

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Secara umum, antena elemen tunggal memiliki pola radiasi yang sangat lebar, dengan setiap elemen menghasilkan *gain* dan *directivity* yang rendah. Banyak aplikasi membutuhkan antena dengan *directivity* yang baik dan *gain* yang tinggi. Contoh aplikasi yang memerlukan kemampuan tersebut adalah radar, pengindraan jauh, komunikasi satelit, dan banyak lainnya. Persyaratan karakteristik ini dapat dipenuhi dengan menyusun antena dalam beberapa konfigurasi. Susunan antena sering disebut sebagai susunan antenna.

Antena *array* adalah susunan beberapa antena yang identik. Sinyal dari antena ini digabungkan atau diproses untuk meningkatkan kinerja antena tunggal. Tujuan pembuatan antena *array* antara lain untuk meningkatkan *gain* antena, meningkatkan *directivity* antena, mengarahkan daya pancar ke sektor sudut yang diinginkan, menentukan arah datangnya sinyal dan memaksimalkan SINR (*Signal to Interference Noise Ratio*). Jumlah elemen, susunan geometris, amplitudo relatif dan *Phase* relatif antena yang akan dipasang bergantung pada pola sudut yang akan dicapai. Jika susunan antena dirancang untuk fokus pada arah tertentu, mudah untuk mengarahkannya ke arah lain dengan mengubah *Phase* relatif dari elemen susunan[1]. Untuk memfokuskan energi radiasi dari antenna *array* sehingga dapat meningkatkan kekuatan sinyal di arah tertentu diperlukan teknik *beamforming* untuk mengurangi interferensi dari sumber sinyal lain dan meningkatkan daya tangkap dari sumber yang diinginkan.

*Beamforming* adalah pembuatan pola radiasi antena yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. *Beamforming* memiliki fungsi untuk memfokuskan sinyal. *Beamforming* merupakan jenis manajemen frekuensi radio di mana stasiun pangkalan menggunakan beberapa antena untuk mengirimkan pola radiasi yang sama. Istilah "*beamforming*" mengacu pada desain filter spasial untuk membentuk pola radiasi *beamwidth* yang sempit pada pemancar. Filter spasial ini dirancang sedemikian rupa sehingga sinyal yang ditransmisikan hanya bergerak ke arah tertentu dan tidak ada yang bergerak ke arah lain[2].

*Beamforming* antena *array* digunakan dalam aplikasi 5G untuk menghasilkan *beamforming* beam. Antena 5G memerlukan setidaknya dua antena di setiap pita atau band, artinya antena tersebut mendukung *Multiple Input-Multiple Output* (MIMO) dan *beamforming*. *Beamforming* adalah kemampuan antena untuk mengarahkan pola radiasi yang dihasilkan dengan karakteristik tertentu. Antena *array* menggunakan tiga jenis arsitektur *beamforming* yaitu *beamforming* analog, *beamforming* digital, dan *beamforming hybrid*.

Pada *beamforming* analog terdapat *Buttler matrix* 4x4 yang kedepannya akan di gunakan pada tugas akhir ini. *Buttler matrix* 4x4 adalah jenis matrix pada antenna *array* untuk menghasilkan pola radiasi yang spesifik dan dapat dikendalikan. Matrix *Buttler* 4x4 mempunyai 4 *input* dan 4 *output*, dan dapat digunakan untuk membagi daya *input* ke setiap elemen antenna yang terhubung ke dalamnya dengan cara yang terukur. Matriks *Butler* 4x4 merupakan rangkaian gelombang *microwave* yang digunakan untuk *beamforming* dan beam shifting dalam susunan antena linier maupun sirkular. Matriks *Butler* memiliki keuntungan karena memiliki tiga beamformer segala arah karena lebih sederhana dan memerlukan sakelar hibrida 90° yang lebih sedikit[3].

Pada tugas akhir ini akan dirancang *Buttler matrix* 4x4 yang memiliki 4 *input* dan 4 *output* dan akan digunakan pada antenna *array*. Pemilihan menggunakan *Buttler matrix* 4x4 tergantung pada persyaratan aplikasi tertentu. Contohnya pada tugas akhir ini membuat *Buttler matrix* yang dimana setiap *port output* yang berjumlah 4 akan di sambungkan ke antenna *array*. Jadi tujuan menggunakan *Buttler matrix* 4x4 yaitu untuk mencatu antenna *array* tersebut yang berjumlah 4. *Buttler matrix* 4x4 *Butler matrix* 4x4 mungkin sudah cukup untuk beberapa aplikasi, sedangkan aplikasi lain yang mungkin memerlukan kemampuan *beamforming* yang lebih besar dapat menggunakan *Butler matrix* 8x8 atau 16x16. Selain itu, matriks yang lebih besar mungkin memerlukan rangkaian yang lebih kompleks dan mungkin lebih sulit untuk difabrikasi.

Pada proses perancangan *Buttler matrix* 4x4 akan dilakukan pembuatan desain antena menggunakan aplikasi *CST Studio suite 2019*. Pada perancangan, antena yang dibuat memiliki target spesifikasi frekuensi 2.35 GHz dengan *reflection coefficient* >10 dB sebagai *input* untuk P1, P2, P3, P4 dan *transmission*

*coefficient* >6dB sebagai *output* untuk P5, P6, P7, P8 serta beda fase setiap *port output* yaitu 45°. Pemilihan *Phase output* sebesar 45° dikarenakan dengan adanya beda *Phase* sebesar 45° setiap *port output* nya akan membuat ke empat *beam* yang terpancar tidak mengalami *overlap* yang terlalu besar. Setelah dilakukan perancangan akan ada fabrikasi dengan menggunakan bahan FR 4 sebagai media pencetakan desain *Buttler matrix* 4x4. Kemudian akan dilakukan pengujian *prototipe* untuk memastikan kinerja dan kekurangan dari *antenna array* yang telah di buat dengan cara melihat nilai dari *Reflection Coefficient*, *Transmission coefficient*, *Bandwdith*, dan polaradiasi dengan menggunakan alat *Virtual Network Analyzer* (VNA).

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana rancangan *Buttler matrix* 4x4 menggunakan aplikasi *CST Studio suite* 2019 dengan beda fasa 45° pada masing-masing *port output* yang bekerja pada frekuensi 2.35 GHz.
2. Bagaimana realisasi dan pengukuran *Buttler matrix* 4x4 dengan beda fasa 45° pada masing-masing *port output* yang bekerja pada frekuensi 2.35 GHz.
3. Bagaimana analisis kinerja *Buttler matrix* 4x4 berdasarkan parameter *Reflection Coefficient*, *Transmission coefficient*, *Bandwdith*, dan *Radiation Patterns*

## 1.3 Tujuan

1. Untuk merancang *Buttler matrix* 4x4 dengan beda fasa 45° pada masing-masing *port output* yang bekerja pada frekuensi 2.35 GHz.
2. Untuk merealisasikan mengetahui hasil pengukuran *Buttler matrix* 4x4 dengan beda fasa 45° pada masing-masing *port output* yang bekerja pada frekuensi 2.35 GHz.
3. Untuk mengetahui hasil analisis kinerja *Buttler matrix* 4x4 berdasarkan parameter *Reflection Coefficient*, *Transmission coefficient*, *Bandwdith*, dan *Radiation Patterns*

## 1.4 Batasan Masalah

1. Target frekuensi 2.35 GHz.
2. Beda *Phase port output* 45°.

3. Simulasi dilakukan dengan menggunakan aplikasi *CST Studio suite 2019*.
4. Parameter yang dianalisis adalah polarisasi, *Reflection Coefficient*, *Transmission coefficient*, *Bandwidth*, *Radiation Patterns*
5. Pada desain antenna yang dibuat memiliki 4 *input* dan 4 *output*.
6. Realisasi rancangan menggunakan mikrostrip dengan bahan FR 4.
7. Karena memiliki 4 *output antenna array*, jadi *Buttler matrix* yang digunakan yaitu 4x4.

### 1.5 Metode penelitian

Metode pengerjaan proposal tugas akhir ini meliputi beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Desain *Buttler matrix* berbasis *branch line coupler* dengan teknologi mikrostrip.
2. Antenna *output* berbasis *Rectangular patch*
3. Desain disimulasikan menggunakan *software CST Studio suite 2019*.
4. Desain direalisasikan dengan proses fabrikasi menggunakan bahan FR-4 dan *Copper*.
5. Desain diukur menggunakan *Vector Network Analyzer*.

### 1.6 Jadwal Penelitian

Adapun jadwal pelaksanaan yang akan menjadi acuan dalam tahap-tahap pekerjaan seperti yang tertera pada tabel 1.1 berikut.

**Tabel 1.1** *Timeline* pengerjaan tugas akhir

No	Deskripsi Tahapan	Minggu												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Perancangan desain sesuai perhitungan	■	■	■	■	■								
2	Simulasi desain dan optimasi			■	■	■	■	■	■					
3	Fabrikasi desain hasil optimasi									■				
4	Pengukuran <i>Buttler matrix</i> dan <i>Rectangular patch</i>										■			
5	Penyusunan laporan buku TA							■	■	■	■	■	■	
6	Sidang tugas akhir 2													■