

Perancangan Antena Mikrostrip Persegi Array 1x2 Pada Frekuensi 5 GHz untuk Aplikasi Wi-Fi dengan menggunakan slot angka 2

Asep Muhammad Rismatulloh¹, Bloko Budi Rijadi², Mochammad Yunus³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pakuan, Bogor, Indonesia

¹a2moehammad@gmail.com, ³mochyunus@unpak.ac.id

Abstrak - Frekuensi 2,4 GHz sering digunakan karena memiliki jarak jangkauan yang lebih luas, Gelombang ini sangat sering digunakan oleh banyak perangkat, sehingga memungkinkan terjadinya gangguan saat router Wi-Fi berada pada gelombang yang sama. Sedangkan Frekuensi 5 GHz merupakan teknologi terbaru yang memang dibuat untuk pengalihan dari padatnya frekuensi 2,4 GHz. Frekuensi ini cukup tinggi dan stabil untuk saat ini. Namun frekuensi tinggi ini memiliki kekurangan dalam daya jangkauannya yang lebih pendek. Perancangan antenna pada penelitian ini dipergunakan untuk aplikasi Wi-Fi yang bekerja pada frekuensi 5 GHz, memiliki return loss -21,66 dB dengan gain sebesar 5,68 dB pada desain antenna menggunakan slot. Untuk desain antenna tanpa slot, memiliki frekuensi kerja di 4,999 GHz dengan nilai return loss sebesar -27,76 dB dan gain sebesar 5,58 dB.

Keyword : Antena mikrostrip, mikrostrip 2 elemen, Wi-Fi 5 GHz

1. Latar Belakang

Internet telah menjadi salah satu kebutuhan yang sangat penting di era modern ini. Internet dapat diakses dengan dua cara, yaitu menggunakan kabel LAN dan Teknologi Wireless yang disediakan oleh ISP (Internet Service Provider). Salah satu dari

teknologi wireless tersebut adalah Wireless Fidelity (Wi-Fi).

Perangkat dengan standar teknis 802.11b diperuntukkan bagi perangkat WLAN yang digunakan di frekuensi 2,4 GHz atau yang lazim disebut frekuensi ISM (Industrial, Scientific dan Medical). Sedangkan untuk perangkat yang berstandar teknis 802.11a dan 802.16 diperuntukkan bagi perangkat WMAN atau juga disebut Wi-Max, yang bekerja di sekitar pita frekuensi 5 GHz[1].

Frekuensi 2,4 GHz sering digunakan karena memiliki jarak jangkauan yang lebih luas, Gelombang ini sangat sering digunakan oleh banyak perangkat, sehingga memungkinkan terjadinya gangguan saat router Wi-Fi berada pada frekuensi yang sama. Sedangkan Frekuensi 5 GHz merupakan teknologi terbaru yang memang dibuat untuk pengalihan dari padatnya frekuensi 2,4 GHz. Frekuensi ini cukup tinggi dan stabil untuk saat ini. Namun frekuensi tinggi ini memiliki kekurangan dalam daya jangkauannya yang lebih pendek. Oleh karenanya di perlukan desain antenna untuk memenuhi kebutuhan dari masalah tersebut[2].

Tujuan pembuatan makalah ini adalah untuk mengetahui nilai parameter antenna yang dirancang pada frekuensi 5 GHz dengan menggunakan slot dan tanpa menggunakan slot.

Makalah ini tersusun atas lima bagian. Bagian pertama tentang pendahuluan, bagian kedua membahas tentang antenna mikrostrip,

sedangkan bagian ketiga membahas tentang perancangan antena patch persegi, baik antena tanpa slot maupun menggunakan slot dengan catuan T-junction. Bagian keempat merupakan analisis dari hasil simulasi perancangan antena dan bagian kelima berisi tentang kesimpulan.

2. Antena Mikrostrip

Antena adalah suatu transformator yang digunakan untuk mengubah besaran arus listrik menjadi Gelombang Elektromagnetik (GEM) yang dapat merambat di udara. Antena yang saat ini banyak dirancang dan dikembangkan adalah antena mikrostrip. Antena mikrostrip tersusun atas :

1. Patch yang berfungsi sebagai peradiasi GEM dan terbuat dari bahan tembaga dengan ketebalan 0,035 mm.

Untuk menentukan dimensi patch antena mikrostrip secara umum digunakan rumus sebagai berikut :

1.1 Lebar patch (W) :

$$W = \frac{c}{2f_0} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \dots\dots\dots(1)$$

Dengan :

W = Lebar patch (mm)

c = kecepatan cahaya (3 x 10⁸ m/s)

f₀ = frekuensi resonansi (Hz)

ε_r = Permittivitas bahan substrat

1.2 Panjang Patch (L) :

Panjang patch merupakan hasil dari pengurangan dari panjang efektif (L_{eff}) patch dengan dua kali pertambahan panjang (ΔL) dari L disebabkan adanya fringing effect[3].

Untuk menentukan dimensi patch antena mikrostrip secara umum digunakan rumus sebagai berikut [3]:

$$L = L_{eff} - 2\Delta L \dots\dots\dots(2)$$

L_{eff} dapat dirumuskan sebagai berikut[3] :

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\epsilon_{r,eff}}} \dots\dots\dots(3)$$

dengan :

ε_{r,eff} = permittivitas efektif dari bahan Substrat

ε_{r,eff} dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\epsilon_{r,eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(1 + 12 \frac{h}{W}\right)^{-\frac{1}{2}} \dots\dots(4)$$

1.3. Pecatuan

Untuk pecatuan ke patch digunakan metode inset microstrip feed. Metode inset feed umumnya dipilih karena lebih sesuai untuk diterapkan dibandingkan metode coaxial feed yang harus melubangi patch dan sulit dalam pembagian daya. Metode inset feed juga mampu memberikan gain dan lebar-pita yang lebih besar dibandingkan coaxial feed. Persamaan untuk menentukan panjang dan lebar dari saluran pencatu adalah sebagai berikut[4] :

$$L_f = \frac{\lambda_g}{4} \dots\dots\dots(5)$$

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{r,eff}}} \dots\dots\dots(6)$$

Dengan :

L_f = Panjang Saluran pencatu (mm)

λ_g = Panjang gelombang terpandu (m)

λ₀ = Panjang gelombang frekuensi resonansi (m)

ε_{r,eff} = Permittivitas efektif bahan substrat

$$W_f = \frac{2h}{\pi} \{B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} [\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r}] \dots\dots\dots(5)$$

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

Dengan :

- W_f = Lebar saluran pencatu (mm)
- ϵ_r = Permittivitas bahan (4.3)
- h = Tebal Substrat (1.6 mm)
- Z_0 = Impedansi karakteristik (Ohm)

1.4 Jarak Antar Elemen (d)

Antena mikrostrip yang tersusun lebih dari dua elemen, maka diperlukan suatu perhitungan jarak untuk memisahkan elemen-elemen peradiasi (patch) agar tidak terjadi mutual coupling.

Jarak antara elemen sebanding dengan setengah nilai dari panjang gelombangnya [4] :

$$d = \frac{\lambda}{2} \dots\dots\dots(8)$$

2. Substrat yang terbuat dari bahan FR-4 lossy yang berfungsi sebagai dielektrik, memisahkan antara Ground Plane dengan Patch dan memiliki ketebalan 1,6 mm dengan permittivitas bahan sebesar 4,3.

Untuk menentukan lebar dan panjang substrat digunakan rumus sebagai berikut [3]:

2.1 Lebar substrat :

$$W_g = W + 6h \dots\dots\dots(9)$$

dengan :

- W_g = Lebar Substrat (mm)
- W = Lebar Patch (mm)
- h = tebal substrat

2.2 Panjang Substrat :

$$L_g = L + 6h \dots\dots\dots(10)$$

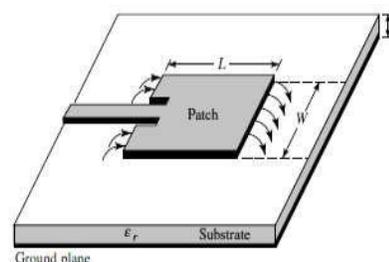
dengan :

- L_g = Panjang Substrat (mm)
- L = Panjang Patch (mm)
- h = Tebal Substrat

3. Ground Plane yang terbuat dari bahan tembaga dengan ketebalan 0,035 mm.

Untuk lebar dan panjang dari Ground Plane mengikuti lebar dan panjang substrat [3].

Berikut struktur dari antena mikrostrip ditunjukkan oleh Gambar 1 di bawah :



Gambar 1. Struktur antena mikrostrip

3. Perancangan Antena

Antena yang dirancang adalah antena dengan bentuk patch persegi yang kemudian disusun menjadi dua elemen dengan menggunakan T-junction sebagai pembagi daya dari port catuan ke masing-masing antena. Masing-masing elemen antena dicatu menggunakan teknik inset feed. Spesifikasi antena yang dicapai adalah frekuensi kerja berada pada 5.0 GHz.

Persamaan (1) sampai (10) digunakan untuk menghitung ukuran antena, mulai dari lebar dan panjang substrat dan ground plane, panjang dan lebar patch, serta lebar dan panjang feed. Kemudian, hasil perhitungan yang merupakan rancangan awal disimulasikan untuk dianalisis. Parameter utama yang akan analisis adalah return loss, pola radiasi, dan realized gain. Apabila parameter belum memenuhi kriteria, dilakukan optimasi dengan cara memperbesar atau memperkecil ukuran antena, jarak antar

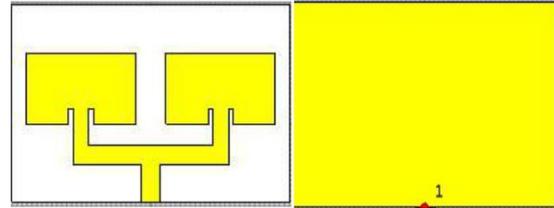
elemen dan t-junction sehingga didapatkan nilai parameter antena yang bagus.

Berikut adalah tabel dimensi antena patch persegi 1x2:

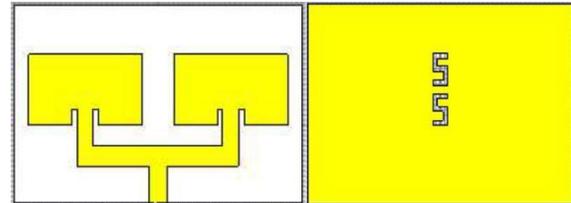
Tabel I
Dimensi Antena patch persegi 1x2

Variabel	Deskripsi	Ukuran (mm)
W_g	Lebar Substrat	56,058
L_g	Panjang Substrat	38,755
W	Lebar Patch	22,029
L	Panjang Patch	13,39
h	Tebal Substrat	1,6
t	Tebal Patch Dan Ground Plane, dan Saluran pencatu	0,035
L_{f1}	Panjang Pencatu 1	3,105
W_{f1}	Lebar Pencatu 1	7,225
L_{f2}	Panjang Pencatu 2	3,105
W_{f2}	Lebar Pencatu 2	7,225
L_{f3}	Panjang Pencatu 3	3,76
W_{f3}	Lebar Pencatu 3	7,225
W_j	Lebar Junction	31,334
L_j	Panjang Junction	3,88
d_{patch}	Jarak antar Patch	6,2
W_{es}	Lebar Empty Space	5,105
L_{es}	Panjang Empty Space	3,105
W_{slot}	Lebar Slot	3,2
L_{slot}	Panjang Slot	5,795
d_{slot}	Jarak antar Slot	0,5

Gambar 2. Rancangan Antena 1x2 tanpa slot



Gbr 3. Rancangan Antena 1x2 dengan slot



Rancangan antena pertama yang disimulasikan adalah antena mikrostrip 1x2 dengan patch persegi tanpa diberikan slot pada bagian tengah patch pada permukaan ground plane. Desain awal ini dirancang untuk melihat dampak dari slot pada lebar-pita antena. Dimensi perancangan ditunjukkan pada Tabel I dan Gambar. 2.

Setelah mendapatkan data hasil simulasi rancangan pertama, kemudian dilakukan simulasi antena mikrostrip 1x2 dengan menggunakan slot pada permukaan ground plane. Slot bertujuan memberikan penambahan gain ditunjukkan pada Gambar. 3 dan Tabel I. W_{slot} adalah variabel yang menentukan lebar slot, L_{slot} adalah variabel yang menentukan panjang slot dan d_{slot} adalah variabel yang menentukan jarak antar slot. Tabel I menyajikan dimensi antena yang dirancang dan telah dilakukan penyesuaian parameter.

4. Analisis

Hasil simulasi dari perancangan sesuai nilai pada tabel II, didapatkan nilai dari parameter

– parameter yang akan diamati, meliputi nilai return loss antena, Gain, VSWR, dan pola radiasi dari antena. Parameter-parameter tersebut disajikan pada Tabel II dan Gambar

4 sampai 11 untuk antenna tanpa slot dan antenna yang menggunakan slot.

Gambar 4 menunjukkan nilai VSWR untuk antenna tanpa slot dan Gbr. 5 menunjukkan nilai VSWR untuk antenna dengan menggunakan slot. Berdasarkan gambar kurva tersebut, didapatkan nilai VSWR untuk desain antenna tanpa slot yang mencapai nilai 1,085 pada frekuensi 4,999 GHz. Pada frekuensi 4,8 nilai VSWR mencapai 1,83. Sedangkan pada frekuensi 5,1 GHz, nilai VSWR hampir mencapai nilai 2, yaitu sebesar 1,92.

Gambar 5 menunjukkan kurva nilai VSWR untuk desain antenna dengan slot, dimana pada frekuensi 5 GHz, nilai VSWR nya mencapai 1,18. Sedangkan untuk frekuensi 4,8 GHz dan 5 GHz, masing-masing mencapai nilai 1,88 dan 1,91.

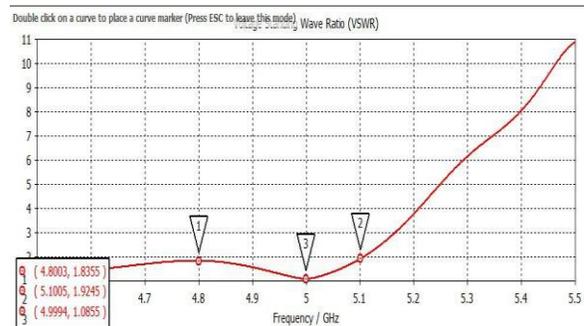
Gambar 6 menunjukkan nilai return loss untuk antenna tanpa slot dan antenna menggunakan slot. Dari kurva tersebut, didapatkan nilai return loss S11 untuk antenna tanpa menggunakan slot mencapai nilai -27,76 dB pada frekuensi 4,999 GHz.

Nilai return loss S11 minimum terjadi pada frekuensi 5,1 GHz dengan nilai -10,03 dB dan pada frekuensi 4,8 GHz dengan nilai -10,61 dB. Hal ini menandakan antenna telah bekerja pada frekuensi tengah yang diinginkan.

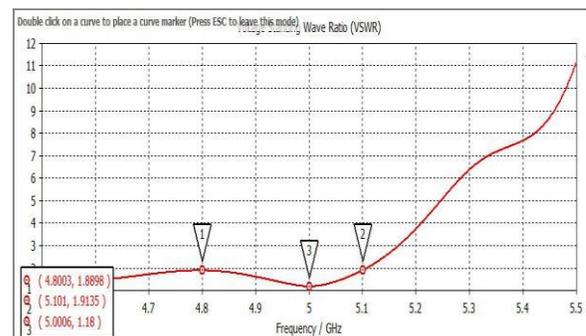
Untuk nilai return loss pada antenna dengan menggunakan slot, didapatkan nilai return loss S11 mencapai nilai kurang dari -21,66 dB pada frekuensi 5 GHz.

Nilai return loss S11 minimum terjadi pada frekuensi 5,1 GHz dengan nilai -10,04 dB dan pada frekuensi 4,8 GHz dengan nilai -10,23 dB disertai penambahan gain.

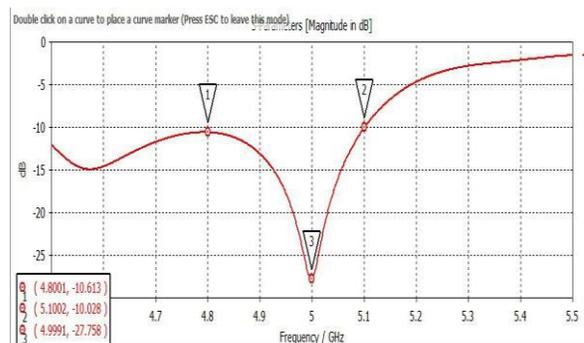
Gbr 4. Kurva nilai VSWR pada antenna tanpa slot



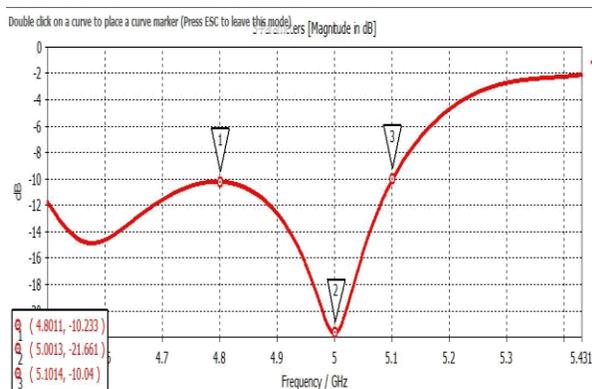
Gbr 5. Kurva nilai VSWR pada antenna dengan menggunakan slot



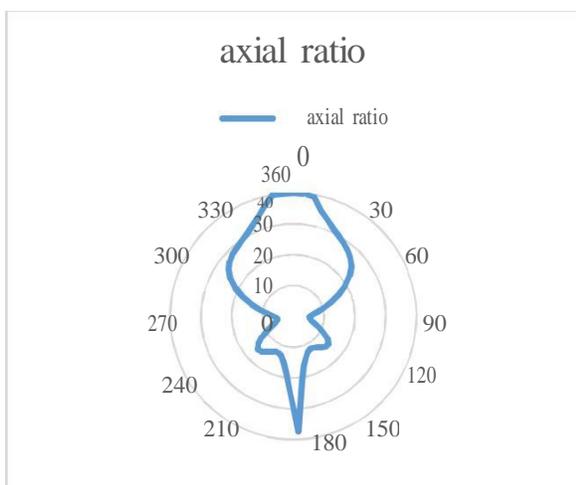
Gbr 6. Kurva Parameter S11 pada antenna tanpa Slot



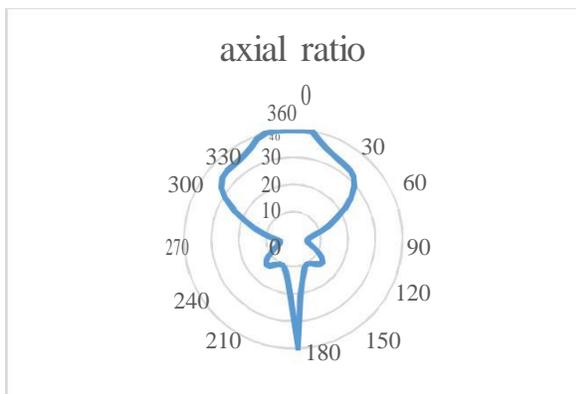
Gbr 7. Kurva Parameter S11 pada antenna dengan Slot



Gbr 8. Axial ratio antenna tanpa slot



Gbr 9. Axial ratio antenna dengan slot

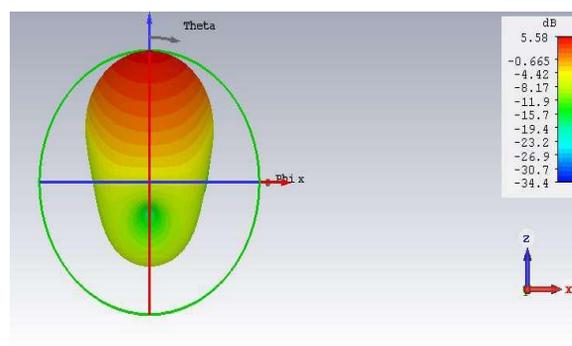


Gambar 8 menunjukkan pola radiasi dari desain antenna dengan slot dan tanpa slot. Berdasarkan gambar, kedua desain antenna

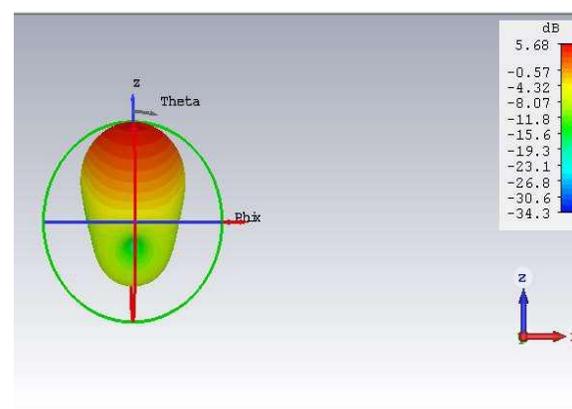
memiliki arah pancar maksimum pada sudut 0°. Sehingga dapat disimpulkan, bahwa desain antenna dengan slot dan tanpa slot memiliki arah pancar unidirectional.

Dari Gbr 9 dan Gbr 10, didapatkan nilai axial ratio untuk antenna tanpa slot dan dengan menggunakan slot. Pada kondisi $\phi=0$, polarisasi maksimum untuk antenna tanpa slot sebesar 40 dB mengarah ke sudut dan antenna dengan menggunakan slot sebesar 40 dB, dengan mengarah ke sudut 330 sampai 30. Dengan demikian, baik antenna tanpa slot maupun menggunakan slot bekerja dengan polarisasi linier.

Gbr 10. Pola radiasi 3D antenna tanpa slot



Gbr 11. Pola Radia 3D antenna dengan slot



Untuk gain antenna, pada antenna tanpa slot diperoleh gain sebesar 5,58 dB, dan pada antenna menggunakan slot sebesar 5,68 dB.

Dengan demikian, terjadi penambahan gain pada antena yang diberikan slot sebesar 0,1 dB. Gbr. 11 dan Gbr. 12 adalah pola radiasi tiga dimensi antena dan gain yang didapatkan dari perancangan.

Tabel II. Perbandingan nilai hasil simulasi antena tanpa slot dengan antena menggunakan slot

Parameter	Tanpa Slot	Dengan Slot
Return Loss	-27,76 dB	-21.66 dB
Maximum peak Gain	5,58 dB	5,68 dB
Axial ratio	40 dB	40 dB
VSWR	1,085	1,18

REFERENSI

- [1] Sangraji, bjtunikompp-sgl, 'Sejarah dan perkembangan Wi-Fi <http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/387/jbptunikompp-gdl-sangraji-19319-3-03.babi-i.pdf> (diakses pada tanggal 30 Nopember 2018).
- [2] Maykhel David, (2017, 22 Juni), 'Perbedaan Wi-Fi 2,4 GHz dengan 5 GHz, <https://www.dumetschool.com/blog/perbedaan-wifi-2-4-ghz-dengan-5ghz> (diakses pada tanggal 30 Nopember 2018).
- [3] C. a. Balanis, Antenna Theory: Analysis and Design, 3rd ed. Arizona: A JOHN WILEY & SONS, INC, 2012.
- [4] I. Singh and V. S. Tripathi, "Microstrip Patch Antenna and its Applications : a Survey," Int. J. Comp. Tech. Appl., vol. 2, no. 5, hal. 1595–1599, 2011.
- [5] AS, Kevin Jones, Levy Olivia N, Budi Syihabuddin.(2017). Perancangan Antena MIMO 2×2 Array Rectangular Patch dengan U-Slot untuk Aplikasi 5G.JNTETI, Vol.6, No.1, ISSN 2301-4156.