

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

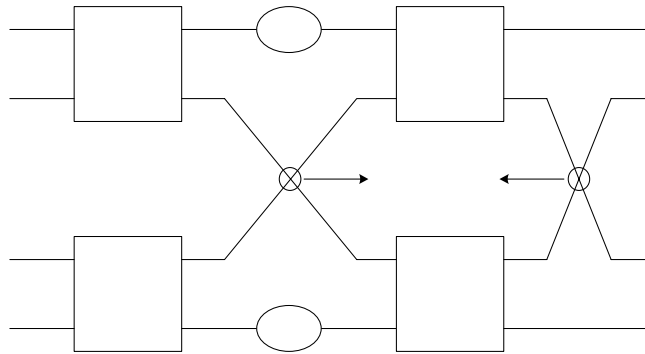
Dewasa ini perkembangan teknologi komunikasi *mobile wireless* semakin cepat dan didukungnya oleh perkembangan antena cerdas atau yang sering disebut *Smart Antenna*. *Smart Antenna* adalah sistem yang berupa kombinasi susunan antena sejenis yang dilengkapi dengan kemampuan *signal processing* yang dapat mengoptimasikan pola radiasi atau pola penerima secara otomatis yang akan direspon oleh sinyal di sekitarnya. Pada pengaplikasian *Smart Antenna* dibutuhkan suatu pengatur *fasa* yang akan membuat antena memberikan penguatan maksimum pada arah yang tepat (*beamforming*) yaitu tergantung pada posisi *user* sehingga didapatkan parameter *signal to interference plus noise ratio* (SINR) yang besar. Salah satu bagian dalam *Smart Antenna* adalah *Antenna Array* (Susunan Antena) dan *Beamforming* (Pengarahan Berkas), yang bisa didapat dengan menggunakan *Butler Matrix*.

*Butler Matrix* adalah rangkaian pasif yang digunakan untuk mencatu susunan antena linear ataupun sirkular. *Butler Matrix* ini merupakan bagian dari sistem *Smart Antenna* yang punya kemampuan untuk membelokan fasa untuk mendapatkan sinyal yang terbaik. Idealnya *Butler Matrix* terdiri dari 3 bagian, yaitu; *crossover* yang berfungsi untuk meneruskan fasa dan juga dapat disebut *Phase shifter 0°*, *hybrid* untuk menggeser fasa sejauh  $90^{\circ}$ , dan *phaseshifter* untuk menggeser fasa sejauh *phaseshifter* itu sendiri. Untuk kondisi ideal, yaitu pada *port* tanpa rugi-rugi dan semua *port* dalam keadaan *matched*, daya keluaran pada tiap *port* keluaran adalah seperempat daya masukan, seperti tabel berikut;

**Tabel 1.1** Perbedaan fasa secara teori

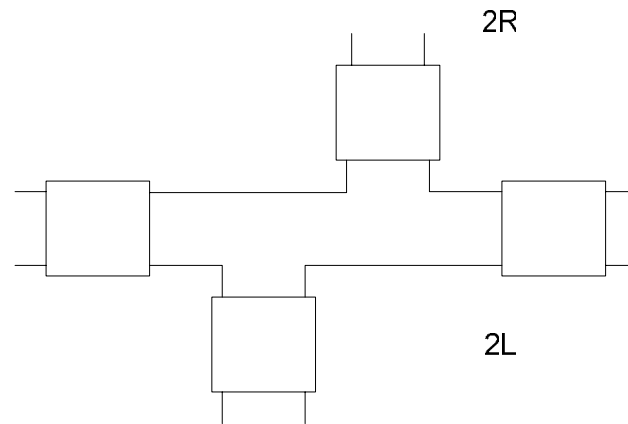
	Masukan Port 1	Masukan Port 2	Masukan Port 3	Masukan Port 4
Keluaran Port 5	$-45^{\circ}$	$-135^{\circ}$	$-90^{\circ}$	$-180^{\circ}$
Keluaran Port 6	$-90^{\circ}$	$0^{\circ}$	$-225^{\circ}$	$-135^{\circ}$
Keluaran Port 7	$-135^{\circ}$	$-225^{\circ}$	$0^{\circ}$	$-90^{\circ}$
Keluaran Port 8	$-180^{\circ}$	$-90^{\circ}$	$-135^{\circ}$	$-45^{\circ}$
$\Delta\theta$	$-45^{\circ}$	$135^{\circ}$	$-135^{\circ}$	$45^{\circ}$

*Butler Matrix* dalam Tugas Akhir (TA) sebelumnya, yaitu “*perancangan dan realisasi Butler Matrix 4x4 pada frekuensi 2,3GHz untuk aplikasi mobile*”<sup>[1]</sup>, memiliki dimensi sebesar 28 x 25 cm, kesalahan fasa lebih besar dari  $10^0$ , serta *insertion loss* kurang dari -10 dB.



**Gambar 1.1** *Butler Matrix* Desain Awal<sup>[1]</sup>

Dalam Tugas Akhir ini akan dibuat *Butler Matrix* 4x4 dengan desain yang lebih kecil dari sebelumnya dengan cara menghilangkan *crossover* dan merubah bentuk jalur pada saluran *microstrip* tanpa merubah hasil urutan perbedaan fasa



**Gambar 1.2** *Butler Matrix* Desain Baru

Desain ini akan diverifikasi dengan menggunakan simulator Ansoft HFSSv12 kemudian akan dibandingkan hasil simulasi dengan hasil pengukuran.

## 1.2 Rumusan Permasalahan

Dari Tugas Akhir sebelumnya yang berjudul “*Perancangan dan Realisasi Butler Matrix 4x4 pada Frekuensi 2,3GHz untuk Aplikasi Mobile Wimax*”<sup>[1]</sup>, telah diketahui besar dimensi *Butler Matrix* 28cm x 25cm dan kesalahan fasa lebih besar dari  $20^0$ . Dengan menghilangkan *crossover* diharapkan hasil kesalahan fasa lebih

Phase shifter

Hybrids

Hybrids

Phase shifter

kecil dari  $20^\circ$ , *insertion loss* lebih besar dari -10 dB dan dimensi *Butler Matrix* menjadi lebih kecil.

### 1.3 Hipotesis

Jika *Butler Matrix* dibuat dengan menghilangkan *crossover*, maka akan ada perubahan pada desain awal dan ukuran akan menjadi lebih kecil sehingga menyebabkan kualitasnya akan menjadi lebih baik.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat merancang dan merealisasikan *Butler Matrix 4x4* tanpa *crossover* dengan spesifikasi berikut ini :
  - a. Frekuensi kerja : 2,4- 2,5 GHz
  - b. VSWR :  $\leq 1,5$
  - c. Kesalahan fasa :  $< 20^\circ$
  - d. Insertion loss :  $> -10$  dB
2. Membuat desain *Butler Matrix 4x4* dengan ukuran yang lebih kecil dan kualitas yang lebih bagus dibandingkan dengan *Conventional Butler Matrix*.

### 1.5 Batasan Masalah

1. Bahan yang dipakai adalah substrat *epoxy FR-4* ( $\epsilon_r= 4,4$ ) dengan ketebalan 1,6 mm dan konektor menggunakan *coaxial SMA*
2. Pencatuan ke *Butler Matrix* dilakukan dengan menggunakan pencatuan tunggal langsung melalui saluran mikrostrip
3. Analisa *Butler Matrix* menggunakan prinsip *Finite Element Method* dan proses perhitungan metode tersebut dilakukan dengan bantuan *software* Ansoft HFSS 12
4. Proses pabrikasi dilakukan dengan cara dengan *fotoetching*

### 1.6 Metodologi Penelitian

Beberapa metodologi yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu;

1. Pengukuran numerik

Pengukuran numerik dilakukan dengan menggunakan 2 rumus, kemudian dibandingkan hasil yang terbaik untuk melakukan perancangan *Butler Matrix* kedalam simulator.

## 2. Simulasi

Simulasi dilakukan dengan simulator Ansoft HFSS 12 yang memiliki prinsip *Finite Element Method*. Beberapa parameter yang perlu diperhatikan dalam hasil simulasi adalah *insertion loss*, VSWR, dan kesalahan fasa yang terdapat pada setiap port. Kemudian hasil simulasi dianalisis dan dibandingkan dengan penelitian sebelumnya.

## 3. Pengukuran Implementasi

Pengukuran dilakukan dengan pencatuan tunggal, yaitu dari *Network Analyser* langsung disambungkan *Butler Matrix 4x4*.

## 4. Analisis

Analisis terakhir dilakukan metode perbandingan, yaitu membandingkan hasil pengukuran dengan teori dan hasil simulasi. Setelah dibandingkan kemudian dianalisis untuk setiap penyimpangan yang terjadi, dan bagaimana cara mengatasi masalah tersebut.

### 1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada Tugas Akhir ini terdiri dari 5 bab yaitu :

#### 1. Bab I. Pendahuluan

Pada bab ini dibahas mengenai latar belakang, rumusan permasalahan, hipotesis, tujuan penelitian, batasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

#### 2. Bab II. Landasan Teori

Pada bab ini dibahas tentang konsep-konsep *mikrostrip*, *Butler Matrix 4x4*, *Hybrid*, *Phaseshifter*, dan *Smart Antena* yang digunakan.

#### 3. Bab III. Perancangan Dan Simulasi Butler Matrix 4x4

Pada bab ini dibahas tentang perancangan dan simulasi *Butler Matrix 4x4*, yaitu *Conventional Butler Matrix* (dengan 2 *crossover*) dan *Compact Butler Matrix* (tanpa *crossover*)

#### 4. Bab IV. Pengukuran Dan Analisa

Pada bab ini dibahas tentang pengukuran dan analisa *Butler Matrix* serta perbandingan hasil simulasi dengan hasil pengukuran masing-masing *Butler Matrix*

#### 5. Bab V. Kesimpulan Dan Saran

Bab ini membahas kesimpulan-kesimpulan serta saran yang dapat ditarik dari keseluruhan Tugas Akhir ini dan kemungkinan pengembangan topik yang bersangkutan