

Perancangan Simulasi Antena Mikrostrip Dengan Slot Butterfly Untuk Aplikasi WiFi Pada Frekuensi Kerja 5,8 GHz menggunakan CST Microwave Studio

Meliza Sukma Riani *, Yusnita Rahayu**

* Jurusan Teknik Elektro ** Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293
Email: mel_niez25@ymail.com

ABSTRACT

Wi-Fi is a technology that is very popular today. Wi-Fi is an abbreviation of Wireless Fidelity, is a set of standards used for Wireless Local Network (LAN Local Area Networks) whose function is to connect local area networks in a wireless manner. Along with the evolution of telecommunications technology based on wireless technology, then we need for a communication system that can perform high-speed data transmission with good quality. One of the devices supporting wireless communication devices is the antenna. The use and selection of antennas is one of the important factors that affect the performance of the antenna as well as good design and proper installation will ensure the performance of the telecommunications system. Microstrip antenna has the advantages of low profile form, which is easy and inexpensive to produce in mass but has a small gain and bandwidth. This paper discusses the design of the Microstrip antennas patch for WiFi applications that operate at a frequency of 5.8 GHz. In this design uses FR4 epoxy material $\epsilon_r = 4.4$ and a thickness of 1.6 mm, is suitable for application of high-frequency antenna. For the simulation in this paper using the software CST Microwave Studio. From the results of the design using CST studio microwave is obtained in accordance with the specification antenna, with $VSWR \leq 1.5$, gain ≥ 2 dB and return loss ≥ 20 dB.

Keywords: Microstrip Antenna,, WiFi, Gain, VSWR, Return Loss

1. Pendahuluan

Perkembangan sistem komunikasi begitu pesat terutama sistem komunikasi nirkabel. Sistem komunikasi nirkabel merupakan sistem komunikasi dengan media transmisi berupa propagasi gelombang elektromagnetik tanpa harus terkoneksi dengan kabel. Salah satu teknologi komunikasi tanpa kabel (*wireless*) yang kini telah banyak digunakan adalah teknologi WiFi. Dalam sistem komunikasi yang menggunakan gelombang radio seperti WiFi bagian terpenting untuk mengoptimalkan kinerjanya adalah antenna.

Antena mikrostrip memiliki kelebihan yaitu bentuknya yang low profil, yang mudah dan murah untuk diproduksi secara massal namun memiliki gain dan bandwidth

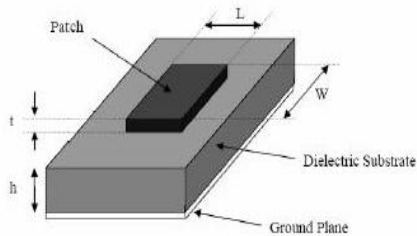
yang kecil. Pada penelitian ini, masalah yang diteliti adalah bagaimana cara merancang antena mikrostrip dengan slot butterfly sehingga menghasilkan kualitas antena yang baik agar dapat diaplikasikan pada teknologi WiFi (*Wireless Fidelity*) dengan frekuensi kerja 5,8 GHz dengan menggunakan CST Microwave Studio.

2. Landasan Teori

2.1 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip adalah suatu konduktor metal yang menempel di atas *ground plane* yang diantaranya terdapat bahan *substrat dielektrik*. Secara umum Antena Mikrostrip terdiri atas tiga bagian, yaitu *patch*, *substrat*, dan *ground plane*. *Patch* terletak diatas substrat sementara

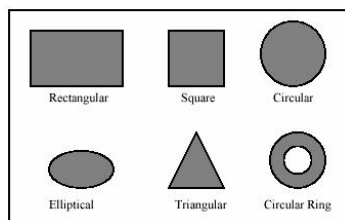
ground plane terletak pada bagian paling bawah. Bentuk umum antenna mikrostrip terlihat pada Gambar 1



Gambar 1 Bentuk Umum Antena Mikrostrip

2.1.1 Patch

Patch adalah bagian yang terletak paling atas dari antenna dan terbuat dari bahan konduktor ini berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara. (Sukriyah, 2014)



Gambar 2 Beberapa model patch antenna mikrostrip

2.1.2 Substrate dielektrik

Substrate dielektrik merupakan bagian dari antenna mikrostrip yang berfungsi sebagai media penyalur gelombang elektromagnetik dari catuan.

Ketebalan *substrate* berpengaruh pada *bandwidth* dari antenna mikrostrip, dengan menambah ketebalan *substrate* dapat memperbesar *bandwidth*.

Bahan dielektrik yang di pakai pada penelitian ini adalah FR-4 adalah singkatan dari *Flame Retardant 4*, merupakan jenis bahan yang paling banyak digunakan untuk

membuat *Printed Circuit Board* (PCB). Harga FR4-Epoxy yang murah dan memiliki sifat mekanik yang baik membuatnya sering digunakan untuk produksi massal produk-produk konsumen elektronik, termasuk sistem *microwave* dan antenna (Sukriyah, 2014).

2.1.3 Groundplane

Groundplane yaitu lapisan paling bawah yang berfungsi sebagai *reflektor* yang memantulkan sinyal yang tidak diinginkan (Teguh, dkk, 2015), *Groundplane* pada antenna berpengaruh pada nilai parameter antenna yaitu Return loss, VSWR, dan Gain. Semakin baik bentuk *groundplane* pada antenna maka akan semakin baik pula hasil parameter pada antenna, hal ini tentu saja mempengaruhi kinerja suatu antenna (Hisar, 2015).

2.2 WiFi

Wifi merupakan kependekan dari *Wireless Fidelity* yaitu sebuah media penghantar komunikasi data tanpa kabel yang bisa digunakan untuk komunikasi atau mentransfer program dan data dengan kemampuan yang cepat. WiFi menggunakan standar komunikasi IEEE 802.11a/b/g/n, hanya mencapai cakupan area tidak lebih dari ratusan meter saja. Pada tahun 1997, sebuah lembaga independen bernama IEEE membuat spesifikasi standar WLAN pertama yang diberi kode 802.11.

2.3 Parameter Antena

Unjuk kerja (performance) dari suatu antenna mikrostrip dapat diamati dari parameternya. Beberapa parameter utama dari sebuah antenna mikrostrip akan dijelaskan sebagai berikut.

2.4 Dimensi Antena

Untuk mencari dimensi antenna mikrostrip (W dan L), harus diketahui dahulu

parameter bahan yang digunakan yaitu tebal dielektrik (h), konstanta dielektrik (ϵ), tebal konduktor (t), dan rugi-rugi bahan. Panjang antenna mikrostrip harus disesuaikan, karena apabila terlalu pendek maka *bandwidth* akan sempit sedangkan apabila terlalu panjang *bandwidth* akan menjadi lebih lebar tetapi efisiensi radiasi akan menjadi kecil. Dengan mengatur lebar dari antenna mikrostrip impedansi input akan juga berbeda. Pendekatan yang digunakan untuk mencari panjang dan lebar antenna mikrostrip dapat menggunakan persamaan (M.Darsono,2012):

$$W = \frac{c}{2fr \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana : W = lebar konduktor
 ϵ_r = konstanta dielektrik
 c = kecepatan cahaya di ruang bebas (3×10^8 m/s)
 fr = frekuensi kerja antenna

Sedangkan untuk menentukan panjang *patch* (L) diperlukan parameter ΔL yang merupakan pertambahan panjang dari L akibat adanya *fringing effect*. Pertambahan panjang dari L (ΔL) tersebut dirumuskan (Windu, 2013):

$$\Delta L = 0.412 \frac{\frac{W}{h} + 0.264}{\epsilon_{reff} - 0.258} \frac{\epsilon_{reff} + 0.3}{\frac{W}{h} + 0.8} \dots\dots\dots (2)$$

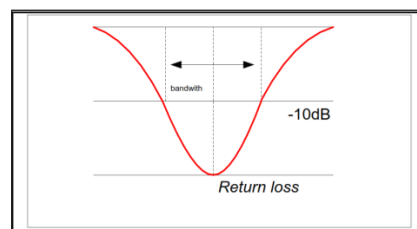
$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{W} \right]^{-1} \dots\dots\dots (3)$$

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_c \epsilon_{reff}} \dots\dots\dots (4)$$

$$Lp = L_{eff} - 2\Delta L \dots\dots\dots (5)$$

2.4.1 Bandwidth

Bandwidth suatu antenna didefinisikan sebagai rentang frekuensi dari kinerja suatu antenna yang berhubungan dengan beberapa karakteristik yang sesuai dengan standar yang ditentukan. Pada rentang frekuensi tersebut, antenna diusahakan dapat bekerja dengan efektif agar dapat menerima dan memancarkan gelombang elektromagnetik pada *band* frekuensi tertentu



Gambar 3 Rentang frekuensi yang menjadi bandwidth

2.4.2 VSWR (Voltage Standing Wave Ratio)

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 antara tegangan yang direfleksikan dengan tegangan yang dikirimkan disebut sebagai koefisien refleksi tegangan (Γ) menggunakan persamaan

$$\Gamma = \frac{V_{0-}}{V_{0+}} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana Z_L adalah impedansi beban (load) dan Z_0 adalah impedansi saluran lossless. Koefisien refleksi tegangan (Γ) memiliki nilai kompleks, yang merepresentasikan besarnya magnitudo dan fasa dari refleksi. Untuk beberapa kasus yang sederhana, ketika bagian imajiner dari G adalah nol, maka:

- $1 = \Gamma$: refleksi negatif maksimum, ketika saluran terhubung singkat.
 - $0 = \Gamma$: tidak ada refleksi, ketika saluran dalam keadaan matching sempurna.
 - $1 = \Gamma$: refleksi positif maksimum, ketika saluran dalam rangkaian terbuka.
- Sedangkan rumus untuk mencari nilai VSWR adalah :

$$S = \frac{|V|_{\max}}{|V|_{\min}} = \frac{1+\Gamma}{1-\Gamma} \dots\dots\dots(7)$$

Kondisi yang paling baik adalah ketika VSWR bernilai 1 ($S=1$) yang berarti tidak ada refleksi ketika saluran dalam keadaan matching sempurna. Namun kondisi ini pada praktiknya sulit untuk didapatkan. Pada umumnya nilai VSWR yang dianggap masih baik adalah $VSWR \leq 2$ (Fitri, 2008).

2.4.3 Return loss

Return loss adalah perbandingan antara amplitudo dari gelombang yang direfleksikan terhadap amplitudo gelombang yang dikirimkan.

$$\Gamma = \frac{V_{0-}}{V_{0+}} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1} \dots\dots\dots(8)$$

$$\text{Return loss} = 20 \log_{10} |\Gamma| \dots\dots\dots(9)$$

2.4.4 Pola Radiasi

Pola radiasi (*radiation pattern*) suatu antenna adalah pernyataan grafis yang menggambarkan sifat radiasi suatu antenna pada medan jauh sebagai fungsi arah. Pola radiasi dapat disebut sebagai pola medan (*field pattern*) apabila yang digambarkan *pointing vector*.

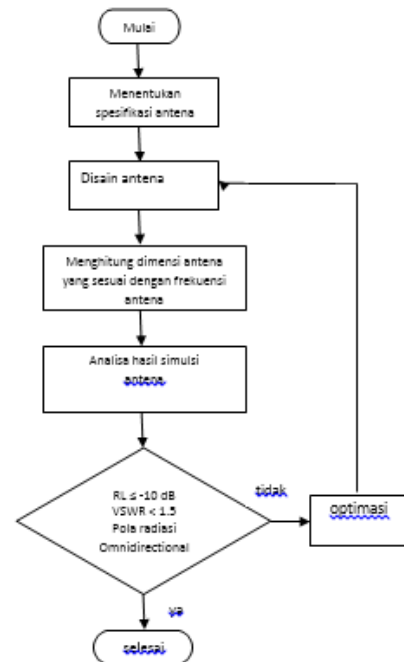
2.4.5 Penguatan (Gain)

Gain adalah perbandingan antara rapat daya per satuan unit antenna terhadap rapat daya antenna referensi dalam arah dan

daya masukan yang sama. Gain didapat dengan persamaan:

$$G = \eta \times D \dots\dots\dots(10)$$

3. Metode Penelitian



Gambar 4 Perancangan simulasi antenna

3.1 Menentukan soesifikasi antenna

Tabel 1 Spesifikasi Antena

Spesifikasi	Keterangan
Frekuensi kerja	5,8 Ghz
VSWR	<2 dB
Pola Radiasi	Omnidireksional
Gain	>2 dBi

Penentuan spesifikasi antenna bertujuan agar antenna yang disimulasikan dan dirancang memiliki sebuah nilai standar yang harus dipenuhi. Antena yang akan dirancang/design merupakan antenna mikrostrip rectangular patch.

3.2 Menghitung Nilai Dimensi Antena

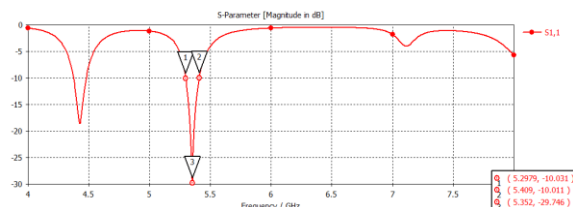
Tahapan awal perancangan antenna adalah perhitungan nilai dimensi antenna yang diperlukan untuk proses design antenna. Untuk perhitungan dimensi antenna dengan menggunakan persamaan (1) akan diperoleh lebar patch dan dengan menggunakan persamaan (5) untuk menghitung panjang patch. Hasil dari perhitungan dapat dilihat Dalam table berikut

Tabel 2 Spesifikasi dimensi antenna

Spesifikasi	keterangan
Bahan Substrate	FR4 (Efoxy) = 4,4
Dielektrik Loss Tangen($\tan\delta$)	0,02
Lebar Substrate	40.28 mm
Tebal Substrate	1,6 mm
Panjang Substrate	28.05 mm
Panjang Patch	15,73 mm
Tebal Patch	0.02 mm
Lebar Patch	12.56 mm

3.3 Simulasi Perancangan Antena

Melakukan proses simulasi perancangan dengan menggunakan aplikasi software CST *Microwave Studio* dari nilai dimensi antenna tanpa melakukan perubahan nilai dimensi tersebut (nilai dimensi antenna sesuai dengan hasil perhitungan) untuk mendapatkan hasil dengan parameter-parameter antenna yang sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Berikut adalah hasil simulasi return loss tanpa merubah nilai dimensi antenna



Gambar 5 hasil simulasi tanpa merubah dimensi antenna

hasil simulasi antenna tanpa merubah ukuran patch dan tanpa memberikan slot pada ground, nilai return loss adalah -40.78, bandwidth sebesar 111.1 MHz dan frekuensinya 5.35 GHz. Dari nilai tersebut diketahui bahwa nilai return loss sudah memenuhi syarat yaitu $< -10\text{dB}$, namun frekuensi yang diinginkan belum **memenuhi** spesifikasi antenna yaitu 5.8GHz. Oleh sebab itu perlu dilakukan optimasi

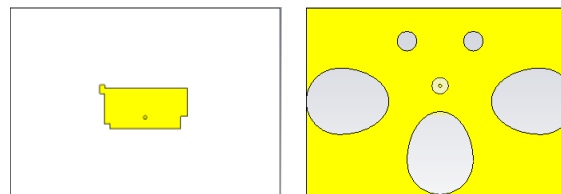
3.4 Optimasi Simulasi Antena

Optimasi dilakukan jika hasil dari simulasi dengan menggunakan nilai dimensi dari hasil perhitungan awal tidak sesuai dengan spesifikasi antenna yang diinginkan. Optimasi dilakukan dengan cara merubah dimensi antenna yang akan mempengaruhi nilai parameter yang diamati

Tabel 3 nilai dimensi antenna setelah optimasi

Komponen	Simbol Komponen	Dimensi (mm)
Lebar Substrate	Ws	40.28
Tebal Substrate	Hs	1.6
Panjang Substrate	Ls	28.05
Lebar Patch	Wp	13.42
Tebal Patch	Hp	0.02
Panjang Patch	Lp	9.34

4. Hasil dan Pembahasan

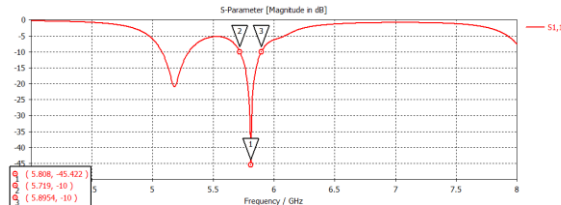


(a) Patch

(b) Ground

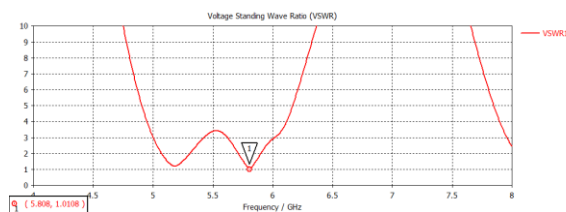
Gambar 6 Bentuk antenna setelah optimasi

Setelah proses optimasi dilakukan pada dimensi antenna maka didapatkan hasil berupa nilai nilai parameter yang berbeda dari hasil simulasi menggunakan nilai dimensi dari hasil perhitungan. Hasil simulasi dari optimasi antenna merupakan hasil kinerja antenna secara ideal.



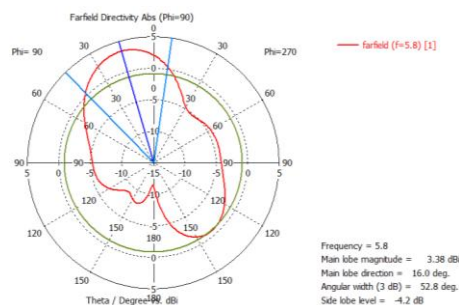
Gambar 3.3 Hasil simulasi return loss setelah optimasi

Dari hasil simulasi return loss dengan slot butterfly diperoleh hasil return loss -45.42 dB, frekuensi 5.80GHz dan bandwidth 176.4 MHz



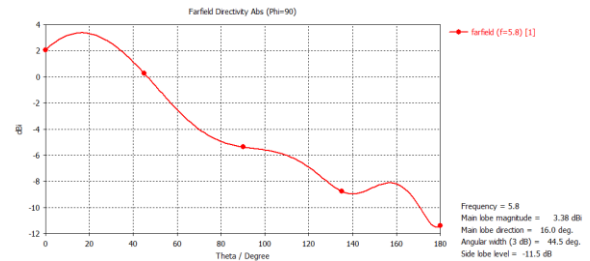
Gambar 3.4 hasil simulasi VSWR setelah Optimasi

Dari hasil simulasi VSWR dengan slot butterfly diperoleh nilai 1.01



Gambar 3.5 Hasil simulasi pola radiasi

Dari hasil simulasi antenna mikrostrip setelah optimasi diperoleh pola radiasi omnidirectional



Gambar 3.6 Gain antenna

Dari hasil simulasi antenna mikrostrip dengan melakukan optimasi diperoleh nilai gain sebesar 3.38 dBi

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. Perancangan simulasi antenna mikrostrip ini menggunakan bahan dielektrik FR4-Epoxy dengan permitivitas relatif sebesar 4,4, lebar 40,28mm, panjang 28,05mm, dan tebal 1,6mm.
2. Untuk mengoptimalkan nilai parameter antenna tidak hanya dengan memodifikasi patch, tetapi juga perlu memodifikasi ground plane pada antenna
3. Dari beberapa modifikasi pada patch dan pada ground maka hasil yang paling optimal diperoleh dengan panjang patch 13.42 dan lebar 9.34 dan slot butterfly pada ground di bagian sayap dengan radius Urad 5mm dan Vrad 6.25mm dan pada bagian kepala dengan radius 3mm
4. dari hasil simulasi antenna mikrostrip terlihat bahawa nilai Return Loss yang paling baik adalah dengan modifikasi ground dengan slot butterfly yaitu -44,22 dB, dan nilai VSWR adalah 1,01

5. Frekuensi yang diperoleh pada ground dengan slot butterfly adalah 5,8 GHz, hal ini membuktikan bahwa dengan memodifikasi ground memperoleh nilai frekuensi yang kita inginkan.

Dari variasi beberapa slot pada ground antena mikrostrip terbukti berpengaruh pada performansi antena mikrostrip.

5.2 Saran

Penelitian yang selanjutnya adalah dengan memvariasikan bentuk slot pada ground dan memvariasikan bentuk patch yang bekerja pada frekuensi 5.8GHz

REFERENSI

- Bastian, Windu, Ali. H. R. 2013. Perancangan dan Analisis Antena Mikrostrip *Patch* Segiempat Kopling *Aperture* dengan Frekuensi 2,45 GHz Menggunakan Ansoft HFSS
- Buwarda, Sukriyah. 2014. *Green and Intelligent Antenna System for Mobile Computing*. Jurusan Teknik Elektro Universitas Hasanuddin Makasar
- Darsono.M. 2012. Rancang Bangun Antena Mikrostrip Dua Elemen *Patch* Persegi Untuk Aplikasi *Wireless Fidelity* . *Jurnal EECCIS Vol. 6, No. 2, Desember 2012*.
- Sidauruk, Hisar. F, Ali.H.R. (2015). Analisa Penentuan Ukuran Slot Pada Karakteristik Antena Mikrostrip *Patch* Segiempat Dengan Pencatu *Aperture Coupled*. Departemen Teknik Elektro

Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara

Zulkifli, Fitri Yuli. 2008. Studi tentang antena mikrostrip dengan defected ground stucture (DGS). Depok : Universitas Indonesia.