

**PERANCANGAN DAN ANALISIS KINERJA
ANTENA DIPOLE FRAKTAL KURVA KOCH TIPE PLANAR
PADA PITA FREKUENSI UHF TELEVISI**

Rian Aditia ^[1], Yuli Christyono ^[2], Imam Santoso ^[2]
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jalan Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, Indonesia

ABSTRACT

Nowadays, television antennas are very diverse both in type and shape. But there are no television broadcast receiving antennas which adopt the type of planar Koch curve fractal dipole antennas. The most of television antennas are still adopt the conventional form of antennas that have relatively large size. The using of Planar Koch curve fractal dipole antennas type on broadcast television reception, is expected to reduce the dimension size of the antenna, so there will be no longer needed a large antennas on our television.

In this final project, the planar Koch curve fractal dipole antennas is designed at a frequency of 600 MHz. The materials used as the antennas is two layers of epoxy PCB (FR4), with 1.5 mm thick material and the dielectric constant of 4.7. The first layer of substrate is used as a patch of the antenna, while the second layer is used as a balun, the balun is connected between the patch by a conductor through a hole in the substrate (via holes). The process begins with the antennas design based on existing theories. The next step is to design and simulate the performance of the antennas using the software. The software that used for simulation process is IE3D V12 and AWR Design Environment 2008. And for the last step is measurement of antennas performance based on the value the working frequency, the ratio of received power, VSWR, and radiation patterns. Measurements are also made directly to television sets and invoke other television antenna for comparison.

The test results show that the planar Koch curve fractal dipole antennas work at a frequency of about 645 to 665 MHz. VSWR test results that obtained for the antennas is between the value of 1.07 to 1.11, so that it can be said that antennas have good performance. Radiation pattern for the four antennas show that the antennas have omnidirectional radiation pattern shape. Test results on the terrestrial television also showed that the planar Koch curve fractal dipole antennas capable of capturing all the UHF terrestrial television broadcast channel with good audio and video quality.

Keyword : antenna, dipole, fractal, Koch curve, planar, television UHF band

I. PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Salah satu bagian yang banyak dikembangkan dalam dunia telekomunikasi adalah antena. Antena berfungsi sebagai pengubah gelombang terbimbing menjadi gelombang bebas, maupun sebaliknya. Pada dasarnya antena memiliki banyak jenis, dari bentuk yang sederhana sampai bentuk yang sangat kompleks, yang setiap jenisnya memiliki karakteristik masing-masing. Kegunaan antena telah banyak diterapkan untuk kepentingan telekomunikasi, antara lain untuk kepentingan penangkapan siaran televisi *terrestrial* UHF. Namun antena televisi *terrestrial* UHF konvensional yang beredar saat ini memiliki ukuran yang relatif besar, sehingga kurang cocok apabila diterapkan pada peralatan yang bersifat *portable*. Salah satu solusi dari permasalahan tersebut adalah dengan membentuk antena dengan suatu bentuk fraktal pada bidang planar sehingga meminimalisasi ukuran dari antena.

I.2 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah merancang, mensimulasikan, dan membuat antena dipole fraktal kurva Koch tipe planar yang dapat bekerja pada pita frekuensi UHF televisi.

I.3 Pembatasan Masalah

Agar permasalahan yang dibahas terfokus dan tidak melebar, maka Tugas Akhir ini mengambil batasan masalah sebagai berikut:

1. Antena hanya digunakan sebagai penerima sinyal televisi *terrestrial* UHF.
2. Antena dirancang untuk beroperasi pada frekuensi kerja 600 Mhz.
3. Antena yang dibuat hanya menggunakan tiga tingkat iterasi fraktal.
4. Bentuk fraktal yang digunakan adalah kurva Koch.
5. Tidak membahas secara mendalam tentang balun pada bagian saluran transmisi dari antena.

6. Pengukuran kinerja dari antena menggunakan nilai frekuensi kerja, perbandingan daya terima, *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR), dan pola radiasi.
7. Menggunakan perangkat lunak IE3D V12 dan *AWR Design Environment* 2008 pada proses simulasi sebagai acuan desain yang optimal dari antena yang dibuat.

II. DASAR TEORI

2.1 Konsep Dasar Antena

Menurut "The IEEE Standard Definitions of Terms for Antennas" (IEEE Std 145-1983), definisi antena adalah suatu bagian dari sistem telekomunikasi nirkabel yang digunakan untuk memancarkan atau menerima gelombang radio. Berdasarkan definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa antena dapat berfungsi sebagai penerima maupun pemancar yang merupakan medium perantara antara gelombang terpandu dengan gelombang bebas. Gelombang terpandu adalah gelombang dengan sedikit rugi-rugi dalam saluran transmisi, sedangkan gelombang ruang hampa adalah gelombang yang dipancarkan ke ruang bebas sehingga membentuk lapisan-lapisan. Gelombang terpandu yang mengalir sepanjang saluran transmisi, diradiasikan menjadi gelombang ruang hampa. Daerah transisi antara gelombang terpandu dan gelombang ruang hampa dapat disebut antena.

2.2 Antena Dipole

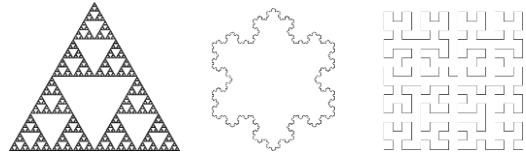
Karakteristik dari antena dipole antara lain adalah sebagai berikut :

1. *Omnidirectional*, yaitu memancarkan dan menerima gelombang secara merata pada sudut tertentu.
2. Perolehan yang rendah. Karena gelombang yang dipancarkan merata ke berbagai arah, menyebabkan daya yang dipancarkan terdistribusi sama besar, sehingga nilai daya tersebut tidak sebesar apabila gelombang dipancarkan pada arah tertentu saja.
3. Tidak memerlukan *ground plane*.
4. Bentuk yang sederhana, karena dapat dibuat hanya dengan dua buah kawat konduktor.

Pada umumnya, ujung dari kedua kawat yang menyusun antena dipole tidak tersambung (open circuit), hal ini menyebabkan arus yang mengalir pada dipole cenderung bersifat kapasitansi parasit. Kapasitansi parasit adalah kapasitansi yang terjadi akibat adanya beberapa bagian komponen elektronik yang saling berdekatan. Arus yang mengalir melalui kapasitansi parasit yang tidak terkontrol ini menyebabkan terjadinya radiasi.

2.3 Antena Fraktal

Bentuk fraktal adalah bentuk geometri yang dapat difragmentasi atau dibagi-bagi menjadi bagian yang lebih kecil, yang mana bila hasil dari proses pembagian tersebut diperbesar, akan memiliki bentuk yang mirip dengan bentuk aslinya, yakni bentuk sebelum dilakukan proses pembagian. Beberapa contoh bentuk fraktal dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Berbagai macam bentuk fraktal.

Antena fraktal adalah antena yang mengadopsi bentuk fraktal dengan maksud untuk mengoptimalkan struktur dan kinerja dari antena tersebut. Beberapa keuntungan pemakaian bentuk fraktal pada antena adalah sebagai berikut :

1. Meminiaturisasi bentuk dari antena.
2. Memiliki impedansi masukan yang baik.
3. Mengurangi *mutual coupling* pada antena susun larik.
4. Dapat memiliki sifat multiband.

Salah satu bentuk fraktal yang sering digunakan dalam proses perancangan antena adalah kurva Koch. Kurva Koch adalah bentuk lurus dari bentuk fraktal bunga salju Koch yang diaplikasikan pada desain antena dipole, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Kurva Koch sebagai antena dipole.

2.4 Antena Planar

Antena planar adalah suatu pengembangan dari antena konvensional, yang dicetak pada suatu bahan dielektrik. Antena planar secara umum terdiri dari 3 bagian utama yaitu: *groundplane*, *substrat* dan *patch*. *Patch* berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik, biasanya terbuat dari bahan konduktor seperti tembaga atau emas. *Groundplane* berfungsi sebagai reflektor, yang terbuat dari bahan aluminium, tembaga atau perak. Sedangkan *substrat*, yang merupakan bidang antara *patch* dan *groundplane*, memiliki peranan dalam proses pemancaran gelombang.

2.5 Siaran Televisi Terrestrial

Salah satu penerapan penggunaan antenna adalah pada penerimaan siaran televisi *terrestrial*. Televisi *terrestrial* adalah televisi yang pada pemancaran siarannya tidak menggunakan perangkat satelit maupun kabel. Sinyal dipancarkan langsung menggunakan propagasi LOS (*Line of Sight*). Oleh karena perbedaan topologi dan kontur tanah pada tiap-tiap negara, pada beberapa negara termasuk Indonesia, televisi *terrestrial* menggabungkan teknologi satelit dengan propagasi LOS pada sistem pemancaran siarannya. Siaran televisi terrestrial biasanya dipancarkan melalui dua daerah pita frekuensi yang berbeda, yaitu VHF (Very High Frequency) dan UHF (Ultra High Frequency). Di kota Semarang dan sekitarnya, siaran televisi *terrestrial*, baik stasiun televisi nasional maupun televisi lokal, menggunakan pita frekuensi UHF. Pembagian kanal frekuensi untuk siaran televisi *terrestrial* di kota Semarang dan sekitarnya dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Pembagian kanal televisi di Kota Semarang.

Stasiun Televisi	Kanal	Frekuensi (MHz)
TVRI Nasional	23	486 - 494
Antv (anteve)	25	502 - 510
Indosiar	27	518 - 526
Trans TV	29	534 - 542
MNC TV	31	550 - 558
RCTI	33	566 - 574
SCTV	35	582 - 590
Global TV	37	598 - 606
TV One	39	614 - 622
Trans 7	41	630 - 638
Metro TV	43	646 - 654
Pro TV	45	662 - 670
TV Borobudur	47	678 - 686
TV KU	49	694 - 702
Semarang TV	53	726 - 734

III. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ANTENA

3.1 Parameter Dasar Perancangan Antena

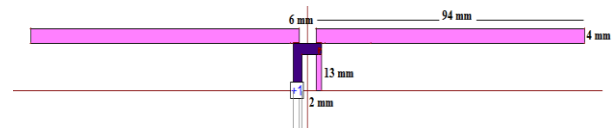
Antena yang akan dirancang dan direalisasikan pada tugas akhir ini adalah antena dengan frekuensi kerja 600 Mhz. Hal tersebut didasarkan pada frekuensi tengah dari siaran televisi terrestrial UHF di kota Semarang, yang

terletak pada kanal 23 UHF (TVRI) sampai dengan kanal 53 UHF (Semarang TV), seperti yang telah disajikan pada Tabel 2.1. Pemilihan frekuensi tengah tersebut dimaksudkan agar antena dapat menerima semua siaran saluran televisi dengan baik.

Bahan substrat yang digunakan pada tugas akhir ini adalah jenis FR4 dua lapis dengan kapasistansi bahan 3,05 pF, tebal 1,5 milimeter dan konstanta dielektrik sebesar 4,7. Lapisan pertama dari substrat akan digunakan sebagai *patch* dari antena dipole planar, sedangkan lapisan kedua digunakan sebagai balun. Balun yang digunakan adalah balun tipe mikrostrip dengan panjang balun disesuaikan dengan panjang saluran transmisi antena. Antena dan balun dihubungkan dengan konduktor melalui lubang pada substrat (*via hole*).

3.2 Antena Dipole Planar

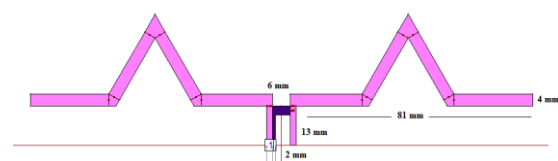
Antena dipole planar yang dirancang pada tugas akhir ini memiliki panjang lengan 94 milimeter, lebar lengan 4 milimeter, panjang saluran transmisi 13 milimeter, lebar saluran transmisi 2 milimeter, dan jarak antar lengan sebesar 6 milimeter. Dengan menggunakan perangkat lunak IE 3D V12 didapatkan rancangan desain antena dipole planar seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Desain antena dipole planar.

3.3 Antena Dipole Fraktal Kurva Koch Iterasi 1

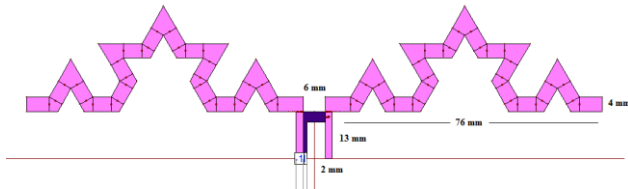
Panjang *initiator* antena dipole fraktal kurva Koch iterasi 1 ditentukan berdasarkan panjang lengan antena dipole planar yang telah dirancang pada bab 3.1 yaitu sebesar 94 milimeter, sehingga diharapkan antena akan bekerja pada frekuensi yang sama dengan antena dipole planar. Dengan menggunakan teknik pembentukan fraktal kurva Koch, dimensi panjang lengan antena berkurang menjadi 81 mm. Desain dari antena dipole fraktal kurva Koch iterasi pertama yang digunakan pada simulasi tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Desain antena dipole fraktal kurva Koch iterasi 1.

3.4 Antena Dipole Fraktal Kurva Koch Iterasi 2

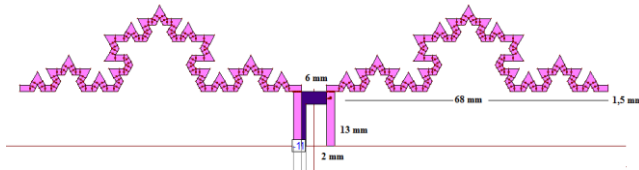
Antena dipole fraktal kurva Koch iterasi 2 dibentuk dengan menggunakan cara yang sama pada iterasi 1 sehingga dihasilkan pengurangan dimensi panjang lengan antena menjadi 76 mm. Desain dari antena dipole fraktal kurva Koch iterasi 2 yang digunakan pada tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Desain antena dipole fraktal kurva Koch iterasi 2.

3.5 Antena Dipole Fraktal Kurva Koch Iterasi 3

Antena dipole fraktal kurva Koch iterasi 3 dibentuk dengan menggunakan cara yang sama pada iterasi 1 dan 2 sehingga dihasilkan pengurangan dimensi panjang lengan antena menjadi 68 mm. Desain dari antena dipole fraktal kurva Koch iterasi 3 yang digunakan pada tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Desain antena dipole fraktal kurva Koch iterasi 3

IV. SIMULASI, PENGUKURAN, DAN ANALISIS

4.1 Simulasi Antena

Berdasarkan simulasi menggunakan perangkat lunak IE3D dapat diketahui nilai parameter kinerja antena dipole fraktal kurva Koch seperti yang tertera pada Tabel 4.1.

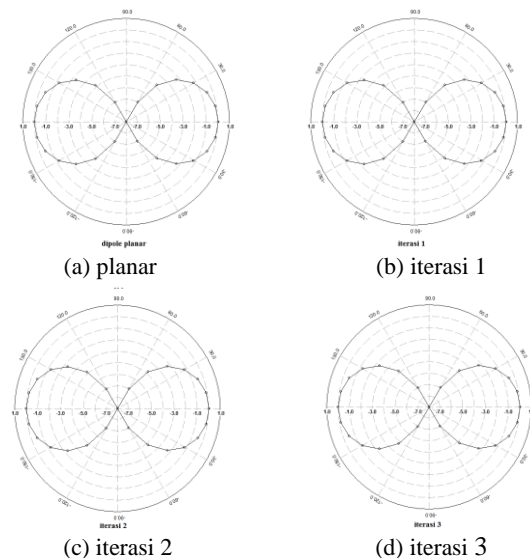
Tabel 4.1 Hasil simulasi antena.

Parameter	Planar	Iterasi 1	Iterasi 2	Iterasi 3
PL (mm)	94	81	76	68
FK (MHz)	601	600,4	599	600,3
RL (dB)	-40,095	-16,686	-14,066	-12,497
BW (%)	11,39	9,493	8,493	5,696
VSWR	1,02421	1,34721	1,49385	1,62203
Z (Ω)	50,2754 +j 0,726	39,745 + j 8,212	36,8915 +j 11,30	33,364 +j 10,89
G (dBi)	1,787	1,599	1,480	0,888

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan pada frekuensi kerja dari

keempat antena yang disimulasikan, akan tetapi perbedaan nilai frekuensi tersebut tidaklah signifikan, sehingga dapat dianggap keempat antena yang disimulasikan memiliki frekuensi kerja yang sama, yaitu sebesar 600 MHz. Hal tersebut menunjukkan bahwa pemberian tingkat iterasi fraktal dapat meminiaturisasi dimensi panjang lengan dari antena, antena tetap memiliki frekuensi yang sama meskipun panjang lengannya berkurang. Tabel 4.1 juga menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat iterasi fraktal yang diberikan maka semakin buruk kinerja dari antena, terlihat pada nilai *return loss* dan VSWR yang semakin besar, serta nilai lebar pita frekuensi dan perolehan yang semakin kecil.

Berdasarkan hasil simulasi juga dapat diketahui bentuk pola radiasi dari keempat antena dipole fraktal seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Hasil simulasi pola radiasi antena

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat diketahui bahwa bentuk pola radiasi dari keempat antena tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Antena tetap memancarkan gelombang secara *omnidirectional*, dengan daya terbesar dipancarkan ketika antena berada pada posisi $\phi = 0^\circ$ dan $\phi = 180^\circ$, dan daya terkecil dipancarkan ketika antena berada pada posisi $\phi = 90^\circ$ dan $\phi = 270^\circ$. Hal tersebut menandakan bahwa pemberian tingkat iterasi fraktal kurva Koch pada antena tidak mempengaruhi pola radiasi dari antena.

4.2 Pengukuran Antena

Pengukuran pada tugas akhir ini dilakukan di Laboratorium Jaringan Komunikasi Radio, Teknik Telekomunikasi, Politeknik Negeri Semarang. Peralatan yang digunakan pada pengukuran antena adalah generator sinyal

Hewlett Packard 8656b (0,1 sampai dengan 990 MHz), modulation analyzer Hewlett packard 8901a (0,15 sampai dengan 1300 MHz), dan SWR meter SX 100 Diamond Antenna. Selain antena dipole fraktal yang telah dibuat, proses pengukuran juga dilakukan terhadap antena pembandingan. Tujuannya adalah untuk menguji keabsahan hasil pengukuran dan mengetahui kehandalan kinerja antena dipole fraktal kurva Koch dibandingkan antena televisi pada umumnya. Antena pembandingan yang digunakan adalah antena spiral dan antena v-dipole.

4.2.1 Pengukuran Frekuensi Kerja Antena

Frekuensi kerja antena ditetapkan berdasarkan nilai frekuensi dimana antena yang diukur menerima daya secara maksimal. Berdasarkan pengukuran didapatkan nilai frekuensi kerja dari masing-masing antena yang ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil pengukuran frekuensi antena

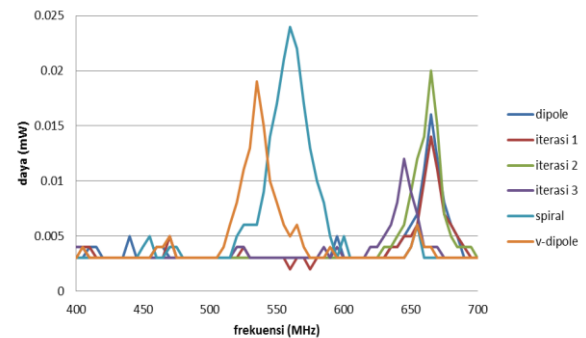
Antena	Frekuensi kerja (MHz)
Dipole planar	665
Iterasi 1	665
Iterasi 2	665
Iterasi 3	645
Spiral	560
V-dipole	535

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan nilai frekuensi kerja antara hasil simulasi dengan hasil pengukuran. Hasil pengukuran menunjukkan antena dipole planar, antena dipole fraktal kurva Koch iterasi 1 dan iterasi 2 memiliki selisih frekuensi kerja sebesar 65 MHz dibandingkan hasil simulasi, sedangkan antena dipole fraktal kurva Koch iterasi 3 memiliki selisih frekuensi sebesar 45 MHz. Adanya perbedaan nilai frekuensi kerja tersebut diakibatkan oleh kurang akuratnya ukuran antena yang dibuat dibandingkan dengan antena yang dirancang sehingga menyebabkan terjadinya pergeseran frekuensi kerja antena. Tabel 4.2 juga menunjukkan bahwa frekuensi kerja tidak mengalami perubahan yang signifikan seiring dengan penambahan iterasi fraktal yang diberikan.

4.2.2 Pengukuran Perbandingan Daya Terima

Pengukuran ini digunakan untuk mengetahui antena yang memiliki nilai daya terima tertinggi dan terendah, serta mengetahui hubungan pemberian iterasi bentuk fraktal kurva Koch terhadap kinerja penerimaan daya antena.

Perbandingan besarnya daya yang diterima oleh masing-masing antena, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Perbandingan daya terima antena

Berdasarkan Gambar 4.2, dapat dilihat bahwa antena spiral memiliki tingkat penerimaan daya paling tinggi yaitu sebesar 0,024 mW, sedangkan antena dipole fraktal kurva Koch iterasi 3 memiliki tingkat penerimaan daya paling rendah yaitu sebesar 0,012 mW. Gambar 4.2 juga menunjukkan bahwa pemberian iterasi bentuk fraktal kurva Koch pada antena akan menurunkan kualitas penerimaan sinyal dari antena. Hal tersebut sesuai dengan hasil simulasi yang telah dilakukan. Penurunan kualitas penerimaan sinyal tersebut diakibatkan oleh distribusi arus listrik pada permukaan antena yang tidak merata, yang disebabkan oleh adanya tekukan pada bentuk fraktal kurva Koch. Semakin banyak tekukan yang diberikan pada antena maka semakin tidak merata distribusi arus listrik yang mengalir pada permukaan antena.

4.2.3 Pengukuran VSWR Antena

Berdasarkan pengukuran didapatkan nilai VSWR dari masing-masing antena yang ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil pengukuran VSWR antena

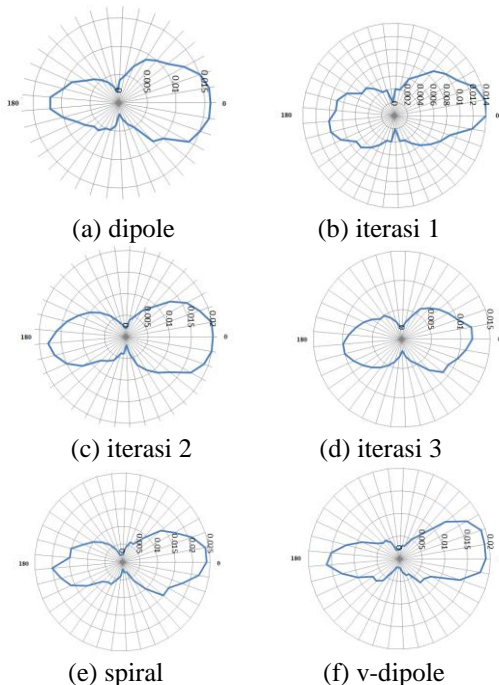
Antena	VSWR
Dipole Planar	1,06
Iterasi 1	1,07
Iterasi 2	1,07
Iterasi 3	1,11
Spiral	1,07
V-dipole	1,08

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa besarnya nilai VSWR mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya iterasi fraktal yang diberikan. Hal tersebut dikarenakan pemberian iterasi fraktal akan menghasilkan tekukan pada bentuk antena yang menyebabkan distribusi arus

menjadi tidak merata. Ketidakrataan distribusi arus tersebut mempengaruhi perambatan sinyal dari saluran transmisi menuju antenna dan menyebabkan terjadinya gelombang pantul. Semakin tidak rata distribusi arus pada antenna maka gelombang pantul yang terjadi akan semakin besar. Jadi dapat disimpulkan bahwa pemberian bentuk iterasi fraktal pada antenna akan mempengaruhi nilai VSWR dari antenna. Akan tetapi berdasarkan hasil pengukuran yang diperoleh terlihat bahwa semua antenna memiliki nilai VSWR di bawah 2, sehingga dapat dikatakan antenna yang dibuat sudah memenuhi standar nilai VSWR yang diizinkan dalam pembuatan antenna.

4.2.4 Pengukuran Pola Radiasi Antena

Perbandingan pola radiasi antenna antara hasil pengukuran dengan hasil simulasi dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Hasil pengukuran pola radiasi.

Berdasarkan Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa pola radiasi hasil pengukuran memiliki bentuk yang hampir sama dengan hasil simulasi, yakni berbentuk *omnidirectional*. Adanya sedikit perbedaan pada pola radiasi hasil pengukuran dikarenakan kondisi ruang pengukuran yang tidak ideal sehingga daya yang dipancarkan oleh antenna menjadi tidak optimal, karena dipengaruhi oleh benda-benda di sekitar lingkungan pengukuran. Pengukuran yang baik seharusnya dilakukan di ruangan tanpa gema (*anechoic chamber*). Hasil pengukuran dan simulasi menunjukkan bahwa semua antenna meradiasikan daya secara maksimal pada posisi 0^0 dan 180^0 .

4.2.5 Implementasi Antena pada Televisi UHF

Pengujian dilakukan pada tiga wilayah yang berbeda yang terletak di Kota Semarang. Wilayah I adalah daerah Indraprasta yang terletak di Kota Semarang bagian bawah, wilayah II adalah daerah Kampus Universitas Diponegoro Tembalang yang terletak di Kota Semarang bagian atas, dan wilayah III adalah daerah Tugu Suharto, Sampangan. Hasil pengujian kualitas penerimaan antenna terhadap siaran televisi UHF untuk frekuensi 602 MHz di wilayah 1 dapat dilihat pada *sample* pengujian yang tersaji pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Perbandingan pengujian kualitas penerimaan siaran televisi antar antenna.

Berdasarkan hasil pengujian dapat dilihat bahwa antenna dipole fraktal kurva Koch yang dibuat memiliki kualitas gambar dan suara yang sama baik dibandingkan dengan kualitas antenna televisi spiral dan antenna v-dipole. Untuk antenna dipole fraktal iterasi 3, terlihat bahwa kualitas penerimaannya lebih buruk jika dibandingkan dengan antenna dipole planar dan antenna dipole fraktal iterasi 1 dan iterasi 2, hal tersebut disebabkan oleh dimensi lebar antenna dipole fraktal iterasi 3 yang lebih kecil sehingga mempengaruhi kualitas penerimaan daya antenna, sesuai dengan teori bahwa lebar lengan antenna mempengaruhi lebar pita frekuensi antenna dipole.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Pemberian bentuk iterasi fraktal kurva Koch memberikan efek miniaturisasi pada panjang lengan antenna dipole sebesar 13 mm (13,83 %) untuk iterasi 1, 18 mm (19,15 %) untuk iterasi 2, dan 26 mm (27,66 %) untuk iterasi 3.
2. Dari hasil pengukuran didapatkan nilai frekuensi kerja antenna dipole planar sebesar 665 MHz, antenna kurva Koch iterasi 1 sebesar 665 MHz, antenna kurva Koch iterasi 2 sebesar 665 MHz, antenna kurva Koch iterasi 3 sebesar 645 MHz, antenna televisi spiral sebesar 560 MHz, dan antenna v-dipole sebesar 535 MHz.
3. Dari hasil pengukuran didapatkan nilai VSWR antenna dipole planar sebesar 1,06, antenna kurva Koch iterasi 1 sebesar 1,07, antenna kurva Koch iterasi 2 sebesar 1,07, antenna kurva Koch iterasi 3 sebesar 1,1, antenna televisi spiral sebesar 1,07, dan antenna v-dipole sebesar 1,08.
4. Pemberian tingkat iterasi fraktal kurva Koch pada antenna dipole tidak mempengaruhi pola radiasi dari antenna. Antenna akan tetap memiliki sifat pola radiasi antenna dipole, yaitu *omnidirectional*, di mana daya terbesar dipancarkan ketika antenna berada pada posisi $\phi = 0^0$ dan $\phi = 180^0$, dan daya terkecil dipancarkan ketika antenna berada pada posisi $\phi = 90^0$ dan $\phi = 270^0$.
5. Perbedaan nilai frekuensi kerja, VSWR, dan pola radiasi antara hasil simulasi dengan hasil pengukuran diakibatkan oleh kurang akuratnya ukuran antenna yang dibuat dibandingkan dengan antenna yang dirancang. Selain itu juga disebabkan oleh kondisi daerah pengukuran yang tidak ideal sehingga mempengaruhi penerimaan daya dari antenna yang diukur.
6. Antenna dipole fraktal kurva Koch memiliki kualitas penangkapan siaran televisi UHF sama baik dibandingkan dengan antenna televisi spiral dan antenna v-dipole, terbukti pada kualitas gambar dan suara siaran televisi yang dapat ditangkap secara jelas untuk semua kanal.

5.2 Saran

Beberapa saran yang bisa menjadi masukan untuk penelitian lebih lanjut antara lain :

1. Pada proses simulasi dapat menggunakan perangkat lunak yang lain seperti Feko, ADS

Momentum, HFSS, PCAAD, dan Antenna Magus.

2. Proses pengukuran sebaiknya dilakukan pada ruangan bebas gema (*anechoic chamber*) agar mendapatkan kondisi pengukuran yang ideal.
3. Menggunakan bentuk fraktal yang lain seperti kurva Hilbert dan karpet Sierpinski dengan tingkat iterasi yang lebih tinggi.
4. Menggunakan bahan substrat yang lebih tebal dan memiliki konstanta dielektrik yang lebih kecil untuk mendapatkan nilai perolehan dan lebar pita yang lebih besar.
5. Menggunakan konfigurasi antenna susun larik agar mendapatkan nilai perolehan yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Balanis, Constantine A., *Antenna Theory Analysis and Design (3rd Edition)*, John Wiley and Sons Incorporation, 2005.
- [2]. Dewi, Nanda Puspa, Analisis Pengaruh Modifikasi Ukuran Segmen Penghubung Antar Elemen Segitiga Utama pada Antena Fraktal Segitiga Sierpinski, Laporan Tugas Akhir Teknik Telekomunikasi ITB, Juni 2009.
- [3]. Garg, Ramesh, Bhartia, Prakash, Bahl, Inder, dan Ittipiboon, Apisak, *Microstrip Antenna Design Handbook*, Artech House Incorporation, 2001.
- [4]. IEEE Antennas and Propagation Society, IEEE Standard Definitions of Terms for Antennas, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., 1993.
- [5]. Irfan, Mohammad, *Planar Fractal Dipole Antenna for the UHF Band, Master Degree Thesis on Electrical Engineering of Universiti Teknologi Malaysia*, Mei 2007.
- [6]. James, J.R., dan Hall, P.S., *Handbook of Microstrip Antennas*, Peter Peregrinus Limited, 1989.
- [7]. Krauss, John D., *Antennas (3rd Edition)*, Tata Mc Graw Hill Publishing Company Limited, 1997.
- [8]. Paramayudha, Ken, Desain dan Realisasi Antena Segitiga Sierpinski yang Telah Dimodifikasi Untuk Aplikasi WLAN pada Frekuensi 2.4/5.8 GHz, Laporan Tugas Akhir Teknik Telekomunikasi ITB, Juni 2009.
- [9]. Zingg, Reto, *Printed Dipole Antenna*, University of Colorado at Boulder, 2000.

BIODATA



Rian Aditia, lahir di Kota Semarang pada tanggal 1 Januari 1988. Saat ini masih menyelesaikan studi Strata-1 di Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro Semarang dengan mengambil konsentrasi Elektronika dan Telekomunikasi.

Menyetujui dan Mengesahkan,

Pembimbing I

Pembimbing II

Yuli Christiyono, ST.,MT.
NIP. 196807111997021001

Imam Santoso, S.T.,M.T.
NIP. 197012031997021001

Tanggal: _____

Tanggal: _____