

Analisis Perancangan Antena Yagi Menggunakan Teknik Fraktal Frekuensi UHF

Yagi Antenna Design Analysis Using UHF Frequency Fractal Technique

Bryan Wakita

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Panca Budi Medan, Indonesia

*bryanwaskita@gmail.com

Article History:

Received: 29 April 2022

Revised: 22 Mei 2022

Accepted: 30 Juni 2022

Keywords: *antenna Yagu Uda, Fraktal Kurva Koch, UHF.*

Abstract: *The first thing to consider in designing an antenna is the frequency used. Frequency affects the size of the antenna. The smaller the antenna, the larger the antenna size dimension, and vice versa. The frequency used in this study is the UHF frequency (600 MHz). The antenna that is designed is a yagi antenna type which is based on this frequency, the size of the antenna is fairly large. To be able to reduce the physical size of the antenna by maintaining or improving the performance of the antenna, one of the techniques that can be applied is the Koch Curve fractal technique. From the antenna simulation results, the characteristics of the antenna are obtained, namely gain of 12.9 dBi, VSWR of 1.4, and unidirectional radiation pattern. After applying the first iteration Koch Curve fractal technique, the gain increase is 7.3%, VSWR 1.18, the radiation pattern is unidirectional and the antenna physical length is decreased by 7.4%.*

Abstrak

Hal pertama yang perlu diperhatikan dalam merancang antenna adalah frekuensi yang digunakan. Frekuensi berpengaruh terhadap ukuran antenna. Semakin kecil antenna maka dimensi ukuran antenna semakin besar, begitu pula sebaliknya. Frekuensi yang digunakan pada penelitian ini adalah frekuensi UHF (600 MHz). antenna yang dirancang berjenis antenna yagi yang berdasarkan frekuensi tersebut maka ukuran antenna terbilang besar. Untuk dapat mereduksi ukuran fisik antena dengan mempertahankan atau meningkatkan performansi antena tersebut, salah satu teknik yang dapat diterapkan adalah teknik fraktal Kurva Koch. Dari hasil simulasi antenai, diperoleh parameter karakteristik antena yaitu gain sebesar 12.9 dBi, VSWR 1.4, dan pola radiasi unidireksional. Setelah diterapkan teknik fraktal Kurva Koch iterasi 1 diperoleh kenaikan gain sebesar 7.3%, VSWR 1.18, pola radiasi unidireksional dan penurunan panjang fisik linear antena sebesar 7.4%.

Kata Kunci: antenna Yagu Uda, Fraktal Kurva Koch, UHF.

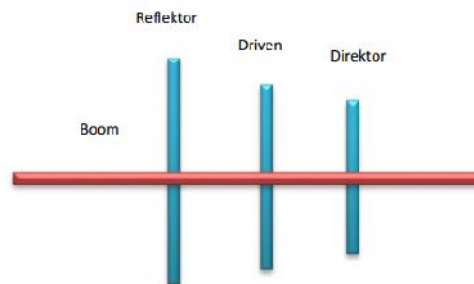
LATAR BELAKANG

Pada penelitian sebelumnya telah banyak dirancang antenna dengan teknik fractal [2][3]. Sedangkan untuk penelitian ini dikaji secara simulasi antenna yagi untuk frekuensi UHF dengan teknik fractal Kurva Koch iterasi 1. Dari studi ini diinginkan antenna Yagi-Uda yang mempunyai performansi yang lebih baik, menghasilkan *gain* yang relatif besar dan panjang fisik linear yang lebih kecil. Simulasi antenna akan dilakukan menggunakan simulator MMANA-GAL. Adapun parameter yang akan dianalisis adalah: VSWR, *gain*, pola radiasi, *bandwidth*, dan panjang fisik linear antenna.

KAJIAN TEORITIS

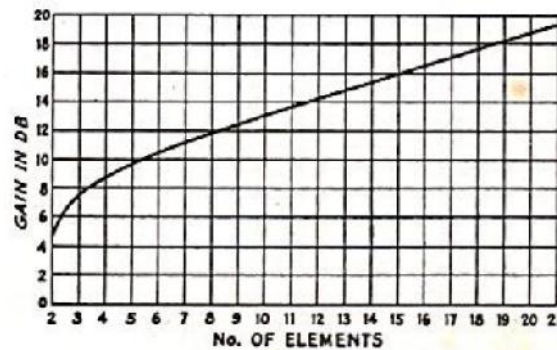
Antenna Yagi-Uda

Secara teoritis antenna Yagi adalah antenna yang terdiri dari 3 macam elemen, yaitu elemen reflektor, elemen *driven*, elemen direktor. Antenna ini diciptakan oleh Dr. Hidetsugu Yagi dan Dr. Shintaro Uda dari Universitas Tohoku Imperial di Sendai, Jepang pada tahun 1926. Antenna Yagi Uda banyak dipakai sebagai antenna penerima TV dan memiliki *directivity* yang bagus serta struktur yang sederhana [4], seperti diperlihatkan pada Gambar 1. Antenna Yagi Uda termasuk jenis antenna yang banyak digunakan karena memiliki *gain* yang tinggi, biaya pembuatannya murah serta proses pembuatannya yang relatif mudah. Elemen-elemen pada antenna Yagi-Uda memiliki fungsi dan kegunaan masing-masing. Elemen *driven* merupakan elemen yang akan membangkitkan gelombang elektromagnetik menjadi sebuah sinyal yang akan di pancarkan atau sebagai penerima daya yang terhubung ke saluran transmisi secara langsung. Panjang elemen *driven* ini dapat berkisar 0.449 sampai dengan 0.476 .



Gambar 1 Antenna Yagi Uda

Elemen reflektor berfungsi untuk memantulkan sinyal, tujuannya untuk membatasi radiasi. Panjang elemen reflektor berkisar 0.475 sampai dengan 0.503 . Elemen direktor berfungsi untuk mengarahkan radiasi sinyal menuju ke satu arah. Panjang elemen direktor ini berkisar 0.43 sampai dengan 0.463 . Pada antenna Yagi-Uda jumlah elemen mempengaruhi *gain* antenna tersebut. Semakin banyak elemen maka semakin tinggi pula *gain* yang dimilikinya [4]. Hal ini dapat ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Grafik Gain terhadap Jumlah Elemen

Kelemahan yang dimiliki antenna Yagi-Uda adalah pada antenna Yagi-Uda dapat terjadi mutual *coupling* [4]. *Mutual coupling* adalah suatu efek gandingan yang terjadi pada antenna *array*. Hal ini dapat terjadi jika kapasitansi setiap elemen besar sehingga arus yang dihasilkan kecil, tegangan yang dihasilkan kecil, luas penampang besar, dan jarak antar elemen yang kecil. Berikut ini adalah hal-hal yang dapat timbul akibat adanya efek *mutual coupling* [5]:

1. Dapat menyebabkan kapasitansi parasit. Kapasitansi parasit adalah kapasitansi yang menyebabkan arus yang mengalir tidak terkontrol.
2. Dapat meningkatkan nilai koefisien pantul dan VSWR.
3. 3. Dapat merubah arus, fase, pola radiasi, dan Zin.

Parameter Antena

Impedansi Masukan (Input Impedance)

Impedansi masukan dari suatu antenna didefinisikan sebagai impedansi pada bagian terminal antenna atau perbandingan antara tegangan dan arus listrik pada terminal antenna [6].

VSWR (Voltage Standing Wave Ratio)

VSWR adalah perbandingan antara ampiltudo gelombang berdiri (standing wave) maksimum ($|V|_{max}$) dengan minimum ($|V|_{min}$). Pada saluran transmisi ada dua komponen gelombang tegangan, yaitu tegangan yang dikirimkan (V_0^+) dan tegangan yang direfleksikan (V_0^-). Perbandingan antara tegangan yang direfleksikan dengan yang dikirimkan disebut sebagai koefisien refleksi egangan ()

Retun Loss

Return loss didefinisikan sebagai perbandingan antara amplitudo dari gelombang yang dipantulkan terhadap amplitudo gelombang yang dikirimkan. Return loss dapat terjadi karena adanya ketidaksesuaian antara impedansi saluran transmisi dengan impedansi masukan beban.

Lebar Pita (Bandwidth)

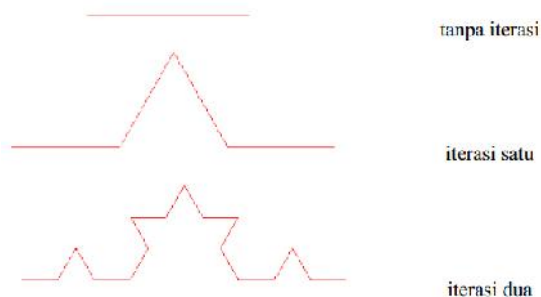
Lebar pita (bandwidth) didefinisikan sebagai lebar pita frekuensi yang digunakan oleh suatu sistem. Lebar pita antenna dapat ditentukan oleh beberapa karakteristik yang memenuhi ketentuan yang dispesifikasikan.

Keterarahan (Directivity) dan Gain

Keterarahan (Directivity) merupakan penggambaran dari arah pancar atau terima gelombang elektromagnetik dari suatu antenna. Gain merupakan besaran nilai yang menunjukkan adanya penambahan tingkat sinyal dari sinyal masukan menjadi sinyal keluaran. Gain bergantung pada keterarahan dan efisiensi.

Fraktal Kurva Koch

Kurva Koch (kurva bongkahan salju) diperkenalkan oleh Helge von Koch, seorang matematikawan swedia pada tahun 1904. Kurva Koch mempunyai bentuk iterasi yang sangat kompleks dan detail. Kurva Koch dapat meningkatkan impedansi masukan, dapat menghilangkan frekuensi resonansi [7], dapat mengurangi panjang total kawat seperempat lamda pada frekuensi rendah, dan dapat diperbaharui menggunakan fungsi fraktal yang dapat diterapkan secara efektif untuk memperbaharui bentuk dasar antena monopole sampai iterasi ke-n [8]. Bentuk fraktal ini dapat dilihat pada Gambar 3. Sebuah fraktal *snowflake* Koch dibentuk dengan membuat penambahan secara terus menerus bentuk yang sama pada sebuah segitiga sama sisi. Penambahan dilakukan dengan membagi sisi-sisi segitiga menjadi tiga sama panjang dan membuat segitiga sama sisi baru pada tengah-tengah setiap sisi (luar). Jadi, setiap frame menunjukkan lebih banyak kompleksitas, namun setiap segitiga baru dalam bentuk tersebut terlihat persis seperti bentuk semula. Refleksi bentuk yang lebih besar pada bentuk-bentuk yang lebih kecil. Secara teoritis proses tersebut akan menghasilkan sebuah gambar yang luasnya berhingga namun dengan batas yang panjangnya tak berhingga, yang terdiri atas tak berhingga titik. Dalam istilah matematika, kurva demikian tidak dapat diturunkan (*dideferensialkan*). Pada setiap tahap pembentukan, panjang sisi-sisinya bertambah dengan rasio 4 banding 3. Ahli matematika Benoit Mandelbrot telah menggeneralisasi istilah dimensi, disimbolkan dengan D , untuk menyatakan pangkat pada bilangan 3 yang menghasilkan 4, yakni $3D = 4$. Dimensi fraktal *snowflake* Koch, dengan demikian, adalah $\log 4/\log 3$ atau mendekati 1,26 [9].



Gambar 3 Fraktal Kurva Koch

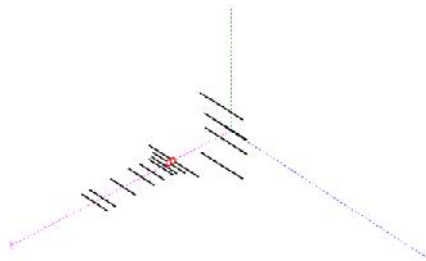
METODE PENELITIAN

Antenna yang sudah ini dirancang untuk keperluan siaran televisi pada frekuensi UHF. Pemilihan frekuensi tengah yaitu 600 MHz dimaksudkan agar antena dapat menerima semua siaran saluran televisi dengan baik. Kemudian dari hasil simulasi antena, akan dibandingkan karakteristik dan performansi antena tersebut pada aplikasi televisi UHF baik tanpa dan menggunakan fractal Kurva Koch. Dalam melakukan perancangan sebuah antena, harus dilakukan studi terlebih dahulu mengenai spesifikasi antena yang akan dibuat. spesifikasi antena yang diinginkan berdasarkan kebutuhan adalah VSWR 2, Gain 8 dBi dan bandwidth 8 MHz.

Langkah dalam penelitian ini adalah, pertama menentukan spesifikasi antena yang dibutuhkan, rancang antena dengan simulator MMAnagal, dilihat apakah hasil simulasi sudah sesuai spesifikasi yang diinginkan atau belum. Jika belum langkah selanjutnya melakukan optimasi. Jika telah sesuai maka melakukan analisa dari antena yang dirancang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan awal antenna yagi uda menggunakan MMAnagal dapat dilihat pada Tabel 1. Jarak setiap reflektor 0,02 m dengan panjang sekitar 0,11 m. sedangkan untukposisi boom sekitar 0,025 m. tampilan antenna yagi dapat dilihat pada gambar 4.

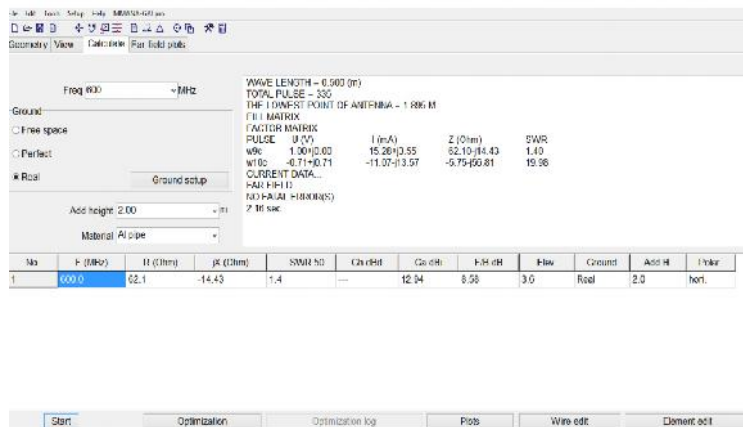


Gambar 4 Antena Yagi Uda tanpa Fraktal

Table 1 antena Yagi-uda tanpa Fraktal Kurva Koch

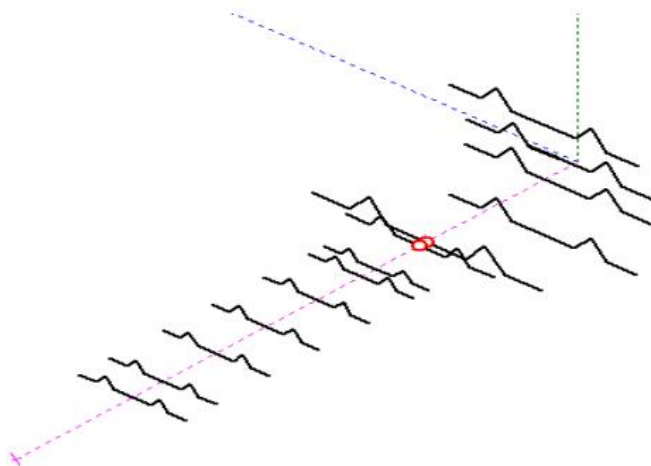
Frekuensi	600 MHz
Diameter driven	4 mm
Diameter reflektor dan director	3 mm
Jenis bahan	Pipa Alumunium
Jumlah elemen director	7
Jumlah elemen driven	2
Jumlah elemen reflektor	8

Berdasarkan Gambar 5 diperoleh nilai *gain* sebesar 12.94 dBi dan VSWR sebesar 1.4. Dari nilai kedua parameter ini, diketahui bahwa antena YagiUda telah memenuhi spesifikasi antena untuk menerima siaran televisi UHF yaitu VSWR ≤ 2 dan *gain* ≥ 8 dBi. Sedangkan *bandwith* antena diperoleh sebesar 329471.5 kHz.



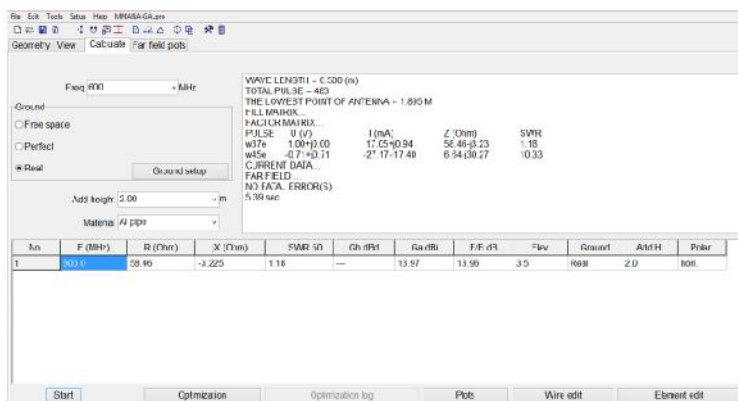
Gambar 5 Hasil Simulasi Antena Yagi Uda

Setelah diperoleh ukuran fisik tiap elemen antena Yagi-Uda pada Tabel 1, selanjutnya adalah menentukan panjang total fraktal antena Yagi-Uda Kurva Koch iterasi 1 untuk masing-masing elemen reflektor, *driven*, dan direktor seperti Gambar 6.



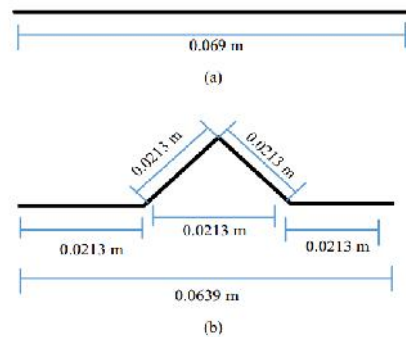
Gambar 6 Antena Yagi Uda dengan fractal Kurva Koch Iterasi 1

Setelah dirancang menggunakan fractal kurva Koch diperoleh nilai optimum parameter karakteristik antena yaitu, VSWR sebesar 1.18 dan *gain* sebesar 13.97 dBi. Karena optimalisasi jarak telah membuat karakteristik dan performansi antena Yagi-Uda Kurva Koch iterasi 1 ini membaik, maka tidak perlu dilakukan optimalisasi ukuran panjang fraktal elemen antena lagi dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7 hasil Simulasi antena Yagi Uda dengan fractal Kurva Koch Iterasi 1

Salah satu tujuan dari dibentuknya antena kedalam bentuk fraktal adalah mereduksi panjang fisik linear antena tersebut. Secara ruang, panjang fisik linear antena yang difraktalkan dapat menjadi lebih kecil dari ukuran semula sedangkan untuk karakteristik antena tidak berubah bahkan dapat menjadi lebih baik. Pada Gambar 8 ditampilkan perbandingan panjang salah satu elemen direktor antena Yagi-Uda sebelum dan setelah difraktalkan dengan Kurva Koch iterasi 1.



Gambar 8 Perbandingan Ukuran Panjang Fisik Linear Antena Sebelum dan Sesudah Difraktalkan (a) Antena Yagi-Uda (b) Antena Yagi-Uda Kurva Koch Iterasi 1

Jika antena Yagi-Uda difraktalkan dengan fraktal Kurva Koch iterasi 1, persentase pengurangan = $\{(0.069 - 0.0639) \times 100\} / 0.069 = 7.4 \%$.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penurunan panjang fisik linear antena Yagi-Uda tanpa fraktal setelah difraktal dengan Kurva Koch iterasi 1 sebesar 7.4%. Nilai VSWR antena Yagi-Uda 17 elemen yang diperoleh pada simulasi sebesar 1.4. Hal yang harus diperhatikan pada saat perancangan antena Yagi-Uda Kurva Koch adalah jenis elemen, ketebalan elemen, ukuran fraktal dan jarak antar elemen fraktal.

DAFTAR REFERENSI

- [1].E.A. El-khouly, H. A. Ghali. "High Gain Fractal Based Antenna" . *Proc of Antennas and Propagation Conference*. Loughborough. United Kingdom. pp. 405-408. March 2008.Garg, Ramesh. 2001. *Microstrip Antenna Design Handbook*. 1st ed. Boston, MA: Artech House.
- [2].B. Bonev, P. Petkov, L. Dimchva, " Modified Minkowski Fractal Yagi-Uda Antenna", *Radioelektronika*, 2020
- [3].N. Rajeev kumar, R. Radhakrishnan, "Design and Analysis of Quad Kich Fractal dipole Yagi-Uda Antenna for Radar Aplication, ICECCT, 2017
- [4].R. Dean Straw, N6BV, dkk. 1974. "The ARRL Antenna Book 21st Edition". US: *Amateur Radio Anntena, Transmissions Lines and Propagation*. Hal 11-1, 11-7, 11-8.
- [5].Cheng-Nan Hu, Kai-Hong Jheng, dan Ester Lee. "Mutual Coupling Effects on the Linier Microstrip Array Self-impedance" . *PIERS Proceedings*, Hal 25-28. Maret 2013.
- [6].Balanis, Constantine A. 2005. *Antenna Theory*. 1st ed. Hoboken, NJ: Wiley Interscience.
- [7].Simarpreet Kaur, Rajni, dan Anupma Marwaha. "Fractal Antennas: A Novel Miniaturization Technique for Next Generation Networks" . *International Journal of Engineering Trends and Technology*. Vol.9, No.15. Hal 744-747. Maret 2014.
- [8].Kamal A.Rahim, Mohamad. "Design And Development Of Fractal Anntena For Ultra High FreQuency Band Application". *Fakulti Kejuruteraan Elektrik. Universiti Teknologi Malaysia*. 2008.
- [9].Albert Sabban, " New Fractal Compact Printed Anntenas", *IEEE Inyternasional Symposium onAntenna and Propagation & USNC/URSI National RadioScience Meeting*, 2017