

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dimasa sekarang ini, teknologi menjadi suatu kebutuhan penting bagi setiap individu. Dengan teknologi yang maju dan modern akan mempermudah manusia melakukan berbagai aktifitasnya, salah satu teknologi yang berkembang dengan sangat pesat yaitu teknologi informasi dan komunikasi seluler. Berbagai macam teknologi komunikasi dengan kecanggihan dan kelebihanannya terus menerus diteliti dan dikembangkan.

Teknologi komunikasi seluler dimulai dari generasi pertama (1G) yang merupakan teknologi seluler analog, dan saat ini menginjak pada teknologi *Broadband Wireless Access* atau disebut juga generasi keempat (4G). Kebutuhan pelanggan akan layanan data berkapasitas besar (Multimedia) dan berkecepatan tinggi (*Broadband Wireless Access*) mendorong *Third Generation Partnership Project* (3GPP) untuk mengembangkan teknologi *Long Term Evolution* (LTE). Teknologi LTE menghadirkan peningkatan performansi dengan data rate yang tinggi dan kapasitas yang besar. Teknologi ini mampu memberikan layanan data rate sampai 100 Mbps pada sisi downlink dan 50 Mbps pada sisi uplink^[1].

Untuk mendukung teknologi LTE digunakan sistem *Multiple Input Multiple Output* (MIMO). MIMO adalah suatu teknologi yang muncul menggunakan prinsip *diversity* dengan tujuan meningkatkan *data rate* dalam range yang lebih besar tanpa membutuhkan bandwidth atau daya transmisi yang besar. Pada sistem MIMO terdapat beberapa antena baik pada sisi pemancar maupun di penerima, dengan penggunaan beberapa antena akan meningkatkan kualitas sinyal informasi yang dikirim. Sejalan dengan perkembangan teknologi MIMO, kebutuhan akan perangkat telekomunikasi yang terintegrasi dan berukuran kecil juga semakin meningkat. Penggunaan beberapa antena pada sisi pemancar dan penerima, tentunya secara fisik akan memerlukan ruang yang lebih luas pada perangkat telekomunikasi, sehingga miniaturisasi antena menjadi salah satu hal yang perlu diperhatikan agar dapat diaplikasikan dalam sistem *mobile*, laptop, maupun gadget yang lain.

Disisi lain, antena mikrostrip masih menjadi pilihan bagi para peneliti karena ukurannya yang kecil, berbentuk pipih dan biaya perakitannya yang cukup murah. Meskipun antena mikrostrip berukuran kecil namun jika menggunakan beberapa antena seperti pada sistem MIMO maka antena akan menjadi salah satu komponen yang berukuran lebih besar dan membutuhkan ruang yang lebih luas. Terdapat beberapa metode yang telah dilakukan untuk

miniaturisasi antena, diantaranya penggunaan banyak celah pada tepi *patch* ^[2], melipat *patch* dan ground ^[3], penggunaan metamaterial Composite Right/Left Handed (CRLH) dengan tipe mushroom structure ^[4], penggunaan metamaterial Complementary Split Ring Resonator (CSRR) ^{[5][6]} dan lain sebagainya.

Metamaterial merupakan suatu struktur buatan yang memiliki sifat elektromagnetik yang tidak terdapat di alam, Sifat elektromagnetiknya yang dimaksud adalah permitivitas dan atau permeabilitas yang bernilai negatif. Konsep metamaterial pertama kali dikemukakan oleh seorang ilmuwan asal rusia bernama **Veselago Victor Georgievich** pada tahun 1967 ^[18]. Dan pada tahun 1998 fisikawan asal Inggris bernama John Pendry menawarkan kombinasi kawat logam dan struktur split ring untuk membuat metamaterial ^[19]. Metamaterial dengan sifat permitivitas dan permeabilitas keduanya bernilai negative disebut *double negative* (DNG-Metamaterial), sedangkan permitivitas negatif disebut *epsilon negative* (ENG-Metamaterial) atau Permeabilitas negative disebut *miu negative* (MNG-Metamaterial).

Pada tugas akhir ini digunakan metode pemanfaatan elemen metamaterial *complementary split ring resonator* (CSRR). Elemen CSRR merupakan komplement SRR yang terdiri dari dua ring slot persegi di mana slot sisi dalam dan luar dipisahkan oleh sebuah strip metal. Pemilihan CSRR dikarenakan keunikan dari sifat metamaterial itu sendiri, ukuran yang kecil serta dapat dicetak pada bidang ground antena, sehingga sesuai dengan proses miniaturisasi antena.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penyusunan tugas akhir ini adalah merancang dan merealisasikan antena MIMO 2x2 dengan melakukan miniaturisasi antena menggunakan metamaterial *Complementary Split Ring Resonator* yang mampu bekerja dengan pada frekuensi 2.57-2.63 GHz.

1.3 Rumusan Masalah

Masalah yang dirumuskan pada Tugas Akhir ini yaitu :

1. Bagaimana cara merancang antena tunggal mikrostrip dengan spesifikasi yang diinginkan?
2. Bagaimana cara merancang elemen metamaterial CSRR dan ekstraksi parameter permeabilitas dan permitivitasnya.?

3. Bagaimana merancang dan merealisasikan antenna mikrostrip MIMO 2x2 dengan memanfaatkan metamaterial CSRR?
4. Bagaimana cara melakukan pengukuran parameter-parameter antenna MIMO hasil realisasi?
5. Bagaimana perbandingan ukuran dan performansi antenna MIMO yang menggunakan metamaterial terhadap antenna konvensional?

1.4 Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah pada Tugas Akhir ini antara lain :

1. Antena yang digunakan adalah antenna jenis mikrostrip *patch* lingkaran dengan mengutamakan miniaturisasi antenna menggunakan metamaterial CSRR pada bidang ground untuk sebagai antenna penerima (Rx).
2. Simulasi antenna menggunakan *software* Ansoft HFSS version 13.
3. Bahan substrat yang dipakai FR-4 Epoxy dengan $\epsilon_r = 4.3$
4. Aplikasi yang dibahas ditinjau dari frekuensi kerja LTE sesuai dengan rekomendasi 3GPP pada kanal 2.57-2.62.
5. Spesifikasi antenna tunggal sebagai berikut:

| | |
|--|---------------------------------------|
| Frekuensi kerja | : 2.57-2.63 GHz |
| Bandwith | : 60 MHz |
| Impedansi karakteristik | : 50 Ω (koaksial konektor SMA) |
| VSWR | : ≤ 2 |
| Polarisasi | : Linear |
| Polaradiasi | : omnidirectional |
| Gain | : ≥ 2 dBi (Antena konvensional) |
| <i>Mutual coupling</i> (S_{12} dan S_{21}) | : ≤ -20 dB |
| Miniaturisasai <i>patch</i> | : ≥ 50 % (Antena metamaterial) |

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur
Pencarian dan pengkajian teori mengenai antenna, MIMO, dan metamaterial dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, artikel dan internet.

2. Perancangan dan Simulasi

Proses perancangan antenna berdasarkan kajian teori yang telah diperoleh, dan disimulasikan dengan menggunakan software Ansoft HFSS Version 13 sehingga antenna dapat bekerja pada spesifikasi yang telah ditentukan.

3. Realisasi

Pada tahap ini dilakukan pencetakan antenna dari hasil perancangan dan simulasi.

4. Pengukuran antenna.

Antenna yang telah direalisasikan selanjutnya akan dilakukan pengukuran untuk menguji parameter-parameter antenna. Proses pengukuran meliputi pengukuran frekuensi, VSWR, Bandwith, pola radiasi, gain dan pola polarisasi.

5. Analisis dan evaluasi.

Pada tahap ini telah diperoleh rancangan awal antenna, hasil simulasi dan hasil pengukuran. Hasil dari ketiga proses tersebut di analisa dan dilakukan evaluasi untuk memperoleh antenna sesuai harapan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi uraian mengenai latar belakang pembuatan tugas akhir, tujuan, perumusan masalah, batasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini membahas tentang teori dasar mengenai antenna mikrostrip, sistem MIMO, konsep metamaterial, dan LTE.

BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA

Bab ini berisi tentang prosedur perancangan dan realisasi antenna.

BAB IV ANALISIS DAN PENGUKURAN ANTENA

Bab ini membahas tentang hasil pengukuran antenna sesuai dengan parameter yang telah ditentukan dan menganalisis dari hasil pengukuran tersebut untuk dapat mengetahui performansi antenna.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil perancangan dan saran-saran yang berupa tidak lanjut yang bisa dilakukan pada pengembangan selanjutnya.