. Bentuknya yang sederhana menjadi salah satu keunggulan dari antena mikrostrip. *Groundplane* merupakan bagian paling bawah dari antena mikrostrip dan di atasnya dilapisi dengan substrat FR-4.

- **Fitur Tambahan**

Fitur tambahan dari produk yang akan di implementasikan adalah *truncated edge*. Teknik ini merupakan teknik memotong sebagian kecil dari ujung *patch* antena. Pada umumnya, antena mikrostrip memiliki sifat polarisasi linier, tetapi pada perancangan antena MIMO ini polarisasi linier akan diubah menjadi polarisasi sirkular. Maka digunakan *truncated edge* sebagai teknik mengubah polarisasi linier menjadi polarisasi sirkular.

## **1.2.2 Skenario Penggunaan**

### **1.2.2.1 Produk A (Antena MIMO 8x8 Menggunakan *Electronic band gap (EBG)*)**

Produk ini membutuhkan pemasangan antena MIMO 8x8 menggunakan EBG. Produk ini bertujuan untuk membandingkan kecepatan koneksi internet dengan antena MIMO menggunakan EBG. Cara kerja dari produk ini yaitu antena MIMO dipasang pada USRP B210 yang akan menjadi penerima sinyal dari laptop dan pemancar sinyal untuk *user*. Setelah itu akan dianalisa kecepatan akses internetnya dan dilakukan perbandingan dengan produk B.

### **1.2.2.2 Produk B (Antena MIMO 8x8 Menggunakan Polarisasi *Diversity*)**

Produk ini membutuhkan pemasangan antena MIMO 8x8 menggunakan polarisasi *diversity* dengan 8 antena Tx pada *port 1* dan 8 antena Rx pada *port 2* di USRP B210. Kemudian laptop akan menjadi penerima sinyal dari sumber data dan menjadi pemancar sinyal yang akan mengirimkan sinyal untuk *user*. Setelah itu laptop mencoba mengirimkan data melalui USRP B210 yang sudah dikonfigurasi dengan antena, lalu antena akan memancarkan sinyal kepada *user* dengan menggunakan USRP B210 yang sudah dikonfigurasi dengan USRP B210 dan antena menggunakan srsRAN. Penggunaan produk ini dianalisis berdasarkan kecepatan akses internetnya mulai dari dikirim hingga saat *user* menggunakan internet. Antena MIMO 8x8 ini dapat beroperasi pada frekuensi 3,5 GHz sesuai dengan standar 5G.