

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Komunikasi seluler generasi ke-5 (5G) merupakan salah satu teknologi yang ramai dibicarakan beberapa tahun terakhir. Pemenuhan permintaan akan *data rate* yang tinggi terbatas oleh ketersediaan *bandwidth* pada *band* frekuensi *microwave* yang digunakan saat ini. Oleh karena itu, para peneliti dan insinyur mulai memanfaatkan *band* frekuensi *millimeter-wave* (*mm-wave*) yang belum pernah digunakan sebelumnya untuk diimplementasikan pada sistem 5G [1]. Saat ini terdapat dua *band* frekuensi pada sistem 5G, yaitu sub-6 GHz dengan *band* frekuensi di bawah 6 GHz dan *mm-wave* dengan *band* frekuensi di atas 24 GHz, di mana 24.25 – 29.5 GHz menjadi spektrum frekuensi pilihan kebanyakan negara untuk pengembangan sistem 5G mereka ke depannya [2]. Tantangan yang dihadapi dalam penggunaan *band* frekuensi *mm-wave* ialah tingginya redaman sinyal akibat *atmospheric loss* yang disebabkan penyerapan sebagian energi sinyal oleh oksigen dan uap air. Di sisi lain, redaman hujan dan *penetration loss* juga menjadi pertimbangan dalam penggunaan *band* frekuensi *mm-wave* [3]. Oleh karena itu, salah satu kebutuhan pada sistem 5G ialah antena dengan *gain* yang tinggi. Selain *gain* yang tinggi, polarisasi sirkular menjadi suatu kelebihan apabila dimiliki oleh sebuah antena. Polarisasi sirkular lebih tahan terhadap *multipath fading* serta memiliki mobilitas terhadap orientasi antena baik sebagai pengirim ataupun penerima jika dibandingkan dengan polarisasi linear [4].

Antena *patch* merupakan salah satu jenis antena yang dapat digunakan dalam mendesain antena yang bekerja pada frekuensi *mm-wave* maupun berpolarisasi sirkular dengan bentuk yang tipis dan biaya yang murah dalam fabrikasi. Namun, antena ini memiliki *gain* dan *bandwidth* yang rendah [5]. Salah satu upaya dalam meningkatkan *gain* dan *bandwidth* antena *patch* ialah dengan meletakkan *superstrate* di atas *patch* dengan jarak tertentu (*air gap*) ataupun dengan beberapa lapis tumpukan tanpa *air gap* [6]–[8]. Dengan metode penambahan *superstrate* tersebut, *gain* serta *bandwidth* mengalami peningkatan.

Metode lain yang dapat digunakan dalam meningkatkan *bandwidth* dan *gain* antenna *patch* ialah dengan menggunakan *metasurface* sebagai *superstrate*. *Metasurface* merupakan bentuk dua dimensi dari metamaterial yang memiliki kemampuan dalam mempengaruhi propagasi gelombang elektromagnetik. Pada penelitian [9], sebuah antenna *patch* berpolarisasi sirkular bekerja pada frekuensi *mm-wave* mengalami peningkatan *bandwidth* S_{11} sebesar 7.9 GHz, peningkatan *bandwidth* AR 3dB sebesar 4.25 GHz, dan peningkatan *gain* sebesar 3.5 dBi setelah ditambahkan dengan sebuah lapisan *superstrate* dengan stuktur *square ring metasurface* yang ditempatkan di atas *patch* dari antenna. Selain itu pada penelitian [10], sebuah antenna *patch* yang bekerja pada frekuensi 5,8 GHz mengalami peningkatan *gain* lebih dari 5 dB di sepanjang frekuensi kerja setelah ditambahkan dengan sebuah lapisan *superstrate* berstruktur *split ring metasurface* yang ditempatkan di atas *patch* dari antenna.

Berdasarkan pertimbangan masalah dan hasil penelitian di atas, pada tugas akhir ini akan dilakukan perancangan dan simulasi antenna *single element* berpolarisasi sirkular yang bekerja dalam spektrum frekuensi *mm-wave* 5G (24.25 – 29.5 GHz) dengan penambahan beberapa variasi lapisan berpola di atas *patch* yang mengadopsi struktur *metasurface*. Nantinya akan dianalisis mengenai pengaruh lapisan berpola tersebut terhadap peningkatan *gain* serta peningkatan *bandwidth* S_{11} dan *bandwidth* AR 3dB dari antenna.

1.2. Rumusan Masalah

Pada pengerjaan tugas akhir ini, beberapa permasalahan yang harus diselesaikan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan antenna *patch* berpolarisasi sirkular dan lapisan berpola yang bekerja pada *band* frekuensi *mm-wave* 5G?
2. Bagaimana analisis parameter kerja antenna *patch* berpolarisasi sirkular dan lapisan berpola yang telah dirancang?
3. Bagaimana rancangan sintesis antenna *patch* berpolarisasi sirkular dan lapisan berpola yang bekerja pada frekuensi *mm-wave* 5G?
4. Bagaimana pengaruh penambahan lapisan berpola terhadap parameter kerja antenna *patch* berpolarisasi sirkular?

1.3. Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan dan manfaat pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan perancangan dan simulasi antena *patch* berpolarisasi sirkular, lapisan berpola, serta sintesis antena dan lapisan berpola yang bekerja pada frekuensi *mm-wave* 5G.
2. Melakukan analisis terhadap parameter kerja antena *patch* berpolarisasi sirkular, lapisan berpola, serta sintesis antena berpolarisasi sirkular dan lapisan berpola yang telah dirancang.
3. Membandingkan parameter kerja antena berpolarisasi sirkular tanpa lapisan berpola dengan antena berpolarisasi sirkular yang menggunakan lapisan berpola.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah selama pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan *substrate* antena dan lapisan berpola menggunakan Rogers Duroid 5880.
2. Analisis kinerja antena, lapisan berpola, serta sintesis antena dan lapisan berpola dilakukan dalam spektrum frekuensi *mm-wave* 5G dengan rentang 24.25 – 29.5 GHz.
3. Lapisan berpola yang dirancang mengadopsi struktur *square ring* dan *split ring*.
4. Perancangan dan simulasi dilakukan menggunakan *software* HFSS.
5. Parameter kerja pada lapisan berpola adalah magnitudo serta fasa S_{11} dan S_{21} , S_{11} (dB), permitivitas, dan permeabilitas. Sedangkan untuk antena maupun sintesis antena dan lapisan berpola adalah S_{11} (dB), *bandwidth*, *axial ratio*, *gain*, dan pola radiasi.

1.5. Metode Penelitian

Dalam proses pengerjaan tugas akhir ini digunakan beberapa metode penelitian, antara lain:

1. Studi Literatur

Dalam pemahaman dan penulisan konsep serta teori dalam pengerjaan tugas akhir ini dilakukan dengan mengumpulkan informasi yang bersumber dari jurnal, buku, dan sumber tertulis lainnya untuk dijadikan sebagai acuan.

2. Perancangan dan Simulasi

Semua proses perancangan dan simulasi dari antena, lapisan berpola, serta sintesis antena dan lapisan berpola dilakukan dengan menggunakan *software*. Dalam tahap ini juga dilakukan proses optimasi terhadap setiap rancangan awal berdasarkan hasil analisis dari simulasi. Optimasi bertujuan untuk menghasilkan bentuk rancangan baru yang mencapai parameter kerja optimal.

3. Analisis Parameter Kerja

Pada setiap simulasi perancangan, dilakukan analisis terhadap parameter kerja yang dihasilkan. Analisis dilakukan untuk mengetahui apakah rancangan yang dibuat telah mencapai parameter kerja yang ingin dicapai kemudian lanjut ke tahap berikutnya, atau perlu dilakukan proses optimasi kembali.