

## ANTENA DUAL-BAND BERBASIS METODE DUAL-SLOT

Oleh : Yenniwarti Rafsyam<sup>(1)</sup>, Nuhung Suleman<sup>(2)</sup>, Jonifan<sup>(3)</sup>

(1) dan (2) Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta  
Jl. Prof. Siwabessy, Depok,

(3) Staf Pengajar Universitas Gunadarma Jakarta,  
Jl. Margonda Raya No. 100 Pondok Cina Depok.

### Abstrak

Pada makalah ini dibahas perancangan antenna mikrostrip dual-band menggunakan metode dual-slot. Perancangan ini dilakukan dengan memodifikasi rancangan antenna mikrostrip patch konvensional (MPK) yang kemudian ditambahkan dual-slot sehingga menghasilkan antenna mikrostrip dual-slot (MDS). Software Advance Design System (ADS) dipergunakan untuk perancangan antenna mikrostrip ini. Hasil simulasi antenna MPK menunjukkan bahwa antenna tersebut bekerja pada frekuensi kerja 2,45 GHz yang merupakan frekuensi wireless LAN (WLAN) dengan nilai return loss ( $S_{11}$ ) sebesar -18,637 dB serta memiliki bandwidth 18 MHz dan gain sebesar 5,432 dBi. Sebagai keterbaruan pada penelitian ini, antenna MPK ditambahkan dual-slot sehingga menghasilkan dua buah frekuensi kerja. Karakteristik frekuensi pertama yaitu 2,175 GHz dengan nilai return loss ( $S_{11}$ ) sebesar -14,121 dB serta memiliki bandwidth 9 MHz dan gain sebesar 4,667 dBi. Kemudian karakteristik frekuensi kedua yaitu 2,6 GHz dengan nilai return loss ( $S_{11}$ ) sebesar -17,441 dB serta memiliki bandwidth 7 MHz dan gain sebesar 1,191 dBi. Simulasi ini membuktikan bahwa penambahan dual-slot dapat menjadikan antenna bekerja pada frekuensi dual-band.

**Kata Kunci:** antenna, mikrostrip, dual-band, dual-slot.

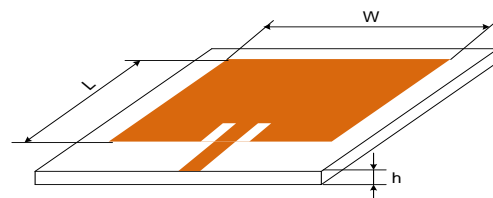
### 1. Pendahuluan

Akses internet dan aplikasi multimedia yang semakin mudah mendorong pesatnya perkembangan sistem telekomunikasi nirkabel. Aplikasi multimedia tersebut memiliki platform yang beragam. Sehingga, saat ini mulai banyak dilakukan pengembangan komunikasi nirkabel yang memiliki kemampuan mengintegrasikan dua perangkat komunikasi dengan platform yang berbeda.

Salah satu penelitian yang dilakukan untuk mendukung sistem dengan platform wireless yang berbeda tersebut, diantaranya dilakukan perancangan antenna yang mampu bekerja dengan frekuensi dual-band. Antena ini biasanya didesain dari mikrostrip [1] karena mikrostrip memiliki berat yang ringan, compact, mudah dipabrikasi, dan murah [2]. Antena mikrostrip patch konvensional (MPK) sederhana terlihat pada Gambar 1.

Terdapat beberapa metode untuk merancang sebuah antenna mikrostrip dengan dua frekuensi yang berbeda diantaranya dengan menambahkan resonator [3], metode ini dapat membuat

antena bekerja pada dua frekuensi yang berbeda akan tetapi memiliki dimensi yang besar. Metode lainnya yaitu menggunakan aperture coupling [4] dan menggunakan substrat yang tebal [5]. Metode-metode tersebut dapat menjadikan ukuran antenna menjadi lebih kompleks dan pabrikasinya membutuhkan biaya

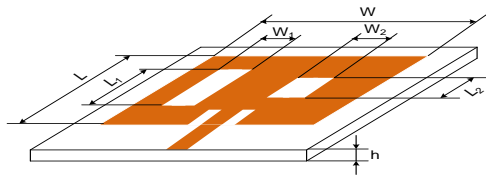


Gambar 1. Antena mikrostrip patch konvensional (MPK)

Terdapat sebuah metode sederhana untuk merancang antenna mikrostrip dengan beberapa frekuensi kerja seperti yang diusulkan [6], dimana dipergunakan metode slot, sehingga menjadikan ukuran antena compact, sederhana serta harganya lebih murah. Selain itu, metode ini juga memiliki keunggulan berupa independensi antar frekuensinya.

Sebagai *state of the art*, pada penelitian ini digunakan metode dual-slot pada antenna

mikrostrip sehingga dapat menghasilkan dua buah frekuensi kerja. Perancangan indilakukan dengan memodifikasi rancangan antena mikrostrip *patch* konvensional (MPK) yang kemudian ditambahkan *dual-slot* sehingga menghasilkan antena mikrostrip *dual-slot* (MDS), namun biaya lebih mahal, secara lebih lengkap ditunjukkan seperti pada Gambar 2.



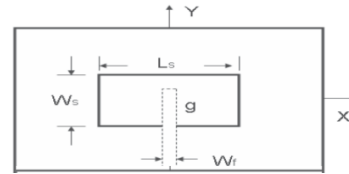
Gambar 2. Antena Mikrostrip *dual-slot* (MDS) [State of the art]

Sementara itu, *Software Advance Design System* (ADS) dipergunakan untuk validasi dan simulasi perancangan antena mikrostrip ini.

## 2. Perancangan Antena Mikrostrip *Dual-Slot*

Bentuk slot pada antena mikrostrip sebenarnya sama seperti bentuksegi empat dengan panjang dan lebar. Slot merupakan bagian alternatifdari fungsi elemen peradiasi. Geometri dasar sebuah antena mikrostripterdiri dari elemen konduktor peradiasi slot yang pencetakan dilakukan pada substrat. Sedangkan eksitasinya dilakukan oleh saluran mikrostrip, saluran transmisi koaksial, atau kopling elektromagnetik.

Mikrostrip slot antena memiliki konsep awal yaitu perancangan slot antenadengan menggunakan saluran mikrostrip. Bentuk slot antena mempunyai banyakmodel dalam perancangannya dan mempunyai kelebihan yaitu menghasilkan polaradiasi yang memancar pada satu arah (*unidirectional*) dan perancanannya lebih sederhana. Pada Gambar 3 menunjukkan antena slot sederhana [7].



Gambar 3. Antena mikrostrip slot

Mengacu pada Gambar 3, frekuensi kerja Antena mikrostrip slot ditentukan oleh panjang slot yang diformulasikan padapersamaan (1) [8].

$$\begin{aligned} L_r &= \frac{\lambda_s}{2} \\ &- \Delta L_r \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \frac{\lambda_s}{\lambda_0} &= 1,194 - 0,24 \ln \varepsilon_r \\ &- \frac{0,621 \varepsilon_r^{0,835} \left(\frac{W}{\lambda_0}\right)^{0,48}}{1,344 + \frac{W}{h}} \\ &- 0,0617 \left(1,91 - \frac{\varepsilon_r + 2}{\varepsilon_r}\right) \ln \frac{h}{\lambda_0} \end{aligned} \quad (2)$$

Dimana  $\lambda_s$  merupakan panjang gelombang pada slot dan  $\lambda_0 = \frac{c}{f_0}$  merupakan panjang gelombang di ruang bebas dengan frekuensi kerja yang diinginkan. Sementara  $\Delta L_r$  merupakan panjang ekivalen yang dihubungkan dengan nilai induktansi pada ujung slot. Sedangkan  $h$  merupakan tebal substrat dan  $W$  adalah lebar slot yang ditentukan menggunakan persamaan 4 [9]. Untuk menentukan nilai permitivitas relatif efektif dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$\begin{aligned} \frac{\Delta L_s}{h} &= 0,412 \frac{(\varepsilon_{reff} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264\right)}{(\varepsilon_{reff} - 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,8\right)} \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} W &= \frac{c}{f_r} \sqrt{\frac{2}{\varepsilon_r + 1}} \end{aligned} \quad (4)$$

Perumusan ini kemudian diaplikasikan dalam bentuk real dan disimulasikan menggunakan *Software ADS*.

Selanjutnya perancangan dilakukan dengan memodifikasi rancangan antenna mikr *ostrippatch* konvensional (MPK) yang kemudian ditambahkan *dual-slot* sehingga menghasilkan antenna mikrostrip *dual-slot* (MDS). Dimensi dan karakteristik rancangan antenna secara lebih lengkap terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Dimensi antenna

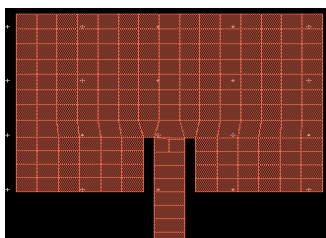
Spesifikasi	Dimensi	Keterangan
W (mm)	40,6	Patch konvensional
L (mm)	32,9	
W1 (mm)	7,6	Slot 1
L1 (mm)	19,1	
W2 (mm)	6,6	Slot 2
L2 (mm)	13,9	

Sementara itu, pada penelitian ini dipergunakan substrat dengan karakteristik seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik substrat

Spesifikasi	Nilai	Keterangan
$\epsilon_r$	3,55	Konstanta dielektrik
H (mm)	0,85	Tebal substrat
tan d	0,0021	Loss Tangent

Desain ini kemudian diaplikasikan pada *Software ADS*. Hasil perancangan terlihat pada Gambar 4 yang menunjukkan Desain ADS Antenna mikrostrip *patch* konvensional (MPK) dan Gambar 5 Desain ADS Antenna mikrostrip *dual-slot* (MDS).



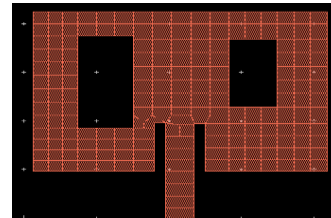
Gambar 4. Desain ADS antenna mikrostrip *patch* konvensional (MPK)

Tahapan selanjutnya yaitu mensimulasikan desain tersebut untuk validasi nilai

frekuensi kerja, *return loss*, *bandwidth*, dan Gain.

### 3. Hasil dan Pembahasan

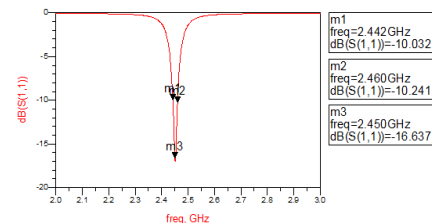
Pada bagian ini akan dibahas hasil simulasi desain seperti yang telah ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 5. Desain ADS antenna mikrostrip *dual-slot*(MDS)

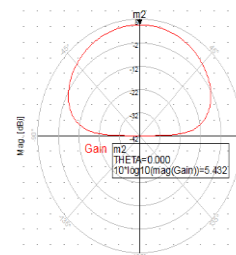
#### 3.1. Hasil Simulasi Antenna MPK

Pada Gambar 6 memperlihatkan hasil simulasi *return loss* ( $S_{11}$ ) dan frekuensi tengah antenna MPK. Hasil *return loss* ( $S_{11}$ ) pada frekuensi tengah yaitu sebesar -17,07 dB. Sementara itu, terlihat juga nilai *bandwidth* antenna tersebut yaitu sebesar 18 MHz (2,460 MHz – 2,442 MHz).



Gambar 6. Simulasi *return loss* dan frekuensi tengah antenna MPK

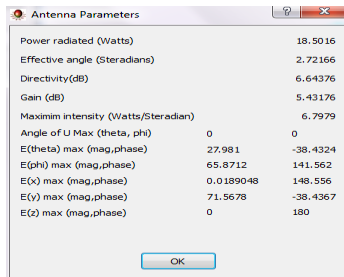
Gambar 7 menunjukkan hasil simulasi gain antenna MPK yakni sebesar 5,432 dBi.



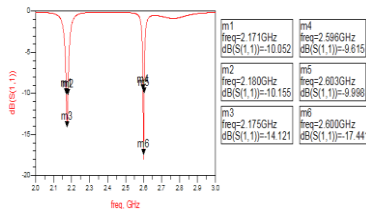
Gambar 7. Simulasi gain antenna MPK

Sementara itu pada Gambar 8 memperlihatkan karakteristik lebih lengkap dari antenna MPK yang meliputi *power*

radiasi, sudut efektif pancaran, serta nilai *directivity*-nya. Desain MPK kemudian ditambahkan dua buah slot menjadi antena MDS, hasil simulasi nya terlihat pada Gambar 9.



Gambar 8. Simulasi power radisi serta *directivity* antena MPK.



Gambar 9. Simulasi return loss dan frekuensi tengah antena MDS

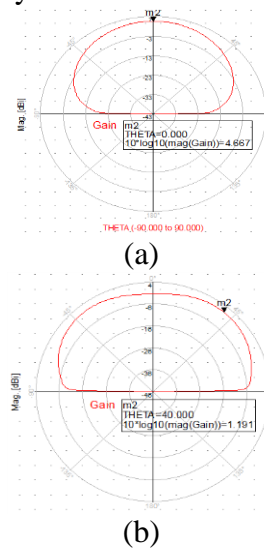
### 3.2. Hasil Simulasi Antena MDS

Pada Gambar 9 memperlihatkan hasil simulasi *return loss*(S<sub>11</sub>) dan frekuensi tengah antena MDS, dimana terlihat bahwa terjadi dua buah grafik yang menurun, hal ini menandakan bahwa antena tersebut bekerja pada dua buah frekuensi kerja.

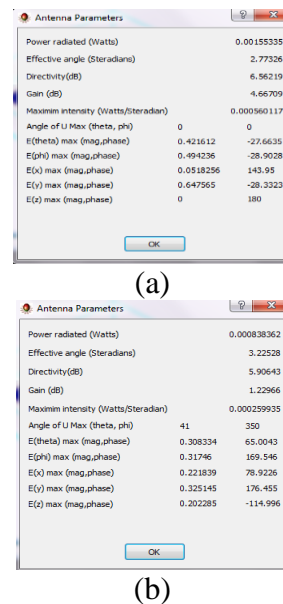
**Pada frekuensi kerja pertama**, hasil *return loss*(S<sub>11</sub>) pada frekuensi tengah yaitu sebesar -14,121 dB. Sementara itu, dari Gambar 9 tersebut juga terlihat nilai *bandwidth* antena tersebut yaitu sebesar 9 MHz (2,180 MHz – 2,171 MHz). **Pada frekuensi kerja kedua**, hasil *return loss*(S<sub>11</sub>) pada frekuensi tengah yaitu sebesar -17,441 dB. Nilai *bandwidth* antena tersebut yaitu sebesar 7 MHz (2,603 MHz – 2,596 MHz).

Sementara itu, Pada Gambar 10a memperlihatkan hasil simulasi gain antena MDS, yaitu nilai Gain pada frekuensi pertama sebesar 4,667 dBi. Pada Gambar 10b, memperlihatkan gain pada frekuensi kedua sebesar 1,191 dBi.

Sementara itu pada Gambar 11 memperlihatkan karakteristik lebih lengkap dari antena MDS yang meliputi *power* radiasi, sudut efektif pancaran, serta nilai *directivity*-nya.



Gambar 10. Simulasi gain antena MDS (a) frekuensi pertama, (b) frekuensi kedua



Gambar 11. Simulasi *power* radisi serta *directivity* antena MDS.(a) frekuensi pertama, (b) frekuensi kedua

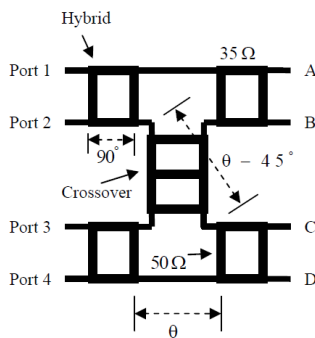
Tabel 3 menunjukkan kinerja hasil simulasi dan nilai dimensinya. Hal ini memperlihatkan bahwa dengan dimensi yang sama mampu dihasilkan dua buah frekuensi kerja.

### 3.3. Perancangan Butler Matriks

Rangkaian utama *butler matrik* terdiri atas 4 buah *hybrid coupler* dan 2 buah *cross over*. Seperti terlihat pada Gambar 12 dibawah ini.

Tabel 3. Perbandingan hasil simulasi ADS antena MPK dan antena MDS

Spesifikasi	Perancangan		
	Antena MPK	Antena MDS	
Frekuensi tengah (GHz)	2,45	2,175	2,6
Return Loss (dB)	-18,637	-14,121	-17,441
Bandwidth (MHz)	18	9	7
Gain (dBi)	5,432	4,667	1,191
Dimensi Total (mm)	40,6 x 32,9	40,6 x 32,9	



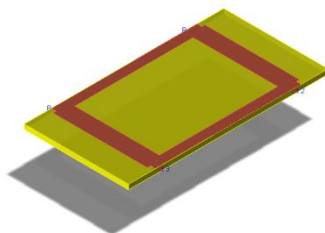
Gambar 12. Struktur 4 x 4 *butler matriks*

#### Hybrid Coupler

Nilai *scatering matriks* dari *hybrid coupler* memenuhi persamaan berikut ini.

$$[S]_{Hybrid} = -\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 0 & j & 1 & 0 \\ j & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & j \\ 0 & 1 & j & 0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Sementara itu, hasil perancangan *hybrid coupler* terlihat seperti Gambar 13.



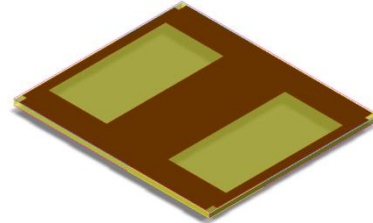
Gambar 13. Desain *hybrid coupler*

#### Cross Over

Nilai *scatering matriks* dari *cross over* memenuhi persamaan berikut ini.

$$[S]_{Crossover} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & j & 0 \\ 0 & 0 & 0 & j \\ j & 0 & 0 & 0 \\ 0 & j & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (3)$$

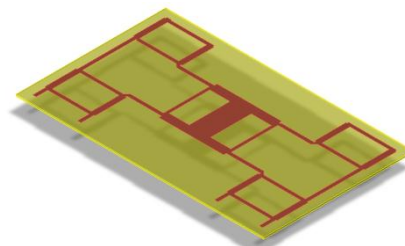
Sementara itu, hasil perancangan *cross over* terlihat seperti Gambar 14.



Gambar 14. Desain *cross over*

#### Butler Matriks

Sementara itu hasil perancangan *butler matrik* terlihat pada Gambar 15 dibawah ini.



Gambar 15. Desain lengkap *Butler Matriks*

## 4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa dengan menggunakan tambahan *dual-slot* pada semua antena mikrostrip *patch* konvensional maka dapat dihasilkan dua buah frekuensi kerja yang berbeda. Penambahan slot ini tidak menjadikan dimensi antena bertambah. Hasilnya yaitu pada frekuensi kerja 2,45 GHz yang merupakan frekuensi wireless LAN (WLAN) dengan nilai *return loss* ( $S_{11}$ ) sebesar -18,637 dB serta memiliki *bandwidth* 18 MHz dan gain sebesar 5,432 dBi. Sebagai keterbaruan pada penelitian ini, pada antena MPK ditambahkan *dual-slot* sehingga menghasilkan dua buah frekuensi kerja. Karakteristik frekuensi pertama yaitu 2,175 GHz dengan nilai *return loss* ( $S_{11}$ ) sebesar -14,121 dB serta memiliki *bandwidth* 9 MHz dan gain

sebesar 4,667 dBi. Kemudian karakteristik frekuensi kedua yaitu 2,6 GHz dengan nilai *return loss* ( $S_{11}$ ) sebesar -17,441 dB serta memiliki *bandwidth* 7 MHz dan gain sebesar 1,191 dBi. Simulasi ini membuktikan bahwa penambahan *dual-slot* dapat menjadikan antenna bekerja pada frekuensi *dual-band*. Sehingga keunggulan desain antenna mikrostrip yang compact dapat dipertahankan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- D. M. Pozar, "Microstrip antennas", Proceedings of the IEEE., Vol. 80, No.1, pp. 79-91, Jan. 1992.
- J. Bahl and P. Bhartia, "Microstrip antennas". Artech House, New Delhi, 1981.
- Kumar. G. and K. C. Gupta, "Broad-band microstrip antennas using additional resonators gap-coupled to the radiating edges", *IEEE, Trans. Antennas and Propagate.* Vol. 32, 1375-1379, 1994.
- D. M. Pozar, "Microstrip Antenna Aperture Coupled to a Microstrip line", *Electronics Lett.*, Vol. 2, pp. 49-50, 1985.
- Nishiayama, E. and M. Aikawa, "Wide-band and high gain microstrip antenna with thick parasitic patch substrate", *IEEE Trans. Antennas and Propagate.* pp. 273-276, 2004.
- Suryakanth. B, Mulgi. S. N, Hunagund P. V, "Design and development of slot loaded rectangular microstrip antennas for multiband operation", *Proceedings of NConANT-2012*, pp. 178-182, Feb. 2012.