

UNJUK KERJA ANTENA MIKROSTRIP SEGI EMPAT MENGGUNAKAN KONSEP FRACTAL KOCH ITERASI SATU

Hendro Darmono¹²

Abstrak

Antena dengan ukuran kecil dan berkinerja tinggi merupakan tren pada perangkat komunikasi modern. Penggunaan fraktal Koch dapat memperkecil ukuran antena dengan kinerja yang perlu diuji. Antena ini dirancang pada frekuensi 2,442 GHz untuk aplikasi wifi. Untuk beresonansi pada frekuensi tersebut, antena rectangular mempunyai ukuran panjang dan lebar berturut-turut sebesar 29 mm dan 37,7 mm, sedangkan untuk antena fraktal koch iterasi satu memiliki panjang 24.9 mm dan lebar 32,4 mm. Hasil pengujian menunjukkan kedua antena memiliki kinerja yang hampir sama ditinjau dari gain, pola radiasi dan polarisasi antena.

Kata-kata kunci: fraktal *koch*, gain, pola radiasi, polarisasi.

Abstract

Modern communication devices generally use high performance small antennas. Fractals can be used to reduce the size of the antenna, and one of them named Koch. The aim of using Koch is to reduce the area of the patch of the microstrip antenna. For resonan frequency of 2,442 GHz, a rectangular microstrip antena has dimension of length and width of 29 mm and 37.7 mm respectively where as Koch has 24.9 mm and 32.4 mm. Measuring results indicated that the both antennas has identical performance in gain, radiation pattern, and polarization.

Keywords: *koch fractal, gain, radiation pattern, polarization.*

1. PENDAHULUAN

Salah satu struktur antena yang berkembang pesat adalah struktur mikrostrip karena antena ini mempunyai banyak kelebihan disamping kekurangan seperti bandwidth sempit, gain

¹²*Hendro Darmono. Dosen Program Studi Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang.*

rendah. Walau demikian antenna ini sering dijumpai pada perangkat komputer (laptop) yang dilengkapi dengan fasilitas wifi (wireless fidelity). Kecenderungan ukuran perangkat komputer ke ukuran kecil, menyebabkan ukuran antenna lebih kecil mutlak diperlukan agar tidak menghabiskan ruang yang tersedia pada perangkat tersebut dan struktur antenna pada perangkat tersebut umumnya struktur mikrostrip.

Antenna mikrostrip umumnya bekerja sebagai rangkaian resonansi setengah panjang, sehingga ukuran antenna menyesuaikan nilai frekuensi resonansinya dimana makin tinggi frekuensi resonansinya makin kecil ukuran antenna tersebut (Balanis, 1997:542). Selain struktur, geometri antenna juga berkembang dari bentuk sederhana sampai bentuk kompleks seperti bentuk fraktal. Tujuan memilih fraktal umumnya digunakan untuk memperoleh frekuensi resonansi lebih dari satu (Sierpinski Gasket) atau untuk tujuan pengurangan ukuran fisik pada antenna kawat atau untuk konduktor ukuran sempit (Koch).

2. KAJIAN PUSTAKA

Penelitian antenna dengan tujuan pengurangan ukuran antenna (miniaturization) telah banyak dipublikasikan dalam berbagai jurnal dan prosiding sebagaimana dilaporkan oleh Hazdra dan Mazanek (2005) yang menyatakan struktur antenna mikrostrip segiempat Koch dengan sudut potong yang tepat dapat mengurangi ukuran antenna. Penelitian lain yang dilakukan oleh Singh, Grewal dan Saxena (2009) menyimpulkan kenaikan ukuran antenna fraktal akan menghasilkan perbandingan penurunan luasan lebih tinggi serta struktur fraktal dapat diaplikasikan pada antenna ukuran kecil, ringan, dan sederhana. Hasil penelitian tersebut dipertegas oleh Darmono, Saptono, dan Hapsari (2012:118-123) yang menyatakan penggunaan konsep fraktal Koch pada sisi panjang antenna mikrostrip segiempat dapat menurunkan frekuensi resonansi dan sebagai konsekuensi dapat mengurangi ukuran antenna. Besarnya pergeseran frekuensi resonansi tidak linear dengan konsep panjang antenna fraktal Koch. Pengujian menunjukkan iterasi satu fraktal Koch lebih memberikan penurunan frekuensi resonansi yang signifikan dibanding iterasi dua atau tiga.

Fraktal adalah suatu kelas bentuk yang tidak mempunyai ukuran karakter. Masing-masing fraktal merupakan gabungan iterasi bertingkat dari suatu bentuk dasarnya. Berbagai bentuk fraktal yang dikenal diantaranya Hilbert dipole, Sierpinski carpet, Koch snowflake, Sierpinski Gasket, Koch Kurve, dan Fractal tree dipole. Salah satu bentuk fraktal yang sering digunakan dalam proses perancangan antena adalah kurva Koch. Konsep kurva Koch dibentuk dari proses iterasi dari sebuah garis lurus. Garis tersebut dibagi tiga bagian dan sepertiga bagian tengah di lepas.

Sepertiga bagian tengah yang dilepas diisi oleh dua bagian yang masing-masing panjangnya sama dengan sepertiga bagian sebelumnya. Proses ini diulang-ulang sehingga akan menghasilkan kurva Koch dengan panjang: (Baliarda, Romeu, and Cardama, 2000)

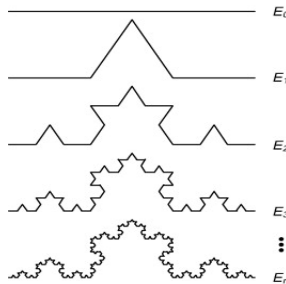
$$L_n = L_0(4/3)^n \quad (1)$$

dimana

L_0 adalah panjang mula-mula

L_n adalah panjang setelah iterasi n

Bentuk fraktal Koch yang dapat diterapkan dalam antena diperlihatkan pada Gambar 1, yang mana E_0 untuk iterasi nol, E_1 untuk iterasi satu, E_n untuk iterasi ke



Gambar 1. Bentuk fraktal Koch (Darmono, Saptono, Hapsari, 2012:120)

Berbagai bentuk fraktal yang dapat diaplikasikan dalam antena mikrostrip diperlihatkan dalam Gambar 2. Untuk antena mikrostrip segiempat, ukuran panjang dan lebar patch dapat dihitung dengan rumus (Balanis, 1997:728).

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_r \epsilon_{eff}} \quad (2)$$

$$L = L_{eff} - 2\Delta L \quad (3)$$

$$W = \frac{c}{2f_r \frac{(\epsilon_r + 1)}{2}} \quad (4)$$

dimana

ϵ_{reff} : permitivitas dielektrik relatif efektif

ϵ_r : permitivitas dielektrik relatif.

c : kecepatan cahaya di udara bebas (m/det)

W : lebar saluran mikrostrip (mm)

L_{eff} : panjang saluran mikrostrip efektif (mm)

L : panjang saluran mikrostrip (mm)

f_r : frekuensi resonan (Hz)

3. METODE

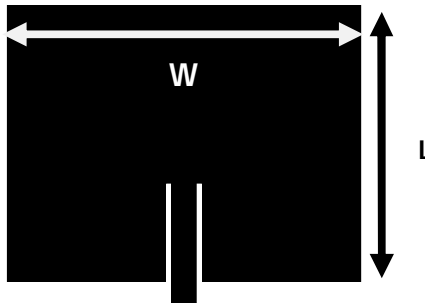
Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimen yaitu menguji kinerja antenna hasil perencanaan. Penelitian diawali dengan menentukan geometri yang sesuai berdasarkan hasil simulasi, memilih bahan antenna yang disesuaikan dengan hasil simulasi, menentukan antenna referensi yang sesuai, membuat antenna sesuai hasil pengujian perangkat lunak, dan menguji parameter antenna. Bahan antenna yang dipilih adalah printed circuit board (PCB) FR 4 dengan spesifikasi sebagai berikut ; (1) ketebalan PCB 1.6 mm, (2) ketebalan lapisan tembaga 0,010 mm, (3) ketebalan substrat 1,4 mm, (4) tetapan dielektrik 4,8, dan (5) loss tangen 0,0019. (Baliarda, Romeu, and Cardama. 2000) Bahan pendukung yang digunakan dalam proses pembentukan antenna adalah H2O2, HCl, dan perangkat lainnya. Pelaksanaan penelitian dilakukan di laboratorium Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Malang dengan peralatan pendukung untuk pengujian adalah sebagai berikut: *Spectrum Analyzer*, antenna mikrostrip rectangular, antenna rectangular dengan Fractal Koch, Directional Coupler, 2 kabel instrumen, 2 konektor BNC-BNC, Signal generator , Antenna dipole $\frac{1}{2} \lambda$, 2

Konektor BNC – N, 2 Tiang penyangga, 2 kabel AC. Pengujian antena meliputi pengujian return loss, polarisasi, dan gain antena.

Berdasarkan hasil simulasi dengan IE3D versi evaluasi (Darmono, Saptono, dan Hapsari, 2012:121), iterasi yang memberikan hasil signifikan terhadap penurunan frekuensi resonansi adalah iterasi satu sehingga antena fraktal Koch dengan iterasi satu yang akan dipilih dalam penelitian ini. Antena dirancang untuk bekerja pada batasan frekuensi 2400-2484 MHz dan frekuensi resonansinya di 2442 MHz yang merupakan frekuensi tengah. Bahan substrat yang digunakan epoxy glass dengan $\epsilon_r = 4,8$ dan ketebalan substrat 1,4 mm.

3.1 Antena Mikrostrip Rectangular

Dengan menggunakan rumus 2, 3, dan 4, dengan menggunakan nilai $c = 3.108$ m/det, $\epsilon_r = 4,8$, hasil perhitungan menghasilkan ukuran lebar elemen peradiasi antena W sebesar 37,7 mm dan panjang elemen peradiasi antena (L) sebesar 29 mm, lebar saluran transmisi (w) 2.58 mm, seperti diperlihatkan dalam Gambar 2.

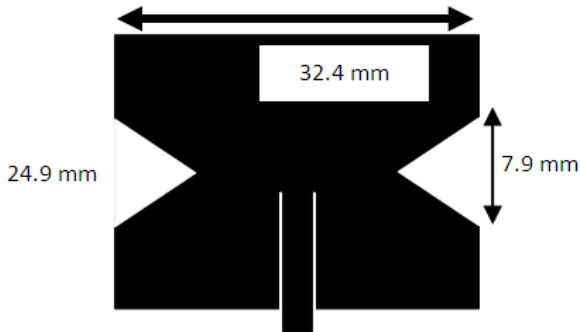


Gambar 2. Dimensi Antena Mikrostrip Rectangular

3.2 Antena Fraktal Koch

Fraktal Koch dengan iterasi satu diaplikasikan pada sisi panjang antena mikrostrip rectangular Gambar 2, dengan frekuensi resonansi yang sama dan menggunakan rumus 1, diperoleh ukuran panjang elemen peradiasi (L) 24.9 mm, dan menggunakan perbandingan antara lebar dan panjang pada Gambar 3, diperoleh lebar elemen peradiasi (W) 32,4 mm, sisi

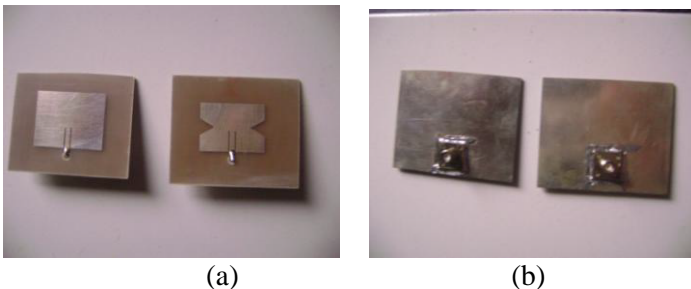
segitiga 7.9 mm, lebar saluran transmisi w sebesar 2.58 mm, seperti diperlihatkan dalam gambar 3.



Gambar 3. Antena Rectangular dengan Fraktal Koch

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pembuatan antena diperlihatkan dalam Gambar 4 yang mana konektor yang dipilih adalah SMA 50 ohm.



Gambar 4 Tampak Depan (a) Dan Belakang (b) Antena Mikrostrip Tanpa Dan Dengan Fraktal Koch

Pengujian Return Loss

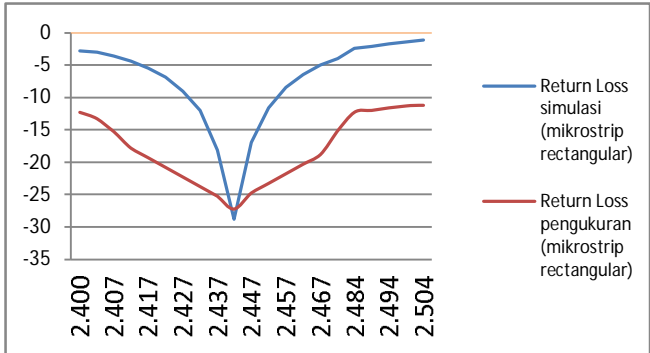
Pengujian Return Loss (RL) dilakukan di Laboratorium Antena Poli-teknik Negeri Malang menggunakan Spectrum Analyzer GW Instek GSP-827, Directional Coupler dan kabel koaksial. Antena dikatakan memenuhi standar jika memenuhi syarat RL maksimum -10 dB atau VWSR kurang dari dua. Setelah mendapatkan nilai RL selanjutnya dapat diketahui VSWR antena. Diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Pengujian *Return Loss*

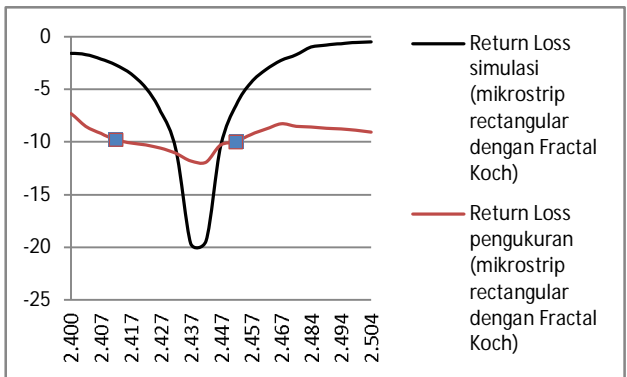
Pengujian	Mikrostrip Rectangular	Mikrostrip Fraktal Koch
Frek.resonansi (GHz)	2.442	2.442
<i>Return Loss</i> (dB)	-27.2	-15.6
<i>Bandwidth</i> (MHz)	80	40

Hasil pengujian RL menunjukkan bahwa kedua antena tersebut dapat difungsikan sebagai antena karena nilai RL lebih kecil dari -10 dB yaitu sebesar -27 dB yang mempunyai pengertian pada titik catu, antena ini pada frekuensi 2,442 GHz mampu menerima energi sebesar 99,8 % dari sumber energi yang berimpedansi 50 ohm dan memantulkan daya sebesar 0,2 %. Pada frekuensi tersebut impedansi antena dapat diang-gap resitif (karena beresonansi) dengan nilai sebesar 46 ohm. Nilai RL Walaupun nilai RL - 27 dB (jauh dibawah -10 dB), nilai tersebut belum menjamin bahwa antena tersebut dapat dikatakan antena yang baik karena ada parameter penting lainnya seperti gain, polarisasi, dan pola radiasi. Antena dikatakan baik jika mempunyai gain sesuai dengan keperluan, dan makin tinggi nilai gain makin besar pula kemampuan antena dalam meradiasikan dan menerima energi. Dengan perangkat spektrum analyzer, selain RL, bandwidth suatu antena dapat ditentukan sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 5.

Gambar 5 menunjukkan bandwidth (BW) antena rectangular yang mempunyai nilai 100 MHz atau 4,1 %. Hal ini sesuai dengan karakter antena mikrostrip konvensional yang mempunyai BW kurang dari 10% namun demikian antena ini telah mempunyai BW pada seluruh rentang frekuensi komunikasi wifi. Untuk antena Koch, kurva BW diperlihatkan dalam Gambar 6. Bila hasil pengujian RL antena fraktal dibandingkan dengan antena rectangular, antena rectangular lebih baik dalam hal BW maupun RL. Hal ini disebabkan nilai impedansi input antena fraktal masih jauh dari nilai 50 ohm dan nilai RL ini dapat diperbaiki dengan merancang ulang titik catu antena dengan mengurang atau menambah kedalaman saluran transmisi antena.



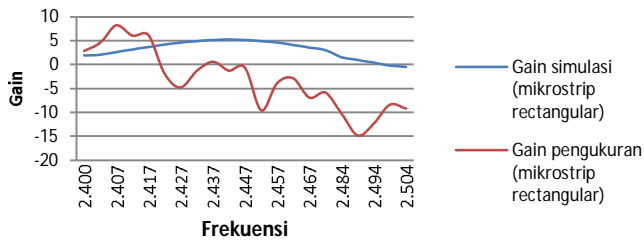
Gambar 5. Bandwidth Antena Rectangular



Gambar 6. Bandwidth antena rectangular dengan fraktal Koch

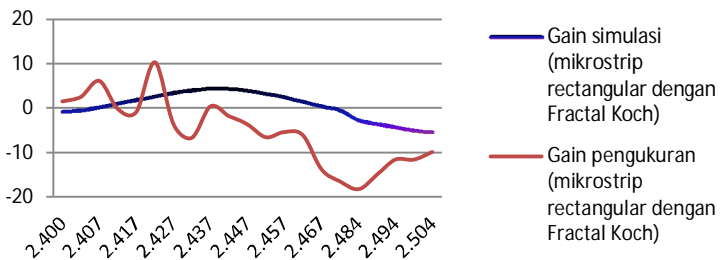
Pengujian Gain

Gain antenna diketahui dengan cara membandingkan level penerimaan antenna yang diuji atau AUT (Antena Under Test) dengan level penerimaan antenna referensi. Antena referensi yang dipilih adalah antenna dipole. Gain antenna menggambarkan seberapa jauh antenna dapat menerima atau memancarkan daya. Makin besar kemampuan menerima daya makin tinggi nilai gainnya.



Gambar 7. Gain (dBd) Antena Rectangular

Gambar 7 menunjukkan kurva gain antena rectangular sebagai fungsi frekuensi dimana antena mempunyai nilai gain positif dalam rentang frekuensi 2,4 GHz s.d 2,427 GHz dengan demikian antena ini belum memenuhi persyaratan bila digunakan untuk aplikasi wifi karena ada kecenderungan gain antena makin kecil dengan bertambahnya frekuensi. Ada beberapa alasan mengapa gain antena kecil, yaitu yang pertama rugi-rugi konduktor antena yang cukup signifikan, kedua adalah resistansi radiasi antena bernilai tidak sama dengan impedansi karakteristik saluran yang dalam hal ini diasumsikan sebesar 50 ohm, dan yang ketiga adalah distribusi arus pada permukaan patch tidak optimal. Salah satu cara untuk menaikkan nilai gain antena adalah dengan menambahkan beberapa antena yang disusun secara array.



Gambar 8. Gain (dB_d) antena fraktal *Koch*

Demikian pula untuk antena fraktal mempunyai gain yang cenderung mengecil dengan bertambahnya frekuensi sebagaimana diperlihatkan dalam Gambar 8. Bila gain kedua antena dibandingkan, tampilan antena rectangular lebih baik dibanding

antena fraktal karena rata-rata gain antenna rectangular – 3,14 dB sedangkan antenna fraktal -5,26 dB.

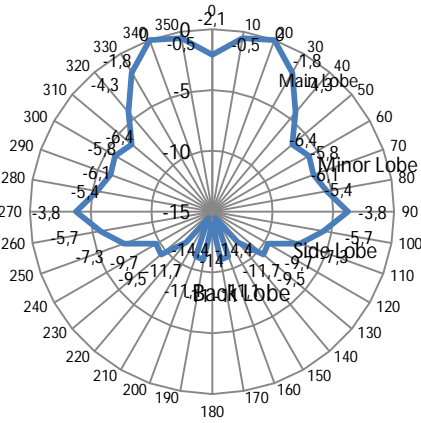
Pengujian Pola Radiasi

Pengujian pola radiasi dilakukan dengan cara memutar azimuth antenna penerima mulai dari 0° sampai 360° dengan jarak antenna pemancar dan penerima tetap yaitu 4,8 m. Antenna penerima terhubung dengan spectrum analyzer. Daya yang dikeluarkan oleh signal generator diatur sebesar 0 dBm atau 1 mW. Pada pengukuran ini antenna mikrostrip berfungsi sebagai antenna penerima. Hasil pengujian diperlihatkan dalam Gambar 9 untuk antenna rectangular dan Gambar 10 untuk antenna fraktal.

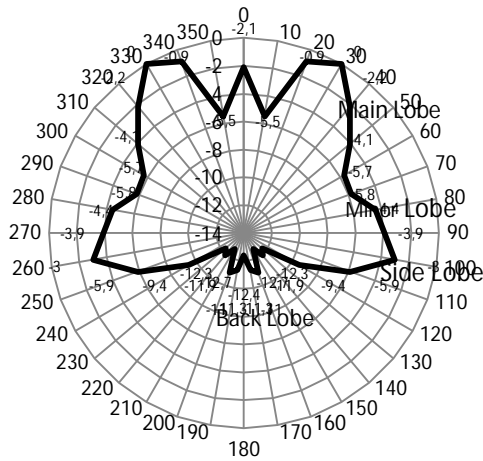
Antenna menerima daya maksimum pada sudut azimuth $\pm 30^\circ$, secara teori daya maksimum akan tercapai pada sudut 0°. Ada beberapa alasan yang dapat dikemukakan diantaranya adalah antara antenna pemancar dan penerima tidak membentuk sudut lurus, kemungkinan kedua adalah polarisasi antara kedua antenna tidak sama, dan yang ketiga adalah adanya pengaruh gelombang pantul dari lingkungan sekitar. Hal ini dibuktikan dengan munculnya back lobe artinya ada pancaran daya dari arah lain selain dari arah pemancar, daya yang diterima pada sudut 90° lebih besar dibanding dengan sudut 50°. Berdasarkan Gambar 9 dan 10, pola radiasi kedua antenna dikategorikan sebagai pola radiasi direksional yaitu merupakan salah satu bentuk antenna yang dapat menerima atau memancarkan gelombang elektromagnetik lebih efektif pada arah tertentu dibanding arah yang lain.

Pengukuran Polarisasi

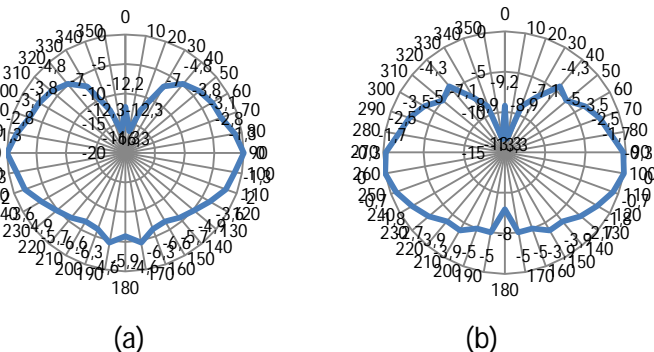
Pengukuran polarisasi dilakukan dengan cara memutar elevasi antenna penerima dari 0° sampai 360° dengan jarak antenna pemancar dan penerima tetap. Antenna penerima terhubung dengan spectrum analyzer. Pada pengukuran ini antenna mikrostrip rectangular dan antenna Fractal Koch berfungsi sebagai antenna penerima. Pada Gambar 11, diagram polar polarisasi antenna mikrostrip rectangular maupun dengan Fractal Koch terlihat bahwa antenna terpolarisasi ellip. Adanya gelombang pantulan yang terjadi menyebabkan antenna terpolarisasi ellip.



Gambar 9. Grafik Pola Radiasi Antena Mikrostrip Rectangular



Gambar 10. Pola Radiasi Antena Mikrostrip Fractal Koch



Gambar 11. Pengujian Polarisasi Antena (a) *Rectangular* dan (b) *Fraktal*

5. PENUTUP

Dari pengujian, dapat disimpulkan bahwa (1) untuk dapat beresonansi resonansi pada 2,442 GHz, antena rectangular mempunyai ukuran panjang dan lebar berturut-turut 29 mm dan 37,7 mm, sedangkan untuk antena fraktal panjang 24.9 mm dan lebar 32,4 mm. (2) kedua antena memiliki kesamaan dalam parameter gain, polarisasi dan polarisasi. (3) Kedua antena memiliki gain yang rendah sehingga belum dapat diaplikasikan pada sistem wifi.

Agar dapat menghasilkan gain yang tinggi maka disarankan menyusun antena dalam bentuk array, dan untuk antena fraktal perlu dilakukan perencanaan ulang khususnya di sisi satu saluran (feeder)

6. DAFTAR PUSTAKA

- Balanis, 1997. *Antenna Theory Analysis and Design*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Baliarda, Romeu, and Cardama. 2000 . “The Koch monopole: A small fractal antenna”. *IEEE Trans. Antennas and Propagation*. vol. 48, pp. 1773-1781
- Darmono, Saptono, Hapsari (2012), *Miniaturisasi Antena Mikrostrip Menggunakan Konsep Koch untuk Aplikasi*

Wireless Fidelity, Prociding Propoltek Desiminasi Hasil Penelitian ISSN 2089-2144

- Hazdra and Maz'anek, 2005. The Miniature Inverted Koch Square Microstrip Patch. Proceedings Of ISAP2005, Seoul, Korea
- Singh, Grewal, and Saxena. 2009. Fractal Antennas: A Novel Miniaturization Technique for Wireless Communications. Internatiol Journal of Recent Trends in Engineering, Vol 2, No. 5.