

## ANTENA MIKROSTRIP FRAKTAL KOCH UNTUK PENERIMA TELEVISI DIGITAL (478-694 MHz)

### KOCH FRACTAL MICROSTRIP ANTENNA FOR DIGITAL TELEVISION RECEIVER ( 478-694 MHz )

Sulma Agida Yusufandini<sup>1</sup>, Heroe Wijanto<sup>2</sup>, Yuyu Wahyu<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Bandung

<sup>3</sup>PPET-LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia)

1 [sulmaagida@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:sulmaagida@student.telkomuniversity.ac.id), <sup>2</sup> [heroe@telkomuniversity.ac.id](mailto:heroe@telkomuniversity.ac.id), <sup>3</sup> [yuyu@ppte.lipi.go.id](mailto:yuyu@ppte.lipi.go.id)

#### Abstrak

Sesuai dengan rekomendasi KOMINFO, penyiaran analog akan mengalami migrasi ke penyiaran digital pada tahun 2018. Untuk mendukung perubahan tersebut diperlukan antenna penerima handal yang dapat beroperasi pada UHF Band untuk televisi digital. Salah satu jenis antenna yang dapat memenuhi adalah antenna mikrostrip fraktal koch.

Pada tugas akhir ini dirancang antenna mikrostrip fraktal koch iterasi dua dengan teknik slot pada *groundplane* untuk televisi digital yang dapat bekerja sesuai dengan alokasi frekuensi televisi digital di Indonesia yaitu 478-694 MHz. Pencatutan yang dipakai adalah mikrostrip line dengan menggunakan bahan FR4-epoxy dengan konstanta dielektrik 4,3. Antena mikrostrip ini memiliki dimensi yang cukup kecil sehingga dapat diaplikasikan di *indoor*. Fraktal koch iterasi 2 dipilih karena frekuensi kerja yang dihasilkan sesuai untuk diaplikasikan pada televisi digital serta parameter yang lainnya seperti *vswr*, *bandwidth*, *return loss* yang cukup baik. Perancangan dan simulasi menggunakan *software* CST Studio Suite 2016.

Berdasar simulasi dan analisis yang telah dilakukan menunjukkan bahwa fraktal koch yang dimodifikasi menjadi slot *groundplane* dapat menghasilkan  $VSWR \leq 1,796$ , *gain* 3,29 dBi, *Return loss*  $\leq -10,909$  dB, *bandwidth* 265,5 MHz serta memiliki polarisasi ellips dan pola radiasi bidireksional.

**Kata Kunci:** televisi digital, fraktal koch, mikrostrip

#### Abstract

*As recommended KOMINFO, analog broadcasting will experience migration to digital broadcasting in 2018. To support such changes, a reliable receiver antenna that is applicable to UHF Band for digital television is required. One type of antenna that can meet these needs is a fractal koch microstrip antenna.*

*In this final project, fractal koch microstrip antennas iteration two are designed with slot technique on groundplane for digital television that can work in accordance with digital television frequency allocation in Indonesia that is 478-694 MHz. The unification used is microstrip line using FR4-epoxy material with dielectric constant 4,3. This microstrip antenna has a dimension that is small enough that it can be applied indoor. Fractal koch iteration 2 is chosen because the resulting working frequency is suitable to be applied to digital television as well as other parameters such as *vswr*, *bandwidth*, *return loss* is good enough. Design and simulation using CST Studio Suite 2016 software.*

*Based on simulation and analysis that has been done show that fractal koch modified to groundplane slot can produce  $VSWR \leq 1,796$ , *gain* 3,29 dBi, *Return loss*  $\leq -11,125$  dB, *bandwidth* 265,5 MHz and have polarization of ellips and radiation pattern bidireksional.*

**Keywords:** digital television, fractal koch, microstrip

#### 1. Pendahuluan

Televisi merupakan salah satu perangkat penerima sumber informasi yang digunakan oleh masyarakat. Berdasarkan Peraturan Menteri Kominfo No.32 Tahun 2013 tentang Penyelenggaraan Penyiaran Televisi Secara Digital dan Penyiaran Multipleksing Melalui Sistem Terestrial. Penyiaran televisi khususnya di Indonesia diharuskan melakukan migrasi dari televisi analog ke televisi digital.

Untuk mendukung perubahan TV analog ke TV digital di Indonesia, diperlukanlah perangkat transmisi pemancar dan penerima. Salah satu perangkat pemancar dan penerima ini adalah antenna. Antena merupakan perangkat perantara antara udara dan saluran transmisi. Salah satu antenna yang dapat digunakan untuk penerima TV digital ini adalah antenna fraktal.

Antena fraktal adalah satu jenis antena yang memiliki bentuk geometri berulang. Selain bentuk geometri, rancangan tersebut dapat juga berupa pola – pola yang selalu berulang, biasanya hal ini disebut ‘initiator’ or ‘generator’. Struktur matematika yang merupakan suatu bentuk fraktal diantaranya adalah Sierpiński gasket, Cantor comb, von Korch snowflake, the Mandelbrot set, the Lorentz attractor, dsb. Istilah Fraktal, yang secara bahasa berarti patah (broken) merupakan suatu geometri yang tersusun dari pengulangan-pengulangan dari struktur dasar geometri tersebut dengan berbagai skala.

Dari uraian diatas, kita menemukan bahwa dengan menggunakan antena yang memiliki geometri fraktal dapat memberikan frekuensi kerja beresonansi. Oleh karena itu dalam tugas akhir kali ini akan dibuat salah satu jenis antena *mikrostrip* dengan judul “**Antena Mikrostrip Fraktal Koch untuk Penerima Televisi Digital (478-694 MHz)**”. Untuk perancangan antena mikrostrip fraktal ini yang dilakukan adalah dengan perubahan dari yang telah dikembangkan oleh peneliti sebelumnya[1].

## 2. Teori

### 2.1 Televisi Digital

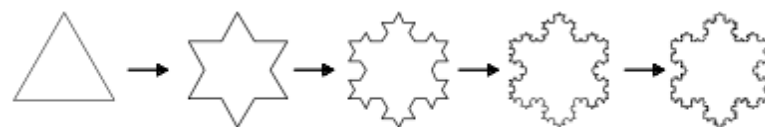
Penyiaran televisi digital adalah penyiaran yang menggunakan frekuensi radio VHF / UHF seperti halnya penyiaran analog, akan tetapi dengan format konten yang digital. Dalam penyiaran televisi analog, semakin jauh dari stasiun pemancar televisi signal akan makin melemah dan penerimaan gambar menjadi buruk dan berbayang. Di Indonesia sendiri menggunakan sistem penyiaran digital yang mengadopsi sistem penyiaran video digital standar Eropa (DVB-T) pada kanal UHF dan memiliki konsep *free to air* (gratis untuk mengudara).

Pengalokasian pita frekuensi TV digital menggunakan Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor 23/PER/M.KOMINFO/11/2011 tentang Rencana Induk (*Masterplan*) Frekuensi Radio Untuk Keperluan Televisi Siaran Digital Terrestrial Pada Pita Frekuensi Radio 478-694 MHz, maka frekuensi yang akan digunakan pada Televisi Digital yaitu mulai dari nomor kanal 22 hingga kanal 48[2].

### 2.2 Antena Fraktal Koch

Antena merupakan suatu perangkat yang menghubungkan antara gelombang terbimbing (saluran transmisi) dengan gelombang ruang bebas dan sebaliknya. Antena berfungsi sebagai pemancar dan atau penerima gelombang elektromagnetik dalam sistem komunikasi[3]. Salah satu jenis antena adalah antena mikrostrip. Antena mikrostrip adalah antena yang tersusun dari potongan konduktor metal. Antena mikrostrip terdiri dari *patch*, substrat dielektrik, dan *ground plane*. Posisi *patch* berada di atas substrat, sedangkan *ground plane* terletak pada bagian paling bawah.

Salah satu antena yang dapat meminimalisir dimensi antena adalah antena fraktal koch. Bentuk fraktal dapat difragmentasi atau dibagi bagi menjadi bagian yang lebih kecil. Setiap iterasi segitiga akan dibagi menjadi tiga bagian sampai iterasi  $-n$  atau tak hingga dengan ukuran yang sama panjang. Sehingga iterasi tak hingga disebut Koch snowflake



**Gambar 1** Proses iterasi *fractal koch*

Untuk memperoleh panjang iterasi- $n$  kurva Koch ini dapat dirumuskan menjadi[4]

$$L_n = L_0 \left(\frac{4}{3}\right)^n$$

Keterangan:

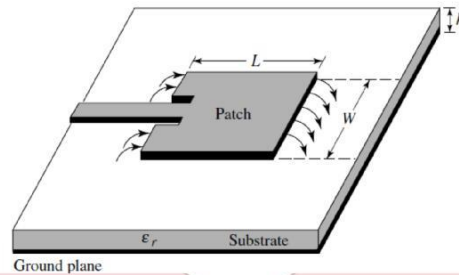
$L_0$  : panjang mula-mula

$L_n$  : panjang setelah iterasi  $n$

$n$  : iterasi ke  $-n$

### 2.2 Teknik Pencatuan *Microstrip Line*

Teknik pencatuan ini dilakukan dengan menghubungkan line pencatuan dan *patch* yang berbahan sama. Selain itu, pencatuan jenis ini memiliki kelebihan karena *patch* dan line tersebut dicetak pada substrat yang sama sehingga tidak merubah struktur antena yang planar serta penyepadanan impedansi lebih sederhana dibandingkan teknik pencatuan yang lain dengan menggunakan transformator  $\lambda/4$ [5]. Namun *microstrip line* memiliki kekurangan yaitu radiasi yang dihasilkan *feed line* akan menambah level *cross polarization*.



Gambar 2 Teknik pencatuan *microstrip line*

### 3. Perancangan

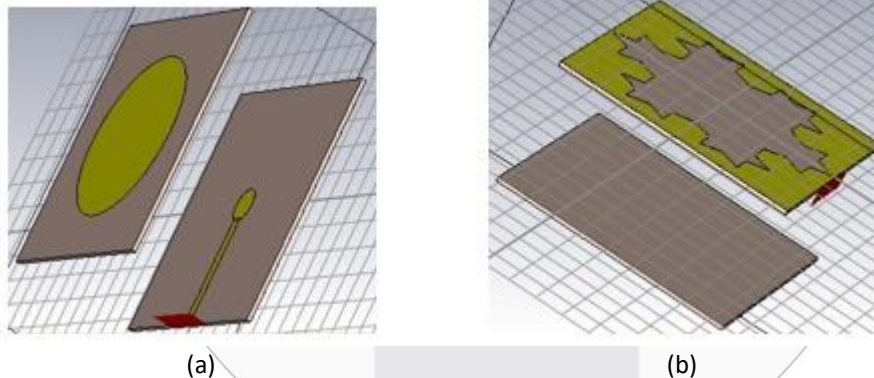
#### 3.1 Penentuan spesifikasi Antena

Perancangan antena *Fractal Koch* ini dimulai dengan penentuan spesifikasi yang diinginkan. Adapun spesifikasi pada perancangan antena ini adalah sebagai berikut:

- Frekuensi kerja : UHF (478-694MHz)
- Bandwidth* : 216 MHz
- Polarisasi : Linier
- Pola radiasi : Unidireksional
- VSWR :  $\leq 1,8$
- Gain* :  $\geq 4$  dBi
- Impedansi :  $75\Omega$

#### 3.2 Simulasi Perancangan Antena Fraktal Koch

Perancangan antena fraktal koch ini menggunakan teknik slot groundplane agar bandwidth yang dihasilkan lebar serta menggunakan antena parasitik sebagai *director* antena untuk meningkatkan gain antena



Gambar 3 Rancangan Antena patch lingkaran dan groundplane slot fraktal koch iterasi 2

(a) Tampak depan (b) Tampak belakang

Untuk memulai perancangan simulasi maka diperlukan antena patch initiator sebagai acuan dalam melakukan optimasi. Dimensi Fraktal Koch digunakan persamaan berikut:

- Menentukan panjang segitiga sama sisi  $L_0$

$$L_0 = \frac{\lambda}{4} = \frac{3 \times 10^8}{\frac{586 \times 10^6}{4}} = 0,127975 \text{ m} \approx 127,975 \text{ mm}$$

- Menentukan panjang sisi iterasi-0

$$L_n = L_0 \left(\frac{4}{3}\right)^n = 0,127975 \left(\frac{4}{3}\right)^0 = 0,127975 \text{ m} \approx 127,975 \text{ mm}$$

Untuk menentukan jari-jari lingkaran patch dapat ditentukan dengan rumus:

$$F = \frac{8.791 \times 10^9}{f_r \sqrt{\epsilon_r}}$$

$$r = \frac{F}{\sqrt{1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} \ln\left(\frac{\pi F}{2h}\right) + 1.7726}} = \frac{7.234}{\sqrt{1 + \frac{2 \times 3.2}{3.14 \times 4.3 \times 7.234} \ln\left(\frac{3.14 \times 7.234}{2 \times 3.2}\right) + 1.7726}} = 4.34 \text{ cm} = 43.4 \text{ mm}$$

Keterangan:

- r : jari-jari patch antenna (mm)
- $\epsilon_r$  : nilai permitivitas rata-rata
- h : tebal dielektrik (mm)

**Tabel 1** Hasil Gain dari Perubahan Jarak Antena

| Jarak Antena (mm) | Gain |
|-------------------|------|
| 20                | 2.99 |
| 40                | 3.28 |
| 60                | 3.45 |
| 80                | 3.56 |
| 100               | 3.59 |

**Tabel 2** Gain dari Perubahan Dimensi Antena Parasitik

| Dimensi Antena (mm) | Gain  |
|---------------------|-------|
| 20                  | 3.155 |
| 40                  | 3.465 |
| 60                  | 4.290 |
| 80                  | 4.842 |

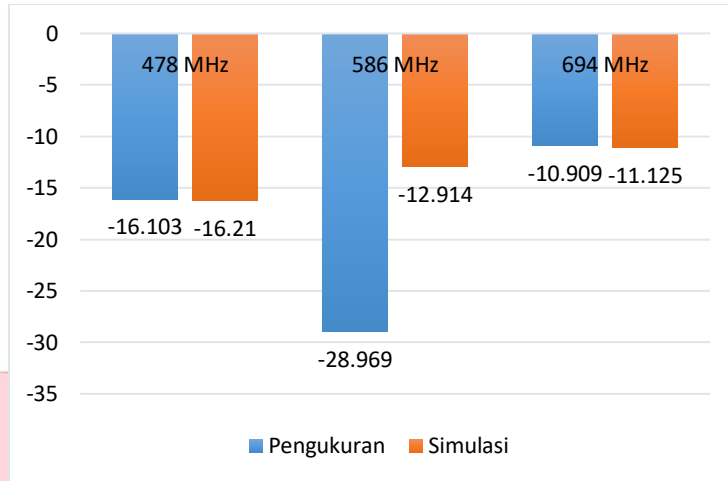
Dibawah ini adalah dimensi optimum dari perhitungan dan simulasi yang telah dilakukan

**Tabel 3** Dimensi Antena Optimum

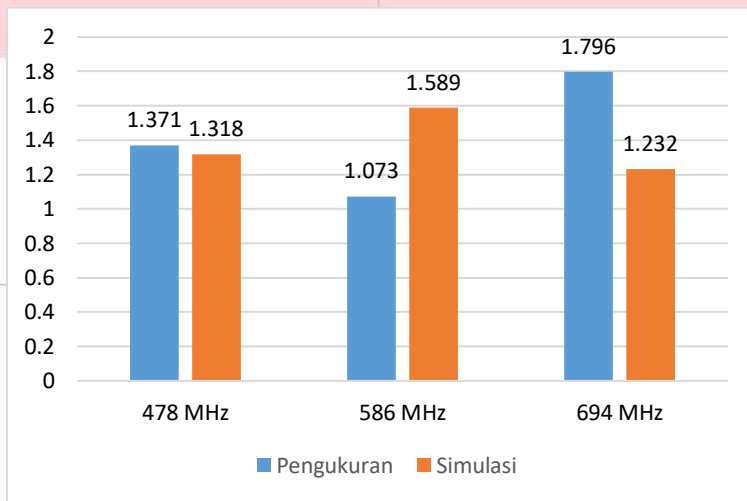
| Parameter | Nilai (mm) | Keterangan                 |
|-----------|------------|----------------------------|
| H         | 3.2        | Tebal substrat             |
| Lp        | 80         | Panjang feedline           |
| Wp        | 8          | Lebar feedline             |
| R         | 88         | Radius antenna             |
| T         | 0,035      | Tinggi konduktor           |
| Ls        | 180        | Panjang substrat           |
| Ws        | 180        | Lebar substrat             |
| Rl        | 12         | Radius lingkaran patch     |
| Rp        | 60         | Radius lingkaran parasitik |
| Jr        | 100        | Jarak antar antena         |

#### 4. Pengukuran dan Analisis

Bab ini membahas hasil pengukuran karakteristik dan dimensi fisik antena hasil fabrikasi. Setelah melakukan simulasi pada software CST Studio serta proses mencetak antena maka perlu dilakukan pengukuran antena. Pengukuran antena dilakukan untuk membandingkan performansi simulasi antena menggunakan *software* dengan antena realisasi hasil fabrikasi.



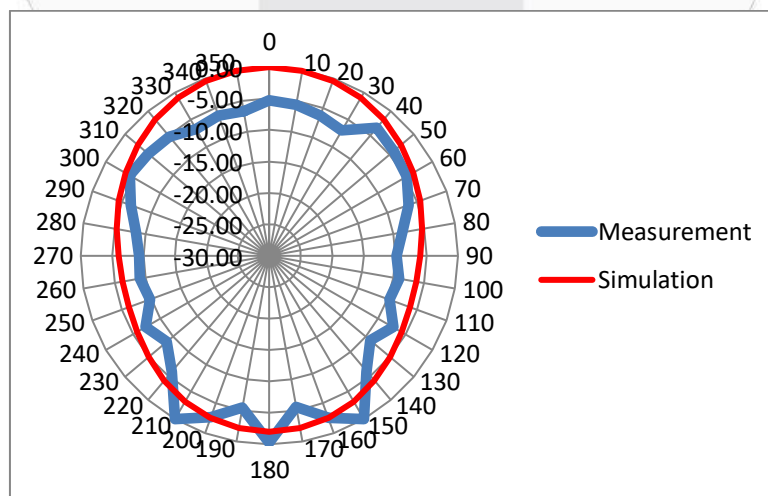
Gambar 4 Perbandingan Simulasi dan Pengukuran Return Loss



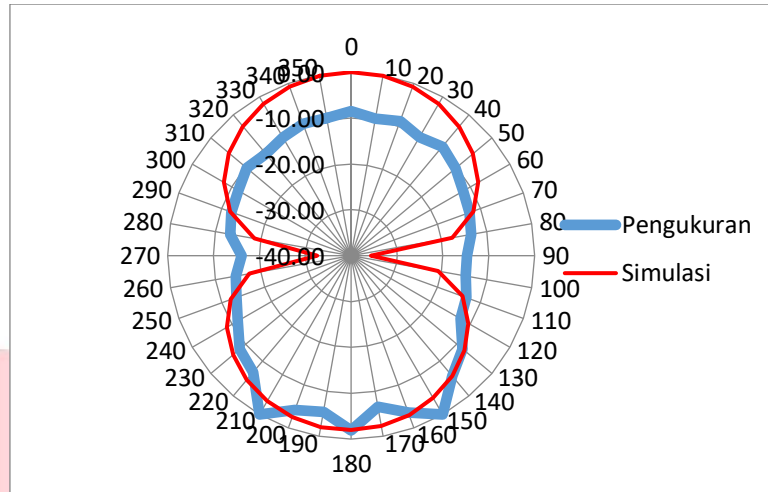
Gambar 5 Perbandingan Simulasi dan Pengukuran VSWR

Tabel 4 Perbandingan Simulasi dan Pengukuran Impedansi

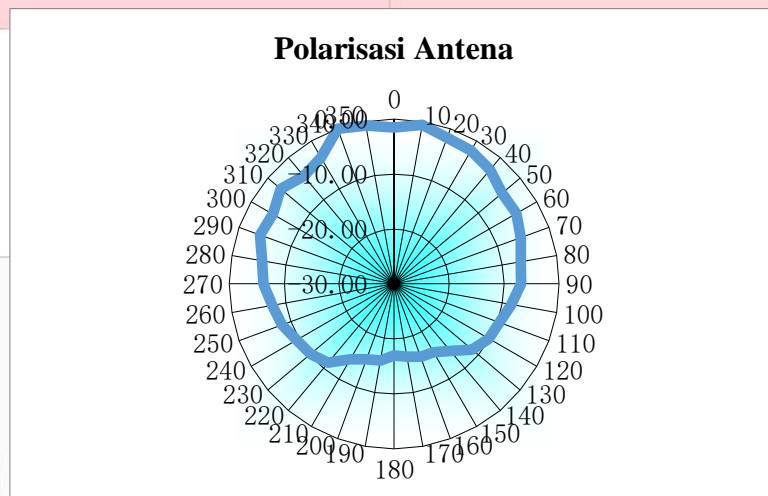
| Frekuensi | Pengukuran (ohm) | Simulasi (ohm) |
|-----------|------------------|----------------|
| 478 MHz   | 40,221           | 61,785         |
| 586 MHz   | 73,036           | 56,175         |
| 694 MHz   | 76,970           | 85,613         |



Gambar 6 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Simulasi Pola Radiasi Azimuth



**Gambar 7** Perbandingan Hasil Pengukuran dan Simulasi Pola Radiasi Elevasi



**Gambar 8** Hasil Pengukuran Polarisasi

Pengukuran gain menggunakan metoda 3 antena. Dimana antena referensi yang digunakan telah diketahui nilai gain 2,09 dB dan frekuensi kerja 586MHz. Pengukuran gain dilakukan dengan mengambil sample sebanyak 20kali.

$$G_t + G_r = 20 \log \left( \frac{4\pi R}{\lambda} \right) + 10 \log \left( \frac{P_r}{P_t} \right)$$

$$2,09 + G_r = 20 \log \left( \frac{4\pi \times 2}{3 \times 10^8} \right) + 10 \log \left( \frac{1,435 \times 10^{-3}}{1} \right)$$

$$G_r = 3,29 \text{ dBi}$$



**Tabel 5** Perbandingan Hasil Simulasi dan Pengukuran

| No. | Parameter       | Spesifikasi Kebutuhan | Hasil Simulasi    | Hasil Pengukuran  |
|-----|-----------------|-----------------------|-------------------|-------------------|
| 1   | Frekuensi kerja | 586 MHz               | 601,25 MHz        | 567,25 MHz        |
| 2   | VSWR            | $\leq 1,8$            | $\leq 1,589$      | $\leq 1,796$      |
| 3   | Gain            | $\geq 4$ dBi          | 4,29 dBi          | 3,29 dBi          |
| 4   | Bandwidth       | 216 MHz               | 272,38 MHz        | 265,5 MHz         |
| 5   | Pola Radiasi    | Omnidireksional       | Omnidireksional   | Bidireksional     |
| 6   | Polarisasi      | Linier                | Linier            | Ellips            |
| 7   | Axial Ratio     | $\geq 40$ dB          | 40 dB             | 7,079 dB          |
| 8   | Return loss     | $\leq -10$ dB         | $\leq -11,125$ dB | $\leq -10,909$ dB |

## 5. Kesimpulan

1. Dari hasil simulasi, parameter yang telah sesuai dengan spesifikasi yaitu *bandwidth* sebesar 272,38 MHz, polarisasi linier, *gain* 4,29 dBi, VSWR  $\leq 1,589$ .
2. Antena yang dirancang menggunakan *software* dan difabrikasi dapat bekerja sesuai dengan frekuensi yang diinginkan yaitu pada frekuensi 478-694 MHz dengan nilai VSWR  $\leq 1,796$ , memiliki *bandwidth* 265,5 MHz, dan *gain* 3,29 dBi, *return loss*  $\leq -10,909$  dB.
3. Pola radiasi spesifikasi awal adalah unidireksional sedangkan saat simulasi omnidireksional karena karakteristik bentuk *patch* yang digunakan, tetapi setelah realisasi menjadi bidireksional.
4. Polarisasi spesifikasi awal adalah polarisasi linier, namun setelah fabrikasi menjadi polarisasi elips karena pengukuran yang kurang ideal.
5. Teknik slot pada *groundplane* dan penambahan antena parasitik mempengaruhi nilai *gain* yang semakin meningkat serta nilai *return loss* dan VSWR yang semakin mengecil.

## 6. Daftar Pustaka

- [1] S. Ukhty, "Perancangan dan Realisasi Antena Fraktal Koch dengan Catuan EMC pada UHF untuk Aplikasi Televisi Digital Terrestrial," *Elektron. dan Telekomun.*, vol. 15, pp. 1–5, 2015.
- [2] S. Denny, *Alokasi Frekuensi Kebijakan dan Perencanaan Spektrum Indonesia*. Jakarta: Direktorat Jendral Pos dan Telekomunikasi, 2010.
- [3] J. D. Kraus, *ANTENNAS*, 2nd ed. India: Tata McGraw-Hill, 1997.
- [4] N. POPRŽEN and M. GAČANOVIĆ, "FRACTAL ANTENNAS: DESIGN, CHARACTERISTICS AND APPLICATION."
- [5] C. A. Balanis, *ANTENNA THEORY ANALYSIS AND DESIGN*, 3rd ed. Canada: Wiley Interscience, 2005.