

PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA FRAKTAL MINKOWSKI DUAL BAND PADA FREKUENSI 2450MHZ DAN 5800MHZ BERBASIS MIKROSTRIP

Rahma Seviana Pratami¹, Tengku Ahmad Riza², Yuyu Wahyu³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Antena adalah transformator atau struktur transmisi antara gelombang terbimbing (saluran transmisi) dengan gelombang ruang bebas atau sebaliknya. Bentuk antena bermacam-macam sesuai dengan desain, pola penyebaran dan frekuensi dan gain. Sedangkan IEEE 802.11 adalah satu set standar untuk menerapkan jaringan area lokal nirkabel (WLAN) komunikasi komputer di 2.4 GHz, 3.6 GHz dan 5 GHz band frekuensi. Untuk perangkat Wireless LAN, menggunakan frekuensi tengah 2.45 GHz dan 5.8 GHz sebagai standar jaringan Wi-Fi. Oleh karena itu, dalam tugas akhir kali ini akan dirancang dan direalisasikan antena dual band yang bekerja pada kedua frekuensi tersebut.

Jenis antena yang akan dibuat adalah antena fraktal yang menggunakan mikrostrip dengan metode Minkowski, serta pabrikan antena akan dilakukan melalui photoetching. Sebelum proses photoetching, perancangan antena akan dilakukan dengan proses penghitungan untuk memperoleh dimensi ideal dari antena tersebut, kemudian antena dirancang dalam bentuk hardware. Setelah itu dilakukan pengukuran antena yang meliputi pengukuran impedansi, pengukuran VSWR, pengukuran return loss, pengukuran lebar pita frekuensi, pengukuran pola radiasi, pengukuran polarisasi dan pengukuran gain, berikut analisis untuk membandingkan hasil pengukuran dengan spesifikasi awal.

Adapun hasil pengukuran dari karakteristik antena fraktal Minkowski ini adalah diperolehnya dua frekuensi kerja: 2.35GHz - 2.57GHz dan 5.67GHz - 6.66GHz. Dengan batas VSWR < 1.3, diperoleh bandwidth yang cukup lebar dari kedua frekuensi tersebut masing-masing 240MHz dan 990MHz. Gain yang dicapai sebesar 2.21 dBi dan 2.18 dBi, dengan pola radiasi bidireksional.

Kata Kunci : Antena, Mikrostrip, Fraktal, Minkowski, Dual Band

Abstract

Antenna is a transformer or transmission structure between guided wave (transmission line) to the free space wave or vice versa. Diverse forms of the antenna according to the design, deployment patterns, and the frequency and gain. While IEEE 802.11 is a set of standards for implementing wireless local area network (WLAN) computer communication in the 2.4 GHz, 3.6 GHz and 5 GHz frequency bands. For the Wireless LAN, using the center frequency of 2.45 GHz and 5.8 GHz as standard Wi-Fi networks. Therefore, in this final task will be designed and realized dual band antenna that works on both frequencies.

Antenna types to be made is that using microstrip fractal antenna with Minkowski method, and manufacturing of the antenna will be done through photoetching. Before the photoetching, antenna design will be done with the counting process to obtain the ideal dimension of the antenna, and the antenna is designed in the form of hardware. Once that was done, including measurement of antenna impedance measurement, measurement of VSWR, return loss measurement, bandwidth measurement, radiation pattern measurements, polarization measurements and measurements of gain, the following analysis to compare the measurement results with the earlier specification.

The results of measurements of Minkowski fractal antenna characteristics are obtained two working frequency: 2.35GHz - 2.57GHz and 5.67GHz - 6.66GHz. With VSWR <1.3, obtained a fairly wide bandwidth of both frequencies respectively 240MHz and 990MHz. Gain is achieved at 2.21 dBi and 2.18 dBi, the radiation pattern bidirectional.

Keywords : Antenna, Microstrip, Fractal, Minkowski, Dual Band

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini, perkembangan teknologi di Indonesia khususnya dalam bidang telekomunikasi semakin pesat. Hal tersebut juga tidak terlepas dari perangkat-perangkat pendukung yang mendukung terjalannya komunikasi yang baik dan lancar. Sekarang antenna adalah salah satu elemen penting yang harus ada pada sebuah teleskop radio, TV, radar, dan semua alat komunikasi lainnya yang menggunakan sinyal. Antena berfungsi sebagai transformator atau struktur transmisi antara gelombang terbimbing (saluran transmisi) dengan gelombang ruang bebas atau sebaliknya. Selain itu, dengan perkembangan telekomunikasi yang beragam, hal itu banyak memunculkan teknologi, misalnya teknologi *Wireless LAN*.

IEEE 802.11 merupakan satu set standar untuk menerapkan jaringan area lokal nirkabel (WLAN) komunikasi komputer di 2.4 GHz, 3.6 GHz dan 5 GHz *band* frekuensi. Untuk perangkat *Wireless LAN*, menggunakan frekuensi tengah 2,45 GHz dan 5,8 GHz sebagai standar jaringan Wi-Fi di Indonesia.

Antena fraktal Minkowski merupakan antena yang memiliki geometri fraktal sehingga dapat menghasilkan *return loss* yang lebih besar^[8]. Sedangkan antena cetak atau *printed antenna* merupakan jenis antena yang memiliki bentuk yang tipis, ringan, dan *simple* sehingga memiliki kualifikasi untuk diterapkan pada teknologi *wireless*. Pada umumnya antena cetak menggunakan substrat FR4 Epoxy dikarenakan harganya yang murah dan proses pembuatannya yang sederhana.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penulis akan merancang dan merealisasikan antena mikrostrip bentuk fraktal Minkowski dengan 2 iterasi, menggunakan bahan FR4 Epoxy. Antena ini akan bekerja pada frekuensi 2450 MHz dan 5800 MHz, dengan lebar masing-masing sebesar 245MHz dan 580MHz pada $SWR \leq 1.3$. Pencatuan pada antenna ini menggunakan teknik pencatuan *microstrip line*.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Melakukan simulasi perancangan antenna fraktal Minkowski *Dual Band* dengan frekuensi tengah 2450MHz dan 5800MHz, dengan lebar masing-masing sebesar 245MHz dan 580MHz.
2. Mampu membuat antenna sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan dan *prototype* yang telah dirancang.
3. Mengukur, menghitung dan menganalisis parameter yang akan diukur antara lain impedansi, *VSWR*, lebar pita frekuensi, pola radiasi, polarisasi dan *gain*.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana antenna fraktal Minkowski *Dual Band* dengan frekuensi tengah 2450MHz dan 5800MHz, dengan lebar masing-masing sebesar 245MHz dan 580MHz disimulasikan?
2. Bagaimana membuat antenna sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan dan *prototype* yang telah dirancang?
3. Bagaimana teknik pengujian atau pengukuran dan analisa unjuk kerja *prototype* tersebut?

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah :

- Frekuensi kerja : 2450 MHz dan 5800 MHz
- *VSWR* : ≤ 1.3
- *Return Loss* : ≤ -17 dB
- Pola Radiasi : Bidireksional
- Polarisasi : Linier
- Konektor : SMA *Female*
- *Gain* : ≥ 1.5 dBi
- Pengukuran spesifikasi antenna dengan:
 - Pengukuran Z_{in} , *VSWR*, *Return Loss* dan *bandwidth*
 - Pengukuran *gain*, pola radiasi dan polarisasi

Substrat yang digunakan pada pembuatan antenna ini adalah bahan FR4 Epoxy.

1.5 Metode Penelitian

Tugas akhir ini menggunakan metode sebagai berikut:

1. Studi literatur dan eksperimen.

Mempelajari teori - teori yang dibutuhkan dalam pengerjaan proyek akhir ini melalui berbagai referensi baik buku-buku maupun jurnal – jurnal yang terkait dan juga melakukan penelitian tentang antena yang akan dibuat.

2. Perancangan dan Realisasi

Merancang dan merealisasikan *prototype* antena sesuai dengan hasil perancangan dari spesifikasi yang telah ditentukan.

3. Pengukuran

Setelah perancangan dan realisasi dilakukan, langkah selanjutnya yang dilakukan adalah pengukuran parameter-parameter yang menentukan kualitas suatu antena yang telah dirancang dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Pengukuran parameter-parameter tersebut menggunakan alat *Network Analyzer*, *Spectrum Analyzer*, dan *Function Generator*.

4. Analisis

Analisis ini dilakukan untuk menganalisis hasil uji coba yang telah dilakukan, apakah telah sesuai dengan spesifikasi perancangan yang telah ditentukan atau belum.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bagian pendahuluan merupakan uraian dari latar belakang permasalahan, tujuan penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan landasan teori secara umum serta penjelasan mengenai antena mikrostrip bentuk fraktal Minkowski yang mendukung dalam penyusunan tugas akhir ini.

BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI

Bab ini akan membahas tentang proses perancangan antena bentuk fraktal Minkowski yang bekerja pada beberapa frekuensi sesuai dengan

pemodelan serta proses simulasi menggunakan *software* CST Studio Suite 2010.

BAB IV PENGUKURAN DAN ANALISIS

Bab ini berisi tentang analisis hasil simulasi, hasil pengukuran antena yang telah dibuat, serta analisis perbandingan hasil teori dengan hasil simulasi yang telah dirancang. Hasil analisis akan menjadi dasar dalam pembentukan kesimpulan dari tugas akhir ini.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan-kesimpulan yang didapat pada tugas akhir ini serta berisi saran yang nantinya akan berguna dalam penelitian tahap selanjutnya.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari seluruh proses perancangan, modifikasi, dan realisasi antena fraktal Minkowski ini adalah :

1. Antena fraktal Minkowski yang telah direalisasikan dapat bekerja pada frekuensi yang *multiband*, yaitu 2.35 – 2.57 GHz dan 5.67 -6.66 GHz dengan $VSWR \leq 1.3$.
2. *Bandwidth* untuk kedua frekuensi resonansi cukup lebar, yaitu 240MHz dan 990MHz, dianggap memenuhi spesifikasi awal, hal ini sesuai dengan keuntungan *modified ground plane* yang dapat menghasilkan *bandwidth* yang lebar dibandingkan dengan *full ground plane*, bahkan menghasilkan *gain* yang lebih besar.
3. Jumlah iterasi pada perancangan antena fraktal Minkowski ini mempengaruhi *return loss* untuk frekuensi-frekuensi yang lebih tinggi pada antena *multiband* ini. Semakin banyak jumlah iterasi, maka *return loss* yang dihasilkan lebih besar dan lebih stabil.
4. Panjang perimeter pada iterasi juga mempengaruhi *return loss* dan frekuensi resonansi yang dihasilkan. Untuk perimeter yang melibatkan iterasi pertama, yaitu L_{p1} dan L_{p2} , perubahan nilainya memberikan perubahan pada semua frekuensi. Namun, untuk perimeter yang hanya melibatkan iterasi kedua, yaitu L_{p3} dan L_{p4} , perubahan nilainya memberikan perubahan pada frekuensi-frekuensi yang lebih tinggi saja.
5. Nilai impedansi input input pada frekuensi 2.45 GHz dan 5.8GHz mendekati 50Ω , dengan nilai imajiner negatif yang artinya bersifat kapasitif.
6. Pola radiasi bidireksional, polarisasi linier, dan *gain* yang dihasilkan 2.21 dBi dan 2.18 dBi untuk masing-masing frekuensi, sesuai dengan spesifikasi awal.
7. Ketepatan dan ketelitian dalam proses pembuatan *prototype*, serta proses dan lingkungan pengukuran antena sangat mempengaruhi karakteristik antena yang menyebabkan perbedaan dari hasil simulasi.

5.2 Saran

Dalam perancangan antenna biasanya terdapat penyimpangan terhadap spesifikasi dari antenna yang diinginkan, sehingga untuk mendapatkan performansi yang lebih baik ada beberapa hal yang bisa dijadikan saran antara lain:

1. Ukuran dan karakteristik bahan antenna pada saat simulasi dan proses pembuatan *prototype*, harus memiliki ukuran dan nilai seakurat mungkin untuk menghindari adanya perbedaan hasil antara simulasi dan pengukuran.
2. Pengukuran sebaiknya dilakukan di suatu ruangan bebas pantulan seperti *anechoic chamber*.
3. Saran pengembangan dari tugas akhir ini antara lain:
 - Perlu dilakukan penelitian mengenai antenna fraktal Minkowski dengan jumlah iterasi yang lebih banyak untuk mengetahui pengaruhnya lebih mendalam.
 - Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai *modified ground plane*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alkanhal, R. S. Aziz, M. A. S., A. F. A. Sheta, "Multiband Fractal-Like Antennas," *Progress In Electromagnetics Research B*, Vol. 29, 339-354, 2011
- [2] Bajaj, Sarita, Ajay Kaushik, "Design And Performance Analysis of Minkowski Square Loop Fractal Antenna," *International Journal of Engineering Research and Applications*, Vol. 2, 229-233, 2012
- [3] Balanis, Constantine A., 1997, *Antenna Theory: Analysis and Design*, New York: John Wiley & Sons, Inc
- [4] Camps-Raga, B., N. E. Islam, "Optimized Simulation Algorithms For Fractal Generation and Analysis," *Progress In Electromagnetics Research M*, Vol. 11, 225-240, 2010
- [5] Das, Annapurna, Sisir K. Das, 2001, *Microwave Engineering*, New York: McGraw-Hill
- [6] Kombrink, Sabrina, 2011, *Fractal Curvature Measures and Minkowski Content for Limit Sets of Conformal Function Systems*, Bremen : Universitat Bremen
- [7] Kraus, John D., 1997, *Antennas*, New York: McGraw-Hill
- [8] Gianvittorio, J. P. and Y. Rahmat-Samii, "Fractal antennas: A novel antenna miniaturization technique, and applications," *IEEE Antennas Propagation Magazine*, Vol. 44, No. 1, 20-36, 2002.
- [9] M., Gopikrishna, 2010, *Investigation On The Radiation Characteristic of Planar Printed UWB Antennas With Modified Ground Planes*, Cochin: Cochin University of Science and Technology
- [10] Maci, S., G. Biffi, G. Gentili, "Dual-Frequency Patch Antennas," *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, Vol. 39, No. 6, 1997
- [11] Mahatthanajatuphat, C., S. Saleekaw, P. Akkaraekthalin, "A Rhombic Patch Monopole Antenna with Modified Minkowski Fractal Geometry For UMTS, WLAN, and Mobile WiMax Application," *Progress In Electromagnetics Research*, PIER 89, 57-74, 2009
- [12] Mandelbrot, B. B., 1982, *The Fractal Geometry of Nature*, New York: W. H. Freeman
- [13] Misra, P.N., "Planar Rectangular Microstrip Antenna for Dualband Operation," *IJCST*, Vol. 2, Issue 3, 2011

- [14] Misra, Priyanarayan, Amaresh Tripathy, "Triple Band Planar Antenna for Wireless Communication," *International Journal of Computer Applications*, Vol.48, No.23, 2012
- [15] Naji, D. K., J. S. Aziz, R. S. Fyath, "Design and Simulation of Miniaturized Minkowski Fractal Aperture-Coupled Antenna for 5.8 GHz RFID Applications," *Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences*, Vol. 3, No. 7, 2012
- [16] Pahwa, Kuldip, Sandeep Kumar, Pushkar Mishra, H.P. Sinha, "Modified Fractal Antenna for Wireless Communication," *International Journal of Electronics Engineering*, 371 – 375, 2010
- [17] Shafie, Siti Nuha, Adam, P.J Soh, "Design and Simulation of a Modified Minkowski Fractal Antenna for Tri-Band Application," *Fourth Asia International Conference on Mathematical/Analytical Modelling and Computer Simulation*, 2010
- [18] Singh, Kulbir, Vinit Grewal, Rajiv Saxena, "Fractal Antennas: A Novel Miniaturization Technique for Wireless Communications," *International Journal of Recent Trends in Engineering*, Vol 2, No. 5, 2009
- [19] Suganthi, S., K.S.Tharini, P.S.Sarankumar, S.Raghavan, D.Kumar, "Design and Simulation of Planar Minkowski Fractal Antennas," *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, 978-1-4577-0787-2/11, 2011
- [20] Zheng, Lai Xiao, Xu Xiang Ming, Lai Sheng Li, Zhang Xiang, "Analysis of the Patch Antenna Based On The Minkowski Fractal," *Intenational Conference on Microwave and Millimeter Wave Technology Proceedings*, 2004