

## Desain Antena Mikrostrip *Rectangular Patch* dengan *Inset-feed* dan Teknik *DGS* untuk Meningkatkan *Bandwidth* pada WiFi 2,45 GHz

Shendi Yanda Pratama<sup>1</sup>, Fitri Elvira Ananda<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Broadband Multimedia, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta  
Jl. Prof. DR. G.A. Siwabessy, Kukusan, Kecamatan Beji, Jakarta, 16424, Indonesia

E-mail: shendi.yandapratama.te19@mhswn.pnj.ac.id, fitri.ananda@elektro.pnj.ac.id

### Abstrak

WiFi masih menjadi salah satu teknologi komunikasi nirkabel yang banyak digunakan hingga saat ini. Penelitian ini bertujuan untuk membuat desain antena mikrostrip *rectangular patch* dengan *inset-feed* dan teknik *DGS* (*Defected Ground Structure*) pada frekuensi kerja 2,45 GHz yang diaplikasikan pada WiFi. Teknik *DGS* adalah menghilangkan (*etch*) sebagian bidang peradiasi pada bagian *ground* dengan pola tertentu. Teknik pencatutan yang digunakan adalah mikrostrip *line feeding* dengan metode *inset-feed* untuk mendapatkan *matching impedance* yang optimal. Metode penelitian yang dilakukan adalah membandingkan desain dan hasil simulasi antena *rectangular patch* dengan *inset-feed* tanpa *DGS* dan dengan menerapkan teknik *DGS*. Bahan substrat yang digunakan yaitu RT Duroid 5880 dengan permitivitas relatif sebesar 2.2 dan tebal substrat 1.57 mm. Perancangan menghasilkan antena mikrostrip *rectangular patch inset-feed* tanpa *DGS* memiliki ukuran *patch* 40.2467 mm x 47.998 mm dan dengan *DGS* diperoleh ukuran *patch* 42.264 mm x 50.405 mm. Hasil dari simulasi antena mikrostrip *rectangular patch tanpa DGS* memiliki nilai *Return loss* -24.08 dB, *VSWR* 1.13, *gain* 6.51 dB, pola radiasi direksional, dan hanya memiliki *bandwidth* 38.8 MHz. Sedangkan hasil simulasi antena mikrostrip *rectangular patch dengan DGS* memiliki nilai *return loss* -24.511 dB, *VSWR* 1.126, *gain* 3.97dB, pola radiasi bidireksional, dan memiliki *bandwidth* 106,3 MHz. Dapat dibuktikan bahwa antena mikrostrip *rectangular patch inset-feed* dengan *DGS* mampu menaikkan *bandwidth* hampir tiga kali lipat dibandingkan tanpa *DGS*.

**Kata kunci:** *Bandwidth, DGS, Inset-feed, Line feeding, Mikrostrip*

### Abstract

WiFi is still one of the most wireless communication technologies widely used today. The aims of this research to design a rectangular patch microstrip antenna with inset-feed and DGS (Defected Ground Structure) technique in 2.45 GHz frequency which is applied to WiFi. DGS technique is to remove or etch some of the radiation field on the ground with a certain pattern. This design using line feeding technique with the inset-feed method, it obtain optimal matching impedance. The methodology compares the design and simulation results of rectangular patch antenna with inset-feed without DGS and by applying DGS technique. The substrate material is RT Duroid 5880 with a relative permittivity 2.2 and thickness 1.57 mm. The design of rectangular inset-feed patch microstrip antenna without DGS having a patch size 40.2467 mm x 47.998 mm and with DGS a patch size 42,264 mm x 50,405 mm. The simulation results of a rectangular patch microstrip antenna without DGS have a return loss value of -24.08 dB, VSWR 1.13, gain 6.51 dB, radiation pattern is directional, and bandwidth only 38.8 MHz. While the simulation results of the rectangular patch microstrip antenna with DGS have a return loss value of -24.511 dB, VSWR 1.126, gain 3.97dB, directional radiation pattern, and has 106.3 MHz bandwidth. It's proved that the inset-feed rectangular patch microstrip antenna with DGS is able to increase the bandwidth almost three times compared to without DGS.

**Keywords:** *Bandwidth, DGS, Inset-feed, Line feeding, Microstrip*

## 1. Pendahuluan

Sistem komunikasi nirkabel berkembang sangat pesat karena fleksibilitasnya dibandingkan komunikasi menggunakan jaringan kabel. Antena berperan penting dalam komunikasi nirkabel karena berfungsi untuk memancarkan gelombang elektromagnetik ke ruang bebas atau udara dan menerima gelombang elektromagnetik dari ruang bebas [1]. Salah satu teknologi nirkabel yang banyak digunakan saat ini adalah teknologi WiFi frekuensi 2,45 GHz, dimana frekuensi tersebut merupakan standar frekuensi di Indonesia sesuai dengan Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2015.

Antena mikrostrip adalah suatu konduktor metal yang menempel di atas *ground plane* 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 *groundplane* terletak pada bagian paling bawah [2]. *Patch* disebut juga elemen peradiasi yang terbuat dari bahan konduktor biasanya berupa tembaga (*copper*) dan bahan yang sama juga terdapat disisi lainnya sebagai bidang pentanahan (*groundplane*). Bentuk *patch* sangat beragam dan banyak dimodifikasi dalam berbagai desain, bentuk tersebut memiliki karakteristik yang berbeda digunakan sesuai kebutuhannya. Salah satu yang paling mudah dan paling banyak digunakan dalam perancangan *patch* antena mikrostrip adalah bentuk *rectangular patch*. Pada *rectangular patch*, lebar *patch* bisa diperbesar untuk menanggulangi radiasi dari tepi *patch* [3].

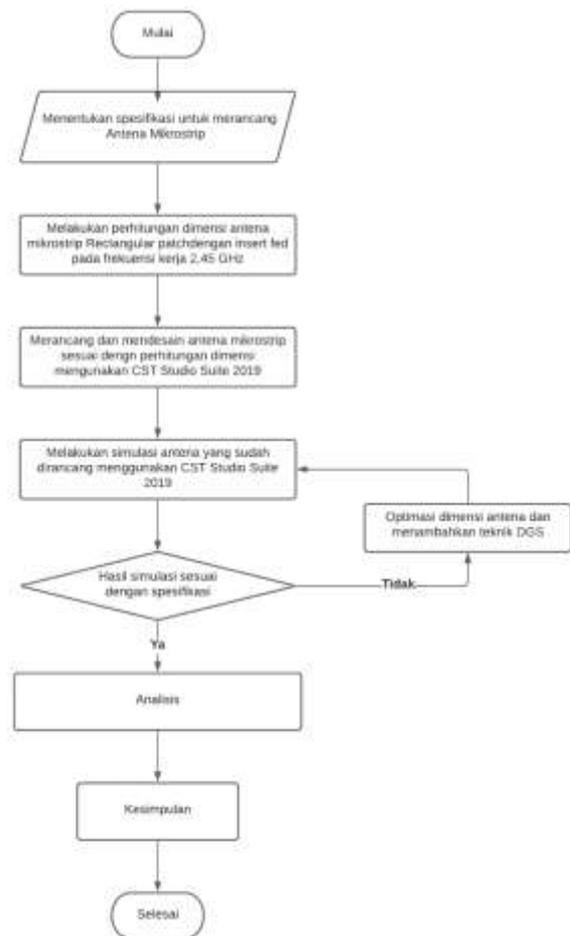
Teknik pencatutan pada antena mikrostrip adalah teknik untuk mentransmisikan energi elektromagnetik ke antena mikrostrip. Untuk mendapatkan pencatutan yang optimal dapat diaplikasikan metode *inset-feed* pada saluran. Pada saluran mikrostrip dapat diubah dengan menambahkan *inset-feed*, sebuah celah menjorok dari saluran ke dalam *patch*. Teknik ini dapat digunakan secara efektif untuk penyepadanan *patch* antena menggunakan *microstrip line* [4]. Penggunaan metode *inset-feed* ini bertujuan untuk mendapatkan *matching impedance* yang lebih baik [5].

Diantara kelemahan antena mikrostrip, salah satunya adalah terdapatnya gelombang permukaan yang dapat menurunkan efisiensi. Gelombang permukaan ini dapat ditekan dengan menggunakan metode DGS (*Defected Ground Structure*). DGS adalah salah satu cara untuk menekan gelombang permukaan dengan cara menghilangkan (*etch*) sebagian bidang peradiasi atau *ground*. Teknik DGS tidak membutuhkan lubang pada substrat, cukup dengan membuat slot pada *ground* antena mikrostrip. Pengurangan gelombang permukaan bertujuan agar antena menjadi lebih efisien [6].

Implementasi DGS pada *patch* mikrostrip menghasilkan peningkatan *bandwidth* antena. *Bandwidth* praktis diperoleh dengan menggunakan DGS bisa mencapai hingga 100 MHz. Seiring dengan *bandwidth*, parameter lain seperti distribusi arus yang seragam, *beamwidth*, *return loss*, koefisien refleksi dan VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*) juga akan meningkat [7].

## 2. Metode Penelitian

Dalam perancangan sebuah antena harus meliputi perhitungan parameter antena untuk mendapatkan ukuran antena sesuai frekuensi kerja, lalu setelah itu baru dapat melakukan perancangan antena mikrostrip. Perancangan bertujuan dapat memvisualisasi desain antena dan mensimulasikan nilai parameter-parameter antena. Urutan tahap perancangan tersebut dapat ditunjukkan oleh diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Sebelum melakukan perancangan antena mikrostrip, terlebih dahulu ditentukan spesifikasi antena yang diharapkan untuk diaplikasikan ke dalam teknologi WiFi [5] seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Antena untuk WiFi 2.45 GHz

Parameter	Nilai
Frekuensi kerja	2.45 GHz
VSWR	$\leq 2$
Return Loss	$\leq -10$ dB
Gain	$> 3.5$ dB
Bandwidth	$\geq 100$ MHz
Impedansi input	$50 \Omega$

Dalam merancang antena, penentuan bahan yang akan digunakan sangatlah penting. Karena akan berpengaruh terhadap perhitungan dan hasil yang diinginkan. Tabel 2 menunjukkan spesifikasi jenis bahan dari antena mikrostrip *rectangular patch* yang akan didesain.

Tabel 2. Spesifikasi Bahan untuk WiFi 2.45 GHz

Parameter	Jenis/Nilai
Bahan Substrat	RT Duroid 5880
Kontanta dielektrik ( $\epsilon_r$ )	2,2
Ketebalan Substrat	1,57 mm
Bahan Konduktor	Copper ( <i>annealed</i> )
Ketebalan konduktor	0,1 mm

Dalam perancangan antena mikrostrip berbentuk *patch* persegi panjang [8], dilakukan perhitungan dimensi antena sesuai sebagai berikut:

$$W = \frac{c}{2f} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \quad (1)$$

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

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

$$L_{eff} = \frac{c}{2f \sqrt{\epsilon_{reff}}} \quad (4)$$

$$L = L_{eff} - 2\Delta L \quad (5)$$

- $W$  : Lebar *patch* (mm)  
 $c$  : Kecepatan cahaya (m/s)  
 $f$  : Frekuensi kerja (Hz)  
 $\epsilon_r$  : Permittivitas relatif  
 $\Delta L$  : Pertambahan dari panjang *patch* ( $L$ ) (mm)  
 $L$  : Panjang *patch* (mm)  
 $\epsilon_{reff}$  : Permittivitas relatif efektif

*Groundplane* sama dengan ukuran substrate  $Wg$  (Lebar *ground*),  $Lg$  (Panjang *ground*) dan  $h$  (ketebalan substrat), menggunakan rumus :

$$Wg = 6h + W_{patch} \quad (6)$$

$$Lg = 6h + L_{patch} \quad (7)$$

Pada perancangan kali ini, menggunakan teknik pencatutan mikrostrip *line feeding*. Teknik pencatutan ini dilakukan dengan membuat strip konduktor yang biasanya memiliki lebar yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan *patch*. Teknik pencatutan *line feeding* lebih mudah dibuat, mudah dicocokkan dengan mengontrol posisi inset dan agak sederhana untuk dimodelkan [9].

Saluran transmisi mikrostrip tersusun dari dua konduktor, yaitu sebuah strip dengan lebar  $w$  dan bidang pentanahan, keduanya dipisahkan oleh suatu substrat yang memiliki permittivitas relatif ( $\epsilon_r$ ) dengan ketebalan ( $h$ ). Parameter utama yang penting untuk diketahui pada suatu saluran transmisi adalah impedansi karakteristiknya ( $Z_0$ ). Impedansi karakteristik  $Z_0$  dari saluran mikrostrip ditentukan oleh lebar *stripline* dan ketebalan substrat.

Untuk menghitung  $W_{stripline}$  (lebar *stripline*) dapat menggunakan persamaan (9), sebelum menghitung  $W_s$  (lebar *stripline*) perlu dihitung nilai  $B$  (besar impedansi pada saluran) dengan nilai impedansi beban  $50 \Omega$  seperti pada persamaan (8) :

$$B = \frac{377\pi}{2Z_0\sqrt{\epsilon_r}} \quad (8)$$

$$W_{stripline} = \frac{2h}{\pi} \left[ (B - 1 - \ln(2B - 1) \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r}) \ln(B - 1) + 0,39 + \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \quad (9)$$

$Z_0$  : Impedansi input antena ( $\Omega$ )

$B$  : Impedansi pada saluran ( $\Omega$ )

Sedangkan untuk menghitung  $L_{stripline}$  (panjang *stripline*) dapat menggunakan persamaan (11) dengan menghitung  $\lambda_g$  terlebih dahulu (10) :

$$\lambda_g = \frac{c}{f\sqrt{\epsilon_r}} \quad (10)$$

$$L_{stripline} = \frac{\lambda_g}{4} \quad (11)$$

$\lambda_g$  : Panjang gelombang (m)

Untuk menghitung panjang *inset-feed* bisa menggunakan persamaan (12), dan untuk lebarnya bisa dengan ukuran  $l$  mm.

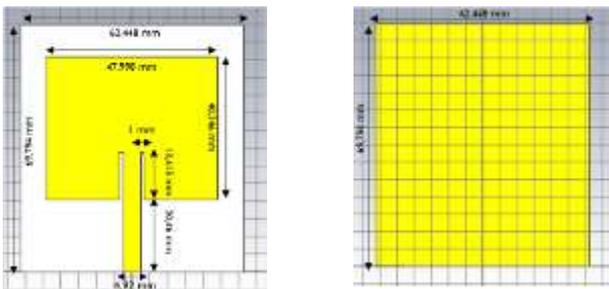
$$Inset\_feed = \frac{L}{3} \quad (12)$$

Dengan menggunakan persamaan (1) sampai (10) didapatkan ukuran dimensi antena sebagai pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Parameter Hasil Desain Antena

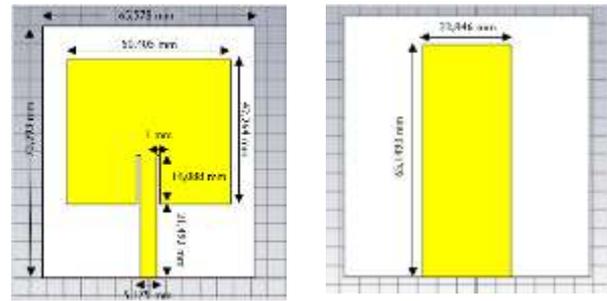
Variabel	Tanpa DGS	Dengan DGS
	Nilai (mm)	
Lebar Patch (W)	47.998	50.405
Panjang Patch (L)	40.246	42.264
Lebar Ground (Wg)	62.448	23.846
Panjang Ground (Lg)	69.794	65.14
Lebar Substrat	4.92	65.578
Panjang Substrat	20.46	73.293
Lebar Feedline (Wf)	1.57	5.175
Panjang Feedline (Lf)	0.1	21.492
Tebal Substrat (h)	13.415	1.57
Tebal Copper (t)	47.998	0.1
Panjang inset-feed	40.246	14.088

Gambar 2 menunjukkan hasil final desain antena patch rectangular dengan *inset-feed* tanpa DGS yang telah dioptimasi. Untuk mendapatkan desain antena dengan teknik DGS nantinya, dimodifikasi dari desain yang telah diperoleh dari Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Desain Antena *Rectangular Patch Inset-feed* tanpa DGS (kiri: tampak depan, kanan: tampak belakang)

Penelitian ini menerapkan teknik DGS dengan tujuan untuk mendapatkan *bandwidth* yang lebih lebar dari 100 MHz. Pola yang dipilih untuk DGS kali ini adalah pola *rectangular*. Untuk menerapkan teknik DGS *ground* dengan pola *rectangular*, dapat dilakukan pemotongan *ground* secara vertikal dan pemotongan *ground* secara horizontal. Dua tahapan pemotongan *ground* tersebut dilakukan satu persatu dengan menggunakan iterasi untuk mendapatkan hasil yang optimal. Pemotongan *ground* secara vertikal dilakukan dari 10.395 mm sampai dengan 20.99 mm. Sehingga didapatkan ukuran hasil pemotongan ke kiri selebar 20.036 mm dan 20.036 mm ke kanan. Pemotongan *ground* secara horizontal ini dilakukan dari 14.0756 mm sampai dengan 7.0378 mm. Sehingga didapatkan ukuran hasil pemotongan sebesar 7.8198 mm. Gambar 4 merupakan hasil dari final desain antena setelah ditambah teknik DGS dan sudah dioptimasi.



Gambar 4. Hasil Perancangan Antena *Rectangular Patch Inset-feed* dengan DGS (kiri: tampak depan, kanan: tampak belakang)

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pada Tabel 4 menampilkan perbandingan nilai parameter antena hasil simulasi antena mikrostrip *rectangular patch inset-feed* tanpa DGS dan dengan teknik DGS. Parameter yang dianalisa diantaranya *return loss*; perbandingan antara amplitudo gelombang yang dipantulkan dengan yang dikirimkan, *bandwidth*; lebar pita, VSWR; perbandingan gelombang datang dengan gelombang pantul dimana kedua gelombang tersebut membentuk gelombang berdiri, *gain*, pola radiasi dan HPBW (*Half Power Beamwidth*); lebar sudut *beam* pada *mainlobe* saat level setengah daya.

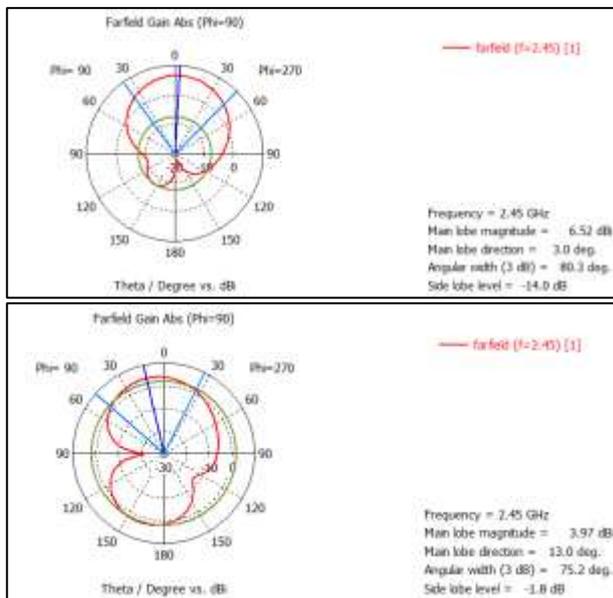
Tabel 4. Perbandingan Nilai Hasil Simulasi Antena

Parameter Antena	Tanpa DGS	Dengan DGS
<i>Return loss</i>	-24.087dB	-24.511 dB
<i>Bandwidth</i>	38.8 MHz	106.3 MHz
Impedansi input	50 $\Omega$	50 $\Omega$
VSWR	1.133	1.126
<i>Gain</i>	6.511 dB	3.97 dB
Pola Radiasi (Azimut & Elevasi)	<i>Directional</i>	<i>Bidirectiona</i>
HPBW (Azimut)	80.3°	75.2°
HPBW(Elevasi)	297.7°	75.2°

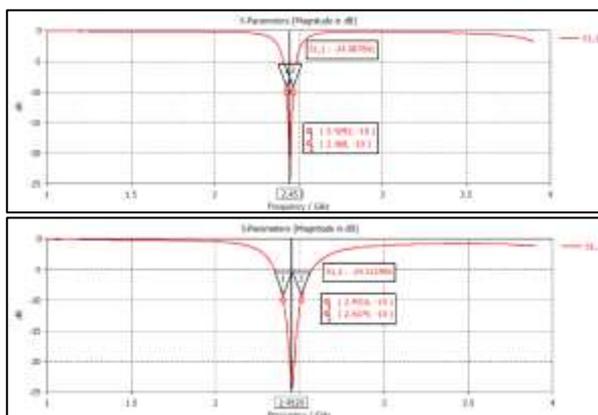
Untuk hasil *return loss*, *bandwidth*, dan VSWR antena mikrostrip *rectangular patch inset-feed* dengan DGS lebih baik daripada antena *rectangular patch inset-feed* tanpa DGS. Sedangkan untuk pola radiasi dua-duanya mempunyai bentuk yang berbeda. Untuk *rectangular patch inset-feed* tanpa DGS mempunyai bentuk pola radiasi *directional* yang berarti mempunyai satu arah dalam pancaran antenanya, dan untuk *rectangular patch inset-feed* dengan DGS mempunyai bentuk *bidirectional* yang berarti mempunyai dua arah dalam pancaran antenanya seperti yang terlihat pada Gambar 5. Desain antena setelah menggunakan teknik DGS membuat antena mencapai spesifikasi yang diinginkan. Walaupun ada pengurangan pada nilai *gain* dan terjadi perubahan pola radiasi dari *directional* menjadi *bidirectional*.

Untuk hasil HPBW *rectangular patch inset-feed tanpa DGS* sudutnya menjadi lebih besar, yang berarti keterarahan-nya sedikit berkurang. Sedangkan pada *rectangular patch inset-feed dengan DGS* setelah optimasi sudutnya menjadi kecil dibandingkan sebelum optimasi, yang berarti keterarahan nya semakin baik.

Untuk *gain*, hasil optimasi *rectangular patch inset-feed tanpa DGS* lebih baik daripada *rectangular patch inset-feed dengan DGS* dikarenakan *gain* pada *rectangular patch inset-feed dengan DGS* menurun dikarenakan faktor pola radiasi yang berubah menjadi *bidirectional*, dimana daya yang dipancarkan terbagi menjadi dua arah. HPBW pada *rectangular patch inset-feed dengan DGS* lebih kecil, yang artinya daya pancar keterarahannya lebih baik dibandingkan *rectangular patch* tanpa *DGS*.



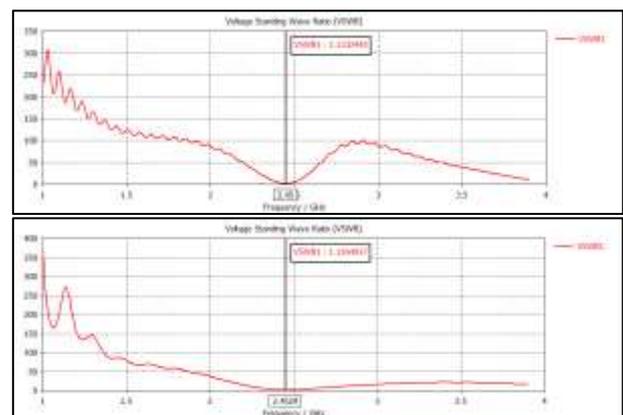
**Gambar 5.** Hasil Simulasi Pola Radiasi Antena *Rectangular Patch Inset-feed* (atas: tanpa DGS, bawah: dengan DGS)



**Gambar 6.** Hasil Simulasi *Return Loss* Antena *Rectangular Patch Inset-feed* (atas: tanpa DGS, bawah: dengan DGS)

Berdasarkan Tabel 4, impedansi input pada *rectangular patch inset-feed tanpa DGS* dan *rectangular patch inset-feed dengan DGS* sama-sama memenuhi *impedance matching*, dikarenakan nilai VSWR yang sama-sama hampir mendekati 1 dan nilai *return loss* kecil. Hasil simulasi *return loss* seperti yang terlihat pada gambar 6 dan nilai *bandwidth* diperoleh dari hasil *return loss* tersebut. Hasil simulasi dari antenna setelah mengaplikasikan teknik DGS memiliki nilai *return loss* -24,511905 dB dan mendapatkan *bandwidth* sebesar 106,3 MHz. Kedua parameter ini sudah memenuhi spesifikasi antenna yang diharapkan untuk WiFi, terbukti bahwa dengan menerapkan teknik DGS bisa mencapai *bandwidth*  $\geq 100$  MHz.

Sedangkan, hasil simulasi VSWR seperti yang terlihat pada Gambar 7 dengan nilai 1.113 untuk antenna tanpa DGS dan 1.126 dengan teknik DGS. Hasil simulasi keduanya menunjukkan bahwa nilai VSWR antenna yang didapat sudah baik dan memenuhi spesifikasi yang diinginkan.



**Gambar 7.** Hasil Simulasi VSWR Antena *Rectangular Patch Inset-feed* (atas: tanpa DGS, bawah: dengan DGS)

#### 4. Kesimpulan

Dari proses penelitian yang sudah dilakukan dalam analisis perancangan antenna mikrostrip *rectangular patch inset-feed tanpa DGS* dan *rectangular patch inset-feed dengan DGS* dapat disimpulkan bahwa modifikasi yang dilakukan pada *ground* dengan menerapkan teknik DGS dapat meningkatkan lebar *bandwidth*. *Bandwidth* antenna dengan teknik DGS meningkat hampir 3(tiga) kali lipat dibandingkan dengan antenna tanpa DGS. Nilai-nilai parameter lainnya seperti *return loss*, VSWR dan pola radiasi untuk kedua jenis desain antenna telah memenuhi spesifikasi antenna untuk diaplikasian pada WiFi 2.45 GHz. Namun pada *gain*, antenna tanpa DGS mempunyai *gain* yang lebih besar dibandingkan antenna dengan *DGS* *gain*-nya lebih kecil dikarenakan pola radiasinya bidireksional dimana arah pancarannya terbagi.

## Daftar Acuan

- [1] E.Y.D Utami, C. Prabelia, F.D Setiaji, Y.Wahyu, Peningkatan *Gain* dengan Teknik *Multilayer Parasitic* pada Perancangan Antena Mikrostrip Persegi Panjang 2,4 GHz, ELKHA, Vol.11, No.2, Oktober 2019.
- [2] R.S Meliza, Y. Rahayu, Perancangan Simulasi Antena Mikrostrip dengan Slot *Butterfly* untuk Aplikasi WiFi Pada Frekuensi Kerja 5,8 GHz menggunakan CST Microwave Studio, JOMFTEKNIK, Vol.3, No.2, Oktober 2016.
- [3] P.P.A Putra, H. Wijanto, Y. Wahyu, Perancangan Dan Realisasi Antena Mikrsotrip Slot *Rectangular* Untuk Wifi 2,4 GHz Dan 5,68 GHz, e-proceeding of engineering: Vol.3, No.1, April 2016.
- [4] F. Abdurrahman, Desain Antena Mikrostrip *Rectangular* Untuk Wifi Pada Frekuensi 2,462 GHz Dan 5,52 GHz, Skripsi, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2018.
- [5] N. Sabrina, H. Wijanto, Zufli, Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip *Inset-Feed* pada Frekuensi 2,4 Ghz untuk Aplikasi Wifi, e-proceeding of engineering: Vol.3, No.3, Desember 2016.
- [6] I. Cahyaningtyas dan E.Y.D Utami, Perancangan dan Simulasi Antena Mikrostrip *Patch* Lingkaran *Multilayer Parasitic* untuk Aplikasi *Wireless Local Area Network* (WLAN), Jurnal Ilmiah Elektroteknika, Vol.18, No.2, Oktober 2019.
- [7] D. Paragya, H. Siswono, 3.5 GHz Rectangular Patch Microstrip Antenna with Defected *Ground* Structure for 5G, ELKOMIKA Vol.8 No.1, Januari 2020.
- [8] Herudin, “Perancangan Antena Mikrostrip Frekuensi 2,6 GHz untuk Aplikasi LTE (*Long Term Evolution*)”, SETRUM, Vol.1, No.1, 2012.
- [9] C. A Balanis, *Antena Theory : Analysis and Design*, 3<sup>rd</sup> Edition, Canada: John Wiley and Sons.Inc, 2005.