

BAB 1

USULAN GAGASAN

1.1 Latar Belakang Masalah

5G adalah sebuah istilah yang digunakan untuk menyebut generasi kelima sebagai fase berikutnya dari standar telekomunikasi seluler. Teknologi 5G menyediakan kapasitas *broadcasting* yang besar *up to Gigabit* yang mendukung hampir 65.000 koneksi dalam satu waktu [1]. Teknologi 5G menjadi teknologi baru yang akan memberikan semua aplikasi yang diinginkan dengan hanya menggunakan satu perangkat universal dan interkoneksi dengan infrastruktur telekomunikasi yang sudah ada. Jaringan seluler 5G akan berfokus pada pengembangan pada terminal pelanggan dimana terminal pelanggan akan memiliki akses ke teknologi seluler yang berbeda pada waktu yang sama dan akan mengkonsolidasikan berbagai macam cara dari berbagai macam teknologi. Selain itu, terminal akan membuat pilihan antara penyedia jaringan seluler yang berbeda untuk layanan yang diberikan. Teknologi 5G ini bertujuan untuk meningkatkan dukungan terhadap sektor ekonomi maupun sektor industri karena informasi dan data sangat diperlukan pada sektor industri. Teknologi 5G ini juga bertujuan untuk memperoleh fleksibilitas dalam arsitektur jaringan, akses jaringan yang berkemampuan secara heterogen dan memanfaatkan teknologi NFV dan SDN untuk integrasi lini bisnis [2].

Femtocell merupakan pengembangan teknologi baru untuk mengurangi konsumsi daya pada jaringan seluler [3]. Dengan kata lain, *femtocell* dapat didefinisikan sebagai *Base Transceiver Station* (BTS) yang berukuran mini dengan ditempatkan di wilayah yang bersinyal rendah, sehingga dapat meningkatkan ketersediaan, konektivitas, mobilitas, serta kinerja layanan jaringan dengan kebutuhan daya yang rendah. BTS (*Base Transceiver Station*) merupakan perangkat pemancar dan penerima yang menangani akses radio dan berinteraksi langsung dengan *Mobile Station* (MS) melalui *air interface*. BTS terdiri dari perangkat pemancar dan penerima sinyal, antena dan sebuah perangkat sinyal radio lainnya. BTS terdiri dari tiga komponen fungsional yaitu: DRCU (*Diversity Radio Channel Unit*), DRIX (*Digital Radio Interface with Extender Board*), dan DRIM (*Digital Radio Interface Memory*).

Teknologi 5G mulai digunakan di beberapa negara. Indonesia sendiri sudah bersiap-siap untuk mengimplementasikan teknologi ini untuk menunjang beberapa aplikasi yang membutuhkan pita spektrum frekuensi yang lebar serta delay yang minim. Teknologi 5G di Indonesia menduduki frekuensi 3,5GHz. Untuk membentuk jaringan 5G, khususnya di daerah

urban, diperlukan *Base Transceiver Station* (BTS) yang memiliki cakupan kecil, atau disebut dengan BTS *femtocell*. *Femtocell* umumnya memiliki radius yang kecil (berkisar + 100 m) sehingga untuk melayani area yang kecil ini dibutuhkan sistem antena yang relatif berukuran kecil, memiliki bandwidth yang lebar, *low power* dan memiliki gain antena yang tinggi. Oleh karena itu kami merancang sistem antena yang dapat memenuhi kebutuhan di atas.

Oleh karena itu pada project capstone ini, diusulkan sebuah sistem untuk femtocell 5G dengan komponen antena, metasurface, RF AMP yaitu Low Noise Amplifier (LNA) dan High Power Amplifier (HPA). Antena yang digunakan adalah antena dengan frekuensi kerja 3.5 GHz. Metasurface bertujuan untuk meningkatkan gain antena dan mengurangi dimensi pada antena yang digunakan pada sistem. Low Noise Amplifier (LNA) dan High Power Amplifier (HPA) berfungsi sebagai penguat untuk sistem ini. Akan dilakukan perancangan sistem dan realisasi sistem dengan pengukuran parameter gain, bandwidth, Return Loss, VSWR, pola radiasi.

1.2 Informasi Pendukung Masalah

Saat ini spektrum frekuensi di bawah Gigahertz tidak lagi memungkinkan untuk digunakan karena sudah banyak digunakan untuk komunikasi seluler, televisi, dan radio. Oleh karenanya, dibutuhkan ekspansi ke spektrum yang lebih tinggi, mulai dari 3 GHz bahkan memungkinkan di atas 30 GHz (*millimeter wave*)[4].

Dalam Personal Communication Services Network, area layanan dibagi menjadi beberapa area lokasi, dimana area lokasi terdiri dari beberapa sel dan setiap sel terdiri dari base station. Jenis sel dibagi menjadi macrocell, microcell, picocell, dan femtocell. Macrocell menyediakan coverage 1-10 km yang dilayani base station berdaya tinggi yang menyebabkan jangkauan yang buruk dalam wilayah yang lebih kecil seperti ruangan, gedung, dll. Picocell menyediakan coverage 20-200 m, picocell diperkenalkan untuk menambah kapasitas jaringan untuk menghindari distorsi sel dan interferensi. Microcell menyediakan coverage 200 m - 1 km, microcell merupakan base station seluler dengan daya rendah. Femtocell merupakan pengembangan teknologi baru untuk mengurangi konsumsi daya pada jaringan seluler[3].

Femtocell dikenal sebagai solusi yang efisien dalam menyediakan layanan komunikasi nirkabel di dalam ruangan. Dengan ukuran *base station* yang cukup kecil atau disebut akses poin, maka pembiayaan untuk *femtocell* jauh lebih murah ketimbang pembangunan jaringan *microcell*. Dengan jangkauan layanan 10 sampai 50m, *femtocell* dapat melayani pengguna

dengan daya rendah dan kapasitas yang tinggi [1]. Jangkauan layanan *femtocell* adalah 25 m, dan memiliki bentuk cell heksagonal. Berdasarkan data tersebut, untuk memenuhi kebutuhan *traffic* pengguna dan cakupan luas area, maka diperlukan minimum 205 *base station femtocell* dengan jumlah pengguna 183 orang per cell.

Penelitian mengenai teknologi 5G sudah dilakukan dalam beberapa tahun kebelakang, Khususnya mengenai perangkat antena dan penguat RF. Pada penelitian[5], telah diinvestigasi desain antena untuk aplikasi 5G. Antena tersebut dirancang dengan desain mikrostrip. Frekuensi operasinya bekerja pada 3,5 GHz yang mana sejalan dengan antena yang akan diteliti. Pada penelitian [4][6] telah dibuat sistem penguat yang digunakan untuk teknologi 4G. Penguat yang dirancang merupakan *Low Noise Amplifier* (LNA) yang memiliki gain 10 dB dan noise figure 3 dB, dan *High Power Amplifier* (HPA) dengan performansi gain 10 dB dan Return Loss kurang dari -10 dB. Rancangan LNA dan HPA ini dapat menjadi desain dasar untuk pengembangan LNA yang dilakukan pada capstone project ini.

Selanjutnya, pada penelitian [7], beberapa metode digunakan untuk meningkatkan gain antena untuk aplikasi 5G, salah satunya dengan menggunakan teknik *metasurface*. Antena *metasurface* yang bertujuan untuk mengurangi ukuran antena, mengurangi energi yang dibutuhkan tanpa mengurangi performa antena, dan meningkatkan nilai dari gain antena sesuai dengan kebutuhan sistem yang akan di aplikasikan pada teknologi 5G di frekuensi 3.5 GHz, dan mampu menganalisis kenaikan gain antena setelah menggunakan *metasurface*.

1.3 Analisis Umum

1.3.1 Aspek Manufakturabilitas (*Manufacturability*)

Sistem antena ini terbagi menjadi 4 bagian, yaitu LNA dan HPA yang merupakan penguat, antena mikrostrip, dan antena *metasurface*. Pengerjaannya akan lebih mudah karena dibagi menjadi 4 bagian dan dikerjakan secara paralel. Sistem antena yang dikerjakan memiliki ciri berupa antena yang relatif berukuran kecil, memiliki *bandwidth* yang lebar, *low power* dan memiliki gain antena yang tinggi.

1.3.2 Aspek Keberlanjutan (*Sustainability*)

Diharapkan proyek *capstone* ini dapat direalisasikan secara nyata, berguna bagi masa depan dan dapat menjadi solusi untuk merealisasikan teknologi 5G di area *Femtocell*. Kemudian dapat menjadi acuan untuk penelitian di masa mendatang.

1.4 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi

Dalam capstone project ini, beberapa kebutuhan telah diidentifikasi untuk menyelesaikan permasalahan desain sistem antena dan RF *Front end* untuk aplikasi 5G. Capstone project ini menggunakan dua buah penguat yaitu LNA dan HPA, kemudian menggunakan antena mikrostrip serta antena *metasurface*. Dengan menggunakan gain ≥ 4 dBi, dan frekuensi tinggi sebesar 6 GHz. Dengan tujuan mendapatkan hasil yang sama dengan antena Array tanpa mengurangi performa. Kebutuhan-kebutuhan tersebut diantaranya:

1. Antena memiliki gain ≥ 4 dBi
2. Sistem penguatan arah transmit memiliki gain 10 dB
3. Sistem penguatan arah receive memiliki gain 10 dB dengan noise figure maksimal 3 dB

1.5 Tujuan

Tujuan dari project capstone ini adalah untuk merancang sistem yang memiliki gain yang tinggi dan penguat RF untuk meningkatkan performansi komunikasi uplink dan *downlink* pada aplikasi 5G. Namun untuk mendapatkan nilai gain yang tinggi harus diberikan teknik pada antena, dikarenakan menggunakan konsep aperture antena yaitu dimensi antena berbanding lurus dengan gain antena tersebut.

Pada project ini digunakan antena *metasurface* yang bertujuan untuk mengurangi ukuran antena, mengurangi energi yang dibutuhkan tanpa mengurangi performa antena, dan meningkatkan nilai dari gain antena sesuai dengan kebutuhan sistem yang akan di aplikasikan pada teknologi 5G di frekuensi 3.5 GHz, dan mampu menganalisis kenaikan gain antena setelah menggunakan *metasurface*. Merancang dan merealisasikan teknologi 5G pada area *femtocell*, dengan menggunakan *metasurface* antena.

1.6 Solusi Sistem yang Diusulkan

Terdapat beberapa solusi yang diusulkan dalam pekerjaan ini yang dianggap mampu nuntuk menyelesaikan masalah yang diangkat, diantaranya:

1. Sistem Antena dan RF *Front end* yang menggunakan antena jenis Antena Array. Solusi ini memiliki kelebihan pada fabrikasi anten yang relatif sederhana, namun dimensi dari antena ini relatif lebih besar dikarenakan memiliki banyak elemen *radiator/patch*.

2. Sistem Antena dan RF *Front end* yang menggunakan antena jenis Antena *Metasurface*. Solusi ini memiliki kelebihan pada ukuran yang lebih kecil dari solusi pertama, namun sedikit lebih kompleks pada aspek fabrikasi karena harus mengintegrasikan dua komponen antena dan *metasurface*.

1.7 Kesimpulan dan Ringkasan CD-1

Pada Capstone Design ini, kami menggambarkan latar belakang masalah terkait topik "Perancangan dan Realisasi *Front end* 5G Transceiver untuk Wilayah *Femtocell*" Fokus kami adalah untuk merancang sistem antena yang memiliki gain yang cukup tinggi dan penguat RF untuk meningkatkan performansi komunikasi uplink dan *downlink* di aplikasi 5G.