

Simulasi Perbaikan Gain dan Bandwidth Antena Planar Susun Menggunakan Defected Ground Structure (DGS) Bentuk Spiral Persegi 6x7

Novia Tri Sapturida¹, Evyta Wismiana², Moch. Yunus³

Teknik Elektro, Universitas Pakan, Bogor, Indonesia

¹noviasapturida@gmail.com, ²evytawismiana@unpak.ac.id, ³mochyunus@yahoo.com

ABSTRAK

Perkembangan antena saat ini kian meningkat seiring dengan kebutuhan yang terus menerus bertambah. Antena planar susun merupakan jenis antena yang mempunyai dimensi yang relatif kecil. Sehingga sudah banyak diaplikasikan untuk sistem komunikasi yang menggunakan komponen yang kecil. Namun, karena dimensinya yang kecil dapat menghasilkan gain yang kecil dan bandwidth yang sempit. Untuk itu diperlukan desain lain yang mampu memperbaiki nilai gain dan bandwidth.

Pada paper ini disimulasikan antena planar susun dengan menggunakan Defected Ground Structure (DGS) bentuk spiral 6x7 dengan antena planar susun tanpa DGS.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa desain antena yang dibuat dapat berfungsi di frekuensi kerja Wi-Fi yaitu 2,4 GHz (2 – 3 GHz). DGS bentuk spiral persegi 6x7 mampu memperbaiki gain dan bandwidth antena planar susun tanpa DGS. Nilai gain yang dihasilkan antena dengan menggunakan DGS spiral persegi yaitu sebesar 4,499 sedangkan lebar bandwidthnya yaitu sebesar 58 MHz.

Kata kunci : Gain, Bandwidth, Antena planar, DGS

1. Pendahuluan

Teknologi saat ini merupakan hal yang sudah mengalami banyak perkembangan terutama teknologi pada sistem komunikasi. Baik dengan kabel maupun tanpa kabel, keduanya sudah banyak dikembangkan seiring dengan kebutuhan yang kian bertambah. Salah satu perangkat pada sistem komunikasi tanpa kabel yang sedang banyak dikembangkan yaitu Antena. Fungsi dari perangkat tersebut adalah mengubah gelombang listrik menjadi gelombang yang dapat merambat melalui udara yaitu gelombang elektromagnetik. Bentuk dan jenis Antena saat ini sangat beragam, salah satunya adalah Antena Planar Susun. Ditinjau dari segi ukuran, antena planar memiliki ketebalan yang tipis sehingga umumnya digunakan pada perangkat yang memerlukan komponen dengan ukuran kecil. Antena planar susun ini mempunyai 3 lapisan yaitu elemen peradiasi (patch), substrat, dan elemen pentanahan (groundplane). Tetapi, selain mempunyai kelebihan di segi ukuran, antena planar susun mempunyai kelemahan yaitu pada lebar bandwidth yang sempit dan nilai gain yang rendah. Untuk mengoptimalkan nilai parameter antena tidak

dengan memodifikasi patch, tetapi juga perlu memodifikasi groundplane pada antena [1]. Pada lapisan groundplane terdapat variasi desain yaitu dengan menambahkan Defected Ground Structure (DGS) dengan berbagai bentuk. Dari variasi beberapa DGS antena planar terbukti berpengaruh pada performansinya [1]. Untuk itu perlu sebuah kajian mengenai perbaikan antena menggunakan DGS spiral persegi dengan antena yang tidak menggunakan DGS untuk frekuensi kerja Wi-Fi 2,4 GHz.

1. Desain Simulasi Antena

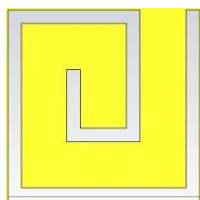
Antena planar adalah konduktor metal yang menempel di atas groundplane yang diantaranya terdapat bahan substrat dielektrik. Secara umum Antena Mikrostrip terdiri atas tiga bagian, yaitu patch, substrat, dan ground plane. Patch terletak diatas substrat sementara ground plane terletak pada bagian paling bawah. Patch adalah bagian yang terletak paling atas dari antena dan terbuat dari bahan konduktor ini berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara. Substrate dielektrik merupakan bagian dari antena mikrostrip yang berfungsi sebagai media penyalur gelombang elektromagnetik dari catuan. Groundplane yaitu lapisan paling bawah yang berfungsi sebagai reflektor yang memantulkan sinyal yang tidak diinginkan. Semakin baik bentuk groundplane pada antena maka akan semakin baik pula hasil parameter pada antena, hal ini tentu saja mempengaruhi kinerja suatu antena [2]. Salah satu upaya untuk memperbaiki kinerja antena dalam menambahkan DGS pada sisi groundplane,

Teknik DGS dilakukan dengan cara mengetch daerah ground pada substrat. Teknik tersebut bersifat PBG (photonic bandgap) yang telah dikembangkan menjadi EBG (electromagnetic bandgap) dimana substrat diberi beban secara periodik sehingga pancaran gelombang permukaan membentuk rentang frekuensi terlarang di sekitar frekuensi operasi antenna [3].

Oleh karena itu gelombang permukaan tidak dapat berpropagasi sepanjang substrat, sejumlah besar daya yang teradiasi saling menggandeng ke udara begitu juga dengan gelombang permukaan lain seperti mutual coupling antara elemen array juga tidak ada lagi [4].

Dalam simulasi antena, ada beberapa tahapan yang dilakukan agar antena dapat bekerja di frekuensi yang diinginkan, yaitu pada frekuensi 2,4 GHz (2 – 3 GHz). Selain itu tujuannya agar mendapatkan nilai karakteristik antena

mikrostrip yang baik seperti nilai return loss, bandwidth, VSWR, gain, pola radiasi, dan beamwidth. Dimulai dari menentukan jenis dan dimensi antena yaitu pada bagian patch, substrat, groundplane dan saluran pencatu. Ada 2 jenis desain yang dibuat, yaitu desain dengan menambahkan DGS spiral persegi di groundplane dan desain tanpa menambahkan DGS. Untuk bentuk DGS yang akan digunakan dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



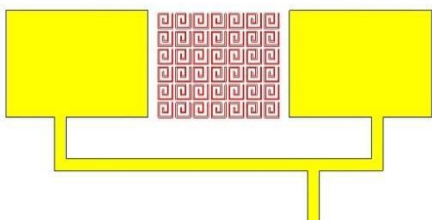
Gambar 1. DGS Spiral Persegi

Selain menentukan bentuk DGS, juga perlu diperhatikan ukuran dari spiral perseginya. Karakteristik dari DGS spiral persegi yang digunakan ditunjukkan pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Karakteristik DGS Spiral Persegi

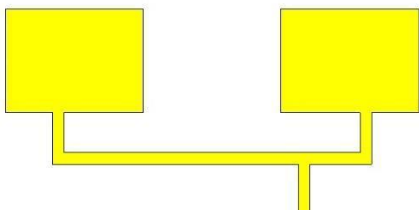
Karakteristik	Nilai
Tinggi	0,035 mm
Lebar	0,3 mm
Gap	1 mm
Radius Dalam	0,5 mm
Jumlah Turns	2

Setelah menentukan dimensi DGS spiral persegi, kemudian mendesain keseluruhan antena. Antena planar susun menggunakan DGS bentuk spiral persegi 6x7 ditunjukkan pada gambar 2 berikut :



Gambar 2. Desain Antena Planar Susun dengan DGS

Untuk desain lainnya yaitu dengan tidak menggunakan DGS ditunjukkan pada gambar 3 berikut.



Gambar 3. Desain Antena Planar Susun Tanpa DGS

Pada desain antena, ada beberapa hal yang harus diperhatikan yaitu karakteristik dari jenis yang digunakan untuk masing-masing lapisan. Karakteristik dari bahan yang digunakan disajikan pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Karakteristik masing-masing Lapisan

Karakteristik		Nilai
Patch	Jenis	Tembaga
	Ketebalan	0,035 mm
Substrat	Jenis	FR-4 (lossy)
	Ketebalan	1,6 mm
		4,3 V/m
Groundplane	Jenis	Tembaga
	Ketebalan	0,035 mm

Tahap selanjutnya yaitu menghitung lebar dari antena (w) menggunakan persamaan (1) berikut : [5]

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

Keterangan :

- w : Lebar konduktor (mm)
- c : Kecepatan cahaya di ruang bebas (3 x 10⁸ m/s)
- ε_r : Konstanta dielektrik (V/m)
- f₀ : Frekuensi Kerja (Hz)

Setelah mendapatkan lebar Antena, yang dibutuhkan adalah nilai panjang Antena (L). Untuk mencari L diperlukan parameter Δl yang merupakan pertambahan panjang dari l akibat adanya *fringing effect*. Pertambahan panjang dari l (Δl) tersebut dirumuskan dengan persamaan (2), yaitu : [5]

$$\Delta l = 0,412 h \frac{(\epsilon_{reff})_h^{w+0,264}}{(\epsilon_{reff})_h^{w+0,8}} \dots \dots \dots (2)$$

Parameter h merupakan ketebalan substrat yang digunakan, sedangkan ε_{reff} adalah konstanta dielektrik efektif yang dirumuskan menggunakan persamaan (3) berikut : [5]

$$\epsilon_{reff} = \frac{(\epsilon_r + 1)}{2} + \frac{(\epsilon_r - 1)}{2} \left[\frac{1}{1 + 12 \frac{h}{w}} \right] \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

- ε_{reff} : Konstanta dielektrik efektif bahan substrat (V/m)
- ε_r : Konstanta dielektrik relatif (V/m)
- h : Tebal substrat (mm)
- w : Lebar konduktor (mm)

Untuk mencari panjang antena (L) yaitu menggunakan persamaan (4) berikut : [5]

$$L = L_{eff} - 2\Delta l \dots \dots \dots (4)$$

L_{eff} adalah panjang patch efektif yang didapat dari persamaan (2.5) berikut : [5]

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\epsilon_{reff}}} \dots \dots \dots (5)$$

Ukuran saluran pencatu berpengaruh pada frekuensi kerja antenna. Untuk itu untuk menentukan lebar dari saluran pencatu dirumuskan dengan persamaan (6) berikut : [5]

$$W_0 = \frac{2h}{\pi} \left[B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left(\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right) \right] \dots\dots\dots(6)$$

Untuk mendapatkan B, digunakan persamaan (7) berikut : [5]

$$B = \frac{377\pi}{2Z_0\sqrt{\epsilon_r}} \dots\dots\dots(7)$$

3. Hasil dan Pembahasan

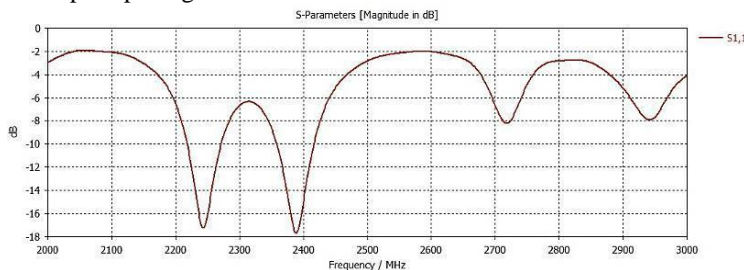
Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan persamaan 1-7, didapatkan nilai parameter-parameter untuk mendesain antenna disajikan dalam tabel 3 berikut :

Tabel 3. Hasil Perhitungan Dimensi Antena

Parameter	Nilai
	38,4 mm
	3,75
	0,655 mm
	30,65 mm
	32,27 mm
	3,364 mm
	5,708

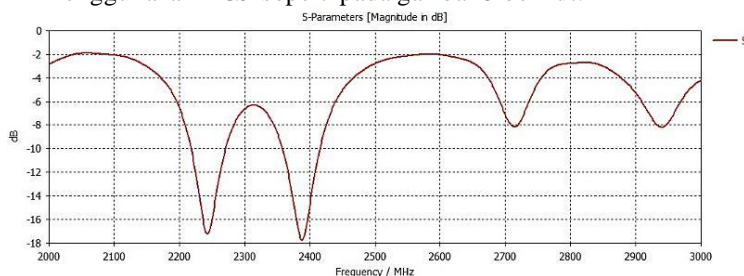
Dalam paper ini, parameter diubah menjadi 40 mm dan parameter diubah menjadi 30 mm karena dalam simulasi, frekuensi kerja antenna tidak berada di range frekuensi kerja Wi-Fi.

Grafik parameter S₁₁ dengan menggunakan DGS seperti pada gambar 4 berikut.



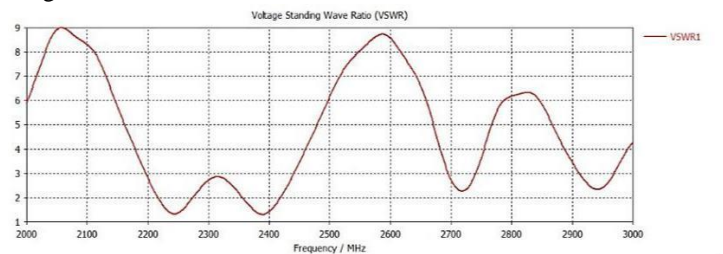
Gambar 4. Grafik Parameter S₁₁ dengan DGS

Sedangkan untuk grafik parameter S₁₁ tanpa menggunakan DGS seperti pada gambar 5 berikut.



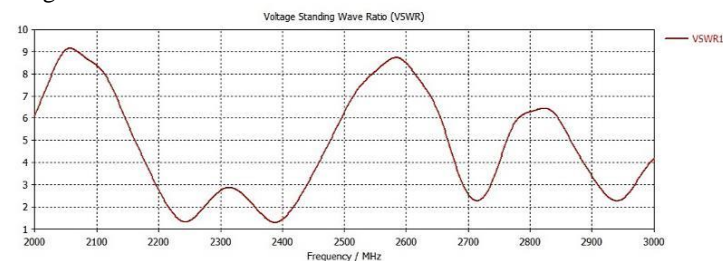
Gambar 5. Grafik Parameter S₁₁ tanpa DGS

Grafik VSWR dengan menggunakan DGS seperti pada gambar 6 berikut.



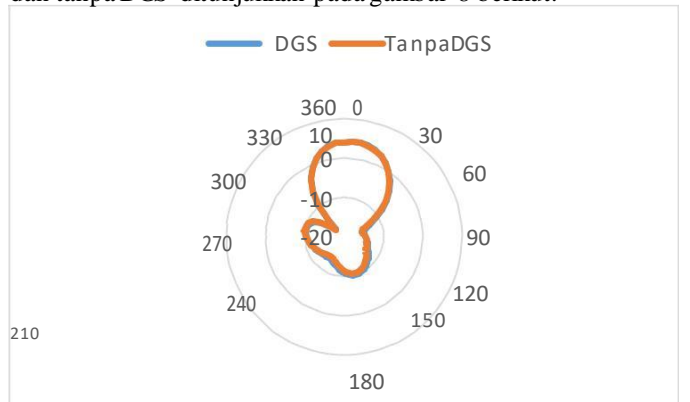
Gambar 6. Grafik VSWR dengan DGS

Sedangkan grafik VSWR tanpa DGS seperti pada gambar 7 berikut.



Gambar 7. Grafik VSWR tanpa DGS

Untuk pola radiasi antenna yang menggunakan DGS dan tanpa DGS ditunjukkan pada gambar 8 berikut.



Gambar 8. Pola Radiasi Menggunakan DGS dan Tanpa DGS

Dari hasil simulasi yang ditampilkan pada gambar 4-8 hasilnya dapat disajikan dalam tabel 4 di bawah ini :

Tabel 4. Hasil Simulasi

Parameter	Menggunakan DGS	Tanpa DGS
Frekuensi Kerja	2,389 GHz	2,388 GHz
Range Frekuensi	2416,5-2358,5 MHz	2415,7-2358,2 MHz
Bandwidth	58 MHz	57,5 MHz
Gain	4,499 dB	4,423 dB
VSWR	1,3005 dB	1,2978 dB
Return Loss	-17,680 dB	-17,747 dB
Beamwidth	44,5 ⁰	44,3 ⁰

Berdasarkan hasil simulasi tabel 3 di atas, dapat dikatakan bahwa pada antena planar susun dengan menggunakan DGS spiral persegi didapatkan nilai gain yang lebih baik dibandingkan dengan antena planar susun tanpa menggunakan DGS. Sedangkan untuk nilai bandwidth, antena planar susun dengan menggunakan DGS spiral persegi mempunyai bandwidth yang lebih lebar dibandingkan dengan antena planar susun tanpa menggunakan DGS.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari simulasi, antena planar susun dengan menggunakan DGS Spiral Persegi 6x7 mampu memperbaiki gain dan bandwidth antena yang tidak menggunakan DGS. Nilai gain yang dihasilkan antena planar susun dengan menggunakan DGS yaitu sebesar 4,499 dB, sedangkan nilai gain pada antena planar susun tanpa DGS hanya sebesar 4,423 dB saja. Pada antena planar susun dengan menggunakan DGS didapatkan lebar bandwidth sebesar 58 MHz, sedangkan pada antena planar susun tanpa DGS hanya didapatkan sebesar 57,7 MHz.

Antena planar susun dengan menggunakan DGS Spiral Persegi 6x7 dapat diaplikasikan untuk penggunaan Wi-Fi pada frekuensi 2,4 GHz.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Riani, Meliza Sukma, Yusnita Rahayu, Perancangan Simulasi Antena Mikrostrip Dengan Slot Butterfly Untuk Aplikasi WiFi Pada Frekuensi Kerja 5,8 GHz menggunakan CST Microwave Studio. Jom FTeknik Volume 3. 2016
- [2] Sidauruk, Hisar. F, Ali.H.R. Analisa Penentuan Ukuran Slot Pada Karakteristik Antena Mikrostrip Patch Segiempat Dengan Pencatu Aperture Coupled. Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara. 2015.
- [3] Garg, R. (Ed.). Microstrip antenna design handbook. Artech House. 2001.
- [4] Bangun, Rinesia Citra Amalia, Ali Hanafiah Rambe. Analisis Antena Mikrostrip Susun 2 Elemen Patch Segiempat Dengan Defected Ground Structure Berbentuk Segiempat. Singuda Ensikom. Vol.13 No.36. 2015
- [5] Balanis, Constantine, Antenna Theory Analysis and Design Third Edition, 2010.