BAB 1

USULAN GAGASAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan jaringan seluler pada zaman modern ini bertumbuh sangat pesat hingga melahirkan teknologi 5G atau generasi ke-5 pada tahapan jaringan seluler di dunia. 5G menawarkan jaringan yang lebih kencang hingga mencapai 10x lipat daripada pendahulunya yaitu 4G dengan *latency* yang lebih rendah mencapai dibawah 0,1 ms. Salah satu komponen penting dalam implementasi jaringan 5G adalah antena yang memiliki fungsi sebagai penerima dan pemancar sinyal pada perangkat yang menggunakan jaringan 5G.

Namun masalah yang akan dihadapi kemudian adalah bentuk antena yang tidak lagi praktis karena dimensi dan kemampuannya yang kurang praktis untuk diaplikasikan pada perangkat yang berdimensi kecil. Maka dari itu haruslah digunakan antena yang memiliki dimensi kecil dan juga handal dalam menerima dan memancarkan jaringan 5G, yaitu antena mikrostrip.

Antena mikrostrip dipilih karena memiliki dimensi yang kecil dan juga handal dalam menerima dan memancarkan jaringan 5G. Antena mikrostrip pada rancangan penulis akan dilengkapi dengan *metasurface* sebagai pengubah bentuk polarisasi dan LNA sebagai penguat sinyal. Antena mikrostrip pada perancangan kami akan bekerja untuk jaringan 5G pada frekuensi kerja 3,5 GHz. Dengan penambahan *metasurface* dan LNA diharapkan bahwa antena rancangan kami dapat menunjang pemerataan 5G karena kehandalan dan bentuk antena yang ringkas.

1.2 Informasi Pendukung Masalah

Antena mikrostrip adalah antena dengan penggunaan bahan yang mudah ditemukan dan bahan sederhana. Dimensi antena mikrostrip umumnya cukup kecil, hingga biaya untuk fabrikasi lebih murah, terjangkau, memiliki kinerja yang cukup baik, dan dapat diintegrasikan dengan perangkat elektronika lainnya. Antena mikrostrip adalah antena yang dapat bekerja pada frekuensi tinggi dengan bentuk yang tipis [1]. Tetapi, antena mikrostrip memiliki keterbatasan pada *bandwidth* yang sempit [2].

Selain itu antena dengan *patch* konvensional memiliki keterbatasan dalam efisiensi pada radiasi dan *gain* [3]. Antena yang efektif adalah antena yang memiliki efisiensi yang tinggi, *gain* tinggi dan temperatur yang stabil untuk digunakan pada pengimplementasian frekuensi pada

aplikasi 5G [3]. Maka dari itu untuk menghasilkan antena mikrostrip dengan dimensi antena yang kecil, *gain* yang tinggi, dan dapat memperlebar *bandwidth* dapat ditambahkan struktur *metasurface*. *Metasurface* adalah struktur buatan dua dimensi yang dapat didesain dan dapat diintegrasikan dengan antena. *Metasurface* diterapkan untuk meningkatkan performansi dari antena mikrostrip. Performansi kinerja dari antena dapat dilihat pada parameter antena yaitu *return loss*, *VSWR*, *bandwidth*, *gain*, dan polarisasi.

Masalah yang banyak ditemui pada perangkat penerima sinyal (*receiver*) adalah rendahnya daya sinyal yang diterima. Hal ini terjadi dikarenakan adanya beberapa faktor, seperti *noise* yang terdapat pada sinyal tersebut, kecacatan sinyal selama transmisi, dan jarak antara pengirim dan penerima yang jauh. Untuk menyelesaikan masalah tersebut dibutuhkan perangkat *amplifier* pada sistem antena yaitu perangkat *Low Noise Amplifier* (LNA) yang dihubungkan setelah antena penerima pada sisi *receiver*. LNA digunakan untuk menguatkan sinyal dengan nilai *noise* yang tetap kecil dan memiliki sensitivitas yang tinggi. Beberapa pertimbangan utama dalam realisasi LNA diantaranya stabilitas (K), *gain*, dan *VSWR* [4]

1.3 Analisis Umum

Peningkatan kualitas kecepatan jaringan dari yang semula 4G menjadi 5G sangat berpengaruh terhadap banyak aspek pada berbagai bidang baik dari segi industri maupun pribadi. Sudah sewajarnya seiring dengan perkembangan teknologi jaringan akan ada beberapa aspek yang harus diperhatikan dan ditingkatkan, meliputi:

1.3.1 Aspek Manufakturabilitas

Pembuatan antena mikrostrip yang handal tentu saja bukan perkara yang mudah. Kerumitan dan perlunya riset secara khusus tentu menjadi perhatian dan pertimbangan penting dalam proses perancangan hingga tahap fabrikasi antena. Proses perancangan antena mikrostrip yang handal menjadi perhatian utama, karena antena yang akan dirancang akan menjadi target instalasi pada banyak perangkat dari berbagai kebutuhan yang akan bergantung pada antena mikrostrip ini agar dapat bekerja optimal.

1.3.2 Aspek Keberlanjutan

Jaringan 5G yang hadir di berbagai industri tentunya akan menjadi *game changer* bagi berbagai industri di berbagai bidang. Tentu saja antena mikrostrip yang handal akan memiliki banyak peminat dan permintaan pengaplikasian karena kemampuan dan fungsi dari antena ini

yang dapat bekerja dengan baik untuk 5G sehingga dapat menjadi penggerak roda industri di masa mendatang khususnya pada industri telekomunikasi.

1.4 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi

1.4.1 Jaringan 5G

Jaringan 5G terpantau masih belum merata dan maksimal karena beberapa hal yang salah satunya adalah karena antena yang tidak suportif, handal, dan ringkas untuk bekerja pada jaringan 5G. Dikarenakan dibutuhkan antena yang ringkas, handal, dan bekerja untuk 5G, maka dirancang antena mikrostrip yang bekerja pada frekuensi 3,5 GHz serta dilengkapi dengan *metasurface* sebagai pengubah bentuk polarisasi dan LNA sebagai penguat sinyal demi menunjang jaringan 5G secara optimal.

1.4.2 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip dipilih karena memiliki dimensi yang kecil dan ringkas serta dapat bekerja dengan baik pada frekuensi 3,5 GHz untuk 5G. Parameter yang harus dipenuhi sebagai indikasi bahwa antena penulis telah bekerja secara optimal adalah memiliki *bandwidth* yang cukup dan *gain* yang sesuai serta dapat bekerja optimal tepat pada frekuensi titik yaitu 3,5 GHz.

1.5 Solusi Sistem yang Diusulkan

Dalam penelitian ini, *metasurface* digunakan untuk merubah bentuk polarisasi dari antena mikrostrip. Antena mikrostrip yang dirancang akan bekerja pada *single-band*. Frekuensi tengah yang diusulkan dalam penelitian ini adalah 3.5 GHz. Antena mikrostrip didesain menggunakan *software CST Studio Suite*. Antena rancangan penulis dilengkapi dengan LNA yang merupakan sebuah penguat elektronik yang digunakan pada telekomunikasi untuk menguatkan sinyal yang lemah yang diterima oleh suatu antena. Dengan begitu sinyal di perkuat agar sinyal memiliki level daya yang cukup besar dengan *noise* yang rendah agar dapat bekerja dengan lebih optimal. Dalam perancangan dan simulasi LNA digunakan *software Agilent's Advanced Design System*.

1.5.1 Karakteristik Produk

1.5.1.1 Antena Mikrostrip

Pada desain antena mikrostrip dengan menggunakan *metasurface* dan diperkuat oleh LNA yang bekerja pada frekuensi 3.5Ghz. Rancangan antena diharapkan dapat diaplikasikan pada jaringan 5G. Antena mikrostrip merupakan antena yang terdiri dari elemen peradiasi yang sangat

tipis yang diletakkan pada bagian *ground*. Antena mikrostrip tersusun dari beberapa bagian diantaranya *patch* (bentuk antenna), *substrat* (lapisan), *ground* (pertanahan), dan *feeding* (saluran pencatu) [5].

Bentuk antenna didesain untuk mendapatkan karakteristik antenna yang diharapkan. Karakteristik antenna juga harus didesain sesuai dengan fungsi antenna. Antena mikrostrip memiliki bentuk seperti potongan atau bidang yang sangat tipis secara fisik, namun mampu bekerja pada frekuensi yang sangat tinggi. Penggunaan antenna mikrostrip sangat cocok digunakan dalam perangkat telekomunikasi yang sangat mempertimbangkan ukuran bentuk antenna [6].

1.5.1.2 *Metasurface*

Secara umum *metamaterial* dapat didefinisikan sebagai struktur elektromagnetik yang direkayasa untuk mencapai karakteristik tertentu. Sifat ini telah digunakan dalam teknik *microwave* untuk mengembangkan perangkat dengan sifat tertentu seperti miniaturisasi atau dapat beroperasi pada *multi-band* frekuensi [7]. *Metamaterial* adalah struktur buatan yang didesain untuk memberikan sifat elektromagnetik yang tidak tersedia di alam. Dengan artian, setiap struktur dengan permitivitas dan permeabilitas apapun dapat dianggap sebagai *metamaterial* jika sifat elektromagnetik struktur buatan tersebut tidak dapat direalisasikan oleh bahan alam [8].

Metamaterial adalah struktur elektromagnetik yang memiliki karakteristik permeabilitas dan permitivitas negatif. Terdapat beberapa metode untuk merancang antenna dengan elemen *metamaterial* seperti *Composite Right Left-Handed (CRLH)*, *Complementary Split Ring Resonator (CSRR)*, dan *metamaterial superstrate*. Teknik miniaturisasi antenna yang dipilih adalah *Split Ring Resonator (SRR)* karena perancangan yang mudah, proses fabrikasinya mudah, serta biaya fabrikasi yang murah. Struktur *unit cell* dengan SRR dapat meningkatkan *gain* dan *bandwidth* secara bersamaan [9]. oleh karena itu pengaplikasian *metasurface* sangat cocok untuk dapat diterapkan dengan antenna mikrostrip.

1.5.1.3 LNA

Low Noise Amplifier (LNA) merupakan sebuah komponen yang digunakan untuk memperkuat sinyal yang diterima oleh antenna penerima, LNA harus mempunyai *noise* yang kecil dan *gain* (penguatan) yang tinggi. LNA sendiri adalah komponen yang sangat penting pada bagian penerima (*receiver*) untuk realisasi sistem komunikasi satelit, antenna, dan juga teknologi radar [10]. Namun, pada sistem komunikasi tersebut sinyal yang ditangkap oleh antenna penerima adalah sinyal yang sangat lemah yang sudah terpengaruh oleh *noise*. Kehadiran *noise* dapat mempengaruhi informasi yang terkandung dalam sinyal, sehingga semakin tinggi tingkat

kebisingan, semakin sedikit informasi yang dapat diterima oleh penerima. Dengan menambahkan LNA, *noise* pada sistem komunikasi tersebut tetap akan bertambah, namun agar tambahan *noise* tersebut tidak berpengaruh besar pada sistem *receiver*, maka kontribusi *noise* yang diberikan oleh LNA harus sekecil mungkin pada sinyal yang diperkuat.

1.5.2 Skenario Penggunaan

Prototipe ini menggunakan tiga komponen utama yaitu antena mikrostrip, *metasurface* dan LNA yang saling terintegrasi. Dengan penambahan *metasurface* sebagai pengubah bentuk polarisasi dan LNA sebagai penguat antena mikrostrip. Adapun didapati spesifikasi antena yang akan penulis capai adalah antena mikrostrip dengan pola radiasi *uni-directional* dengan bentuk polarisasi elips. Nantinya antena kami akan diimplementasikan pada beberapa perangkat telekomunikasi nirkabel dengan jenis propagasi *Line-of-Sight* dengan kecepatan jaringan 5G.

1.5.2.1 Skema Antena Mikrostrip

Bentuk antena mikrostrip didesain untuk mendapatkan karakteristik antena yang diharapkan. Antena mikrostrip yang dirancang akan bekerja pada *single-band*. Karakteristik antena juga harus didesain sesuai dengan fungsi antena. Antena mikrostrip akan tersusun dari tiga lapisan yaitu *patch* (bentuk antena) berbahan *copper* dengan ketebalan 0,035 mm, *substrat* (lapisan) berbahan FR-4 dengan ketebalan 1,6 mm, *ground* (pertanahan) berbahan *copper* dengan ketebalan 0,035 mm, dan *feeding* (saluran pencatu) yang tersambung dengan *patch* berbahan *copper* dengan ketebalan 0,035 mm. Pada antena mikrostrip rancangan penulis, akan ada penambahan *insert-feeding* dengan lebar *gap* 1 mm dan panjang 4,7 mm bertujuan untuk menambah panjang dari saluran pencatu untuk mengoptimalkan performansi antena. Dengan frekuensi kerja 3,5 Ghz diharapkan antena mikrostrip ini dapat berfungsi dengan baik dan handal dalam menerima dan memancarkan jaringan 5G.

1.5.2.2 Skema Metasurface

Split Ring Resonator (SSR) merupakan potongan resonator yang berbentuk cincin dengan dimensi yang tipis dan padat dengan bentuk *unit cell* yang dapat didesain sesuai keinginan. *Metasurface* akan diintegrasikan dengan antena pada frekuensi 3,5 Ghz. Menggunakan *metasurface* memperluas *bandwidth* operasi antena yang diusulkan dan meningkatkan penguatannya. Hal ini dapat penulis kaitkan dengan dua faktor. Pertama, memosisikan *metasurface* di bawah radiator *patch* yang menghasilkan kopling elektromagnetik tambahan antara *patch* dan *metasurface*, sehingga meningkatkan *bandwidth* operasi. Kedua, permukaan

meta meningkatkan distribusi bidang antena, memperbesar bukaan efektif antena [9]. Struktur dari *metasurface* pada antena mikrostrip akan menghasilkan resonansi tambahan untuk pancaran radiasinya. Resonansi tambahan ini disebabkan oleh gelombang permukaan yang merambat pada struktur *metasurface* [5]. Selanjutnya besarnya pengaruh *metasurface* terhadap parameter antena disimulasikan menggunakan *software* CST Studio Suite.

1.5.2.3 Skema LNA

Pada proyek ini, dengan menggunakan komponen elektronik *low noise amplifier* diharapkan dapat meningkatkan *gain* dari antena yang terintegrasi dengan *metasurface*. Perangkat elektronik *low noise amplifier* dibuat dengan menggunakan substrat FR-4 dengan ketebalan 0,8 mm. LNA yang telah di fabrikasi akan diintegrasikan pada antena dengan menghubungkan *port* antena ke *port* RF-in pada perangkat *low noise amplifier*, dengan melakukan hal ini LNA akan mengatur amplifikasi yang tepat untuk meningkatkan kekuatan sinyal dengan menambahkan noise yang kecil sehingga LNA dapat memperkuat sinyal RF yang diterima pada antena di proyek ini.

1.6 Kesimpulan dan Ringkasan CD-1

1.6.1 Kesimpulan CD-1

1. Demi mendukung implementasi 5G yang lebih merata lagi, maka dibutuhkan perangkat yang mendukung dan menunjang teknologi 5G, yaitu antena mikrostrip yang handal.
2. Antena mikrostrip diintegrasikan dengan *metasurface* dan LNA yang diusulkan bekerja pada rentang frekuensi tengah yaitu 3.5 Ghz untuk pengaplikasian 5G dengan harapan dapat meningkatkan performansi dari antena.
3. Target implementasi antena mikrostrip penulis akan cocok untuk diaplikasikan pada perangkat telekomunikasi nirkabel dengan propagasi *Line-of-Sight*. Perangkat telekomunikasi yang telah terpasang dengan antena penulis akan dapat bekerja pada jaringan 5G yang mampu menunjang kecepatan proses pertukaran data.

1.6.2 Ringkasan CD-1

Antena mikrostrip merupakan antena yang cocok untuk bekerja pada jaringan 5G karena bentuk yang ringkas dan performa yang handal. Antena rancangan penulis akan dilengkapi dengan *metasurface* sebagai pengubah bentuk polarisasi dan LNA sebagai penguat sinyal. Tujuan ditambahkan dua komponen tersebut bertujuan untuk menambah performansi antena mikrostrip dan lebih memfokuskan kepada fungsi perangkat target instalasi sesuai spesifikasi yang

diinginkan. Antena rancangan penulis akan memiliki spesifikasi arah pola radiasi *uni-directional* yaitu hanya ke fokus memancarkan sinyal ke satu arah dan bentuk polarisasi elips dengan frekuensi kerja 3,5 GHz serta *gain* sebesar 3 dB. Antena ini sangat cocok digunakan untuk perangkat telekomunikasi nirkabel dengan propagasi *Line-of-sight* karena pola radiasi dan polarisasi antena yang cocok dengan fungsi tersebut.