

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi nirkabel telah mencapai masa dimana satu perangkat multifungsi diharapkan mampu beroperasi pada frekuensi operasi yang berbeda-beda. Hal ini berimbas pada meningkatnya kebutuhan jenis antena yang bersifat *multiband* atau *wideband*. Salah satu jenis antena yang memiliki karakteristik tersebut adalah antena fraktal^[7,8,9].

Sebagai contoh, *smartphone* saat ini dituntut untuk memiliki banyak dukungan teknologi sekaligus dengan tetap memfasilitasi teknologi lama yang sudah ada. Kemudian hadirnya teknologi yang diprediksi akan berkembang pesat di masa mendatang, yaitu teknologi *Ultra Wideband* (UWB) yang membutuhkan *bandwidth* minimal 500 MHz atau 20% dari frekuensi tengah^[1]. Untuk menjangkau semua frekuensi operasi tersebut dan tetap mempertimbangkan ruang yang terbatas, dibutuhkan satu antena yang bersifat *multiband* sekaligus presisi di frekuensi yang diinginkan, atau satu antena bersifat *wideband* yang mencakup seluruh frekuensi tersebut.

Bentuk fraktal konvensional didapat dengan menerapkan fungsi matematis yang berulang dengan mengikuti kaidah *self-similarity*, dimana bentuk geometri mulai dari iterasi pertama adalah sama dengan bentuk geometri dasarnya. Contoh dari fraktal konvensional yang dibentuk dengan mengikuti kaidah *self-similarity* adalah *sierpinski carpet*, *sierpinski gasket*, dan *minkowski island*.

Penerapan bentuk fraktal dalam bidang telekomunikasi memunculkan banyak penelitian mengenai performansinya sebagai bagian dari sistem transmisi, hal ini karena fraktal memiliki potensi jenis bentuk yang secara matematis tak berhingga. Permasalahan utama dalam penelitian bentuk fraktal di bidang ini adalah usaha yang dikerahkan untuk penelitian sangat besar apabila tidak disertai pengetahuan mengenai sifat-sifat dasar fraktal jika diterapkan sebagai bagian dari sistem transmisi^[12].

Beberapa penelitian sebelumnya menggunakan kombinasi dengan teknik fraktal *koch* dan *cantor set* dan ditujukan untuk mendapatkan keliling *patch* yang optimal pada aplikasi *ultra-wideband* di frekuensi 1-5GHz^[2], kombinasi *triangular koch* dan

minkowski untuk aplikasi *ultra-wideband*^[8], serta kombinasi *giuseppe peano* bersama *sierpinski* untuk miniaturisasi dan aplikasi *multiband*^[9].

Steven R. Best dalam buku “*Modern Antenna Handbook*” melakukan modifikasi antena fraktal *sierpinski gasket* dan menyimpulkan bahwa geometri segitiga pada *patch sierpinski gasket* bukanlah bentuk yang paling optimal dalam hal karakteristik *multiband* dan *bandwidth* impedansi. Penelitian tersebut menimbulkan pertanyaan mengenai aspek sebenarnya yang mempengaruhi sifat *multiband* dari antena fraktal.

Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mendalami pengaruh bentuk geometri pada sifat *multiband* dan *wideband* dengan cara mengubah bentuk geometri dasar dari fraktal dan mengamati parameter *return loss*.

Inti dari penelitian ini adalah keluar dari kaidah *self-similarity* dan melakukan rekayasa bentuk di setiap iterasi fraktal *sierpinski* dan *minkowski* sehingga didapatkan karakteristik antena yang berbeda dari fraktal pada umumnya. Perbedaan tersebut kemudian diamati dan dianalisis dengan fokus utamanya adalah parameter *return loss* dan *impedance bandwidth*. Penelitian-penelitian sebelumnya yang dijadikan sebagai acuan dalam penelitian ini menghasilkan nama baru dalam ranah antena fraktal, yaitu antena fraktal kombinasi atau antena fraktal hibrid, antena fraktal yang tidak mengikuti kaidah *self-similarity* tapi memiliki karakteristik yang lebih baik dibandingkan dengan fraktal murni seperti *sierpinski carpet*^[2,3,4].

Untuk memperjelas tujuan dari penelitian, perbedaan penelitian ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang menjadi rujukan adalah sebagai berikut:

1. Desain *patch* iterasi ke-0 atau disebut *initiator* pada analisis simulasi didesain pada frekuensi 2.4 GHz sementara penelitian-penelitian sebelumnya tidak memiliki dasar penentuan *initiator* yang jelas^[1,2,8,12].
2. Penelitian ini menggunakan 5 bentuk geometri (segi tiga, segi empat, segi lima, segi enam, dan lingkaran) yang menandakan perbedaan keliling dan luasan sehingga bisa ditarik kesimpulan berdasarkan parameter keliling dan luasan tersebut.
3. Penelitian sebelumnya memodifikasi *sierpinski gasket* dengan bentuk geometri iterasi pertama dan kedua yang sama^[1,12]. Penelitian ini memodifikasi *sierpinski carpet* dan *minkowski island* secara terpisah dan dengan bentuk geometri yang berbeda untuk iterasi pertama dan kedua.

4. Penelitian sebelumnya menggabungkan teknik fraktalisasi seperti *koch* dengan *cantor set*^[2], dan *koch* dengan *minkowski*^[8]. Pada penelitian ini tidak melakukan kombinasi teknik fraktalisasi, melainkan melakukan kombinasi bentuk geometri iterasi pertama dan kedua.

1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah dijelaskan diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Dapat mengumpulkan data parameter antenna fraktal kombinasi dengan menggunakan *software* simulasi CST Microwave Studio 2013.
2. Dapat menentukan pengaruh dari bentuk geometri yang berbeda di setiap iterasi antenna fraktal terhadap parameter antenna fraktal seperti *return loss*, dan *impedance bandwidth*.
3. Dapat menyimpulkan jenis antenna yang terbaik antara antenna fraktal konvensional dengan antenna fraktal kombinasi.
4. Dapat melakukan validasi dengan merealisasikan prototipe antenna fraktal beserta analisisnya.
5. Dapat melakukan pengukuran prototipe antenna fraktal.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan tujuan diatas, maka masalah yang ada dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mengumpulkan data parameter antenna fraktal kombinasi yang dibuat melalui *software* simulasi CST Microwave Studio 2013?
2. Bagaimana menentukan pengaruh dari bentuk geometri yang berbeda di setiap iterasi antenna fraktal terhadap parameter antenna fraktal seperti, *return loss*, dan *impedance bandwidth*?
3. Bagaimana cara menarik kesimpulan mengenai antenna fraktal yang memiliki karakteristik lebih baik?
4. Bagaimana melakukan validasi hasil simulasi dengan merealisasikan prototipe antenna fraktal yang disimulasikan beserta analisisnya?
5. Bagaimana cara melakukan pengukuran prototipe antenna fraktal?

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, dilakukan pembatasan masalah berikut:

1. Analisis dilakukan setelah iterasi kedua. Hal ini untuk memudahkan perbandingan dengan fraktal konvensional.
2. Fokus utama analisis adalah mengamati parameter *return loss* dan *impedance bandwidth* terhadap faktor bentuk geometri dan faktor penskalaan.
3. Ukuran *patch initiator* untuk pembanding didesain pada frekuensi operasi WiFi di 2.4 GHz. *Patch* fraktal yang disimulasikan dibatasi sebesar dimensi *patch initiator*.
4. Teknik iterasi fraktal yang digunakan terbatas pada *sierpinski carpet* dan *minkowski island*.
5. Jenis antena yang akan diteliti adalah antena fraktal kombinasi. Fraktal konvensional *sierpinski*, *minkowski*, dan *patch* biasa digunakan sebagai pembanding.
6. Antena fraktal kombinasi yang dibuat tidak dianalisis untuk antena susunan.
7. Iterasi yang dilakukan tidak lebih dari dua kali, karena kerumitan pabrikasi dan banyaknya kemungkinan simulasi.
8. Hanya menggunakan bentuk geometri euklidean segitiga, segi empat, segi lima, segi enam, dan lingkaran.
9. Pengamatan hanya dilakukan hingga frekuensi maksimal 10 GHz, mencakup UWB.
10. Aplikasi yang digunakan untuk simulasi adalah CST Microwave Studio 2013 yang berbasis FDTD.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Memahami pengaruh iterasi menggunakan geometri yang berbeda terhadap karakteristik *multiband* dan *wideband* pada antena fraktal.
2. Dengan mengetahui pengaruh iterasi menggunakan geometri yang berbeda, diharapkan dapat menjadi solusi untuk membuat antena fraktal yang baik tanpa perlu mencoba lagi geometri lain yang belum tentu baik untuk diterapkan.
3. Menjadi referensi yang melengkapi penelitian antena fraktal lainnya.

1.6 Metodologi Penelitian

Metodologi penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut,

1. Studi Literatur

Mengumpulkan, mempelajari, dan memahami teori-teori yang dibutuhkan dalam pembuatan tugas akhir ini dari buku-buku referensi, artikel, jurnal dan sumber lain yang terkait.

2. Perancangan dan Simulasi

Antena yang akan dirancang berdasarkan teori yang didapat dari studi literatur yang ada dengan *finite element method* untuk melakukan simulasi hasil perancangan menggunakan software bandu CST Microwave Studio 2013.

3. Pengumpulan Data Simulasi

Mengumpulkan data karakteristik setiap antena fraktal kombinasi hasil simulasi seperti gain dan *impedance bandwidth*.

4. Analisis Hasil Simulasi

Menganalisis data-data statistik dari parameter-parameter antena yang diujicobakan melalui simulasi, kemudian menyajikan data dalam bentuk grafik-grafik beserta penjelasannya.

5. Realisasi

Implementasi prototipe dari desain paling optimal untuk aplikasi UWB yang sudah jadi berdasarkan hasil simulasi CST Microwave Studio 2013.

6. Pengukuran

Melakukan uji coba dan pengukuran di LIPI, dan membandingkan hasil pengukuran dengan simulasi yang sudah dilakukan.

7. Analisis Hasil Pengukuran

Membuat intisari atau ringkasan dari hasil pengukuran langsung beserta analisis yang telah dilakukan dalam penelitian.

1.7 Sistematika Penulisan

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

1. Bab I Pendahuluan

Berisi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan pembahasan, metodologi penelitian masalah, dan sistematika penulisan.

2. Bab II Dasar Teori

Berisi tentang dasar-dasar teori yang diperlukan serta literatur-literatur yang mendukung dalam perancangan antena fraktal, seperti bentuk fraktal koch dipole, *minkowski*, dan *sierpinski*.

3. Bab III Perancangan dan Simulasi

Membahas tentang desain dan perancangan antena fraktal sampai simulasi.

4. Bab IV Analisis Hasil Simulasi, Realisasi, dan Pengukuran

Berisi tentang analisis data hasil simulasi, realisasi, dan pengukuran prototipe antena fraktal.

5. Bab V Kesimpulan dan Saran

Bab ini membahas tentang kesimpulan serta saran yang dapat ditarik dari pembuatan Tugas Akhir ini dan kemungkinan pengembangan dengan topik yang bersangkutan.