

Design dan Fabrikasi Antena Fraktal *Sierpinski Gasket* 2,4 Ghz Single Patch Segitiga

Andik Atmaja.¹, Deta Fitri Sulistiono², Nahdia B Raharjo³

^{1,2} Teknik Telekomunikasi, Politeknik Kota Malang

Jln Tlogowaru II no 3 Malang, Jawa Timur, Indonesia 0341754088

³ Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Lamongan

E-mail: andik.atmaja@gmail.com, detafitri98@gmail.com, nahdia@unisla.ac.id

ABSTRAK

Dalam penggunaan *wifi* dibutuhkan antena yang bentuknya relatif kecil dan lebih murah. Salah satu antena yang mempunyai spesifik tersebut adalah antena mikrostrip. Dengan menggunakan bentuk antena *microstrip fractal sierpinski gasket* pada antena mikrostrip dapat meningkatkan sinyal *wifi* dan lebih lebar pada *bandwidth*-nya. Pada Penelitian ini dirancang dan dibuat antena mikrostrip dengan bentuk *microstrip fractal sierpinski gasket* yang akan digunakan sebagai penerima *wifi*. Hasil pengukuran antena mikrostrip *microstrip fractal sierpinski gasket* menunjukkan bahwa antena dapat bekerja secara optimal dengan frekuensi 2.42 GHz, memiliki nilai *return loss* -24.95 dB, nilai VSWR 1.122, nilai *bandwidth* 0.019 GHz.

Kata Kunci: antena, mikrostrip, sierpinski, gasket, wifi

ABSTRACT

In using *wifi*, an antenna that is relatively small and cheaper is needed. One of the specific antennas is the microstrip antenna. By using the microstrip fractal sierpinski gasket antenna form the microstrip antenna can increase the *wifi* signal and wider its bandwidth. In this research, a microstrip antenna is designed and made in the form of a microstrip fractal sierpinski gasket which will be used as a *wifi* receiver. The measurement results of the microstrip fractal sierpinski gasket antenna show that the antenna can work optimally with a frequency of 2.42 GHz, has a return loss value of -24.95 dB, a VSWR value of 1.122, a bandwidth value of 0.019 GHz.

Keywords: antenna, microstrip, sierpinski, gasket, wifi

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan kebutuhan telekomunikasi menjadi sangat penting di era sekarang ini. Kebutuhan manusia untuk berkomunikasi secara *mobile*, cepat dan handal akhirnya bisa terpenuhi oleh komunikasi *wireless*. Penggunaan *wifi* merupakan salah satu teknologi di bidang telekomunikasi yang berkembang pesat diantara pesatnya perkembangan teknologi internet [1]. Menurut Turban, Rainer dan Potter pada tahun 2005 mereka mengatakan bahwa Internet merupakan sebuah jaringan besar yang menghubungkan jaringan komputer baik dari organisasi bisnis, organisasi pemerintahan dan sekolah-sekolah dari seluruh dunia secara langsung dan tepat.

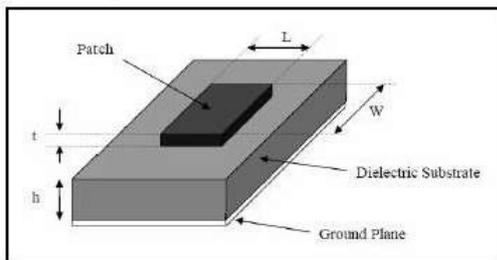
Kebutuhan manusia pada jaringan internet terutama yang menggunakan *wifi* menyebabkan kepadatan penggunaan layanan sehingga menurunkan kualitas layanan dan jaringan. Selain itu tidak semua frekuensi dapat digunakan untuk kebutuhan *wifi*. Mayoritas frekuensi untuk *wifi* berkisar 2,4 Ghz [2]. Oleh karena itu dibutuhkan pengembangan antena pada frekuensi 2,4 Ghz [3]. Menggunakan antena mikrostrip pada frekuensi 2,4 dapat diaplikasikan [4]. Meskipun menurut Amirullah pada tahun 2015 antena mikrostrip memiliki kekurangan diantaranya gain rendah, bandwidth rendah dan efisiensi yang rendah. Tetapi melihat dari kelebihan antena ini yaitu dimensi berukuran kecil dan ringan, mudah dalam

pembuatan, serta sudah banyak digunakan pada perangkat telekomunikasi.

1.2 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip adalah antena yang terdiri atas elemen radiasi (konduktor) yang sangat tipis yang diletakkan di bidang tanah (*ground plane*), dimana antara bidang dengan elemen radiasi (konduktor) dipisahkan oleh substrat dielektrik [5]. Pengembangan antena mikrostrip berawal dari ide dasar bagaimana menggunakan *printed circuit technology* tidak hanya untuk komponen rangkaian dan saluran transmisi pada sistem elektronika, tetapi bisa juga digunakan sebagai elemen peradiasi [6]. Antena mikrostrip merupakan antena kecil berbentuk lempengan yang dapat dibuat dari plat PCB. PCB dapat dengan mudah kita temukan pada elektronika berfrekuensi rendah, yaitu berupa lajur-lajur pipih yang terletak di atas substrat.

Antena mikrostrip dibuat dengan menggunakan sebuah substrat yang mempunyai tiga buah lapisan struktur dari substrat tersebut adalah sebagai berikut :



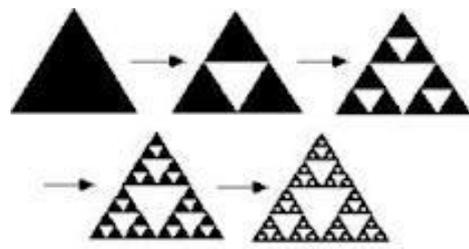
Gambar 1. Bagian-bagian antena mikrostrip

- Patch*, bagian yang berfungsi untuk meradiasi gelombang elektromagnetik dan terbuat dari lapisan logam (metal) yang memiliki ketebalan tertentu. *Patch* dapat berbentuk lingkaran, persegi panjang, dan segitiga.
- Substrat* berfungsi sebagai bahan dielektrik dari antena mikrostrip yang membatasi elemen peradiasi dengan elemen pentanahan. Elemen ini memiliki jenis yang bervariasi yang dapat digolongkan berdasarkan nilai konstanta dielektrik (ϵ_r) dan ketebalannya (h). Kedua nilai tersebut mempengaruhi frekuensi kerja, *bandwidth*, dan juga efisiensi dari antena yang akan dibuat.
- Groundplane* yaitu lapisan paling bawah yang berfungsi sebagai reflektor yang

memantulkan sinyal yang tidak diinginkan.

1.3 Antena Mikrostrip *Fraktal Sierpinski Gasket*

Antena *Fraktal Sierpinski Gasket* merupakan salah satu jenis antena berbentuk segitiga yang memanfaatkan sifat dan karakteristik *geometri fraktal* yaitu *self similarity* (kemiripan terhadap dirinya), pengulangan dan penskalaan [7]. Penentuan dimensi pada geometri ini dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain menggunakan dimensi topologi, dimensi Euclidean, *self similarity dimension*, dan *Hausdorff dimension* [8].



Gambar 2. Antena mikrostrip *Fraktal Sierpinski Gasket*

2. PEMBAHASAN

Pada penelitian ini ada 4 langkah utama yang dilakukan dalam setiap pengamatan. Langkah-langkah ini dilakukan untuk menghasilkan antena yang baik dan menghindari kesalahan dalam pengerjaannya, langkah-langkah tersebut itu antara lain :

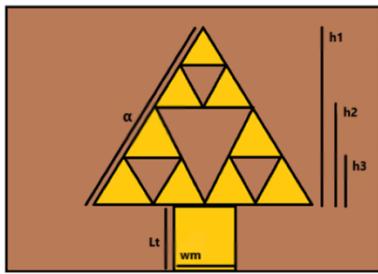
- Desain antena;
- Simulasi desain antena;
- Fabrikasi antena;
- Pengujian antena;

2.1 Desain Antena

Perhitungan berfungsi untuk menentukan dimensi atau ukuran antena, dimana dimensi atau ukuran antena ini sangat menentukan baik tidaknya antena tersebut dalam bekerja sesuai yang diinginkan.

Diketahui :

- Konstanta dielektrik (ϵ_r) = 4.5
- Ketebalan lapisan dielektrik (h) = 1.6 mm
- Ketebalan bahan konduktor (t) = 0.025 mm
- Frekuensi kerja (f_r) = 2.4 GHz



Gambar 3. Desain antenna hasil perhitungan

Persamaan dalam menghitung dimensi antenna patch segitiga pada Gambar 3, perhitungannya berdasarkan persamaan dibawah:

a. Tinggi segitiga

$$hn = 0.152 \frac{c}{f} \times \cos \frac{\alpha}{2} (\delta)n \quad (1)$$

b. Sisi Segitiga

$$a = \frac{h}{\cos 30} : 2 \quad (2)$$

Dimana :

- c = Kecepatan Cahaya (3×10^8) m/s
- hn = Ketinggian segitiga (mm)
- a = sudut
- δ = faktor kesamaan
- f = frekuensi ($2,4 \times 10^9$)
- n = angka band
- k = 0,152 untuk substrat fr – 4
- α = sisi segitiga
- h = tinggi segitiga

sehingga berdasarkan perhitungan menghasilkan dimensi antenna patch segitiga yang ditunjukkan pada Table 1.

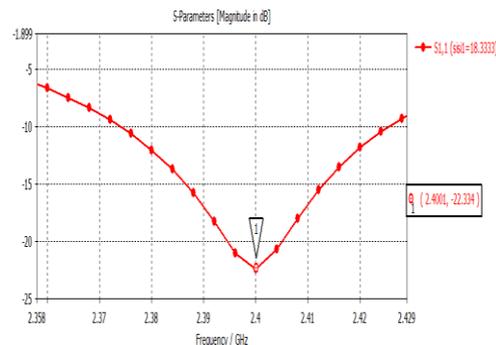
Tabel 1. Hasil perhitungan

Desain	Simbo	Panjang (mm)
Tinggi segitiga 1	h_1	58,52
Tinggi segitiga 2	h_2	29,26
Tinggi segitiga 3	h_3	14,63
Panjang Gelombang	Lt	14,64
Dimensi Saluran Microstrip Line	Wm	3,14
Panjang Sisi Segitiga	α	19

2.2 Simulasi Desain Antena

Dalam proses perancangan dan perhitungan antenna sebelumnya, telah ditentukan terlebih dahulu spesifikasi antenna yang akan dibuat dan disimulasikan. Pada penelitian ini akan dibuat antenna mikrostrip *fractal sierpinski gasket* yang bekerja pada frekuensi 2.4 GHz. Beberapa parameter antenna yang ingin dicapai dapat dipengaruhi oleh perancangan ukuran saluran pencatu, *patch*, dan *substrat*.

Berdasarkan implementasi antenna sebagai penerima *wifi* frekuensi kerja antenna ditentukan pada 2.4 GHz, maka dalam perancangan digunakanlah material PCB FR4 dengan ketebalan 1,6 mm untuk bahan *substrat* antenna. Setelah didapat ukuran *patch* dengan proses perhitungan dan simulasikan menggunakan *software CST Studio Suite Student Version*, tetapi hasil dari perhitungan dan simulasi tidak sesuai dengan yang diinginkan, maka dilakukan optimasi yang bertujuan agar antenna dapat bekerja lebih optimal sesuai dengan yang diinginkan. Hasil simulasi return loss antenna ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Simulasi ReturnLoss pada Antena

Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan pada parameter-parameter antenna yang meliputi VSWR, RL dan *bandwidth*, dapat dikatakan bahwa antenna sudah dapat bekerja pada frekuensi yang diinginkan setelah melalui proses optimasi. Perbandingan antara *fractal sierpinski gasket* hasil simulasi perhitungan dengan simulasi optimasi antenna mikrostrip *fractal sierpinski gasket* dapat dilihat pada table diatas. Hasil simulasi antenna mikrostrip bekerja pada frekuensi kerja 2,4 GHz menunjukkan bahwa antenna ini memenuhi kriteria minimal sebuah antenna *wifi*. Hasil

simulasi antenna mikrostrip *fractal sierpinski gasket* menunjukkan nilai RL sebesar -22,334 dB pada frekuensi 2,4 GHz. Nilai RL sudah memenuhi standar yaitu ≤ 10 dBm. Hasil VSWR antenna sebesar 1,1647 memenuhi nilai standar bahwa nilai $1 \leq VSWR \leq 2$, dan hasil *Bandwidth* antenna mikrostrip *fractal sierpinski gasket* adalah sebesar 0.021GHz.

Tabel 2. Hasil Simulasi

Parameter Antena	Hasil Perhitngan	Hasil Optimasi
VSWR	1,25	1,1647
Return Loss (dB)	-18	-22,334
Bandwidth (Ghz)	0,02	0,021
Frekuensi (Ghz)	2,3	2,4

2.3 Fabrikasi Antena

Setelah melakukan simulasi yang sudah di optimasi maka, selanjutnya antenna mikrostrip akan dilakukan fabrikasi (pembuatan antenna mikrostrip) dengan menggunakan FR4 sebagai bahan yang digunakan. Hasil fabrikasi ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Antena fabrikasi

2.4 Pengujian Antena

Untuk mengetahui karakteristik antenna mikrostrip *fractal sierpinski gasket* untuk frekuensi kerja 2,4 GHz yang telah dirancang dan dibuat, maka dilakukan pengukuran terhadap parameter-parameter antenna yang telah

ditentukan terhadap frekuensi kerjanya. Selanjutnya, dari pengukuran parameter-parameter antenna yang didapat akan dilakukan analisis. Pada antenna mikrostrip, perbedaan dalam millimeter akan sangat mempengaruhi hasil dari proses fabrikasi antenna. Pengukuran parameter-parameter tersebut dilakukan di Laboratorium Antena dan Propagasi Program Studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Kota Malang. Tujuan dari pengukuran ini adalah untuk mendapatkan data-data karakteristik antenna yang telah dirancang dan dibuat.



Gambar 6. Hasil pengukuran Return Loss

Hasil pengukuran antenna mikrostrip *fractal sierpinski gasket* untuk frekuensi kerja 2,4 GHz menunjukkan bahwa antenna ini memenuhi kriteria minimal sebuah antenna. Gambar 6 diatas menunjukkan nilai *return loss* sebesar -24.95 dB pada frekuensi 2,42 GHz. Nilai VSWR antenna yang ditunjukkan pada Gambar 7 adalah sebesar 1.12 memenuhi hasil standar yaitu $1 \leq VSWR \leq 2$. Nilai rata-rata *Bandwidth* antenna ini adalah sebesar 0.19 GHz.



Gambar 7. Hasil pengukuran VSWR

3. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan antenna, pembuatan antenna, dan pengujian antenna, serta analisa parameter-parameter antenna dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil simulasi menggunakan *Software CST Studio Suite Student Version*, parameter-parameter antenna mikrostrip sudah memenuhi standar yang ditentukan. Didapatkan beberapa data parameter-parameter antenna *MikrostripFractal Sierpinski Gasket* yang bekerja pada frekuensi 2.402 GHz diantaranya :
 VSWR : 1,122
 Return Loss: - 22,324 dB
 Bandwidth : 0,021 GHz
2. Hasil pengujian menggunakan *vektor analyzer*, parameter-parameter antenna mikrostrip sudah memenuhi standar yang ditentukan. Didapatkan beberapa data parameter-parameter antenna mikrostrip *MikrostripFractal Sierpinski Gasket* yang bekerja pada frekuensi 2.460 GHz diantaranya :
 VSWR : 1,122
 Return Loss: -24,95dB
 Bandwidth : 0.019 GHz
3. Ukuran dimensi *patch* sangat memengaruhi nilai frekuensi dan hasil parameter-parameter antenna. Semakin besar ukuran dimensi *patch* semakin kecil nilai frekuensi yang didapatkan dan V semakin kecil ukuran dimensi *patch* semakin besar nilai frekuensi yang didapatkan
4. karakteristik antenna hasil fabrikasi, dapat dinyatakan bahwa antenna ini bisa digunakan untuk aplikasi WLAN 802.11b, karena nilai frekuensi, RL dan VSWR yang sesuai dengan batas-batas yang diijinkan yaitu $2.412 \text{ GHz} < \text{frekuensi} < 2.484 \text{ GHz}$, $RL \leq -10 \text{ dB}$ dan $1 \leq VSWR \leq 2$.

PUSTAKA

- [1] Purbo W. Onno 2005. *Internet Wireless dan Hotspot*, Elex Media KomputindoGamedia, Jakarta.
- [2] Burla, Sambalpur, Odisha, 2017. ” Study of Sierpinski Fractal Antenna and Its Array with Different Patch Geometries for Short Wave Ka Band Wireless Applications”. Sciencedirect, India.

- [3] Balanis, Constantine A. 1982. *Antena Theory: Analysis and Design, 2nd Edition*. John Wiley and Sons, Inc.
- [4] Imam, Heroe, yoyo, 2017. “ Antena Mikrostrip *Fractal – Bowtie* 2-18 Ghz Untuk *Electronic Support Measure Mikrostrip Fractal-Bowtie Antenna 2-18 Ghz For Electronic Support Measure* ”. Universitas Telkom.
- [5] Surjati, I, “Antena Mikrostrip Konsep dan Aplikasinya”, ISBN:978-979-26-89520, Universitas Trisakti: Jakarta.2010.
- [6] Lagerqvist, Johan. 2002. *Design and Analysis of an Electrically Steerable Mikrostrip Antenna for Ground to Air Use*. Lulea University of Technology.
- [7] Mustofa, Ahmad, 2017. “Rancang Bangun Antena Mikrostrip *Rectangular-Circular* Frekuensi 650 MHz Sebagai Antena Penerima Televisi Menggunakan Teknik *LinearArray* ” Malang: Politeknik Kota Malang.
- [8] James,R,H&Hall,J,S., ”Handbook of Mikrostrip Antennas”, Peter Peregrinus Ltd: London(UK).1989.