

Optimasi Efisiensi Antena *Microstrip Circular Patch* menggunakan *Optimizer CST*, Algoritma Memetika, dan *Slot Rectangular* pada WiFi 5 GHz

RA. Jihan Ulima Achva¹, Mohammad Fadhli², Sopian Soim³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Politeknik Negeri Sriwijaya, Jl Srijaya Negara Bukit Besar, Palembang, Indonesia

e-mail: rajihanulimaachva@gmail.com¹, mohammad.fadhli@polsri.ac.id², sopiansoim@gmail.com³

Received : April, 2023

Accepted : April, 2023

Published : April, 2023

Abstract

Wireless communication is an important requirement in various applications, especially in WiFi networks. The efficiency of an antenna is a crucial aspect in designing wireless communication system and plays a significant role in ensuring strong and reliable signal transmission. This research belongs to comparison of the result of optimizing the efficiency of microstrip circular patch antennas for 5GHz WiFi frequencies using the optimizer in CST, memetic algorithm and rectangular slot. From the simulation result, the efficiency values of the microstrip circular patch antennas using different optimization methods are as follows, microstrip circular patch antenna using the optimizer in CST 63,03%, microstrip circular patch antenna using the memetic algorithm 57,23%, and microstrip circular patch with a rectangular slot 56,20%. Additionally, the total efficiency simulation result show that the total efficiency value of the microstrip circular patch antenna using optimizer at cst is 62.8%, the microstrip circular patch uses the memetic algorithm 54.68%, and the microstrip circular patch slot rectangular antenna is 56.20%.

Keywords: *Circular Patch, Efficiency Optimization, Memetic Algorithm, Rectangular slot, WiFi 5 GHz*

Abstrak

Komunikasi wireless merupakan kebutuhan penting dalam berbagai aplikasi, terutama WiFi. Efisiensi antena menjadi salah satu aspek krusial dalam merancang sistem komunikasi wireless dan memiliki peran yang signifikan dalam menjamin transmisi sinyal yang kuat dan andal. Pada penelitian ini menyajikan perbandingan hasil optimasi efisiensi antena microstrip circular patch untuk frekuensi WiFi 5GHz menggunakan optimizer di CST, algoritma memetika, dan slot rectangular. Dari hasil simulasi didapatkan nilai efisiensi antena microstrip circular patch menggunakan optimizer di CST 63,03%, antena microstrip circular patch menggunakan algoritma memetika 57,23%, dan antena microstrip circular patch slot rectangular 56,20%. Pada hasil simulasi didapatkan efisiensi total dari antena microstrip circular patch menggunakan optimizer di CST yaitu 62,8%, antena microstrip circular patch menggunakan algoritma memetika yaitu 54,68%, dan antena microstrip circular patch slot rectangular yaitu 56,20%.

Kata Kunci: *Circular Patch, Optimasi Efisiensi, Algoritma Memetika, Slot Rectangular, WiFi 5 GHz*

1. PENDAHULUAN

Antena *microstrip* menjadi salah satu jenis antena yang populer digunakan saat ini [1]. Antena ini memiliki empat elemen dasar yaitu *patch*, *substrate*, *groundplane*, dan *feedline*[2]. Antena *microstrip* memiliki keunggulan yaitu *low profile* sehingga dipasang pada permukaan yang rata, biaya terjangkau, dan lebih mudah diaplikasikan dibandingkan dengan antena lainnya [3]. Meskipun demikian, antena antena memiliki beberapa kelebihan yaitu bandwidth yang terbatas serta efisiensi yang kurang baik [4].

Efisiensi antena adalah faktor yang dipertimbangkan untuk mengukur tingkat kerugian akibat hambatan konduksi karena keterbatasan konduktivitas antena, kerugian dielektrik karena konduksi dalam bahan dielektrik pada antena, serta kerugian pada terminal input dan dari struktur antena yang disebabkan oleh refleksi akibat ketidakcocokan antara saluran transmisi dan antena [5]. Pentingnya efisiensi antena sebagai salah satu faktor krusial dalam memaksimalkan daya transmisi, dimana efisiensi antena disisi pengirim menggambarkan seberapa efektif antena dalam mengirimkan sinyal, sehingga semakin tinggi efisiensinya, maka semakin banyak daya yang digunakan untuk mentransmisikan sinyal dan sedikit kerugian yang terjadi. Lalu efisiensi antena disisi penerima mengukur seberapa efektif antena dalam menerima sinyal, semakin tinggi efisiensinya semakin banyak daya yang diterima oleh antena dan semakin dikit daya yang hilang [6].

Adapun beberapa metode yang digunakan sebagai solusi dalam meningkatkan efisiensi antena yaitu pada penggunaan bahan reflector, metode algoritma memetika, dan *slot rectangular*. Berdasarkan penelitian [7], hasil simulasi antena *rectangular patch array* frekuensi 2400 – 2483 MHz didapatkan hasil efisiensi antena dari bahan duroid mencapai

91,9% sementara efisiensi dari bahan FR-4 hanya mencapai 36.8%, dimana efisiensi bahan reflector bervariasi tergantung pada karakteristik elektrik dari bahan tersebut dan antena dengan efisiensi yang tinggi dapat dicapai melalui kombinasi antena yang memiliki *gain* yang tinggi dan *directivity* yang rendah [8]. Pada penelitian [9], optimasi efisiensi antena menggunakan algoritma memetika pada antena *microstrip rectangular patch* dan antena yagi-uda pada frekuensi 2,4 GHz didapatkan peningkatan efisiensi pada S-Parameter antena masing – masing 124% dan 256%. Sehingga dari penelitian tersebut, algoritma memetika menjadi solusi yang tepat untuk menyelesaikan masalah yang lebih kompleks dibandingkan algoritma genetika [10]. Kemudian pemodelan *slot* pada *patch* antena merupakan salah satu metode untuk meningkatkan performa antena, *gain*, *directivity*, dan efisiensi antena [11]. Dari penelitian [12], antena *microstrip* metode array double *patch circular* dengan *slot rectangular* sebagai penerima WiFi pada frekuensi 2.4, dimana dari pengujian yang dilakukan pada antena sangat penting untuk mengetahui seberapa jauh jangkauan yang diterima, dengan dilakukan pengujian jarak 5 meter antena memperoleh daya -65 dBm dan pada jarak 200 meter sudah mengalami *loss*.

Berdasarkan penelitian sebelumnya dapat disimpulkan metode optimasi algoritma memetika dan *slot rectangular* adalah solusi yang menjanjikan untuk meningkatkan efisiensi pada antena. Sehingga antena dengan frekuensi 5 GHz dapat menjadi pilihan yang bisa dipertimbangkan sebagai alternatif untuk pembaruan antena frekuensi 2,4 GHz yang sudah banyak digunakan pada penelitian sebelumnya. Dimana penggunaan frekuensi 5 GHz menawarkan potensi untuk meningkatkan kualitas dan kecepatan komunikasi nirkabel, sehingga dapat menjadi solusi menarik untuk kebutuhan masa depan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Menentukan Spesifikasi Antena

Tahapan perancangan antena yang pertama yaitu menentukan spesifikasi antena, berikut spesifikasi yang diharapkan dari simulasi antena yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Antena

Parameter	Nilai
Frekuensi	5.6 GHz
Jenis Antena	<i>Microstrip Circular Patch</i>
Polaradiasi	<i>Directional</i>
VSWR	≤ 2
S-Parameter	< -10 dB

2.2 Menghitung Dimensi Antena

Tahapan kedua perancangan antena yaitu menghitung dimensi antena. Untuk bahan *substrate*, digunakan FR-4 dengan konstanta dielektrik (ϵ_r) sebesar 4,3 dan ketebalan *substrate* (h) 1,6 mm. Dimana dimensi antena dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

1. Bagian Patch

Pada bagian *patch*, menggunakan rumus jari jari dengan persamaan sebagai berikut.

$$F = \frac{8,791 \times 10^9}{f \cdot \sqrt{\epsilon_r}} \quad (1)$$

$$a = \frac{F}{\left(1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} \left(\ln\left(\frac{\pi F}{2h} + 1,7726\right)\right)\right)^{1/2}} \quad (2)$$

2. Bagian Pencatu

$$\lambda_0 = \frac{c}{f \cdot r} \quad (3)$$

$$\lambda_d = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_r}} \quad (4)$$

$$L_f = \frac{1}{4} \lambda_d \quad (5)$$

$$B = \frac{60 \pi^2}{Z_0 \sqrt{\epsilon_r}} \quad (6)$$

$$W_f = \frac{2h}{\pi} (B - 1 - \ln(2B - 1)) + \frac{\epsilon_r - 1}{2 \cdot \pi \cdot r} (\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r}) \quad (7)$$

3. Bagian Substrate dan Groundplane

$$L_g = 6h + 2R \quad (8)$$

$$W_g = 6h + \frac{\pi}{2} R \quad (9)$$

Tabel 2. Hasil Perhitungan Dimensi Antena

Variabel	Deskripsi	Ukuran(mm)
A	Jari – jari <i>patch</i>	8,47189
L _f	Panjang <i>Feedline</i>	7,23365
W _f	Lebar <i>Feedline</i>	2,27839
L _s	Panjang <i>Substrate</i>	26,54378
W _s	Lebar <i>Substrate</i>	22,9000823
L _g	Panjang <i>Groundplane</i>	26,54378
W _g	Lebar <i>Groundplane</i>	22,9000823

2.3 Optimasi

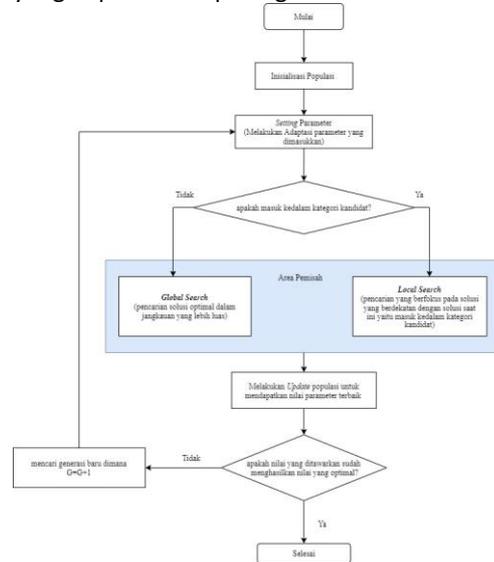
Optimasi adalah proses untuk merancang dan mengatur nilai parameter – parameter antena dengan tujuan meningkatkan kinerja antena tersebut. Tujuan utama optimasi antena untuk meningkatkan performa antena dalam memenuhi persyaratan yang diinginkan seperti penerimaan sinyal yang lebih baik.

2.3.1 Optimasi Awal menggunakan Optimizer di CST

Setelah menghitung dimensi awal antena, maka selanjutnya dilakukan simulasi untuk menguji performa antena. Hasil simulasi menunjukkan nilai spesifikasi antena masih belum sesuai, sehingga dilakukan optimasi awal untuk meningkatkan performa antena. Optimasi yang digunakan untuk antena awal yaitu menggunakan *tool optimizer* di CST.

2.3.2 Algoritma Memetika

Dalam meningkatkan efisiensi antena digunakan algoritma memetika, dimana algoritma memetika memiliki langkah kerja yang dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Langkah Kerja Algoritma Memetika

2.2.3 Slot Rectangular

Metode yang digunakan dalam meningkatkan efisiensi antena menggunakan slot rectangular digunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Panjang Slot} = \lambda_g / 10 \quad (10)$$

$$\text{Lebar Slot} = \lambda_0 / 10 \quad (11)$$

2.4 Simulasi Antena

Setelah menentukan optimasi yang akan digunakan pada simulasi antena, selanjutnya membuat simulasi antena *microstrip circular patch* sebelum dioptimasi, antena *microstrip circular patch slot rectangular*. Dimana untuk mengetahui nilai efisiensi antena yaitu dengan menggunakan persamaan berikut.

$$e_o(\theta) = G(\theta) / D(\theta) \times 100\% \quad (12)$$

Keterangan:

e_o = Efisiensi Total

G = Gain

D = Directivity

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

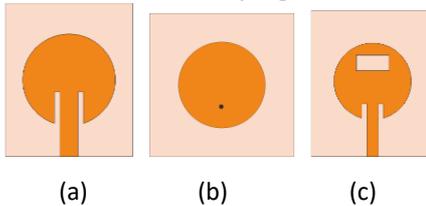
3.1 Parameter Hasil Simulasi

Proses simulasi yang sudah dilakukan berguna untuk mengamati hasil spesifikasi antenna dan optimasi efisiensi antenna. Dimana dari hasil optimasi, diketahui ketiganya memiliki nilai parameter yang berbeda. Perbandingan nilai parameter dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Perbandingan Nilai Parameter Antena

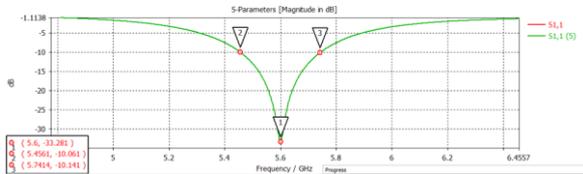
Parameter	Hasil Optimizer di CST	Hasil Optimasi Algoritma Memetika	Hasil Optimasi Slot Rectangular
Frekuensi Kerja	5.6 GHz	5.6 GHz	5.6 GHz
S-Parameter	-33,278 dB	-13.50 dB	-10.23dB
Pola Radiasi	<i>Directional</i>	<i>Directional</i>	<i>Directional</i>
Efisiensi	63,03%	57,23%	62,53%
Efisiensi total	62,8%	54,68%	56.20%

Berikut adalah perbandingan desain ketiga antenna dari hasil simulasi yang telah dilakukan.

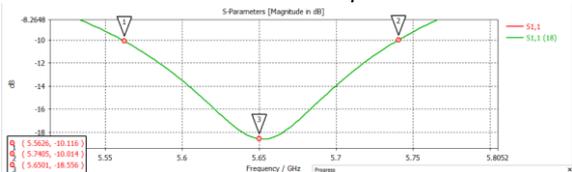


Gambar 2. (a) Hasil Optimasi menggunakan Optimizer di CST (b) Hasil Optimasi Algoritma Memetika (c) Hasil optimasi Slot Rectangular Berikut ini adalah perbandingan ketiga antenna dengan tampilan spesifikasi antenna hasil simulasi yaitu S-parameter dapat dilihat pada gambar 3,4, dan 5, sedangkan Pola Radiasi dapat dilihat pada gambar 6,7,8.

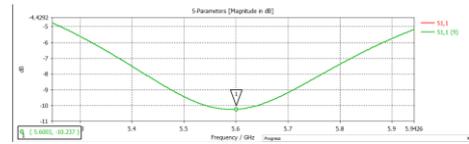
1. S-Parameter



Gambar 3. S-Parameter Hasil Optimizer di CST

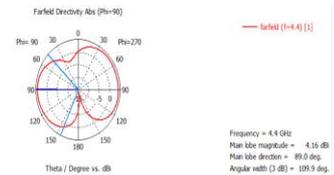


Gambar 4. S-Parameter Hasil Optimasi menggunakan Algoritma Memetika

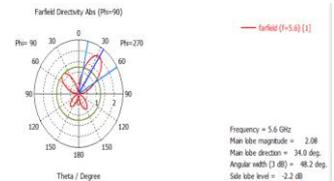


Gambar 5. S-Parameter Hasil Optimasi Slot Rectangular

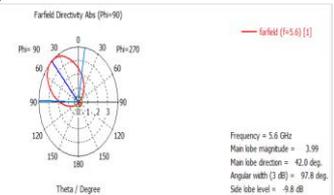
2. Pola Radiasi



Gambar 6. Pola Radiasi Hasil Optimizer di CST



Gambar 7. Pola Radiasi Hasil Optimasi Algoritma Memetika



Gambar 8. Pola Radiasi Hasil Optimasi Slot Rectangular

3. Efisiensi Antena

Dari hasil simulasi didapatkan nilai efisiensi antenna *microstrip circular patch* menggunakan optimizer di CST 63,03%, antenna *microstrip circular patch* menggunakan algoritma memetika 57,23%, dan antenna *microstrip circular patch slot rectangular* 62,53%.

4. Efisiensi Total Antena

Dari perhitungan yang dilakukan menggunakan persamaan (12), dapat disimpulkan bahwa efisiensi total antenna yang didapatkan dari *microstrip circular patch* yang sudah dioptimasi menggunakan optimizer di CST yaitu 62,8%, antenna *microstrip circular patch* menggunakan algoritma memetika yaitu 54.68%, dan yang terakhir antenna *microstrip circular patch* menggunakan slot rectangular mendapatkan efisiensi tertinggi yaitu sebesar 55.20%.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan dari hasil simulasi didapatkan nilai efisiensi antenna *microstrip circular patch* menggunakan optimizer di CST 63,03%, antenna

microstrip circular patch menggunakan algoritma memetika 57,23%, dan antena *microstrip circular patch slot rectangular* 62,53%. Pada hasil simulasi didapatkan efisiensi total dari antena *microstrip circular patch* menggunakan *optimizer* di CST yaitu 62,8%, antena *microstrip circular patch* menggunakan algoritma memetika yaitu 54,68%, dan antena *microstrip circular patch slot rectangular* yaitu 56,20%. Sehingga dapat disimpulkan nilai efisiensi dan efisiensi total yang paling baik didapatkan oleh antena *microstrip circular patch* menggunakan *optimizer* di CST.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Abdurrahman, "Desain Antena Microstrip Rectangular untuk WIFI pada Frekuensi 2,462 GHz dan 5,52 GHz," pp. 1–38, 2018.
- [2] C. Andriyani, B. Sumajudin, and T. Yunita, "Perbandingan Antena Mikrostrip Array Dual Band Dengan Pencatuan Microstrip Line Dan Electromagnetically Coupled (Emc)," *TEKTRIKA - J. Penelit. dan Pengemb. Telekomun. Kendali, Komputer, Elektr. dan Elektron.*, vol. 5, no. 1, p. 19, 2020, doi: 10.25124/tektrika.v5i1.3241.
- [3] U. Natasya, J. Marpaung, E. Kusumawardhani, F. Imansyah, L. Sandy, and A. Putra, "Rancangan Simulasi Dan Optimasi Antena Mikrostrip Dipole 4 Elemen Pada," no. 2016, 2019.
- [4] A. M. Simangunsong, "Rancang bangun antena array mikrostrip patch square-circular untuk aplikasi wireless local area network (WLAN)," *J. Tek. Elektro Untan*, 2020.
- [5] Constantine A. Balanis, *Antenna Theory Analysis and Design*, vol. 4, no. 1. 2016.
- [6] K. Kusmadi and A. Misbah, "Analisa Perfomansi Implentasi Desain Antena Bumbung Gelombang Sirkular 2.4 GHz," *Infotronik J. Teknol. Inf. dan Elektron.*, vol. 6, no. 2, p. 85, 2021, doi: 10.32897/infotronik.2021.6.2.1566.
- [7] S. A. Sandi, "Rectangular Patch Array Switched Beam pada Range Frekuensi Kerja 2400 - 2483 . 5 MHz Rectangular Patch Array Switched Beam," 2013.
- [8] A. D, "Analisa efisiensi antena dipole ditinjau dari penggunaan bahan reflektor," no. 2, pp. 47–51, 2011.
- [9] Z. Wu, M. Yu, and J. Liang, "Parameter optimization of energy-efficient antenna system using period-based memetic algorithm," *Expert Syst. Appl.*, vol. 214, no. October 2022, p. 119131, 2023, doi: 10.1016/j.eswa.2022.119131.
- [10] M. A. El Aziz and A. E. Hassanien, "Modified cuckoo search algorithm with rough sets for feature selection," *Neural Comput. Appl.*, vol. 29, no. 4, pp. 925–934, 2018, doi: 10.1007/s00521-016-2473-7.
- [11] G. Tari, "Desain Simulasi Antena Mikrostrip 2,3 Ghz untuk Aplikasi WiMAX 802.16e," vol. 03, no. 01, pp. 31–36, 2022.
- [12] A. A. Rahman, "Rancang Bangun Antena Mikrostrip Metode Array Double Patch Circular dengan Slot Persegi Panjang sebagai Penerima Wifi," *JITE (Journal Informatics Telecommun. Eng. Available)*, vol. 3, no. 1, pp. 21–31, 2019, doi: 10.31289/jite.v3i1.2467.