

Simulasi Pengaruh Kombinasi Slot Horisontal dan Slot Vertikal Pada Antena Microstrip 2.4 GHz

Jeffri Parrangan^{1,a)}, Yono Hadi Pramono^{1,b)}, Wahyu Hendra Gunawan^{1,c)}

¹Laboratorium Optoelektronika dan EM Terapan,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember,
Jalan Raya ITS Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur, 60111

^{a)}jeffri7pr@gmail.com

Abstrak

Antena adalah salah satu bagian dalam sistem komunikasi yang berfungsi sebagai pemancar dan penerima suatu sinyal komunikasi berupa gelombang elektromagnetik. Pada penelitian ini dilakukan simulasi antena microstrip berbentuk segi empat dengan bahan FR4 dimana ketebalan substratnya 1.6 mm dan $\epsilon_r = 4.6$. Simulasi dilakukan dengan memberikan kombinasi slot horisontal dan slot vertikal pada bidang ground dan melihat pengaruhnya terhadap parameter return loss serta parameter lainnya tanpa mengubah bentuk patch radiator dari antena. Hasil simulasi penambahan slot ini menunjukkan return loss yang semakin baik yaitu sebesar -32.564 dB.

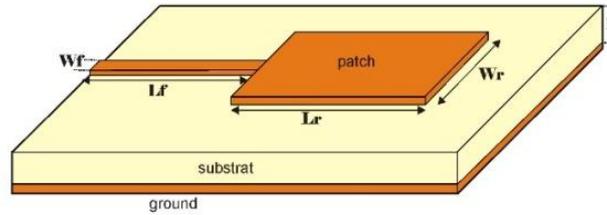
Kata-kata kunci: antena microstrip, return loss, FR4

PENDAHULUAN

Antena microstrip adalah antena yang banyak diteliti karena ekonomis serta mudah dalam proses fabrikasinya. Penggunaan slot pada ground antena microstrip telah banyak dilakukan, salah satu efek yang ditimbulkan akibat penggunaan slot ini adalah dapat memperlebar bandwidth [1]. Dalam tulisan ini akan diteliti pengaruh penggunaan slot pada ground antena dengan bentuk yang sederhana dari kombinasi dua slot, yaitu slot horisontal dan slot vertikal. Penelitian difokuskan terhadap parameter return loss sebagai akibat penggunaan slot dan parameter lain sebagai hasil akhir dari kombinasi slot yang dilakukan pada antena microstrip.

METODA

Antena microstrip secara umum terdiri dari 3 lapisan yaitu lapisan pertama yang disebut patch, berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara. Lapisan pertama terbuat dari bahan konduktor yaitu tembaga, pada bagian ini antena dibentuk sesuai namanya dengan bentuk yang bermacam-macam seperti : bentuk segi empat, bentuk segitiga maupun bentuk lingkaran. Lapisan kedua disebut substrat yang berfungsi untuk menyalurkan gelombang elektromagnetik dalam sistem pencatu. Lapisan ketiga adalah ground plane yang berfungsi sebagai ground pada antena.



Gambar 1. Antena microstrip segi empat

Dalam mendesain suatu antena microstrip, terlebih dahulu harus dilakukan perhitungan untuk mendapatkan dimensi dari antena yang akan diteliti. Hal ini bertujuan untuk menentukan dimensi lebar dan panjang dari patch antena microstrip yang berbentuk segi empat maka digunakan persamaan sebagai berikut [2]:

lebar patch,

$$W = \frac{c}{2f_r} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \tag{1}$$

panjang patch,

$$L = \frac{c}{2f_r \sqrt{\epsilon_{eff}}} - 2\Delta L \tag{2}$$

dimana,

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2\sqrt{1 + \frac{12h}{W}}} \tag{3}$$

ΔL adalah besarnya medan elektromagnetik yang mengalir pada patch yang besarnya dinyatakan dengan persamaan:

$$\Delta L = 0.412h \frac{(\epsilon_{eff} + 0.3) \left(\frac{W}{h} + 0.264\right)}{(\epsilon_{eff} + 0.258) \left(\frac{W}{h} + 0.8\right)} \tag{4}$$

dimana h adalah ketebalan substrat.

Untuk dimensi saluran pencatu dapat dicari dengan menggunakan persamaan impedansi karakteristik antena dalam persamaan berikut [3]:

$$Z_0 = \frac{120}{\sqrt{\epsilon \left[\frac{W}{h} + 1.393 + 0.667 \ln \left(\frac{W}{h} + 1.44 \right) \right]}}, \text{ untuk } W/h \geq 1. \tag{5}$$

Untuk dimensi ground dan substrat sama, maka dimensinya panjang dan lebar dapat dicari dengan persamaan [4]:

$$\begin{aligned} L_g &= 6h + L \\ W_g &= 6h + W \end{aligned} \tag{6}$$

Setelah parameter dimensi antena dihitung maka selanjutnya dapat dilakukan simulasi.

Keterangan :

- ϵ_r : konstanta dielektrik
- W : lebar patch
- L : panjang patch
- h : ketebalan substrat
- ΔL : medan elektromagnetik yang mengalir pada patch
- Z_0 : impedansi
- L_g : panjang ground
- W_g : lebar ground

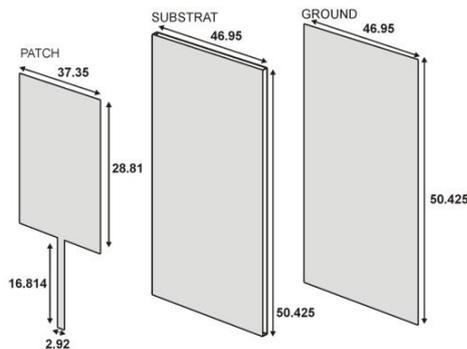
HASIL DAN DISKUSI

Desain antenna segi empat ini dirancang bekerja pada frekuensi 2.4 GHz dengan impedansi masukan 50Ω , menggunakan substrat berbahan FR4, konstanta dielektrik $\epsilon_r = 4.6$ dengan ketebalan 1.6 mm serta ketebalan konduktor 0.035 mm. Dengan menggunakan persamaan 1 dan 2 didapat dimensi lebar patch $\epsilon_r = 4.6$ dan panjang $L_r = 28.81$ mm. Dimensi saluran pencatu didapat dengan menggunakan persamaan 5 dimana impedansi karakteristik yang dipakai adalah $Z_0 = 50 \Omega$, sehingga lebar saluran pencatu didapat $W_f = 2.92$ mm, dengan panjang saluran pencatu adalah $1/4\lambda$ untuk menyesuaikan dua saluran transmisi, sehingga terjadi matching impedansi [5]. Untuk panjang saluran pencatu diperoleh $L_f = 16.814$ mm, dimensi substrat dan ground dari persamaan (6) didapat lebar $L = 50.542$ mm dan panjang $W = 46.95$ mm.

Tabel 1. Parameter antenna segi empat hasil perhitungan

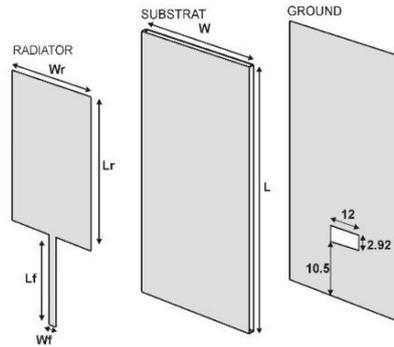
Parameter	Ukuran (mm)
Lebar Substrat (W)	46.95
Panjang Substrat (L)	50.425
Lebar Patch/ peradiasi (W_r)	37.35
Panjang Patch/ peradiasi (L_r)	28.81
Lebar saluran pencatu (W_f)	2.92
Panjang saluran pencatu (L_f)	16.814

Dari parameter hasil perhitungan pada (gambar 2) yang didapat selanjutnya dilakukan desain dan simulasi antenna menggunakan software CST Microwave Studio 2011.

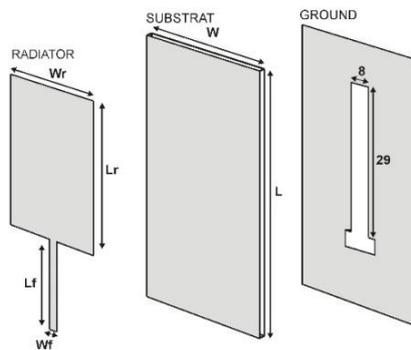


Gambar 2. Dimensi antenna microstrip segi empat hasil perhitungan

Dari hasil simulasi didapat nilai parameter return loss sebesar -8.386 dB, suatu antenna dikatakan baik jika nilai parameter return lossnya bernilai ($RL \leq -10$ dB) sehingga antenna dengan parameter awal dari hasil perhitungan ini perlu dilakukan modifikasi yang dapat memberikan nilai parameter return loss yang lebih baik. Modifikasi antenna dilakukan untuk mendapatkan nilai return loss yang lebih baik dengan cara pemberian slot pada bidang ground. Pemberian slot dilakukan dua tahap, tahap pertama dilakukan pemberian slot horisontal, dan tahap kedua dilakukan pemberian slot tambahan (slot vertikal). Slot horisontal berfungsi untuk melihat pengaruhnya pada parameter return loss, pada tahap pertama pemberian slot dipilih dengan slot horisontal dengan dimensi 2.92×12 mm dengan jarak slot dari tepi bawah antenna 10.5 mm. Dimensi slot diperlihatkan pada gambar (3). Selanjutnya dilakukan penambahan slot vertikal pada slot horisontal pertama dengan dimensi slot vertikal 29×8 mm gambar (4).

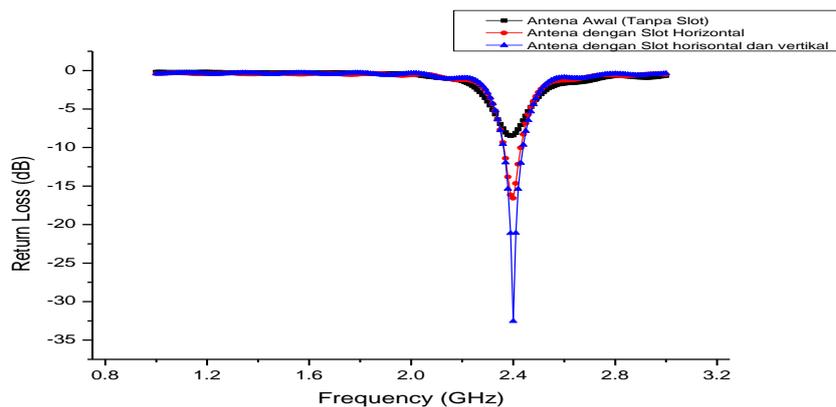


Gambar 3. Dimensi slot horisontal antenna microstrip segi empat



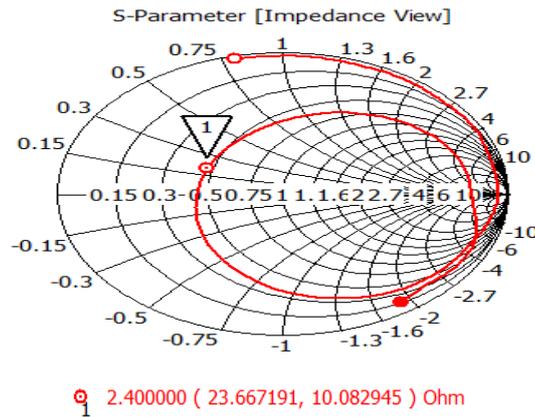
Gambar 4. Dimensi slot kombinasi horisontal dan vertikal antenna microstrip segi empat

Dari hasil simulasi terhadap dua tahap ini diperoleh parameter return loss untuk tahap pertama dengan slot horisontal memberikan nilai return loss sebesar -16.579 dB, sedangkan pada tahap kedua yaitu tambahan slot vertikal pada slot horisontal tahap pertama tadi menghasilkan nilai return loss sebesar -32.564 dB. Berdasarkan syarat return loss yang baik yaitu ($RL \leq -10$ dB), pemberian slot pada bidang ground antenna memberikan nilai yang baik namun dengan kombinasi dengan slot vertikal memberikan pengaruh yang lebih baik pada antenna, perubahan return loss ini dapat dilihat pada gambar (5). Perubahan return loss menjadi lebih baik dimungkinkan bila terjadi matching impedansi hal ini dapat diperlihatkan pada grafik smith chart pada gambar (6),(7) dan (8), dimana terjadi perubahan nilai impedansi masukan antenna dari antenna pertama, kedua dan ketiga.

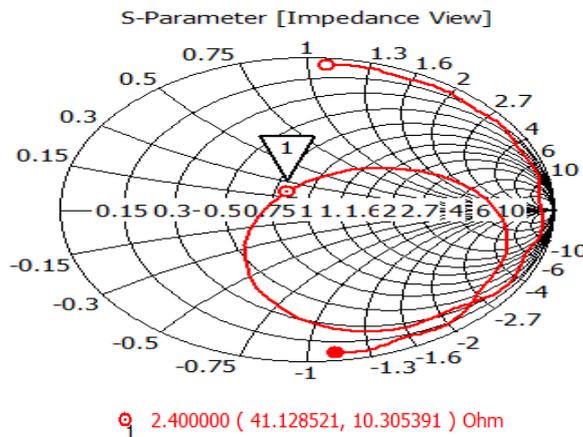


Gambar 5. Return loss antenna akibat penambahan dan kombinasi slot horisontal dengan slot vertikal

Pada antenna pertama gambar (6) hasil perhitungan tanpa adanya slot terlihat bahwa impedansi masukan pada smith chart hasil simulasi adalah $23.66 + 10.08j \Omega$.

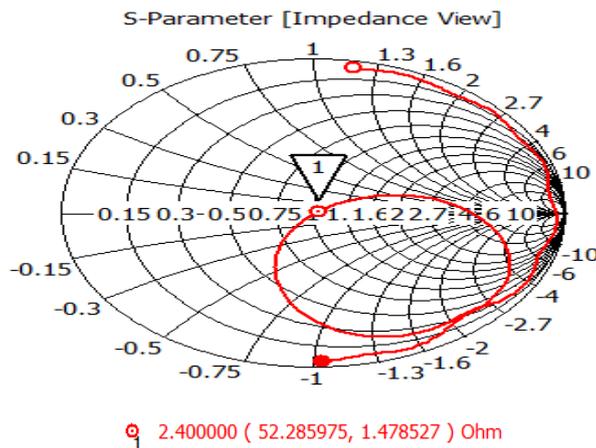


Gambar 6. Grafik impedansi masukan hasil simulasi antenna pertama hasil perhitungan tanpa slot.



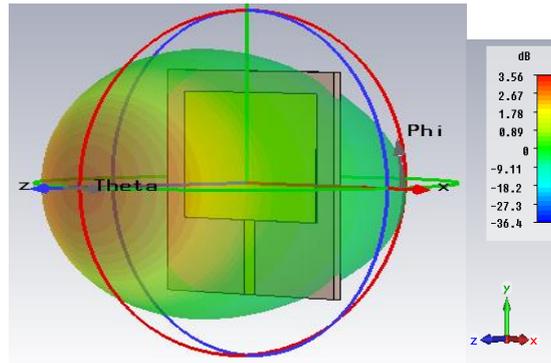
Gambar 7. Grafik impedansi masukan hasil simulasi antenna slot horisontal.

Pada antenna kedua dimana pemberian slot horisontal pada ground antenna memperlihatkan perubahan pada impedansi masukan hasil simulasi yaitu $41.12+10.30j \Omega$ gambar (7) dan pada antenna dengan kombinasi slot horisontal dan vertikal memperlihatkan perubahan yaitu $52.28+1.47j \Omega$.

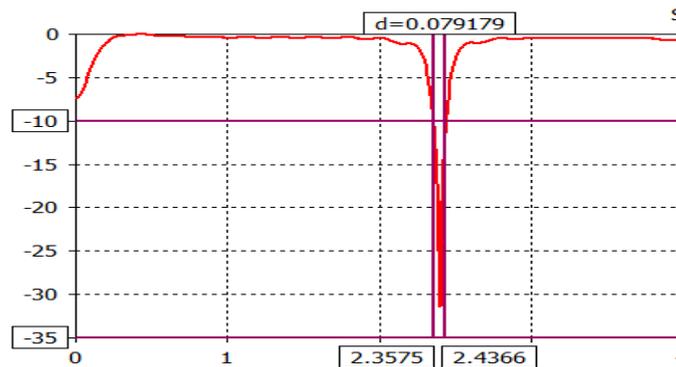


Gambar 8. Grafik impedansi masukan hasil simulasi antenna kombinasi slot horisontal dan slot vertikal

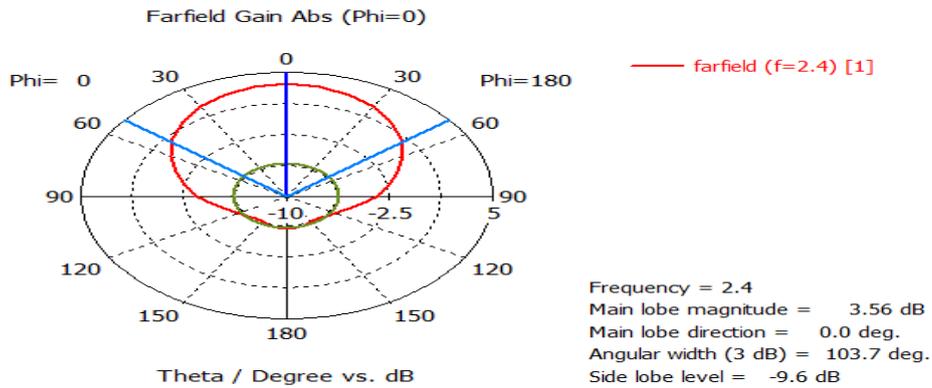
Beberapa parameter lain sebagai hasil akhir dari antenna dengan kombinasi slot horisontal dan vertikal adalah gain antenna yang dihasilkan sebesar 3.56 dB gambar (9) dimana antenna bekerja di rentang frekuensi antara 2.35–2.43 GHz dengan lebar bandwidth 79.17 MHz gambar (10) dengan pola radiasi horisontal dan pola radiasi vertikal ditunjukkan pada gambar (11) dan (12).



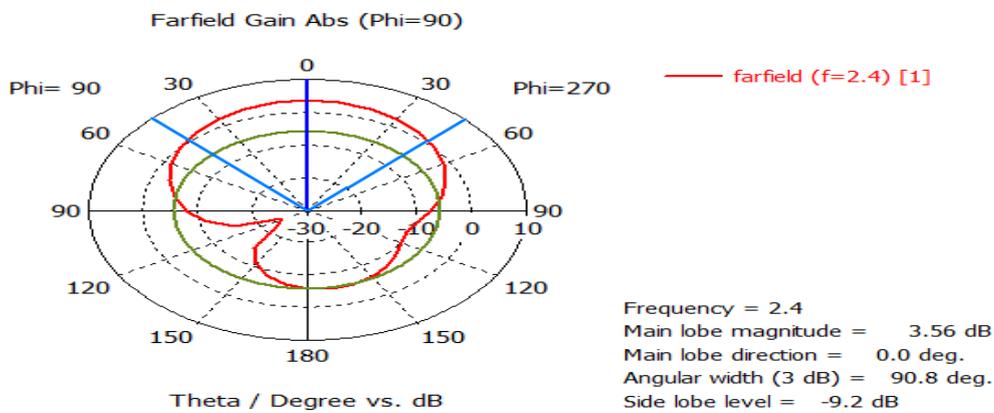
Gambar 9. Gain antenna kombinasi slot horisontal dan vertikal hasil simulasi



Gambar 10. Bandwidth antenna kombinasi slot horisontal dan vertikal hasil simulasi



Gambar 11. Pola radiasi horisontal antenna kombinasi slot horisontal dan vertikal hasil simulasi



Gambar 12. Pola radiasi vertikal antenna kombinasi slot horisontal dan vertikal hasil simulasi

KESIMPULAN

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan terlihat bahwa terjadi peningkatan nilai impedansi masukan dari antenna sebelum dan sesudah penggunaan slot pada ground antenna microstrip yang diteliti. Peningkatan nilai impedansi menyebabkan terjadinya matcing impedasi sehingga mengakibatkan nilai return loss pada antenna yang menggunakan slot pada ground menjadi semakin baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penulisan makalah dan penelitian ini.

REFERENSI

1. N.M. Sameena, R.B. Konda and S.N. Mulgi, *A Novel Slot for Enhancing the Impedance Bandwidth and Gain of Rectangular Microstrip Antenna*, Progress in Electromagnetics Research C (2009)
2. Y. Huang and K. Boyle, *Antennas from Theory to Practice*, Jhon Wiley and Sons, United Kingdom (2008)
3. D.M. Pozar, *Microwave Engineering*, Fourth Edition, Jhon Wiley and Sons, New York (2011)
4. Rachmansyah, Antonius I, A. Benny Mutiara, *Designing and Manufacturing Microstrip Antenna for Wireless Communication at 2.4 GHz*, Internasional Journal of Computer and Electrical Engineering (2011)
5. Yono, H.P, Gontjang P, Hasto S, Ali Yunus R, Siti C, *Analisis Matching Impedance pada Rectangular Microstrip Patch Array Antenna dengan metode Transformer $1/4\lambda$ pada Frekuensi 2.4 GHz*, Indonesian Student Conference on Satellite, Surabaya (2011)