

# STUDI PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP *DIPOLE DUAL-BAND* FREKUENSI 2,3 GHz DAN 3,3 GHz UNTUK APLIKASI *BROADBAND WIRELESS ACCESS*

**Yahya Ahmadi Brata, Ali Hanafiah Rambe**

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

## Abstrak

Antena mikrostrip merupakan jenis antena yang terus berkembang pada teknologi komunikasi *mobile*, hal ini dikarenakan antena mikrostrip memiliki beberapa keuntungan diantaranya bentuk fisik yang kecil dan massa yang ringan. Tulisan ini membahas tentang perancangan antena mikrostrip *dipole* yang memiliki dua frekuensi kerja yaitu pada frekuensi 2,3 GHz dan 3,3 GHz yang dapat diaplikasikan untuk teknologi *Broadband Wireless Access* (BWA). Antena mikrostrip ini menggunakan sebuah *Printed Circuit Board* (PCB) *double layer* dengan *substrate* berbahan FR-4. Perancangan dan simulasi antena menggunakan bantuan *software* simulator struktur frekuensi tinggi. Hasil yang diperoleh dari perancangan antena yaitu VSWR sebesar 1,41 untuk frekuensi 2,35 GHz dengan *bandwidth* sebesar 242 MHz (2232 – 2474 MHz) dan 1,24 untuk frekuensi 3,35 GHz dengan *bandwidth* sebesar 359 MHz (3166 - 3525 MHz). *Gain* yang diperoleh sebesar 1,77 dB untuk frekuensi 2,35 GHz dan 2,50 dB untuk frekuensi 3,35 GHz dengan pola radiasi *omni-directional*.

**Kata Kunci:** antena mikrostrip, mikrostrip *dipole*, *dual-band*

## 4. Pendahuluan

Antena mikrostrip merupakan jenis antena yang banyak digunakan dalam teknologi komunikasi *wireless*, khususnya pada perangkat *mobile*. Hal ini dikarenakan antena mikrostrip memiliki beberapa keunggulan diantaranya bentuk fisik yang relatif kecil, ringan, serta mudah dalam perancangan dan pabrikasinya. Namun demikian, antena mikrostrip juga memiliki kekurangan, yaitu *gain* yang rendah, dan *bandwidth* yang sempit.

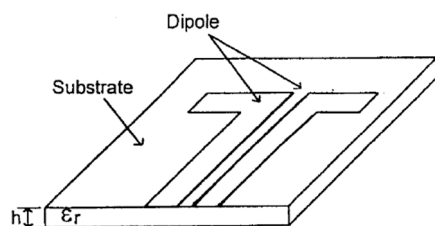
Saat ini antena mikrostrip banyak dikembangkan untuk mendukung teknologi *Broadband Wireless Acces* (BWA). BWA merupakan teknologi akses yang dapat menawarkan akses data/internet berkecepatan tinggi dan berkemampuan menyediakan layanan kapan dan di manapun dengan menggunakan media nirkabel. Di Indonesia, penataan pita frekuensi radio untuk keperluan BWA telah ditetapkan dalam Peraturan Menkominfo Nomor: 07/PER/M.KOMINFO/01/2009 yaitu menggunakan pita frekuensi 300 MHz, 1,5 GHz, 2 GHz, 2,3 GHz, 3,3 GHz dan 10,5 GHz. Izin penggunaan frekuensi tersebut berdasarkan izin pita frekuensi radio. Sedangkan untuk pita frekuensi 2,4 GHz dan 5,8 GHz, izin

penggunaan frekuensinya berdasarkan izin kelas.

Untuk itu akan dirancang antena mikrostrip *dipole dual-band* untuk frekuensi 2,3 GHz dan 3,3 GHz, dimana kedua frekuensi tersebut termasuk dalam frekuensi yang digunakan pada teknologi BWA. Antena mikrostrip *dipole* dipilih karena memiliki kelebihan dibandingkan dengan antena mikrostrip konvensional, yaitu *bandwidth* yang lebih lebar, serta bentuk yang lebih kompak. Adapun parameter-parameter yang akan diamati adalah VSWR, *bandwidth*, pola radiasi, dan *gain*. Perancangan dan simulasi dilakukan menggunakan *software* simulator struktur frekuensi tinggi.

## 5. Antena Mikrostrip *Dipole*

Antena mikrostrip *dipole* adalah elemen planar yang terdiri dari sepasang bilah konduktor tipis yang terdapat pada permukaan dielektrik [1]. Mikrostrip *dipole* memiliki bentuk yang menyerupai mikrostrip *patch*, hanya saja ada sedikit perbedaan pada rasio panjang dan lebarnya, seperti diperlihatkan pada Gambar 1 [2].

Gambar 1. Antena Mikrostrip *Dipole*

Antena mikrostrip persegi panjang dapat diklasifikasikan ke dalam dua kategori utama yang bergantung pada rasio panjang dan lebar masing-masing. Sebuah antena persegi panjang dengan bidang yang sempit (lebar bidang biasanya kurang dari  $0,05 \lambda_0$ ) dinamakan mikrostrip *dipole*, sedangkan antena persegi panjang yang bidangnya lebih luas dinamakan mikrostrip *patch* [2].

Dibandingkan dengan mikrostrip *patch*, mikrostrip *dipole* memiliki beberapa kelebihan, yaitu ukurannya yang lebih kecil dan *bandwidth* yang lebih lebar [2].

### 5.1 Parameter Umum Antena

Performansi dari suatu antena sangat ditentukan oleh parameter-parameternya. Terdapat banyak jenis parameter dari suatu antena. Berikut akan dijelaskan beberapa parameter tersebut.

#### a. *Bandwidth*

*Bandwidth* suatu antena didefinisikan sebagai besar rentang frekuensi kerja dari suatu antena yang berhubungan dengan beberapa karakteristik diantaranya impedansi input, pola radiasi, dan polarisasi yang memenuhi standar [3].

Nilai *bandwidth* dapat diketahui dari nilai frekuensi bawah dan frekuensi atas dari suatu antena telah diketahui sebelumnya. Frekuensi bawah adalah nilai frekuensi terendah dari frekuensi kerja antena, sedangkan frekuensi atas merupakan nilai frekuensi tertinggi dari frekuensi kerja antena.

#### b. *Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)*

VSWR adalah perbandingan antara amplitudo gelombang berdiri (*standing wave*) maksimum ( $|V|_{max}$ ) dengan minimum ( $|V|_{min}$ ). Pada saluran transmisi ada dua komponen gelombang tegangan, yaitu tegangan yang dikirimkan ( $V_0^+$ ) dan tegangan yang direfleksikan ( $V_0^-$ ). Perbandingan tegangan yang direfleksikan dengan yang dikirimkan

disebut sebagai koefisien refleksi tegangan ( $\Gamma$ ) pada Persamaan (1) [4]:

$$\Gamma = \frac{v_0^-}{v_0^+} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \quad (1)$$

Sedangkan rumus untuk mencari nilai VSWR adalah Persamaan (2) [4]:

$$VSWR = \frac{|V|_{max}}{|V|_{min}} = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \quad (2)$$

#### c. Pola Radiasi

Pola radiasi adalah fungsi matematika atau representasi grafik dari sifat radiasi antena sebagai fungsi koordinat ruang [4]. Sifat radiasi tersebut meliputi kerapatan fluks, intensitas radiasi, kuat medan, atau polarisasi. Biasanya sifat dari radius yang sangat dipentingkan adalah persebaran secara tiga dimensi atau dua dimensi dari energi yang diradiasikan antena.

#### d. *Gain*

*Gain* adalah rasio antara intensitas radiasi suatu antena pada arah tertentu dengan intensitas radiasi dari antena isotropik yang senilai dengan daya masukan yang sama dibagi  $4\pi$ . Secara matematis, *gain* dapat dituliskan dengan Persamaan (3) [4]:

$$G = 4\pi \frac{U(\theta, \phi)}{P_{in}} \quad (3)$$

*Gain* dari suatu antena terkait dengan direktivitas dan efisiensinya. Hubungan antara *gain* dengan direktivitas adalah seperti pada Persamaan (4) [5]:

$$G = k \cdot D \quad (4)$$

### 5.2 Dimensi Antena Mikrostrip *Dipole*

Dalam perancangan antena mikrostrip *dipole*, terlebih dahulu harus dihitung dimensi antena yang akan dibuat, khususnya panjang dari lengan *dipole* tersebut. Untuk memperoleh dimensi antena mikrostrip *dipole*, harus diketahui parameter-parameter dari bahan yang akan digunakan, yaitu tebal dielektrik ( $h$ ), dan konstanta dielektrik ( $\epsilon_r$ ).

Untuk menghitung panjang dari lengan mikrostrip *dipole*, terlebih dahulu harus dihitung konstanta dielektrik efektif ( $\epsilon_{eff}$ ) dari mikrostrip menggunakan Persamaan (5) [6]:

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left( \frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{d}{W}}} \right) \quad (5)$$

Sehingga diperoleh panjang total dari lengan *dipole* menggunakan Persamaan (6) [6]:

$$L = \frac{c}{2f \sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (6)$$

Selain panjang lengan mikrostrip *dipole*, hal lain yang perlu dilakukan perhitungan adalah lebar saluran pencatu ( $W_f$ ). Saluran pencatu yang digunakan dalam perancangan memiliki impedansi 50  $\Omega$ . Lebar saluran pencatu dapat diperoleh dengan menggunakan Persamaan (7) dan (8) [7].

$$W_f = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} [\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r}] \right\} \quad (7)$$

dimana :

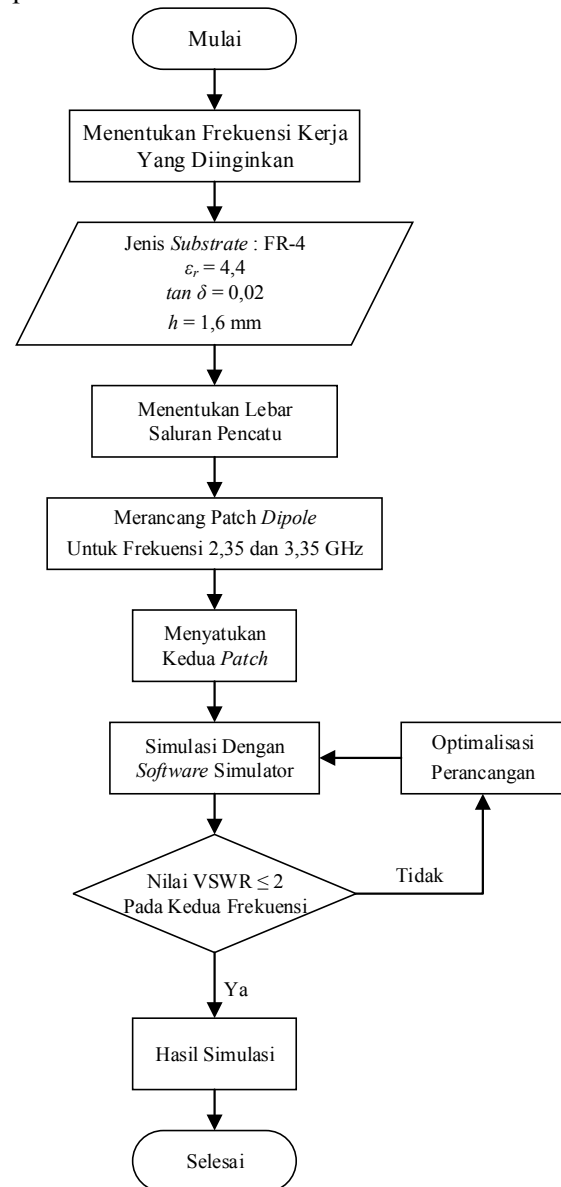
$$B = \frac{377 \pi}{2 Z_0 \sqrt{\epsilon_r}} \quad (8)$$

## 6. Metode Perancangan

Perancangan antenna pada tulisan ini menggunakan dua lengan berbentuk *dipole*. Lengan *dipole* pertama dirancang untuk menghasilkan frekuensi 2,35 GHz, sedangkan lengan *dipole* kedua dirancang untuk menghasilkan frekuensi 3,35 GHz. Teknik yang digunakan pada perancangan ini adalah dengan menerapkan teknik *multi-patch*, yaitu dengan melakukan penyusunan terhadap kedua lengan *dipole* yang dipisahkan pada jarak tertentu. Perancangan dilakukan pada *printed circuit board* (PCB) *double-layer* dimana setengah dari panjang total lengan *dipole* berada di *layer* atas, dan sisanya berada di *layer* bawah, dengan posisi pencatuan yang sejajar.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam perancangan antenna ini dapat dilihat pada

diagram alir perancangan yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Perancangan Antena

### 3.1 Penentuan Lebar Saluran Pencatu

Saluran pencatu yang digunakan dalam perancangan diharapkan memiliki impedansi sebesar 50  $\Omega$ . Dengan menggunakan Persamaan (7) dan Persamaan (8) diperoleh lebar saluran pencatu sebesar 3 mm.

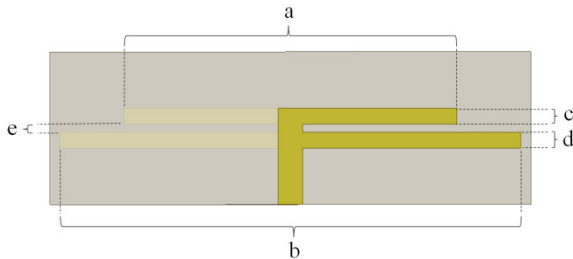
### 3.2 Perancangan Dimensi Lengan *Dipole*

Dalam perancangan dimensi lengan *dipole*, dicari panjang total (L) dan lebar (W) dari setiap lengan *dipole* untuk masing-masing frekuensi. Berdasarkan Persamaan (5) dan Persamaan (6), diperoleh dimensi lengan *dipole* sepanjang 54,5 mm untuk frekuensi 2,3 GHz

dan 38,5 mm untuk frekuensi 3,3 GHz dengan lebar setiap lengan *dipole* sebesar 2 mm dan jarak antar lengan *dipole* sebesar 1 mm.

**3.3 Dimensi antenna mikrostrip *dipole dual-band***

Hasil yang diperoleh dari perancangan dimensi antenna dapat dilihat pada Gambar 3, dan ukuran dimensi antenna terlihat pada Tabel 1.



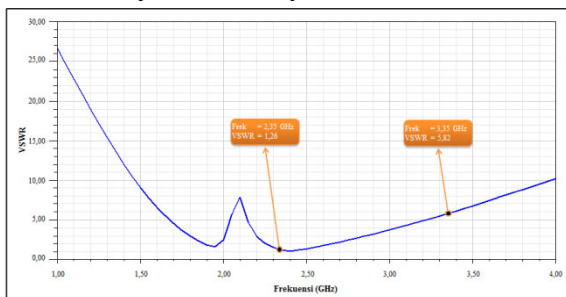
Gambar 3. Dimensi Antena Mikrostrip *Dipole Dual-band* Sebelum Optimalisasi

Tabel 1. Ukuran Dimensi Antena *Dipole Dual-band* Sebelum Optimalisasi

Karakteristik	Simbol	Nilai
Panjang lengan <i>dipole</i> 1	a	38,5 mm
Panjang lengan <i>dipole</i> 2	b	54,5 mm
Lebar lengan pertama	c	2 mm
Lebar lengan kedua	d	2 mm
Jarak antar lengan	e	1 mm
Panjang saluran pencatu	-	12 mm
Panjang substrat	-	60 mm
Lebar substrat	-	19 mm

**3.4 Simulasi dan optimalisasi antenna mikrostrip *dipole dual-band***

Simulasi dari perancangan antenna mikrostrip *dipole dual-band* memberikan hasil seperti terlihat pada Gambar 4.

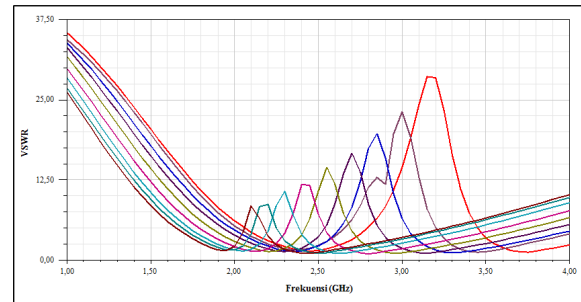


Gambar 4. Hasil Simulasi Perancangan Awal Antena

Berdasarkan Gambar 4, VSWR yang diperoleh adalah 1,26 untuk frekuensi 2,35 GHz dan 5,82 untuk frekuensi 3,35 GHz. Hasil

tersebut menunjukkan bahwa antenna belum bekerja dengan baik pada frekuensi yang diinginkan, sehingga proses optimalisasi dimensi antenna perlu dilakukan.

Optimalisasi dilakukan dengan cara mengubah-ubah panjang kedua lengan *dipole* hingga diperoleh hasil yang diinginkan. Grafik VSWR untuk perubahan panjang lengan *dipole* dapat dilihat pada Gambar 5 dengan data optimalisasi seperti pada Tabel 2.



Gambar 5. Grafik VSWR Optimalisasi Antena

Tabel 2. Data VSWR Optimalisasi Antena

Panjang <i>Dipole</i> -1	Panjang <i>Dipole</i> -2	VSWR	
		2,35 GHz	3,35 GHz
23 mm	40 mm	1,79	11,05
25 mm	42 mm	1,67	1,73
27 mm	44 mm	1,41	1,24
29 mm	46 mm	1,52	1,91
31 mm	48 mm	2,54	2,74
33 mm	50 mm	7,29	3,59
35 mm	52 mm	7,03	4,60
37 mm	54 mm	2,10	5,38
39 mm	56 mm	1,37	5,63

Berdasarkan Tabel 2, diperoleh hasil maksimal dalam perancangan antenna mikrostrip *dipole dual-band* yaitu dengan panjang lengan *dipole* sebesar 27 mm dan 44 mm, dimana VSWR yang diperoleh adalah 1,41 untuk frekuensi 2,35 Ghz dan 1,24 untuk frekuensi 3,35 GHz.

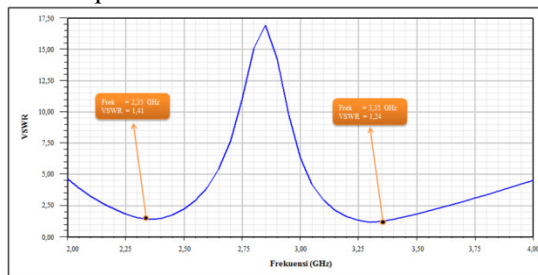
**7. Hasil dan Pembahasan**

Hasil yang diperoleh dari perancangan antenna mikrostrip *dipole dual-band* adalah sebagai berikut:

a. *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR)

Nilai VSWR yang diperoleh dari simulasi perancangan antenna mikrostrip *dipole dual-band* adalah sebesar 1,41 untuk frekuensi 2,35

GHz dan 1,24 untuk frekuensi 3,35 GHz seperti terlihat pada Gambar 6.



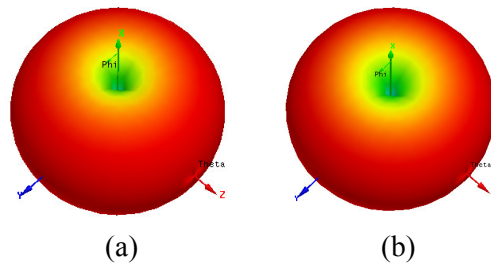
Gambar 6. VSWR dari perancangan antenna

#### b. Bandwidth

Nilai *bandwidth* yang diperoleh dari simulasi perancangan antenna adalah sebesar 242 MHz (2232 – 2474 MHz) pada frekuensi 2,3 GHz, dan 359 MHz (3166 – 3525 MHz) pada frekuensi 3,3 GHz.

#### c. Pola Radiasi

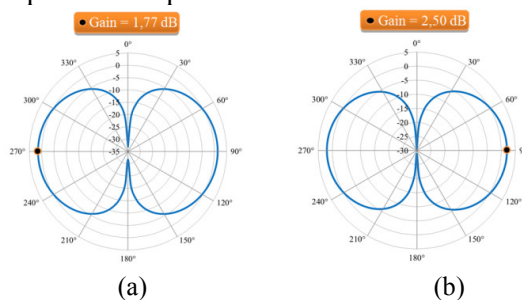
Berdasarkan hasil simulasi perancangan antenna, pola radiasi yang diperoleh adalah *Omni-directional* dimana pola radiasinya berbentuk donat (*doughnut shape*) seperti diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Pola Radiasi Antena: (a) Frekuensi 2,3 GHz, (b) Frekuensi 3,3 GHz

#### d. Gain

Dari hasil simulasi diperoleh nilai *gain* sebesar 1,77 dB pada frekuensi 2,35 GHz dan 2,50 dB pada frekuensi 3,35 GHz seperti diperlihatkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Gain Antena: (a) Frekuensi 2,3 GHz, (b) Frekuensi 3,3 GHz

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan simulasi yang dilakukan pada antenna diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu:

2. Antena mikrostrip *dipole dual-band* telah berhasil dirancang dan dapat bekerja pada dua frekuensi, yaitu 2,3 GHz dan 3,3 GHz.
3. Nilai VSWR yang diperoleh dari perancangan antenna adalah sebesar 1,41 untuk frekuensi 2,35 GHz dan 1,24 untuk frekuensi 3,35 GHz.
4. *Bandwidth* yang diperoleh dari perancangan antenna adalah sebesar 242 MHz untuk frekuensi 2,3 GHz dan 359 MHz pada frekuensi 3,3 GHz.
5. Pola radiasi yang diperoleh dari perancangan antenna adalah *omni-directional*. *Gain* yang diperoleh dari perancangan antenna mikrostrip *dipole* adalah 1,77 dB pada frekuensi 2,35 GHz dan 2,50 dB pada frekuensi 3,35 GHz.

## 6. Daftar Pustaka

- [1] James, J. R, and P. S Hall. 1989. *Handbook Of Microstrip Antennas*. 1st ed. London, U.K.: P. Peregrinus on behalf of the Institution of Electrical Engineers.
- [2] Garg, Ramesh. 2001. *Microstrip Antenna Design Handbook*. 1st ed. Boston, MA: Artech House.
- [3] Sinaga, Apli Nardo. 2014. *Studi Perancangan Antena Susun Mikrostrip Patch Segiempat Dual-band (2,4 GHz dan 3,3 GHz)*. Skripsi Teknik Elektro Universitas Sumatera Utara.
- [4] Balanis, Constantine A. 2005. *Antenna Theory*. 1st ed. Hoboken, NJ: Wiley Interscience.
- [5] Kraus, John Daniel. 1988. *Antennas*. 2nd ed. New York: McGraw-Hill.
- [6] Jamaluddin, M.H.; Rahim, M.K. A.; Aziz, M. Z. A. Abd.; Asrokin, A. "Microstrip dipole antenna for WLAN application". IEEE conference publications, Publication Year: 2005, Page(s): 30 – 33.
- [7] Irhas, Muhammad. 2013. *Perancangan dan Realisasi Antena Cognitive Radio Pada Alokasi Spektrum 2,35 GHz dan 2,6 GHz*. Laporan Tugas Akhir Teknik Elektro dan Komunikasi IT Telkom