

## PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA MONOPOLE FRAKTAL SIERPINSKI GASKET (3.3-3.4) GHZ UNTUK APLIKASI MOBILE WIMAX

Achmad Zunaidi<sup>1</sup>, Budi Prasetya<sup>2</sup>, Yuyu Wahyu<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

---

### Abstrak

Perkembangan teknologi komunikasi wireless di dunia sampai saat ini begitu pesat dan beragam. Hal ini tentunya memunculkan berbagai bentuk standar teknologi yang baru dan semakin canggih. Salah satu dari standar komunikasi wireless adalah WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access). Untuk mendukung teknologi tersebut, tidak akan lepas dari sebuah device yang bernama antena. Antena didefinisikan sebagai transformator gelombang terbimbing yang dilewatkan pada saluran transmisi menjadi gelombang ruang bebas maupun sebaliknya. Antena berfungsi sebagai penerima dan pelepas energi elektromagnetik yang sangat berperan dalam komunikasi wireless.

Antena monopole merupakan salah satu jenis antena yang memiliki satu lengan berupa logam dan ujung lengan lainnya di ground. Antena monopole yang dirancang disisipkan metode fractal yaitu Sierpinski gasket dimana fungsi dari bentuk fractal adalah peningkatan gain antena bentuk fraktal sierpinski gasket. Bentuk ini mempunyai struktur yang sangat kompak serta mudah dipabrikasikan dan diintegrasikan dengan rangkaian dibawahnya. Pada Tugas akhir ini akan dilakukan perancangan dan realisasi antena monopole dengan patch berbentuk fraktal sierpinski gasket yang bekerja pada range frekuensi (3.3-3.4) GHz. Dengan frekuensi ini maka dapat digunakan untuk mendukung teknologi mobile WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) dengan mensimulasikannya menggunakan software Ansoft HFSS 10.

Dari proses simulasi dan pengukuran didapatkan hasil VSWR 1.5, gain yang didapat 2 dB, pola radiasi omnidirectional, dan mendapatkan bandwidth yaitu sebesar 700 MHz. Maka Antena monopole fraktal sierpinski gasket dapat direalisasikan untuk aplikasi mobile WiMAX pada frekuensi 3.3 - 3.4 GHz.

Kata Kunci : Antena Monopole, Fraktal Sierpinski Gasket, mobile WiMAX

---

Telkom  
University

### Abstract

The development of wireless communication technology in the world today is so rapid and diverse. This of course led to various forms of new technology standards and increasingly sophisticated. One of the wireless communication standard is WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access). To support these technologies, will not escape from a device called an antenna. The antenna is defined as a transformer that is passed on guided wave transmission line into free space waves and vice versa. Serves as a receiver antenna and electromagnetic energy release is a very important role in wireless communications.

Monopole antenna is one type of antenna that has one arm in the form of metal and the other end of the arm on the ground. Designed monopole antenna inserted the Sierpinski gasket fractal method in which the functions of the form fractal antenna gain is increased Sierpinski gasket fractal shape. This form has a very compact structure and easy manufactured and integrated with the circuit below. At this final assignment designed and realization monopole antenna with fractal sierpinski gasket patch which can operation in range frequency (3.3-3.4) GHz. At this frequency, it can implementation for provide mobile WiMAX technology with ansoft HFSS as simulator software.

From the process simulation and measurement results obtained  $VSWR \leq 1.5$ , the gain obtained  $\geq 2$  dB, omnidirectional radiation pattern, and gain bandwidth of  $\geq 1\%$  (34 MHz) that is equal to 700 MHz. Therefore fractal Sierpinski gasket monopole antenna can be realized for mobile WiMAX applications at frequencies 3.3 - 3.4 GHz.

**Keywords :** Monopole Antenna, Fractal Sierpinski Gasket, mobile WiMAX

---

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Informasi adalah sesuatu yang sangat penting, namun belakangan ini pemerataan informasi sangat tergantung dari perkembangan teknologi telekomunikasi. Banyak cara atau usaha untuk mencapai tersampainya informasi tersebut dengan pengembangan di bidang telekomunikasi baik itu melalui media penghubung kabel (*wire*) ataupun tanpa kabel (*wireless*). Tetapi melihat dari aktivitas *user* yang berbeda-beda dan cenderung *mobile* dan tidak diam di satu tempat saja maka pengembangan teknologi tersebut cenderung ke arah komunikasi tanpa kabel (*wireless*) agar mampu melayani *user* untuk dapat bebas bergerak kemanapun. Sistem komunikasi inilah yang dikenal sebagai sistem komunikasi *mobile wireless*.

Dewasa ini perkembangan teknologi komunikasi *mobile wireless* semakin cepat dan beragam, sehingga banyak muncul standar teknologi yang baru dan semakin canggih. Teknologi tersebut salah satunya adalah WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*). WiMAX merupakan teknologi akses nirkabel pita lebar (*broadband wireless access* atau disingkat BWA) yang memiliki kecepatan akses yang tinggi dengan jangkauan yang luas. WiMAX Forum menetapkan 2 band frekuensi utama pada certification profile untuk Fixed WiMAX (band 3.5 GHz dan 5.8 GHz), sementara untuk *mobile* WiMAX ditetapkan 4 band frekuensi pada system profile release-1, yaitu band 2.3 GHz, 2.5 GHz, 3.3 GHz dan 3.5 GHz. Pada teknologi WiMAX, antena berperan penting dalam penerimaan dan pengiriman informasi, yaitu sebagai transformator gelombang elektromagnetik dari dan ke udara. Antena yang baik untuk diimplementasikan pada komunikasi *mobile wireless* seperti teknologi WiMAX ini adalah antena yang memiliki *design compact*, berukuran kecil, memiliki bandwidth lebar serta dapat memenuhi frekuensi operasi dari sistem komunikasi *mobile wireless* tersebut.

Jenis antena yang memiliki karakteristik yang sesuai dengan kebutuhan diatas salah satunya adalah antena *monopole*. Karena selain memiliki spesifikasi antenna yang dibutuhkan untuk WiMAX, antenna ini juga memiliki pola pancar

*omnidirectional*, sehingga sangat cocok diaplikasikan ke dalam *mobile WiMAX*. Namun antena *monopole* memiliki kelemahan pada bandwidth dan gain yang kecil. Oleh karena itu, pada Tugas Akhir ini dikembangkan antena jenis *monopole* dengan *patch* berbentuk fraktal *sierpinski gasket* yang dirancang dengan menggunakan 2 iterasi. Bentuk dasar segitiga juga memiliki keunikan tersendiri karena desain yang menarik dan mudah untuk direalisasikan, disamping itu belum ada penelitian yang mengembangkan antena *monopole patch* fraktal *sierpinski gasket* (bentuk segitiga) pada frekuensi kerja *mobile WiMAX* 3.3-3.4 GHz dengan menggunakan software *Ansoft HFSS 10* sebagai simulator. Setelah berhasil disimulasikan, akan dirancang *prototype*-nya agar dapat dilakukan pengukuran secara langsung sehingga dapat dibandingkan antara hasil simulasi dari bantuan software dengan hasil pengukuran di lapangan.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang dan merealisasikan antena *monopole* bentuk fraktal *sierpinski gasket* untuk komunikasi *mobile wireless WiMAX* 3.3 GHz.
2. Menguji hasil rancangan antena dengan simulasi *Ansoft HFSS 10* untuk melihat parameter-parameter antena yang dihasilkan, membandingkan dengan hasil pengukuran langsung, kemudian merealisasikannya.

## 1.3 Rumusan Masalah

Perumusan masalah dari Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagaimana merancang dan merealisasikan antena *monopole* bentuk fraktal *sierpinski gasket* pada range frekuensi 3.3-3.4 GHz pada nilai  $VSWR \leq 1,5$ .
2. Bagaimana spesifikasi yang tepat dari antena *monopole* bentuk fraktal *sierpinski gasket* agar dapat bekerja pada frekuensi 3.3-3.4 GHz yang mengacu pada salah satu standar frekuensi yang dipakai pada *mobile WiMAX*.
3. Bagaimana analisis hasil pengujian parameter-parameter antena *monopole* bentuk fraktal *sierpinski gasket* yang telah dibuat.
4. Bagaimana perbandingan antara analisis hasil pengukuran langsung dan pengujian menggunakan simulasi *software*.

#### 1.4 Batasan Masalah

Pada Tugas Akhir ini terdapat beberapa batasan masalah sebagai berikut :

1. Jenis antena yang dibuat adalah antenna patch *monopole* bentuk fraktal *sierpinski gasket*.
2. Antena *monopole* yang dimaksud merupakan susunan 3 elemen antena bentuk fraktal *sierpinski gasket* dengan melakukan 2 iterasi.
3. Analisa antena menggunakan prinsip *Finite Element Method* dan proses perhitungan metode tersebut dilakukan dengan bantuan *software* Ansoft HFSS 10.
4. Pencatuan ke antena dilakukan dengan menggunakan pencatuan tunggal langsung melalui saluran mikrostrip.
5. Bahan substrat yang dipakai adalah *epoxy FR-4*
6. Proses pabrikasi antena dilakukan dengan cara dengan *fotoetching*.
7. Tidak membahas teknologi *mobile WiMAX* lebih jauh.
8. Antena dirancang untuk dipasang pada sisi *user* dan dipasang secara vertikal.

#### 1.4 Metodologi Penelitian

Metodologi penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur  
Proses pembelajaran teori-teori yang digunakan dan pengumpulan literatur-literatur berupa buku referensi, artikel-artikel, serta jurnal-jurnal untuk mendukung dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Simulasi dan Perancangan  
Proses perancangan antena menggunakan *software* Ansoft HFSS 10 untuk memudahkan dalam proses perhitungan dan mendapatkan ukuran yang ideal untuk antena tersebut. Setelah disimulasikan kemudian antena dirancang dalam bentuk *hardware*.
3. Pabrikasi  
Proses pabrikasi dilakukan dengan *fotoetching* dan dilakukan oleh pihak lain yang berpengalaman, dengan ukuran yang telah diperoleh dari proses modifikasi.

#### 4. Pengukuran

Proses pengukuran dilakukan dua kali. pengukuran di dalam ruangan (*indoor*) untuk pengukuran pada Network Analyzer dan pengukuran di luar ruangan (*outdoor*) untuk pengukuran pola radiasi, gain, dan polarisasi.

#### 5. Analisis

Analisis dilakukan setelah proses perancangan, realisasi, dan pengukuran dilakukan. Analisis dilakukan untuk membandingkan hasil pengukuran dengan teori dan hasil simulasi. Setelah dibandingkan kemudian dianalisis untuk setiap penyimpangan yang terjadi, dan bagaimana cara mengatasi masalah tersebut.

### 1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada Tugas Akhir ini terdiri dari 5 bab yaitu :

#### 1. **Bab I. Pendahuluan**

Bab ini berisi uraian mengenai latar belakang pembuatan Tugas Akhir, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

#### 2. **Bab II. Dasar Teori**

Bab ini membahas tentang konsep dasar antena secara umum dilanjutkan dengan Antena *monopole* bentuk Fraktal *Sierpinski Gasket* yang berkaitan dengan hal tersebut.

#### 3. **Bab III. Perancangan dan Simulasi**

Bab ini dibahas tentang perancangan antena *monopole* bentuk fraktal *sierpinski gasket* yang dilihat dari pemodelan dan simulasi dengan menggunakan *software* Ansoft HFSS 10.

#### 4. **Bab IV. Pengukuran dan Analisa Hasil Pengukuran**

Bab ini berisi tentang pengukuran antena serta analisis berdasarkan perbandingan hasil yang didapat dari *prototype* yang dibuat dengan simulasi berdasarkan *software* dengan hasil pengukuran.

#### 5. **Bab V. Kesimpulan dan Saran**

Bab ini membahas kesimpulan-kesimpulan serta saran yang dapat ditarik dari keseluruhan Tugas Akhir ini dan kemungkinan pengembangan topik yang bersangkutan.

# 1 BAB V

## 2 KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan semua proses perancangan, modifikasi, dan implementasi antena *monopole* Fraktal *Sierpinski Gasket* dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Antena *monopole* dengan patch berbentuk fraktal *sierpinski gasket* memiliki bandwidth yang sangat lebar untuk direalisasikan dalam aplikasi *mobile* WiMAX (3.3 – 3.4 )GHz
2. Perancangan untuk mengetahui karakteristik antena serta pemodifikasian antena bisa digunakan simulator Ansoft HFSS 10.
3. Hasil simulasi, dan pengukuran ditabelkan sebagai berikut

Karakteristik Antena	Simulasi	Pengukuran
<b>VSWR f=3,35 MHz</b>	1,13	1,18
<b>Bandwidth</b>	700 MHz	700 MHz
<b>Pola radiasi</b>	Omnidireksional	Omnidireksional
<b>Impedansi (<math>\Omega</math>)</b>	56,92 – j0,2	55,820+ j12,33
<b>Gain (dBi)</b>	2.126 dBi	2.716 dBi

4. Bandwidth antena hasil simulasi dan hasil pengukuran tidak berbeda jauh, yaitu  $\geq 700$  MHz yang tercapai dengan  $VSWR \leq 1.5$ .
5. Bentuk Polaradiasi yang diperoleh adalah omnidireksional, walaupun ada terjadi sedikit perbedaan hasil simulasi dan pengukuran yang dikarenakan kondisi pengukuran yang kurang sempurna akibat adanya pantulan sinyal.
6. Ketepatan dan ketelitian fabrikasi antena sangat mempengaruhi karakteristik antena.
7. Proses pabrikasi yang kurang presisi dengan *fotoeching* memberikan pengaruh yang tidak terlalu signifikan terhadap performansi antena.
8. Gain pengukuran yang didapat lebih besar dibanding hasil simulasi yaitu 2.716 dB dikarenakan kondusifnya tempat pengukuran.

## 5.2 Saran

Dalam perancangan antena biasanya terdapat penyimpangan terhadap karakteristik yang diinginkan, sehingga untuk mendapatkan performansi antena yang cukup baik, maka ada beberapa hal yang bisa dijadikan saran sebagai perkembangan kedepannya, antara lain:

1. Meningkatkan kepresisian pencetakan antena
2. Nilai permitivitas substrat sebaiknya diperhatikan, karena nilai permitivitas substrat yang ada di pasaran biasanya berbeda dengan nilai permitivitas substrat di data sheet.
3. Untuk mendapatkan bandwidth yang lebih lebar dan efisiensi antena yang lebih baik, gunakan bahan substrat yang memiliki ketebalan yang lebih besar atau dapat menggunakan metode pencatutan *Electromagnetically Couple* (EMC)
4. Pengukuran dilakukan di suatu ruangan yang benar-benar memenuhi syarat pengukuran seperti *anechoic chamber*.
5. Penggunaan antena referensi yang sudah terstandarisasi dan diketahui nilai pembandingnya terhadap dBi atau dBd sehingga dalam hal pengukuran gain antena, tingkat validitas suatu pengukuran dapat lebih ditingkatkan.
6. Untuk meningkatkan hasil gain yang didapatkan bisa dilakukan dengan cara mencari tempat pengukuran yang bisa meminimalkan faktor-faktor yang bisa memperburuk hasil pengukuran atau dengan cara menambahkan susunan antena (*array*).

Telkom  
University

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dwiantara, I Made Sandika, 2009, *Perancangan dan Implementasi Antena Array Mikrostrip Bentuk Fraktal Sierpinski Gasket Pada Range Frekuensi (2,3-2,4) GHz*, Tugas Akhir, Institut Teknologi Telkom, Bandung.
- [2] Iskander, Magdy F, 1992, *Electromagnetic Field and Waves*, University of Utah, US.
- [3] James, J.R. dan Hall, P.S., 1989, *Introduction (to Microstrip Antenna)*, Handbook of Microstrip Antennas – IEE Electromagnetic Waves Series, Diedit oleh James, J.R. dan Hall, P.S., Peter Pelegrinus Ltd., London.
- [4] Ja'afar, Abd Shukur.,2005, *SSierpinski Gasket Patch and Monopole Fractal Antenna*, Universitas Teknologi Malaysia.
- [5] Kraus, Jhon D and Marhefka, Ronald J, 2003, *Antennas For All Application*, New York.
- [6] Kumar, Girish dan Ray, K.P., 2003, *Broadband Microstrip Antennas*, London: Artech House Boston.
- [7] Putra, Nyoman D, 2007, *Perancangan dan Realisasi Antena Planar T-Shaped Dimodifikasi untuk Frekuensi Operasi Multiband*, Tugas Akhir, Sekolah Tinggi Teknologi Telkom, Bandung.

Telkom  
University