

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Dewasa ini perkembangan teknologi komunikasi *wireless* begitu pesat seiring perkembangan zaman. Namun, perkembangan teknologi komunikasi *wireless* khususnya antena masih belum optimal dikarenakan pola radiasi yang dimiliki antena masih belum akurat sehingga diperlukan suatu rangkaian antena agar pengarahan pola radiasi yang dimiliki antena dapat disesuaikan kebutuhan sendiri dengan teknik dari *smart* antena. *Smart* antena adalah antena yang menggunakan beberapa elemen pengolahan sinyal digital untuk mengoptimalkan radiasi atau pola penerimaan [1].

Sistem *smart* antena dibagi menjadi dua yaitu sistem adaptif dan sistem *switched beam* [2]. Sistem adaptif adalah perangkat yang memungkinkan untuk menolak gangguan secara efektif karena beradaptasi dengan lingkungan secara *real time* untuk mengarahkan pancarannya ke arah yang diinginkan, dan menggunakan algoritma adaptif. Namun, ini rumit dan membutuhkan banyak pemrosesan sinyal. Kemudian untuk sistem *switched beam* adalah sistem yang lebih sederhana dan murah dikarenakan menghasilkan banyak arah berkas pancaran dan dapat memilih arah berkas yang sesuai dengan kebutuhan sendiri.

Untuk merealisasikan hasil pola radiasi yang akurat maka dibutuhkan suatu tambahan atau saluran antena agar pola radiasi antena bisa tepat dan fokus. Tambahan atau saluran antena yaitu suatu komponen tambahan yang dicatukan pada antena supaya antena tersebut mendapatkan hasil pola radiasi yang akurat sesuai dengan perancangan. Tambahan atau saluran antena yang bisa digunakan adalah *Rotman lens*, *Bloss matrix* dan *Butler matrix*. Pada penelitian ini menggunakan tambahan atau saluran antena yaitu *Butler matrix*. *Butler matrix* pertama kali ditemukan pada tahun 1960 oleh Jesse Butler dan Ralph Lowe [3], kala itu membutuhkan suatu rancangan pada antena yang mudah dibuat dan diaplikasikan agar memiliki pola radiasi atau pengarahan berkas yang dapat diatur sendiri dinamakan *beamforming* [4].

*Butler matrix* memiliki beberapa kelebihan diantaranya lebih sederhana dan memiliki jumlah pengkopel *hybrid 90°* yang lebih sedikit sehingga dapat mengurangi kuran. Pengkopel *hybrid 90°* merupakan elemen utama sebagai pembagi daya dan fasa. Selain itu, *Butler matrix* mudah dimodifikasi pada setiap elemennya sesuai dengan kebutuhan sendiri. *Butler Matrix* terdiri dari *port input N* dan *port output N* yang dimana semua jalur antara *port input* dan *port output* sama [5]. Fungsi *Butler matrix* itu sendiri adalah sebuah komponen saluran antenna yang menghasilkan fasa keluaran sebagai pengubah pola radiasi antenna. Kemudian untuk pengaplikasiannya, *Butler matrix* dapat diaplikasikan untuk satelit komunikasi, desain pada *power amplifiers* untuk *sistem multiple input multiple output (MIMO)*, dan antenna *phased array*.

Berdasarkan alasan tersebut, maka judul penelitian tersebut adalah” desain saluran antenna menggunakan model *butler matrix 4x4* pada spektrum *S-Band 2,9-3,1 GHz*”. Pada Spektrum *S-Band* Menurut standar IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) *Spectrum S-band* dapat digunakan untuk *airport surveillance radar* pada *air traffic control*, radar cuaca, radar permukaan kapal, dan komunikasi satelit. Kemudian untuk pemilihan frekuensi kerja 3 GHz dengan rentang 2,9 - 3,1 GHz untuk memberikan batasan frekuensi yang bertujuan untuk mengatasi adanya pergeseran frekuensi, sehingga saluran antenna *Butler matrix 4x4* masih dapat beresonasi.

Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Imen Sfar, Lotfi Osman dan Ali Gharsallah yang berjudul “*Design of a 4x4 Butler Matrix for Beamforming Antenna Applications*”. Penelitian tersebut membahas tentang desain *Butler matrix 4x4* yang bekerja pada frekuensi *2,45 GHz* dengan menggunakan *2 crossover* dan menggunakan *phase shifter 45°* dengan menggunakan *software ADS simulation* [6]. Dalam merealisasikan hal tersebut penulis menggunakan metode dual *crossover* dan dual *phase shifter 60°* agar memiliki fasa keluaran ketika daya dicatukan dari masukan *port 1* terhadap keluaran *port 5-6* sebesar *-30°* dan keluaran *port 7-8* sebesar *-30°* pada *butler matrix 4x4* dengan menggunakan *software CST Studio 2018*.

Selain itu, topik skripsi ini didapatkan dari PT LEN Industri (persero) yang terletak di daerah Bandung, Jawa Barat. Penulis bermaksud mengembangkan

penelitian pada PT LEN Industri (persero) dengan merancang saluran antenna *Butler matrix 4x4* dalam bentuk *prototype* dengan menggunakan *substrate duroid Roger R04003C*.

## 1.2 RUMUSAN MASALAH PENULISAN

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Merancang *Butler matrix 4x4* sampai menjadi sebuah *prototype*.
2. Membandingkan nilai S-parameter simulasi dengan pengukuran *prototype butler matrix 4x4*.
3. Bagaimana agar simulasi dan *prototype butler matrix 4x4* memiliki *Isolasi port*  $\leq -20$  dB, *Return Loss*  $\leq -20$  dB, *Insertion loss*  $\leq -5$  dB, dan *VSWR*  $\leq 2$ .
4. Saluran antenna *Butler matrix 4x4* menghasilkan perbedaan fasa pada masukan port 1 terhadap keluaran port 5-6 sebesar  $-30^\circ$  dan port 7-8 sebesar  $-30^\circ$ .

## 1.3 BATASAN MASALAH PENULISAN

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Terdapat elemen pada *Butler matrix 4x4* yaitu 4 buah *Hybrid 90°* 3 dB, 2 buah *Crossover* dan 2 buah *Phase Shifter 60°*.
2. Perancangan saluran antenna *Butler matrix 4x4* pada penelitian ini mencakup proses simulasi dan fabrikasi *prototype* antenna. Fabrikasi hanya dilakukan satu kali.
3. Ukuran dimensi port antenna menggunakan nilai ketebalan *substrate roger R04003C* sebesar 1,524 mm.
4. Menggunakan nilai koefisien port terkecil dari rentang 3,42 – 6,14 mm pada *software CST Studio Suite 2018*.
5. *Port* atau *connector SMA* pada *prototype butler matrix 4x4* menggunakan ukuran 3 mm dengan terminasi 50 ohm.
6. Bentuk *Groundplane* seukuran dengan dimensi *substrate duroid roger R04003C*.

7. Parameter fasa keluaran dapat mempengaruhi pola radiasi. Namun, tidak menampilkan arah berkas atau *beamforming* dalam bentuk pola radiasi.

#### **1.4 TUJUAN PENULISAN**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Memahami prinsip kerja *Butler matrix 4x4* yang bekerja pada frekuensi S-Band 2,9 – 3,1 GHz
2. Menganalisis kinerja *Butler matrix 4x4* melalui parameter-parameter yang dihasilkan yaitu *return loss*, isolasi, *insertion loss*, VSWR, fasa keluaran dan perbedaan fasa keluaran.
3. Mengetahui perbandingan S-parameter hasil simulasi dan pengukuran *prototype Butler matrix 4x4*.
4. Merancang *Butler matrix 4x4* menggunakan *phase shifter 60°*.

#### **1.5 MANFAAT PENULISAN**

Penelitian ini diharapkan dapat membantu mengembangkan antenna yang baik sesuai dengan pola radiasi atau *beamforming* sehingga *Butler matrix 4x4* ini dapat diaplikasikan pada teknologi *wireless*, *antenna phased array* dan *komunikasi satelit* yang berkembang pesat saat ini.

#### **1.6 SISTEMATIKA PENULISAN**

Penelitian ini terbagi menjadi beberapa bab yaitu Bab 1 berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, manfaat dan tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan. Bab 2 Membahas tentang konsep-konsep dan pengertian mikrostrip, frekuensi *S-Band*, *Butler Matrix 4x4*, *Hybrid 90°*, *Crossover*, *Phase shifter*, *Return Loss*, *Isolasi port*, *Insertion Loss* dan *VSWR* yang digunakan. bab 3 akan membahas mengenai tahapan perancangan antenna melalui beberapa metode yang digunakan dan menampilkan langkah-langkah simulasi rangkaian *Butler matrix 4x4*. Bab 4 Menganalisa perbandingan metode, desain hasil akhir, dan hasil pengukuran *prototype Butler matrix 4x4*. Bab 5 Kesimpulan dan saran pengembangan skripsi untuk kedepannya.