

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Perkembangan sistem komunikasi nirkabel sangat pesat pada saat ini. Kebutuhan akan akses data yang tinggi dan volume data terus bertambah dari tahun ke tahun. Hadirnya teknologi 5G untuk menggantikan teknologi sebelumnya yang diklaim mampu memberikan layanan yang lebih baik bagi pengguna dan memungkinkan konektivitas masif antar manusia, antar mesin, maupun antar manusia dan mesin. Layanan 5G membutuhkan kapasitas yang lebih besar dengan kecepatan data 10 sampai 100 kali lebih cepat. Untuk memenuhi persyaratan kecepatan data, jaringan 5G harus memiliki 3 lapisan struktur, yaitu *ultra experience layers*, *high capacity layers*, dan *ubiquitous coverage layers* [1]. Ketiga lapisan struktur tersebut memungkinkan bekerja frekuensi tinggi, yaitu frekuensi spektrum sub-6 GHz (di bawah 6 GHz) dan atau pada frekuensi spektrum *mmWave* (*millimeter-wave*) yang beroperasi di frekuensi 24 GHz - 40 GHz. Pita-pita spektrum ini sangat cocok untuk jaringan 5G namun memiliki tantangan tersendiri. Pada pita *millimeter wave* (*mmWave*) dapat menawarkan urutan spektrum yang lebih bebas dibandingkan dengan pita frekuensi seluler saat ini, yaitu di bawah 3 GHz. Namun, menyediakan cakupan di mana-mana dan kuat tanpa gangguan layanan dalam kondisi *Line of Sight* (LOS) cukup menantang dalam kasus *mmWave* karena banyak penghalang yang disebabkan oleh bangunan sedangkan pada sub-6 GHz (di bawah 6 GHz) masih pakai untuk 3G dan 4G [2].

Maka untuk tetap dapat memenuhi jaringan 5G yang memiliki cakupan kuat, luas dan memiliki kecepatan akses data yang mumpuni, maka 3GPP *release 15* memperkenalkan sebuah teknologi yang disebut *E-UTRAN New Radio – Dual Connectivity* (EN-DC) atau *Dual Connectivity* (DC). Teknologi ini menjanjikan untuk sistem 5G yang mampu meningkatkan kecepatan akses data pengguna. Konsep *E-UTRAN New Radio – Dual Connectivity* (EN-DC) mirip dengan *Carrier Aggregation* (CA) di 4G, namun yang berbeda adalah dari agregasinya karena pada *E-UTRAN New Radio – Dual Connectivity* (EN-DC) memungkinkan pengguna

untuk memanfaatkan sumber daya (*resource*) dari dua teknologi akses radio yang berbeda (RATs) yaitu 4G dan 5G yang beroperasi pada dua frekuensi yang berbeda. Dalam mode terhubung ganda, UE memanfaatkan manfaat dari sistem 4G dan 5G. Penerapan *E-UTRAN New Radio – Dual Connectivity* (EN-DC) memerlukan kombinasi frekuensi yang tepat agar cakupan dan kecepatan akses data nya sangat cepat dan memenuhi karakteristik sebagai jaringan 5G. Salah satu frekuensi yang saat ini sedang dipersiapkan untuk *E-UTRAN New Radio – Dual Connectivity* (EN-DC) adalah 2,1 GHz untuk 4G dan 2,3 GHz untuk 5G [3][4].

Untuk mendukung penelitian *E-UTRAN New Radio – Dual Connectivity* (EN-DC), perlu dilakukan penelitian-penelitian yang mendalam terutama dibidang antena. Antena adalah suatu perangkat telekomunikasi yang sangat penting untuk mendukung perkembangan teknologi nirkabel. Untuk membuat antena *E-UTRAN New Radio – Dual Connectivity* (EN-DC) harus mendukung teknologi *beamforming* untuk melakukan *broadcast beams* pada semua *band*. Untuk menghasilkan *beamforming beams* diperlukan minimal dua antena *array*. Sehingga antena tersebut harus mendukung minimal dua antena *array* pada masing-masing *band*, yang berarti antena tersebut mendukung konfigurasi 4T4R. Ketepatan *beamforming* ditentukan oleh *sigle-array beam vector* dan perbedaan fasa array ($\Delta\phi$). *Sigle-array beam vector* ditentukan oleh desain antena, sedangkan perbedaan fasa array ($\Delta\phi$) ditentukan oleh topologi antena *array* [5]. *Beamforming* merupakan proses penggabungan sinyal pada elemen *array* untuk membentuk sinar radiasi (*beam radiation*) yang terarah. Hal ini juga digunakan untuk menyelaraskan fasa sinyal yang masuk dari elemen *array* sehingga membentuk *beam* pada arah tertentu [6]. *Beamforming* dapat dilakukan dengan menggunakan teknik *butler matrix*. *Butler matrix* merupakan jaringan *beamforming* yang digunakan secara luas, yang memiliki beberapa standar diantaranya 3 dB *directional couplers*, *crossover*, dan *phase shifter*. *Butler matrix* memiliki N *input port* dan N *out port*, sehingga sinyal yang berbeda dapat ditransmisikan menggunakan N antena mikrostrip yang berbeda. Hal tersebut dapat memungkinkan setiap antena untuk memancarkan arah yang berbeda [7].

Pada penelitian ini, membahas tentang perancangan mikrostrip *rectangular* untuk *E-UTRAN New Radio – Dual Connectivity* (EN-DC) pada frekuensi 2,1 GHz

dan 2,3 GHz menggunakan CST. Proses perancangan antenna akan disimulasikan menggunakan *software simulator CST Suite Studio 2021*. Penggunaan antenna mikrostrip dengan *patch* berbentuk *rectangular* dikarenakan antenna tersebut memiliki ukuran yang tipis, mudah diintegrasikan, dan dapat bekerja pada frekuensi tinggi sedangkan teknik *butler matrix* untuk pembeda fasa pada setiap elemen antenna.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

- 1) Bagaimana perancangan antenna mikrostrip *rectangular array* 1x2 dan unjuk kerja antenna pada frekuensi 2,1 GHz dan 2,3 GHz terhadap spesifikasi parameter yang sudah ditetapkan ?
- 2) Bagaimana perancangan antenna MIMO 4x4 dan unjuk kerja antenna pada frekuensi 2,1 GHz dan 2,3 GHz terhadap spesifikasi parameter yang sudah ditetapkan ?
- 3) Bagaimana perancangan metode *Butler Matrix* 4x4 dan unjuk kerja pada frekuensi 2,1 GHz dan 2,3 GHz terhadap parameter yang sudah ditetapkan ?
- 4) Bagaimana perancangan antenna MIMO 4x4 menggunakan metode *Butler Matrix* 4x4 dan unjuk kerja pada frekuensi 2,1 GHz dan 2,3 GHz terhadap parameter yang sudah ditetapkan ?
- 5) Bagaimana perbandingan kinerja parameter antenna MIMO 4x4 sebelum dan sesudah menggunakan metode *Butler Matrix* 4x4 pada frekuensi 2,1 GHz dan 2,3 GHz ?

1.3 BATASAN MASALAH

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

- 1) Antena yang akan dirancang yaitu antenna mikrostrip *rectangular* 1x2.
- 2) Tidak membahas *E-UTRAN New Radio – Dual Connectivity* (EN-DC) secara spesifik.

- 3) Menggunakan pita spektrum 2,1 GHz dan 2,3 GHz yang memiliki rentang frekuensi 1,920 GHz – 2170 GHz dan 2,360 GHz – 2,390 GHz.
- 4) Penggunaan metode *butler matrix* sebagai pembeda fasa pada setiap elemen antena.
- 5) Menggunakan pemodelan MIMO *array* 4x4.
- 6) Menggunakan bahan substrat jenis *Rogers RT / Duroid* 5880 dengan permittivitas bahan (ϵ_r) sebesar 2,2 dan ketebalan bahan (h) sebesar 3,175 mm.
- 7)
- 8) Parameter yang digunakan untuk melihat kinerja antena yaitu:
 - a. *Return loss* : ≤ -10 dB
 - b. *VSWR* : ≤ 2
 - c. *Bandwidth* : 250 MHz (2,1 GHz) & 30 MHz (2,3 GHz)
 - d. *Mutual Coupling* : ≤ -20 dB
 - e. Koefisien Korelasi : $\leq 0,3$
 - f. *Gain* : ≥ 6 dB
 - g. Pola radiasi : *Unidirectional*
 - h. *Beda Phasa* : $-135^0, -45^0, +45^0, +135^0$
- 9) Menggunakan bantuan aplikasi simulasi *software CST Suite Studio* 2020

1.4 TUJUAN

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Melakukan perancangan antena mikrostrip *rectangular array* 1x2 pada frekuensi 2,1 GHz dan 2,3 GHz menggunakan *software CST Suite Studio* 2021 dan mengetahui unjuk kerja antena terhadap spesifikasi parameter yang telah ditentukan.
- 2) Melakukan perancangan antena MIMO 4x4 pada frekuensi 2,1 GHz dan 2,3 GHz menggunakan *software CST Suite Studio* 2021 dan mengetahui unjuk kerja antena terhadap spesifikasi parameter yang telah ditentukan.
- 3) Melakukan perancangan metode *Butler Matrix* 4x4 pada frekuensi 2,1 GHz dan 2,3 GHz menggunakan *software CST Suite Studio* 2021 dan

mengetahui unjuk kerja antenna terhadap spesifikasi parameter yang telah ditentukan.

- 4) Melakukan perancangan antenna MIMO 4x4 metode *Butler Matrix* 4x4 pada frekuensi 2,1 GHz dan 2,3 GHz menggunakan *software CST Suite Studio 2020* dan mengetahui unjuk kerja antenna terhadap spesifikasi parameter yang telah ditentukan.
- 5) Mengetahui perbandingan hasil spesifikasi parameter pada antenna MIMO 4x4 sebelum dan sesudah digunakan metode *Butler Matrix* 4x4 pada frekuensi 2,1 GHz dan 2,3 GHz

1.5 MANFAAT

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai perancangan dan unjuk kerja antenna mikrostrip *rectangular array* dengan pemodelan MIMO 4x4 menggunakan metode *Butler Matrix* pada frekuensi 2,1 GHz dan 2,3 GHz untuk *E-UTRAN New Radio – Dual Connectivity* (EN-DC). Dengan mengetahui pengaruh penambahan metode *Butler Matrix* terhadap spesifikasi parameter antenna maka diharapkan dalam implementasinya dapat memberikan informasi sehingga mampu meningkatkan unjuk kerja antenna dan sebagai bahan kontribusi penelitian 5G di Indonesia.

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan penelitian ini dibagi menjadi beberapa bab dimana bab 1 merupakan bagian pendahuluan berisi mengenai latar belakang, rumusan masalah yang diangkat, manfaat dan tujuan penelitian. Bab 2 membahas tentang teori dasar yang mendukung topik penelitian serta kajian Pustaka yang digunakan sebagai rujukan dalam penelitian ini. Bab 3 membahas tentang metode penelitian dimana menjelaskan bagaimana sistem kerja, metode yang digunakan serta alur penelitian. Bab 4 membahas tentang hasil simulasi dan analisa berdasarkan hasil parameter yang diperoleh. Bab 5 merupakan kesimpulan dari hasil simulasi dan sara yang dapat digunakan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.