
SIMULASI DESAIN ANTENA MIKROSTRIP PATCH RECTANGULAR DENGAN SLOT PERSEGI PANJANG & SLOT T PADA GROUNDPLANE UNTUK FREKUENSI WiFi (2,4 GHZ)

Nailatus Saidah¹, Vira Rahayu²

^{1,2}Program Studi Fisika Universitas Billfath

Corresponding Author: nailatussaidah67@gmail.com, virarahayu@billfath.ac.id

Abstract

WiFi is a device that can facilitate to access information. Currently, electromagnetic waves are used in the transmission of internet network data, for example WiFi. The use of a WiFi network requires a device capable of transmitting or receiving electromagnetic waves, antenna. One of the antenna models that can be implemented is the microstrip antenna. Microstrip antenna has a lightweight design and low cost in its fabrication process. This study aims to design a microstrip antenna that is able to work at WiFi frequency (2.4 GHz). The shape of the patch used is rectangular, with rectangular slots, and has a groundplane that has a T slot. The antenna is designed on a circuit board (PCB) with a permittivity of 4.6 and a thickness of 1.6 mm. Furthermore, the antenna is simulated using the CST Suite 2017 software. The results obtained antenna criteria, such as: Return Loss -40.66dB, VSWR 1.012, Gain 5.31 dBi, Bandwidth 4.09% and transmission pattern is directional.

Keywords: WiFi, Microstrip antenna, slot

How to cite: Saidah, N., & Rahayu, V., (2021). Fabrikasi dan Karakterisasi Antena Mikrostrip Patch Rectangular dengan Slot Persegi Panjang & Slot T Pada Groundplane Untuk Frekuensi WiFi (2,4 GHz). *JMS (Jurnal Matematika dan Sains)*, 1(2), pp.133-142.

PENDAHULUAN

Di era pandemi Covid-19 ini penggunaan koneksi jaringan internet sangat pesat karena banyak masyarakat yang memanfaatkan untuk bekerja dan belajar *online* di rumah. Hambatan yang dialami masyarakat ketika bekerja dan belajar *online* di rumah adalah keterbatasan dalam aksesibilitas internet yang berada di daerah pedesaan yang minim jaringan. Salah satu solusinya adalah membangun infrastruktur internet dengan cara memasang koneksi WiFi. Banyak yang menggunakan jaringan WiFi untuk mengakses layanan internet karena implementasi WiFi relatif lebih mudah, serta mampu memberikan kebebasan bagi penggunaannya untuk mengakses data internet kapan saja.

WiFi merupakan jenis alat komunikasi nirkabel yang berfungsi untuk mentransmisikan suatu data ke jaringan internet. Komunikasi nirkabel memerlukan piranti yang berguna untuk memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetik. Menurut Mudrik A. (2011) antena adalah suatu alat yang berguna untuk memancarkan gelombang kearah tertentu atau sebaliknya menerima gelombang dari arah tertentu. Salah satu jenis

antena yang bisa didesain untuk penguat jaringan yang bekerja pada frekuensi WiFi 2,4 GHz adalah antenna mikrostrip.

Antena mikrostrip merupakan salah satu jenis antenna yang memiliki banyak fungsi, diantaranya untuk komunikasi nirkabel, memiliki bentuk yang kecil dan ringan, bekerja pada frekuensi yang ditentukan, dan *low cost* (Alam, S., dkk, 2017). Antena mikrostrip memiliki tiga komponen yaitu *conducting patch*, substrat dan *groundplane*. Pada *patch* dan *groundplane* bisa dimodifikasi dengan ditambahkan beberapa bentuk slot. Antena mikrostrip yang dimodifikasi dengan ditambahkan slot mempengaruhi kopling induktif yang disalurkan dari catuan menuju ke slot. Semakin besar kopling induktifnya, maka kualitas dari suatu antenna itu akan berkurang. Untuk meningkatkan nilai *gain* dan *bandwidth* antenna adalah dengan cara memodifikasi antenna mikrostrip dengan ditambahkan slot pada *patch* atau *groundplane*.

Tujuan penelitian ini adalah mendesain antenna mikrostrip yang mampu bekerja pada frekuensi WiFi (2,4 GHz), mensimulasikan hasil desain antenna menggunakan *software CST Suite 2017* dan mengetahui karakterisasi antenna meliputi VSWR, *return loss*, *gain*, polaradiasi dan *bandwidth* antenna.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode analisis data kuantitatif. Metode analisis data kuantitatif adalah metode yang menjadikan data statistik atau matematik yang terkumpul dari data skunder dan primer. Data sekunder menghasilkan data yang didapatkan dari studi literatur. Sedangkan data primer menghasilkan data perhitungan dimensi antenna dan simulasi hasil desain antenna dengan menggunakan *software CST Suite 2017*.

Untuk mengetahui dimensi antenna dibutuhkan perhitungan yang sistematis, sehingga mendapat nilai pada setiap dimensi antenna. Langkah pertama untuk menentukan dimensi antenna adalah memilih ketebalan substrat dielektrik (h), permitivitas relatif (ϵ_r) dan frekuensi kerja (f_r).

Menghitung lebar *patch* (W_p) dengan persamaan :

$$W_p = \frac{c}{2f_r} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \quad (1)$$

Menghitung konstanta dielektrik efektif *patch* (ϵ_{reff}) dengan persamaan :

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(1 + 10 \frac{h}{W_p}\right)^{-0,555} \quad (2)$$

Menghitung panjang *patch* (L_p) dengan persamaan :

$$\Delta L = 0,412h \frac{(\epsilon_{reff}+0,3)\left(\frac{W}{h}+0,264\right)}{(\epsilon_{reff}-0,258)\left(\frac{W}{h}+0,8\right)} \quad (3)$$

$$L = \frac{c}{2f_r \sqrt{\epsilon_{reff}}} - 2\Delta L \quad (4)$$

Menghitung lebar *stripline* (W_f), sebelum menghitung W_f terlebih dulu menghitung nilai impedansi pada saluran B dengan nilai impedansi beban 50Ω :

$$B = \frac{377\pi}{2Z_0\sqrt{\epsilon_r}} \quad (5)$$

$$W_f = \frac{2h}{\pi} \left(B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \right) \ln(B - 1) + 0,39 + \frac{0,61}{\epsilon_r} \quad (6)$$

(Saturday, J. C., dkk 2017)

Menghitung panjang *stripline* (L_f) dengan persamaan :

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{reff}}} \quad (7)$$

$$L_f = \frac{\lambda_g}{4} \quad (8)$$

Menghitung besar *inset feed* (y_0), agar mendapatkan saluran transmisi yang sesuai menggunakan persamaan :

$$Z_A = 90 \frac{(\epsilon_r)^2}{\epsilon_r - 1} \left(\frac{L_p}{W_p} \right)^2 \quad (9)$$

$$y_0 = \cos^{-1} \sqrt{\left(\frac{Z_0}{Z_A} \right) \left(\frac{L_p}{180} \right)} \quad (10)$$

(Sandi, 2013)

Menghitung lebar *notch* (g) dengan persamaan :

$$g = \frac{c f_r \times 10^{-9} \times 4,65 \times 10^{-9}}{\sqrt{2\epsilon_{reff}}} \quad (11)$$

Menghitung lebar substrat dan *groundplane* (W_g) dengan persamaan :

$$W_g = W + 6h \quad (12)$$

Menghitung panjang substrat dan *groundplane* (L_g) dengan persamaan :

$$L_g = L + 6h \quad (13)$$

(Saturday, J. C., dkk 2017)

Setelah dimensi antenna dan desain antenna ditentukan, maka selanjutnya adalah melakukan simulasi desain antenna. Simulasi dilakukan untuk menggambarkan antenna yang telah didesain pada sebuah perangkat. Adapun metode simulasi numerik yang dipakai adalah :

1. *Method of moments* (MoM)

Metode ini menganalisis suatu permukaan arus yang berfungsi untuk

mendesain mikrostrip *patch* dan arus polarisasi volume pada pelat dielektrik untuk mendesain pada bidang dielektrik.

2. *Finite Element Method* (FEM)

Metode ini digunakan untuk konfigurasi tiga dimensi. Bagian yang dianalisis dibagi menjadi beberapa bagian atau jumlah elemennya bergantung pada nilai antena yang dianalisis.

3. *Spectral Domain Technique* (SDT)

Metode ini menggunakan fourier transform dua dimensi yang tegak lurus terhadap *patch* antena.

4. *Finite Difference Time Domain* (FDTD) *Method*

Metode ini sering digunakan dalam antena mikrostrip dan papan sirkuit Board (PCB) karena dapat mendesain struktur homogen. Metode ini dapat menghasikan bandwidth yang lebar pada antena mikrostrip melalui simulasi.

(Kumar, Grisih., & Ray, K., P., 2003)

Desain dan simulasi antena mikrostrip *patch* rectangular dengan slot persegi panjang & slot T pada *groundplane* dilakukan di laboratorium Fisika Universitas Billfath. Penelitian ini dilaksanakan pada tahun 2021.

HASIL DAN PEMBAHASAN

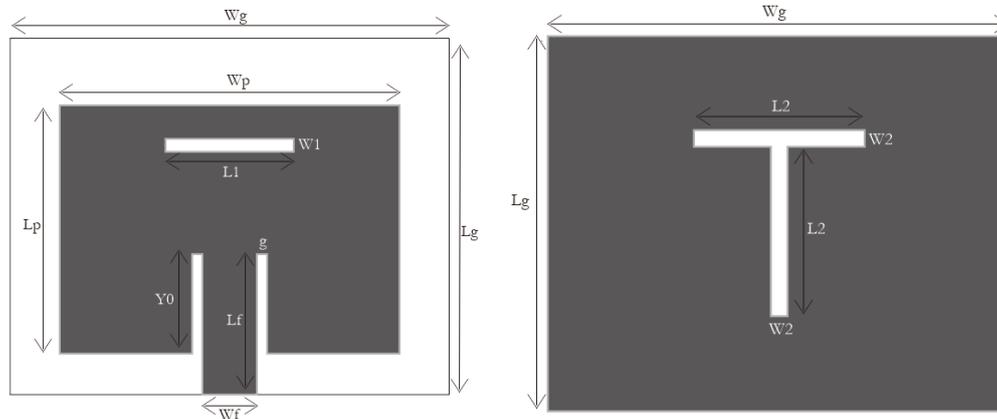
Desain antena mikrostrip *patch* *rectangular* dengan slot persegi panjang & slot T pada *groundplane* dengan frekuensi kerja 2,4 GHz memiliki impedansi masukannya 50Ω , menggunakan substrat berbahan FR4 dengan konstanta dielektriknya 4,6 dan ketebalannya 1,6 mm. Berikut adalah dimensi antena berdasarkan perhitungan :

Tabel 1. Dimensi antena

Variabel	Deskripsi	Ukuran (mm)
W_p	Lebar <i>patch</i>	37,3 mm
L_p	Panjang <i>patch</i>	28,7 mm
W_f	Lebar <i>stripline</i>	5,82 mm
L_f	Panjang <i>stripline</i>	15,1 mm
W_g	Lebar <i>groundplane</i> dan <i>subtract</i>	46,9 mm
L_g	Panjang <i>groundplane</i> dan <i>subtract</i>	38,3 mm
L_1	panjang slot pada <i>patch</i>	13,7 mm
L_2	panjang slot pada <i>groundplane</i> dan <i>subtract</i>	17,3 mm
W_1	Lebar slot pada <i>patch</i>	1,4 mm
W_2	Lebar slot pada <i>groundplane</i> dan <i>subtract</i>	1,7 mm
G	Lebar <i>notch</i>	1,1 mm
y_0	<i>inset feed</i>	10,7 mm
h_s	Lebar <i>groundplane</i> dan <i>subtract</i>	1,6 mm
h_p	Lebar <i>patch</i>	0,03 mm

S	Jarak panjang antara patch dengan slot	5 mm
s ₂	Jarak panjang antara <i>groundplane</i>	9,6 mm

Dari parameter hasil perhitungan (Tabel 1) selanjutnya dilakukan desain dan simulasi antenna menggunakan *software CST Suite 2017*.



Gambar 1. Simulasi desain antenna tampak depan **Gambar 2.** Simulasi desain antenna tampak belakang

Pada Gambar 1 merupakan simulasi hasil desain antenna mikrostrip *patch rectangular* dengan diberi slot berbentuk persegi panjang berfungsi untuk memperlebar *Bandwidth*, dikarenakan antenna mikrostrip memiliki *Bandwidth* yang sempit. Pada Gambar 2 merupakan simulasi hasil desain *groundplane* dengan diberi slot berbentuk T. Slot pada *groundplane* merupakan metode yang sering digunakan untuk meningkatkan *gain* antenna dan melebarkan *Bandwidth* antenna.

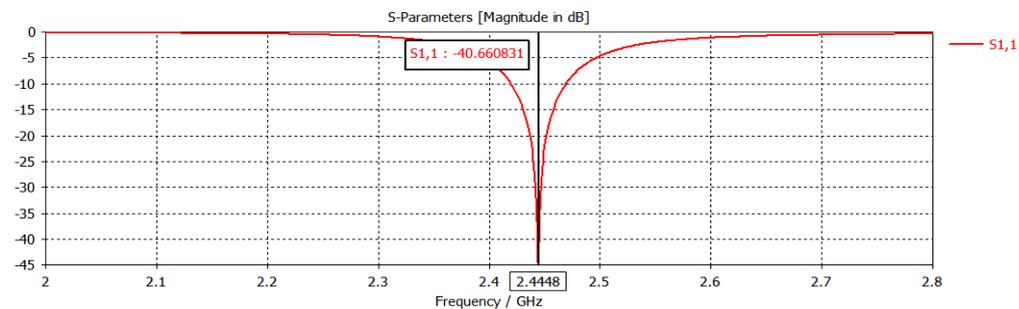
Setelah dilakukan simulasi, data yang diperoleh adalah S₁₁, VSWR, *Bandwidth*, *gain* dan polaradiasi. Dari hasil simulasi ada beberapa dimensi antenna yang dirubah untuk mendapatkan hasil yang sesuai. Dimensi antenna yang dirubah yaitu lebar *patch* (W_p) dan panjang *patch* (L_p). Pada saat nilai $W_p = 37,3$ mm dan $L_p = 28,7$ mm didapatkan, hasil parameter kurang dari frekuensi kerja 2,4 GHz dengan nilai *return lossnya* -9,083 dB. Dengan demikian hasil dari perhitungan tidak memenuhi spesifikasi antenna karena nilai *return loss* yang memenuhi spesifikasi adalah ≤ -10 dB. Saat nilai W_p dan L_p diperkecil menjadi $W_p = 36,3$ mm $L_p = 26,7$ mm mengalami kemajuan dengan frekuensi kerjanya berada di 2,4 GHz dan nilai *return lossnya* sesuai dengan spesifikasi. Dapat disimpulkan bahwa antenna yang berdasarkan perhitungan belum memenuhi spesifikasi frekuensi kerja WiFi (2,4 GHz) pada antenna, maka dari itu perlu dilakukan optimasi pada beberapa dimensi antenna. Salah satu faktor yang mempengaruhi pergeseran pada frekuensi kerja adalah perubahan ukuran lebar dan panjang *patch*. Berikut adalah dimensi antenna setelah dilakukan optimasi:

Tabel 2. Dimensi antenna setelah optimasi

Variabel	Deskripsi	Ukuran (mm)
W_p	Lebar <i>patch</i>	36,3 mm
L_p	Panjang <i>patch</i>	26,7 mm
W_f	Lebar <i>stripline</i>	5,82 mm
L_f	Panjang <i>stripline</i>	15,1 mm
W_g	Lebar <i>groundplane</i> dan <i>subtract</i>	46,9 mm
L_g	Panjang <i>groundplane</i> dan <i>subtract</i>	38,3 mm
L_1	panjang slot pada <i>patch</i>	13,7 mm
L_2	panjang slot pada <i>groundplane</i> dan <i>subtract</i>	17,3 mm
W_1	Lebar slot pada <i>patch</i>	1,4 mm
W_2	Lebar slot pada <i>groundplane</i> dan <i>subtract</i>	1,7 mm
g	Lebar <i>notch</i>	1,1 mm
y_0	<i>inset feed</i>	10,7 mm
h_s	Lebar <i>groundplane</i> dan <i>subtract</i>	1,6 mm
h_p	Lebar <i>patch</i>	0,03 mm
s	Jarak panjang antara patch dengan slot	5 mm
s_2	Jarak panjang antara <i>groundplane</i>	9,6 mm

Dari Tabel 2 menghasilkan data S11, VSWR, *Bandwidth*, *gain* dan polaradiasi antenna. Berikut adalah penjelasan dari masing-masing data:

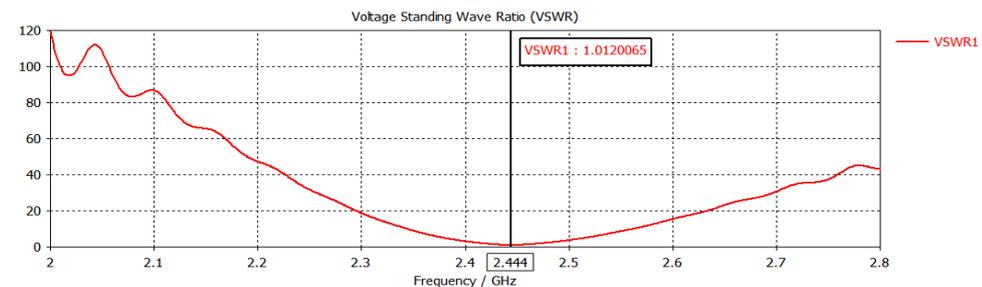
a. S11 Antena



Gambar 3. Data hasil S11

Pada Gambar 3 menunjukkan hasil simulasi desain antenna berada difrekuensi kerja 2,4448 GHz dengan nilai *return lossnya* $-40,66$ dB. Terlihat bahwa nilai *return lossnya* lebih rendah dari syarat spesifikasi yaitu ≤ -10 dB, dengan demikian antenna hasil simulasi dapat memenuhi spesifikasi fabrikasi antenna.

b. VSWR Antena



Gambar 4. Data hasil VSWR

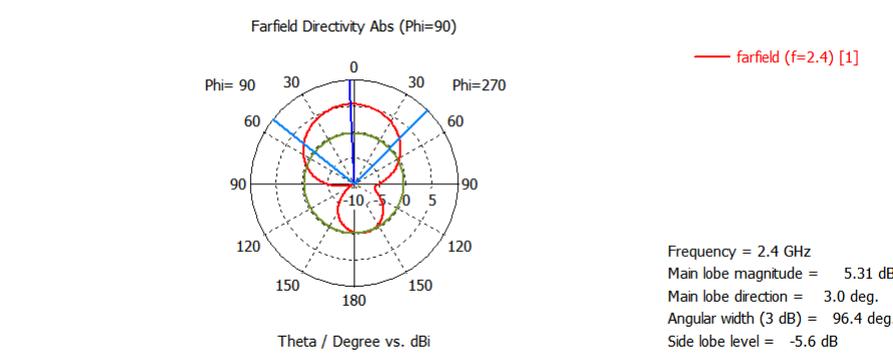
Pada Gambar 4 menunjukkan nilai VSWR pada frekuensi 2,4 GHz sebesar 1,012. Dengan demikian nilai VSWR = 1 merupakan kondisi yang paling baik karena kondisi ini tidak terjadi refleksi ketika saluran dikatakan *matching* sempurna. Nilai yang didapatkan antenna hasil simulasi telah memenuhi spesifikasi nilai VSWR.

c. Bandwidth

Bandwidth yang dihasilkan Pada Gambar 3 yaitu berdasarkan selisih antara frekuensi atas dan frekuensi bawah dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} BW &= \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100\% \\ &= \frac{2,5 - 2,4}{2,4448} \times 100\% \\ &= 4,09\% \end{aligned} \quad (14)$$

d. Gain dan Polaradiasi Antena

**Gambar 5.** Data hasil polaradiasi

Pada Gambar 5 *gain* antenna sebesar 5,31 dBi. Polaradiasi yang dihasilkan dalam simulasi antenna adalah direksional. Direksional adalah arah pacaran antenna berada di satu arah.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dari perancangan dan simulasi desain antenna mikrostrip *pacth rectangular* dengan slot persegi panjang & slot T pada *groundplane* dapat disimpulkan bahwa:

1. Didapatkan desain antenna yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz.
2. Karakteristik simulasi desain antenna sebagai berikut:
 - a) *return lossnya* = -40,66 dB.
 - b) VSWR = 1,012.
 - c) *Bandwidth* = 4,09 %.

d) *Gain* antena sebesar 5,31 dbi.

e) Polaradiasi adalah direksional.

Saran dalam penelitian ini adalah lebih teliti dan selektif dalam melakukan perhitungan dan simulasi antena.

DAFTAR RUJUKAN

- Kumar, Grisih., & Ray, K., P. 2003. *Boradband Microstrip Antennas*. Amerika Serikat: Artech House, Inc.
- Edwards, T. (1992), *Foundations For Microstrip Circuit Design*, 2nd edition, John Wiley & Sons Inc., Canada.
- Rahayu, Vira. 2012. *Fabrikasi dan Karakterisasi Desain Antena Mikrostrip Line Berstruktur F dengan Feed Stripline*. Surabaya: Jurusan Fisika FMIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Rahayu, V., Sholihah, L., & Khotimah, K., (2020). *Simulasi Desain Antena Mikrostrip U-Shape untuk Komunikasi 5G*. JMS (Jurnal Matematika dan Sains), 1(1), 31-40.
- Abdurrahman, F. (2018). *Desain Antena Mikrostrip Rectangular Untuk Wifi Pada Frekuensi 2,462 GHz Dan 5,52 GHz*. 1–38.
- Alwi, E. I. (2019). *Analisis Kualitas Sinyal Wifi Pada Universitas Muslim Indonesia*. INFORMAL: Informatics Journal, 4(1), 30. <https://doi.org/10.19184/isj.v4i1.10153>
- Pelawi, D. O., & Rambe, A. H. (2013). *Studi Perancangan Antena Mikrostrip Patch Segiempat dengan Tipe Polarisasi Melingkar Menggunakan Ansoft*. 3(1), 5–10.
- Saturday, J. C., Udofi, K. M., & Obot, A. B. (2017). *Compact Rectangular Slot Patch Antenna for Dual Frequency Operation Using Inset Feed Technique*. International Journal of Information and Communication Sciences, 1(3), 47–53. <https://doi.org/10.11648/j.ijics.20160103.13>
- Alam, S., Wibisana, I.G. N., & Surjati, I. 2017. *Rancang Bangun Antena Mikrostrip Peripheral Slits Linier Array Untuk Aplikasi Wi-Fi*. Jurnal rekayasa elektrika, 13(1), 18-26.
- Sandi, S. A. (2013). *Rectangular Patch Array Switched Beam pada Range Frekuensi Kerja 2400 - 2483 . 5 MHz*. Malang: Universitas Brawijaya.
- H. Abrianto, J. F. Y. (2018). *Perancangan Antena Mikrostriprectangular Dual-Band Dengan Slot Trianguler*. 7(1), 62–67.
- Maharani,S.,Dkk. 2019. *Rancangan bangunan antena mikrostrip MIMO 2x2 cieculer patch pada frekuensi kerja 2,4 GHz*. Jurnal JIT. 3(2).

- Rahmatullah, G. M., Khoeriyah, R. R., (2018). *Perancang Antena Mikrostrip Array Linear Fleksibel pada Frekuensi UHF 2,35 GHz*. Jurnal teknologi rekayasa. 3(2).
- Cahyati, E. V., Wijanto, H., & Syihabuddin, B., (2019). *Antena Mikrostrip Persegi Panjang dengan Celah-T untuk Stasiun Bumi ADS-B 1,09 GHz*. 6(1).
- Rahman, A. A. (2019). Rancang Bangun Antena Mikrostrip Metode Array Double Patch Circular dengan Slot Persegi Panjang Sebagai Penerima WiFi. JITE (Journal of Informatics Telecommunication Engineering). 3(1), 21-31.
<http://ojs.uma.ac.id/index.php/jite>

