

# PENGARUH JARAK ANTAR ELEMEN PADA ANTENA SMART YANG MENGGUNAKAN MATRIKS BUTLER

Lutphi Septyan Tarigan, Arman Sani

Konsentrasi Telekomunikasi, Departemen Teknik Elektro  
Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara (USU)  
Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 INDONESIA  
Email: [lutphitarigan@gmail.com](mailto:lutphitarigan@gmail.com)

## Abstrak

Ketidaktepatan arah pola radiasi sistem antena konvensional menyebabkan gangguan terhadap pengguna lain dan pemakaian daya yang tidak efisien. Berbagai jenis teknologi dikembangkan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Salah satunya adalah sistem *switched beam array* menggunakan metode matriks *butler*. Tulisan ini membahas perancangan *switched beam array* dengan metode matriks *butler* pada frekuensi 433 MHz untuk mengamati pengaruh jarak antar elemen terhadap cakupan berkas. Jarak antar elemen yang digunakan adalah  $0,1\lambda - \lambda$  dan jumlah elemen antena adalah 2,4 dan 8. Dari hasil analisis diperoleh jarak antar elemen yang memiliki cakupan berkas yang paling luas untuk masing-masing 2,4 dan 8 elemen antena adalah 17,3 cm, 25,98 cm dan 30,32 cm. Semakin jauh jarak antar elemen antena, semakin kecil cakupan berkas.

**Kata kunci:** Switched Beam Array, Matriks Butler

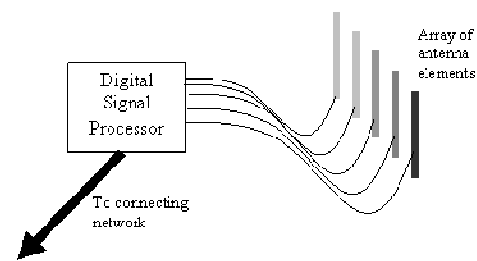
## 1. Pendahuluan

Sistem komunikasi nirkabel digunakan dalam berbagai jenis aplikasi. Banyaknya jumlah pengguna dan *bandwidth* yang terbatas menyebabkan gangguan komunikasi satu sama yang lain. Sistem antena konvensional hanya mengatasi permasalahan ini dengan pola radiasi segala arah atau berbagai arah dengan sudut tertentu. Pola radiasi yang tidak tepat sasaran mengakibatkan gangguan terhadap pengguna lain dan pemakaian daya yang tidak efisien.

Berbagai jenis antena dikembangkan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Salah satunya adalah penggunaan teknologi antena *smart* dengan teknik *switched beam array*. Dalam perancangan dengan teknik ini ada dua hal yang harus diperhatikan yaitu metode yang digunakan dan parameter yang mempengaruhi. Salah satu metode yang digunakan *switched beam array* adalah matriks *butler*.

## 2. Antena Smart

Antena *Smart* adalah suatu teknologi yang menggabungkan sistem antena array dengan kemampuan proses sinyal untuk mengoptimalkan pola radiasi penerimaan baik secara *adaptive* maupun otomatis [1]. Skema antena *smart* pada Gambar 1.



Gambar 1 Skema antena *smart*

Ada dua jenis sistem antena *smart* yaitu sistem *switched beam array* dan sistem *adaptive array*.

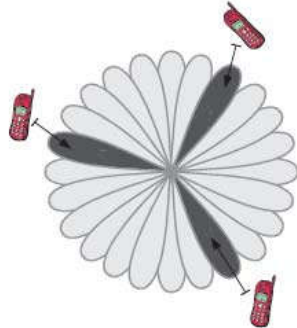
### a. Sistem *adaptive array*

Sistem *adaptive array* memberikan sudut yang lebih luas dikarenakan memiliki kemampuan untuk beradaptasi pola radiasi terhadap sinyal RF. Dengan kata lain, sistem ini dapat langsung mengirimkan sinyal pengarahannya ketika penekanan pola beam antena di dalam interferensi langsung. Secara sederhana, Sistem *adaptive array* dapat menyesuaikan pola radiasi yang cocok untuk masing-masing pengguna [2].

### b. Sistem *switched beam array*

Sistem *switched beam* adalah teknik paling mudah antena *smart*. Sistem ini membentuk *beam* tetap dengan sensitivitas yang tinggi diarahkan tertentu. Sistem antena seperti ini

mendeteksi kekuatan sinyal, kemudian memilih dari salah satu *beam*, dan mengganti dari satu *beam* ke *beam* yang lain seiring dengan telepon yang bergerak sepanjang sektor, dapat diilustrasikan pada Gambar 2 [2].



Gambar 2 Switched beam coverage pattern

Salah satu metode *switched beam array* adalah matriks *butler*. Adapun cakupan berkas yang dihasilkan menggunakan matriks *butler* adalah [3]:

$$\theta_{coverage} = 2 \arcsin \frac{(N-1)\lambda}{2Nd} \quad (1)$$

Dimana:

- $\theta_{coverage}$  = cakupan berkas
- N = jumlah elemen antenna  $2^j$
- $\lambda$  = panjang gelombang
- d = jarak antar elemen
- j = 1,2,3,...,i

Dalam merancang matriks *butler* membutuhkan *phase shifter* dan *quad hybrid*. Asumsikan N jumlah antenna, n *quad-hybrid* dan m *phase shifter* sehingga [4]:

$$n = \frac{N}{2} \log_2 N \quad (2)$$

$$m = \frac{N}{2} [\log_2 N - 1] \quad (3)$$

dengan

$$N = 2^j$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, i$$

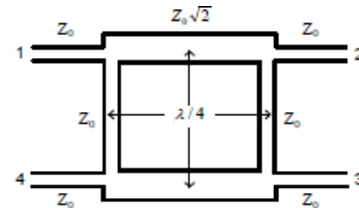
a. *Phase Shifter*

*Phase shifter* merupakan bagian saluran transmisi dengan panjang tertentu yang digunakan untuk menggeser fasa sinyal yang melewatinya [5].

b. *Quad Hybrid*

*Quadrature hybrid* adalah *directional coupler* 3 db yang menghasilkan beda fasa  $90^\circ$  pada kedua keluarannya. *Hybrid*  $90^\circ$  terdiri dari saluran utama yang mengkopel saluran sekunder dengan 2 seperempat panjang

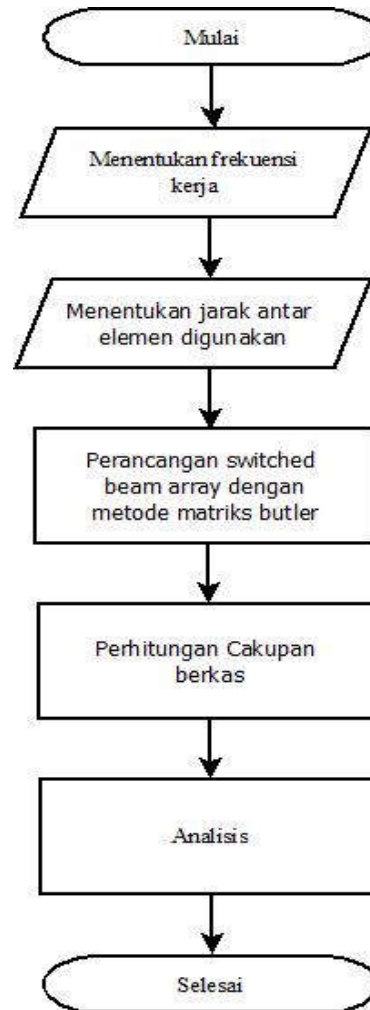
gelombang. Gambar 3 menunjukkan *quad hybrid* [5].



Gambar 3 Quad hybrid

3. Metode Penelitian

Perancangan diawali dengan menentukan frekuensi kerja dan menentukan jarak antar elemen yang digunakan. Kemudian merancang *switched beam array* dan menganalisa pengaruh jarak terhadap cakupan berkasnya. Gambar 4 memperlihatkan diagram alir perancangan antenna tersebut.



Gambar 4 Diagram alir perancangan Antena Smart

Adapun parameter masukan yang digunakan diperlihatkan pada Tabel 1.

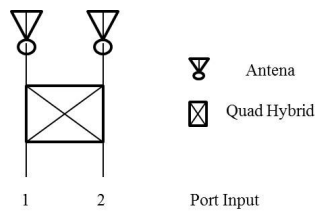
Tabel 1 Spesifikasi Parameter yang Digunakan

Frekuensi Kerja	433 MHz
Jumlah Elemen Antena	2,4,8 elemen
Jarak Antar Elemen	$0,1 \lambda - \lambda$

4. Hasil Dan Analisa

1.1. Hasil Perancangan *Switched Beam Array* Dengan Matriks *Butler*

Untuk merancang 2 elemen antenna membutuhkan 1 *quad hybrid* seperti Gambar 5.



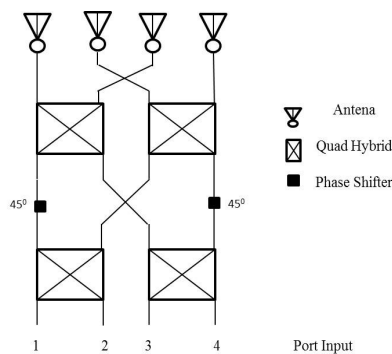
Gambar 5 *Switched beam array* dengan metode matriks butler 2 elemen antenna

Pencatuan pada *port* input (1,2) yang berbeda akan menghasilkan beda fasa yang berbeda antar *port* output (antena). Tabel 2 menunjukkan beda fasa jaringan matriks *butler* 2x2.

Tabel 2 Beda fasa jaringan matriks *butler* 2x2

	Port Output 1	Port Output 2	Beda Fasa
Port Input 1	$0^0$	$90^0$	+90
Port Input 2	$90^0$	$0^0$	-90

Untuk merancang 4 elemen antenna membutuhkan 4 *quad hybrid* dan 2 *phase shifter* seperti Gambar 6.



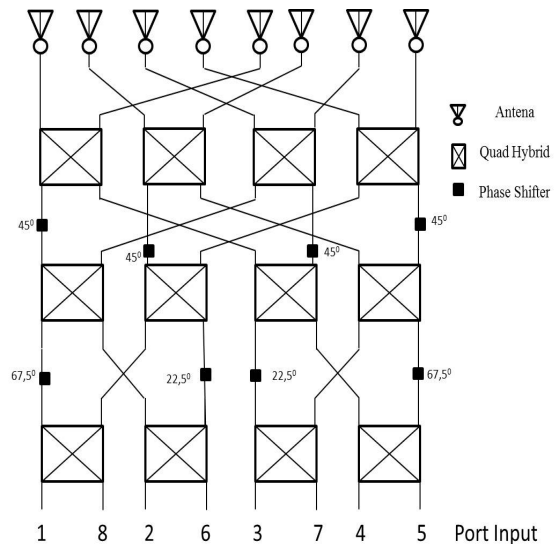
Gambar 6 *Switched beam array* dengan matriks *butler* 4 elemen antenna

Pencatuan pada *port* input (1,2,3,4) yang berbeda akan menghasilkan beda fasa yang berbeda antar *port* output (antena). Tabel 3 menunjukkan beda fasa jaringan matriks *butler* 4x4 pada Gambar 6.

Tabel 3 Beda fasa jaringan matriks *butler* 4x4

	Port Output 1	Port Output 3	Port Output 2	Port Output 4	Beda Fasa
Port Input 1	$45^0$	$90^0$	$135^0$	$180^0$	$45^0$
Port Input 2	$135^0$	$0^0$	$225^0$	$90^0$	$-135^0$
Port Input 3	$90^0$	$225^0$	$0^0$	$-135^0$	$135^0$
Port Input 4	$180^0$	$135^0$	$90^0$	$45^0$	$-45^0$

Untuk merancang 8 elemen antenna membutuhkan 12 *quad hybrid* dan 8 *phase shifter* seperti Gambar 7.



Gambar 7 *Switched beam array* dengan metode matriks *butler* 8 elemen antenna

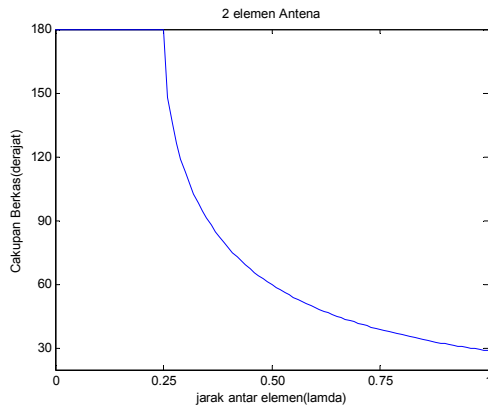
Pencatuan pada *port* input (1,2,3,4, 5,6,7,8) yang berbeda akan menghasilkan beda fasa yang berbeda antar *port* output (antena). Tabel 4 menunjukkan beda fasa jaringan matriks *butler* 8x8 pada Gambar 7.

**Tabel 4** Beda fasa jaringan matriks *butler* 8x8

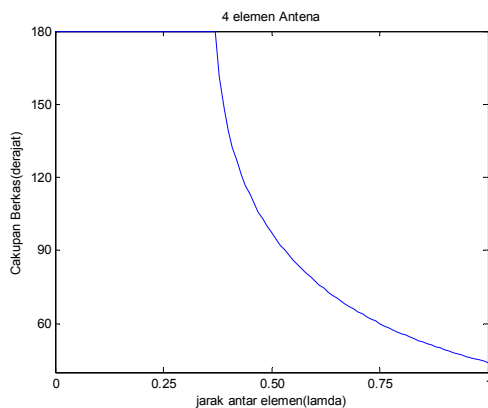
Port	Output 1	Output 2	Output 3	Output 4	Output 5	Output 6	Output 7	Output 8	Beda fasa
Input 1	112,5 <sup>0</sup>	135 <sup>0</sup>	157,5 <sup>0</sup>	180 <sup>0</sup>	202,5 <sup>0</sup>	225 <sup>0</sup>	247,5 <sup>0</sup>	270 <sup>0</sup>	22,5 <sup>0</sup>
Input 2	135 <sup>0</sup>	247,5 <sup>0</sup>	0 <sup>0</sup>	112,5 <sup>0</sup>	225 <sup>0</sup>	337,5 <sup>0</sup>	90 <sup>0</sup>	202,5 <sup>0</sup>	112,5 <sup>0</sup>
Input 3	112,5 <sup>0</sup>	180 <sup>0</sup>	247,5 <sup>0</sup>	315 <sup>0</sup>	45 <sup>0</sup>	90 <sup>0</sup>	157,5 <sup>0</sup>	225 <sup>0</sup>	67,5 <sup>0</sup>
Input 4	180 <sup>0</sup>	337,5 <sup>0</sup>	135 <sup>0</sup>	292,5 <sup>0</sup>	90 <sup>0</sup>	247,5 <sup>0</sup>	45 <sup>0</sup>	202,5 <sup>0</sup>	157,5 <sup>0</sup>
Input 5	270 <sup>0</sup>	247,5 <sup>0</sup>	225 <sup>0</sup>	202,5 <sup>0</sup>	180 <sup>0</sup>	157,5 <sup>0</sup>	135 <sup>0</sup>	112,5 <sup>0</sup>	-22,5 <sup>0</sup>
Input 6	225 <sup>0</sup>	157,5 <sup>0</sup>	90 <sup>0</sup>	45 <sup>0</sup>	315 <sup>0</sup>	247,5 <sup>0</sup>	180 <sup>0</sup>	112,5 <sup>0</sup>	-67,5 <sup>0</sup>
Input 7	202,5 <sup>0</sup>	90 <sup>0</sup>	337,5 <sup>0</sup>	225 <sup>0</sup>	112,5 <sup>0</sup>	0 <sup>0</sup>	247,5 <sup>0</sup>	135 <sup>0</sup>	-112,5 <sup>0</sup>
Input 8	202,5 <sup>0</sup>	45 <sup>0</sup>	247,5 <sup>0</sup>	90 <sup>0</sup>	292,5 <sup>0</sup>	135 <sup>0</sup>	337,5 <sup>0</sup>	180 <sup>0</sup>	-157,5 <sup>0</sup>

**1.2. Pengaruh Jarak Antar Elemen Terhadap Cakupan Berkas**

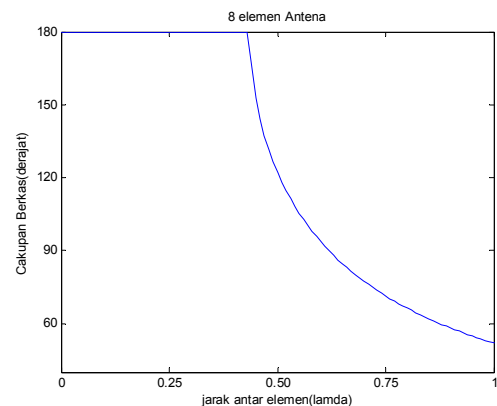
Adapun hubungan jarak antar elemen dengan cakupan berkas dapat dilihat pada Gambar 8.



(a)



(b)



(c)

**Gambar 8** Grafik jarak antar elemen terhadap cakupan berkas  
 (a) 2 elemen antena  
 (b) 4 elemen antena  
 (c) 8 elemen antena

Berdasarkan Gambar 8a, cakupan yang paling luas pada jarak antar elemen  $0,1\lambda$  -  $0,25\lambda$ , sehingga untuk frekuensi 433MHz jarak antar elemen yang digunakan 6,93 cm-17,3 cm.

Berdasarkan Gambar 8b, cakupan yang paling luas pada jarak antar elemen  $0,1\lambda$  -  $0,375\lambda$ , sehingga untuk frekuensi 433MHz jarak antar elemen yang digunakan 6,93 cm-25,98 cm.

Berdasarkan Gambar 8c, cakupan yang paling luas pada jarak antar elemen  $0,1\lambda$  -  $0,4375\lambda$ , sehingga untuk frekuensi 433MHz jarak antar elemen yang digunakan 6,93 cm-30,32 cm.

## 5. Kesimpulan

Dari hasil analisa data yang diperoleh dari percobaan yang dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Cakupan berkas paling luas adalah  $180^{\circ}$ .
2. Untuk frekuensi 433 MHz 2 elemen antena, jarak antar elemen yang memiliki paling luas adalah 25,98 cm.
3. Untuk frekuensi 433 MHz 2 elemen antena, jarak antar elemen yang memiliki paling luas adalah 25,98 cm.
4. Untuk frekuensi 433 MHz 2 elemen antena, jarak antar elemen yang memiliki paling luas adalah 25,98 cm.
5. Semakin jauh jarak antar elemen semakin kecil cakupan berkas

## Daftar Pustaka

- [1] Mahendra, Wahyu. 2008. "Simulasi Sistem MIMO-STBC dengan Antena Smart Algoritma Referensi Temporal". Universitas Indonesia. Depok. Hal:10.
- [2] Awan, PC Habib. 2008. "Implementation Smart Antena System Using Genetic Alghorithm and Artifial Immune System". National University of Sciences and Technology. Hal:40-44.
- [3] Ningsih, Yulia Kurnia. 2011. "Pengkopel Hybrid 3dB Mikrostrip Non Linier Pita Lebar dan Aplikasinya Pada Butler Matriks Untuk Antena Dengan Banyak Arah Berkas Pada X-Band". Universitas Indonesia. Depok. Hal:25.
- [4] Chatterjee, Perambur S. Neelakanta dan Rajeswari. 2007. *Antena for Information Super Skyways: An Exposition on Outdoor and Indoor Wireless Antenna*. Research Studies Press LTD. Hal: 284-387.
- [5] Yunita, Firdaus dan Sri. 2013. "Pengontrolan Polaradiasi Antena Array dengan Antena Individu Dipole  $\frac{1}{2}$  Lambda".