

DOI: doi.org/10.21009/0305020117

PERANCANGAN DAN SIMULASI ANTENA MIKROSTRIP DOUBEL BIQUAD PADA FREKUENSI 2,4 Ghz

Dafi Dzulfikar^{a)}, Noor Suryaningsih^{b)}, Wisnu Broto^{c)}

Prodi Elektro Fakultas Teknik Universitas Pancasila, Srengseng Sawah, Jagakarsa, Jakarta Selatan 12640

Email: ^{a)}dafidzulfikar@gmail.com, ^{b)}ning_zaenoeri@yahoo.com, ^{c)}wisnu.agni@gmail.com

Abstrak

Wifi merupakan teknologi yang sangat populer saat ini. WiFi merupakan singkatan dari *Wireless Fidelity*, yaitu sekumpulan standar yang digunakan untuk jaringan Lokal Nirkabel (*Wireless Local Area Networks*). Di Indonesia standar ini didasari pada spesifikasi IEEE 802.11. Fungsinya untuk menghubungkan jaringan dalam satu area lokal secara nirkabel. Salah satu perangkat pendukung *wireless communication* adalah antena. Pemilihan antena yang tepat, perancangan yang baik dan pemasangan yang benar akan menjamin kinerja sistem telekomunikasi tersebut. 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 dirancang dan simulasi antena *mikrostrip double biquad* dengan bahan FR4 (epoksi). Antena mikrostrip *double biquad* tersebut bekerja pada frekuensi 2,4 GHz yang dapat digunakan untuk teknologi *Wireless Fidelity* 802.11b. Hasil pengukuran antena mikrostrip *double biquad* yang telah dibuat memiliki lebar pita frekuensi 86 MHz dengan nilai VSWR 1,07 dan return loss -29,5 dB. Hasil pengukuran ini menunjukkan antena *mikrostrip biquad* ganda yang dibuat dapat direalisasikan dan dapat digunakan pada aplikasi *Wireless Fidelity* 802.11b.

Kata Kunci : Antena Mikrostrip Biquad Ganda, Wifi, VSWR, Pola Radiasi, Return Loss.

1. Pendahuluan

Untuk mendukung perkembangan terkini dari komunikasi *wireless* seringkali membutuhkan suatu karakteristik antena yang mempunyai bobot yang ringan, biaya rendah, proses fabrikasi yang mudah, dan *conformal* (dapat menyesuaikan dengan tempat dimana antena tersebut diletakkan). Antena mikrostrip merupakan salah satu jenis antena dengan karakteristik yang tepat untuk memenuhi kebutuhan antena tersebut. Perkembangan dari teknologi antena mikrostrip terkait secara erat dengan perkembangan teknologi struktur pemandu gelombang mikrostrip (*microstrip lines*), pemandu gelombang mikrostrip secara sederhana bisa disejajarkan dengan rangkaian pada *Printed Circuit Board* (PCB). Keuntungan pemandu gelombang mikrostrip dibandingkan dengan *waveguide* adalah bentuknya yang *low profile*, yang mudah dan murah untuk diproduksi secara massal. Alokasi frekuensi kerja WLAN yang digunakan pada perancangan antena ini adalah pada frekuensi 2,4 GHz (2400MHz – 2483,5 MHz). Alasan mengapa dipilihnya frekuensi ini karena frekuensi 2,4 GHz (2400–2483,5MHz) merupakan standar industri 802.11 dan variasi revisi-revisinya adalah bagian dari *Wireless LAN*. 802.11.

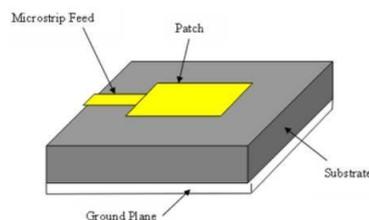
Pada penelitian ini akan dirancang sebuah antena mikrostrip berbentuk *biquad* yang digandakan dan dapat diaplikasikan pada teknologi WiFi (*Wireless Fidelity* 802.11b) dengan frekuensi kerja 2,4 GHz dan bahwa untuk mengitung sebuah antena perlu diperhitungkan pola radiasi, *return loss*, *bandwidth*, *gain*, VSWR dan lain-lain.

2. Metode Penelitian

Dalam pembuatan Perancangan dan Simulasi Antena Mikrostrip *Double Biquad* diperlukan pemahaman tentang teori dasar yang meliputi beberapa teori tentang antena dan tentang antena mikrostrip *double biquad*.

2.1. Pengertian Antena Mikrostrip

Berdasarkan asal katanya, mikrostrip terdiri dari 2 kata, yaitu *micro* (sangat tipis/kecil) dan *strip* (bilah/ potongan). Antena Mikrostrip dapat didefinisikan sebagai salah satu jenis antena yang mempunyai bentuk seperti bilah/ potongan yang mempunyai ukuran sangat tipis/ kecil. Secara umum, antena mikrostrip terdiri atas 3(tiga) bagian, yaitu *patch*, substrat, dan *ground plane*. *Patch* terletak di atas substrat, sementara *ground plane* terletak pada bagian paling bawah.



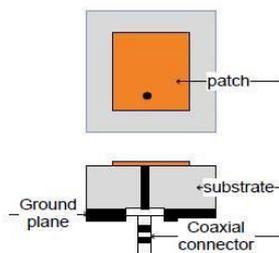
Gbr. 1 Struktur Antena Mikrostrip

Pada umumnya, patch terbuat dari logam konduktor seperti tembaga atau emas dan mempunyai bentuk yang bermacam-macam. Bentuk patch antena mikrostrip yang sering dibuat, misalnya segi empat, segitiga, lingkaran, dan lain-lain. *Patch* berfungsi

sebagai pemancar (*radiator*). *Patch* dan saluran pencatu biasanya terletak di atas substrat. Tebal *patch* dibuat sangat tipis, $t =$ ketebalan *patch*. Substrat terbuat dari bahan-bahan dielektrik.

2.2. Teknik Pencatutan Antena Mikrostrip

Dalam perancangan antena, teknik pencatutan merupakan hal yang sangat penting karena salah satu syarat antena yang baik ialah apabila impedansi input sesuai (*matched*) dengan impedansi karakteristik kabel pencatunya serta dapat memancarkan dan menerima energi gelombang radio dengan arah polarisasi yang sesuai dengan aplikasi yang dibutuhkan. Teknik pencatutan yang digunakan pada antena mikrostrip diklasifikasikan menjadi dua yaitu pencatutan secara langsung (*direct coupled*) dan secara tidak langsung (*proximity coupled*). Pada teknik pencatutan langsung (*direct coupled*), *power RF* langsung dicatu ke *patch* menggunakan elemen penghubung pada jalur mikrostrip tersebut. Kelebihan pencatutan secara langsung adalah sangat sederhana dalam proses pencatutannya tetapi sulit jika antena mikrostrip disusun secara *array* dan *bandwidth* yang dihasilkan sempit. Dengan kekurangan ini maka dalam perkembangan selanjutnya diperkenalkan apa yang disebut pencatutan tidak langsung atau *electromagnetic coupling*. Keuntungan dari teknik pencatutan ini adalah dapat memperlebar bandwidth dan dapat mengurangi proses penyolderan. Ada 4 macam teknik pencatutan yang paling populer digunakan, yakni *proximity coupling*, *microstrip line*, *coaxial probe*, dan *aperture coupling*.



Gbr. 2 Metode pencatutan *Coaxial Probe*

Pada teknik pencatutan *coaxial probe* bagian dalam konduktor dari *coax* ditambahkan kedalam *patch* radiasi dengan bagian luar konduktornya dihubungkan dengan *ground plane*. Teknik pencatutan ini juga sering digunakan karena mudah difabrikasi dan memiliki radiasi palsu yang kecil.

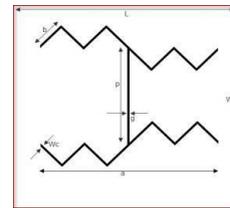
2.3. Antena Mikrostrip Double Biquad

Antena mikrostrip dalam perancangan ini menggunakan antena kawat dipole loop berbentuk kubus ganda yang merupakan perpaduan 4 antena quad yang dirancang dalam 1 elemen, sehingga diperoleh antena mikrostrip *double biquad*.

2.4. Dimensi dan Desain Antena

Pada gambar di bawah ini merupakan desain antena mikrostrip *double biquad* Untuk mencari dimensi antena monopole atau feed harus diketahui

terlebih dahulu parameter bahan yang digunakan yaitu tebal dielektrik (h), konstanta dielektrik (ϵ_r), tebal konduktor (t) dan rugi-rugi bahan .



Gbr. 3 Desain Antena Mikrostrip Double Biquad

. Persamaan dimensi *double biquad* :

$$\lambda_0 = c / f \dots\dots\dots (1)$$

$$a = (\sqrt{\lambda/4} + (\lambda/4)) * 4 \dots\dots\dots (2)$$

$$b = \lambda / 4 \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

- λ_0 = Panjang gelombang (mm)
- a = Panjang dimensi antena *double biquad* (mm)
- b = Panjang sisi antena *double biquad* (mm)

Untuk mencari dimensi *feed pada* antena *double biquad* dengan pencatu berada di tengah adalah sebagai berikut :

$$P = \lambda \dots\dots\dots (4)$$

$$Wc = (60000 * (f^{-0.8})) / 100 \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

- P = panjang feed line (mm)
- Wc = g = lebar patch (mm)

Untuk perhitungan (g) sama dengan perhitungan (Wc).

2.5. Dimensi Substrat

Untuk mendesain sebuah antena diperlukan untuk memilih karakterstik dari substrat yang dipilih. Substrat pada antena ini didapatkan dengan persamaan (6).

$$Wsb / L sb \text{ (mm)} = (1,25 * \lambda) / 10 \dots\dots\dots (6)$$

3. Perancangan & Pengujian Antena

3.1. Program Perancangan Antena

Perancangan antena mikrostrip *double biquad* dengan menentukan frekuensi kerja antena mikrostrip, jenis penentuan ukuran dimensi antena. Antena mikrostrip *double biquad* ini dirancang sebagai pemancar dan penerima dalam salah satu aplikasi Wlan 2,4 GHz maupun akses lokal suatu jaringan telekomunikasi. Parameter utama yang akan dianalisis adalah VSWR, *return loss*, *gain*, dan pola radiasi.

Langkah awal dari suatu perancangan antena adalah menetapkan spesifikasi sebagai acuan dalam perancangan yang akan dilakukan. Mengingat pentingnya spesifikasi, maka dalam perancangan menetapkan spesifikasi dari antena yang dirancang.

Tabel 1 Perancangan antenna :

Frekuensi	2,4 GHz
Impedansi	50 Ω
Pola radiasi	<i>unidirectional</i>
VSWR	≤ 2 dB
Gain	≥ 5 dB
Konektor	<i>Sub Miniature</i> versi A (SMA)

3.2. Karakteristik bahan

Antena mikrostrip adalah suatu antena yang terdiri dari komponen *patch* (strip) logam peradiasi, *substrat* dielektrik dan *ground plane*. *Patch* dan *ground plane* merupakan lapisan tipis terbuat dari konduktor sempurna, umumnya berbahan tembaga. Ketebalan *patch* (t) jauh lebih tipis dari panjang gelombang diruang hampa ($t \ll \lambda_0$). *Patch* diletakkan di atas substrat dielektrik yang juga berfungsi memisahkan *patch* dengan *ground plane*-nya.

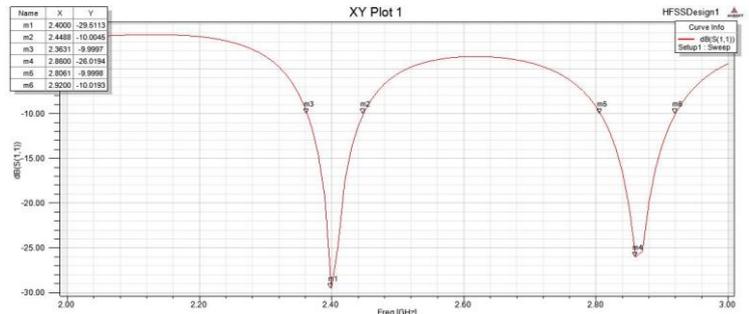
Tabel 2. Karakteristik Bahan yang di gunakan

Dielektrik Substrat		Patch dan Ground plane	
Permittivitas dielektrik relatif substrat (ϵ_r)	4,3 C/Nm ²	Permittivitas relative (ϵ_r)	1 C/Nm ²
Permeabilitas relative (μ_r)	1 H/m	Permeabilitas relative (μ_r)	0,99991 H/m
Ketebalan dielektrik substrat	1,6 mm	Ketebalan patch dan ground plane	0,035 mm

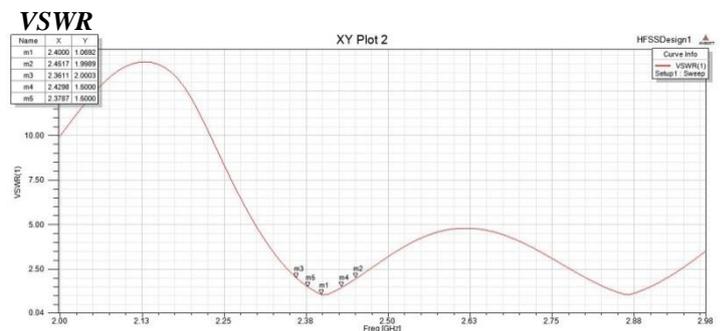
Tabel 3. Ukuran Dimensi Perancangan Antena

Parameter Dimensi	Ukuran Dimensi Perancangan akhir (mm)
a	177
b	31,2
L	190
W	190
p	125
Wc	1,38
g	1,38

3.3. Hasil Simulasi Perancangan Antena Return Loss dan Frekuensi Kerja

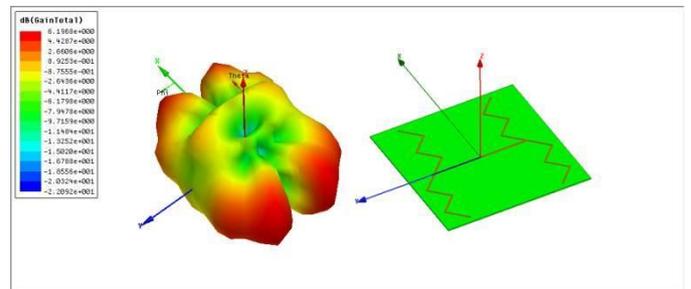


Gbr. 5 Hasil simulasi perancangan akhir antena (*return loss* dan frekuensi kerja)



Gbr. 6 Hasil simulasi perancangan akhir antena (VSWR)

Gain dan Polaradiasi



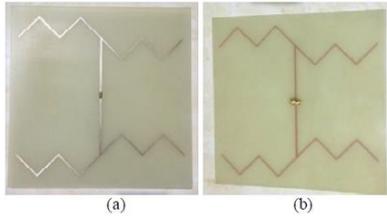
Gbr. 7 Hasil simulasi perancangan akhir antena (Gain dan Pola radiasi 3D)

Rangkuman hasil simulasi pada perancangan akhir antenna sebagai berikut:

Tabel 4. Parameter Output hasil simulasi Antena

Parameter Antena	Spesifikasi Antena	Hasil Simulasi Perancangan Akhir
Frekuensi kerja	2,4 GHz	2,4 GHz
Bandwidth	89,5 MHz	86 MHz
Pola Radiasi	<i>Unidirectional</i>	<i>Unidirectional</i>
VSWR	≤ 2 dB	1,07 dB
Return Loss	≤ 10 dB	-29,5 dB
Gain	≥ 5 dB	6,2 dB

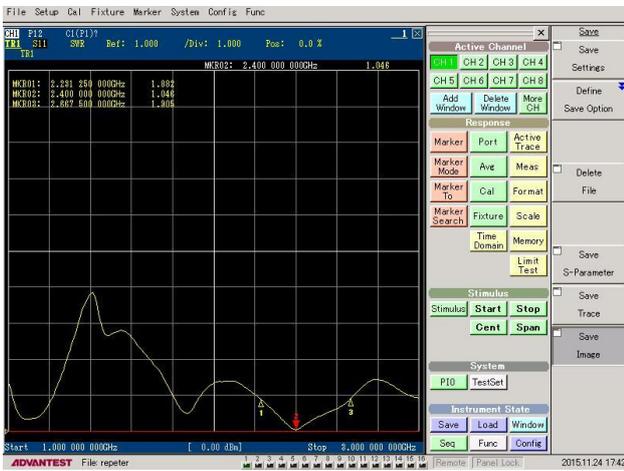
Bentuk fisik Antena



Gbr. 8 Realisasi Antena Mikrostrip *Double Biquad* tampakdepan (a) dan tampak belakang (b)

3.4 Hasil Pengukuran Return Loss dan Frekuensi Kerja

Pengukuran alat dilakukan untuk memastikan bahwa alat dapat digunakan dan bekerja serta sesuai dengan karakteristik yang diinginkan sesuai perancangan.



Gbr. 9 Tampilan Network Analyzer Pengukuran Return Loss dan Frekuensi Kerja

3.5 Hasil Pengukuran VSWR

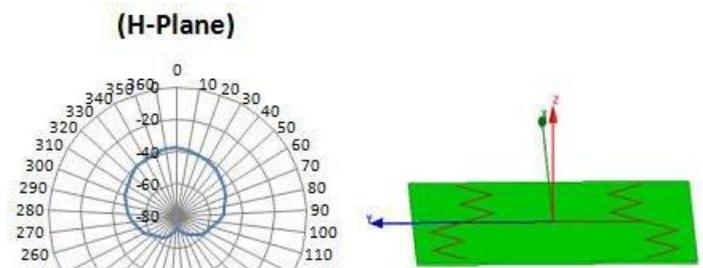


Gbr. 10 Tampilan Network Analyzer Pengukuran VSWR

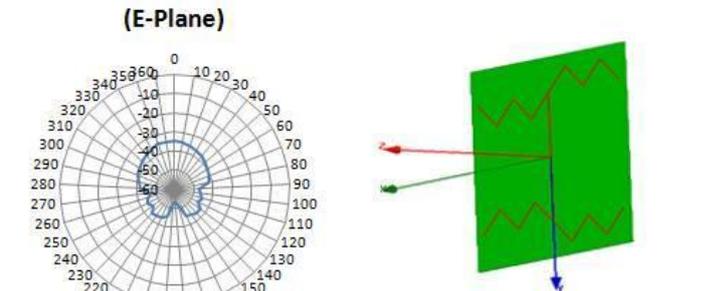
3.6. Hasil Pengukuran Gain dan Pola radiasi



Gbr. 11 Tampilan Spectrum Analyzer Pengukuran Gain (a) tampilan daya terima antena sebagai Rx (b) tampilan daya terima antena sebagai Tx



Gbr. 12 Pola Radiasi H-Plane (Tampak Atas)



Gbr. 13 Pola Radiasi E-Plane (Tampak Samping)

Setelah dilakukan semua proses pengukuran didapatkan data hasil pengukuran dan kemudian dibandingkan dengan spesifikasi perancangan antena dan hasil simulasi. Terlihat beberapa parameter yang sesuai dengan spesifikasi antena yang telah ditentukan sebelumnya antara lain parameter *return loss*, *VSWR*, *gain* dan pola radiasi.

Tabel 5. Perbandingan Spesifikasi Antena, Simulasi dan Hasil Pengukuran Realisasi

Parameter Antena	Spesifikasi Antena	Hasil Simulasi Double Biquad	Hasil Pengukuran Antena
Frekuensi kerja	2,4 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz
Return Loss	≤ -10 dB	-29,5 dB	-32,816 dB
VSWR	≤ 2 dB	1,07 dB	1,04 dB
Gain	≥ 6 dB	6,2 dB	6,79 dB
Pola Radiasi	<i>uni-directional</i>	<i>uni-directional</i>	<i>uni-directional</i>

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan implementasi antena mikrostrip *monopole patch* dapat disimpulkan :

1. Antena mikrostrip *double biquad* pada frekuensi 2,4 GHz telah berhasil direalisasikan.
2. Hasil pengukuran antena mikrostrip *double biquad* pada perancangan akhir adalah VSWR 1.07 dengan *Return loss* -29,5 dB. Sedangkan hasil pengukuran antena hasil realisasi VSWR 1.04 dan *Return loss* -32,816 dB dimana kedua parameter pada perancangan dan realisasi sudah memenuhi kriteria awal perancangan antena yaitu $VSWR \leq 2$ dan $Return Loss \leq -9,629$ dB.
3. Perbandingan hasil perancangan menggunakan simulasi ansoft HFSS dengan hasil realisasi cukup signifikan, yaitu pada simulasi ansoft didapatkan *bandwidth* 86MHz, sedangkan pada pengukuran antena hasil realisasi didapatkan *bandwidth* 436MHz (jauh lebih dari spesifikasi awal *bandwidth* antena yang diperlukan untuk WLAN yaitu 89,5 MHz).
4. Frekuensi kerja yang didapatkan dari hasil simulasi adalah sebesar 2363~2449 MHz dan 2806~2920 MHz, pengukuran realisasi antena terjadi penambahan frekuensi kerja yaitu sebesar 2231~2667 MHz, walau demikian frekuensi kerja hasil realisasi masih masuk kedalam spesifikasi *band* WLAN 2400~2489,5 MHz.
5. *Gain* yang diperoleh dari hasil simulasi antena adalah 6,2 dB, angka ini sudah masuk ke dalam spesifikasi antena yang diharapkan yaitu ≥ 5 dB (dengan selisih 1,2 dB). Sedangkan hasil pengukuran antena realisasi sudah memenuhi kriteria *gain* antena juga yaitu sebesar 6,79 dB.
6. Antena mikrostrip *double biquad* dengan frekuensi 2,4 GHz berdasarkan hasil simulasi dan pengukuran menghasilkan pola radiasi *unidirectional*.

Daftar Pustaka

- [1] Buku Putih Penataan Spektrum Frekuensi Radio Layanan Akses Pita Lebar Berbasis Nirkabel (Broadband Wireless Access / BWA) Ditjen Postel, Depkominfo, Jakarta, tahun 2006
- [2] Balanis, C.A. (1997), Antena Theory Analysis and Design, Second edition, John Wiley and Sons, New York.
- [3] L Wong, K. (2002), Compact and Broadband Microstrip Antenas, John Wiley&Sons, New York, NY, USA.
- [4] Edwards, T. (1992), Foundations For Microstrip Circuit Design, Second edition, John Wiley and Son, Inc Canada.
- [5] Kumar, Girish and Ray, K.P. Broadband Microstrip Antennas. London: Artech House Boston. 2003
- [6] Herudin : Rancang Bangun Antena Mikrostrip Biquad Ganda Untuk Aplikasi WI-FI. Skripsi S1. Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Jl.Jenderal Sudirman Km.3 Cilegon-Banten, Indonesia 42435
- [7] <http://buildyourownantenna.blogspot.co.id/2014/07/double-biquad-antenna-calculator.html>

