

Perancangan dan Simulasi Antena Mikrostrip Patch Lingkaran Multilayer Parasitic untuk Aplikasi Wireless Local Area Network (WLAN)

Intan Cahyaningtyas¹, Eva Yovita Dwi Utami²

Program Studi Teknik Elektro,
Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer,
Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga
¹612015008@student.uksw.edu, ²eva.utami@uksw.edu

Ringkasan

Pada penelitian yang dilaporkan ini, difokuskan pada simulasi peningkatan *gain* antena mikrostrip dengan bentuk *patch* lingkaran menggunakan metode *multilayer parasitic* dan metode DGS (*Defected Ground Structure*). Rancangan antena yang disimulasikan memiliki frekuensi kerja 5,8 GHz untuk aplikasi WLAN (*wireless local area network*). Metode *multilayer parasitic* digunakan untuk meningkatkan *gain* antena. Sedangkan metode DGS dipilih untuk mengurangi gelombang permukaan yang bisa menurunkan efisiensi antena. Antena yang dirancang dan disimulasikan memiliki 3 *layer*. Pada *layer* utama ditempatkan metode DGS berbentuk persegi panjang beserta pencatu antena. *Layer end-parasitic* ditempatkan di bawah *layer* utama yang terdiri dari *ground* dan substrat tanpa *patch*. Lalu *layer front-parasitic* ditempatkan di atas *layer* utama yang terdiri dari substrat dan *patch* saja tanpa *ground*. Antena ini dirancang dengan *ground* berbahan tembaga dengan ketebalan 0,035 mm, bahan substrat berupa FR-4 Epoxy dengan ketebalan 1,6 mm dan permitivitas relatif bernilai 4,6. Setelah dirancang dan disimulasikan, simulasi menunjukkan nilai *return loss* -17,548 dB, nilai VSWR 1,299, dan nilai *gain* 7,08 dB dengan pola radiasi direksional. Dengan menggunakan metode *multilayer parasitic* simulasi rancangan antena menghasilkan peningkatan *gain* sebesar 5,33 dB. Hal ini menunjukkan metode *multilayer parasitic* dapat digunakan untuk meningkatkan *gain* antena.

Kata kunci: *Multilayer Parasitic, DGS, returnloss, VSWR, gain*

1. Pendahuluan

WLAN (*wireless local area network*) adalah jaringan komputer yang menggunakan gelombang radio sebagai media transmisi data. Bentuk implementasi dari WLAN ini adalah Wi-Fi (*Wireless fidelity*). WLAN bekerja pada frekuensi 2,4 GHz dan 5,8 GHz [1]. Untuk mendukung kinerja dari teknologi nirkabel ini dibutuhkan antena. Antena mikrostrip merupakan salah satu jenis antena yang banyak dirancang untuk mendukung teknologi nirkabel, akan tetapi kelemahan dari antena mikrostrip ini adalah memiliki *gain* yang kecil dan efisiensi yang rendah[2].

Untuk itu dibutuhkan metode khusus untuk meningkatkan *gain* antena mikrostrip. Salah satunya yaitu metode *multilayer parasitic*. Teknik *multilayer parasitic* adalah antena mikrostrip *single patch* yang disusun secara bertingkat. *Gain* antena dapat lebih tinggi dibandingkan dengan sebuah *patch* berlapis tunggal. Semakin tinggi konfigurasi yang

ditumpuk, semakin besar *gain*-nya [3][4]. Antena mikrostrip *multilayer* parasitik terdiri lebih dari satu lapisan. Lapisan pertama merupakan antena utama, lapisan kedua dan seterusnya merupakan elemen parasitik. Ketinggian yang memisahkan masing-masing lapisan, yaitu udara disebut dengan *air gap*. Sebelumnya sudah dilakukan penelitian metode *multilayer parasitic* untuk meningkatkan *gain* pada frekuensi 2,35 GHz untuk aplikasi *LongTerm Evolution* (LTE) dengan bentuk *patch rectangular* [3] dan juga pada frekuensi 2,4 GHz untuk aplikasi *Wireless LAN* [5]. Penelitian lainnya yaitu Supriyanto dan Firmansyah melakukan penelitian *multilayer parasitic* dengan substrat *front-end parasitic* pada frekuensi 2,35 GHz dengan bentuk *patch* lingkaran [6].

Kelemahan antena mikrostrip lainnya adalah terdapatnya gelombang permukaan yang dapat menurunkan efisiensi. Gelombang permukaan ini dapat ditekan dengan menggunakan metode DGS (*Defected Ground Structure*) seperti yang diusulkan pada penelitian [7]. 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[7].

Pada makalah ini diusulkan rancangan antena *multilayer parasitic* menggunakan metode *front-end parasitic* seperti dalam penelitian Supriyanto & Firmansyah [6], digabung dengan metode yang diusulkan pada [7] yaitu metode DGS berbentuk persegi panjang, dan frekuensi yang digunakan yaitu 5,8 GHz.

2. Dasar Teori

Bentuk *patch* yang akan digunakan adalah *patch* berbentuk lingkaran. Hal ini didasari oleh penelitian sebelumnya [8] yang menyimpulkan bahwa *patch* berbentuk lingkaran lebih efisien dibandingkan dengan antena dengan *patch* berbentuk segi empat. Antena dengan *patch* lingkaran memiliki *gain* yang lebih tinggi walaupun memiliki *beamwidth* yang hampir sama dengan *patch* segi empat.

Untuk lebar jari-jari (α) ditentukan dengan[9]

$$\alpha = \frac{F}{\sqrt{1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} \left[\ln\left(\frac{\pi F}{2h}\right) + 1,7726 \right]}} \quad (1)$$

Dengan α adalah dimensi radius sirkular atau jari-jari lingkaran (mm), h adalah ketebalan substrat (mm), ϵ_r adalah permitivitas dielektrik relatif substrat (F/m), dan F adalah fungsi elemen peradiasi

Untuk menentukan fungsi elemen peradiasi ditentukan dengan[9]:

$$F = \frac{8,791 \times 10^9}{f \sqrt{\epsilon_r}} \quad (2)$$

Dengan f adalah frekuensi kerja antena, dan ϵ_r adalah permitivitas relatif bahan substrat (F/m).

Karena bentuk *patch* antena merupakan lingkaran maka untuk dimensi *ground plane* dan substrat minimal bergantung pada besar α dari *patch* lingkaran[10].

Selanjutnya perhitungan lebar dimensi saluran mikrostripnya menggunakan rumus sebagai berikut[11] :

$$W_f = \left\{ \frac{2}{\pi} \left[B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r} \left\{ \ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right\} \right] \right\} \quad (3)$$

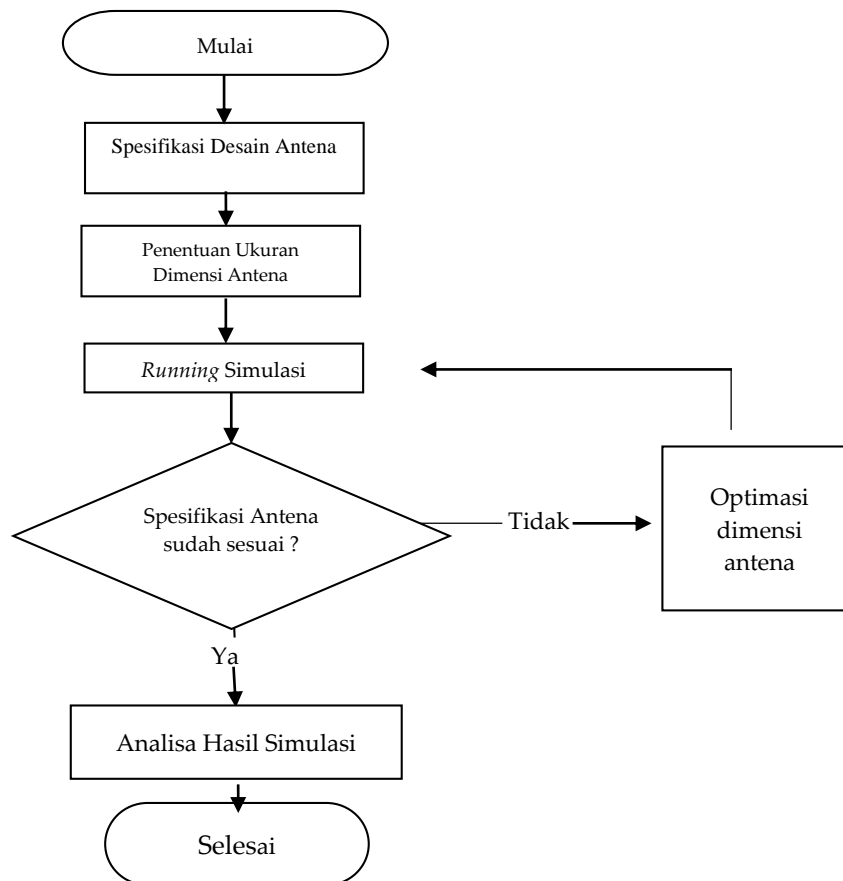
Dengan ϵ_r adalah permitivitas relatif substrat, w_f adalah lebar saluran pencatu, h adalah tebal substrat dan dengan nilai B sebagai berikut[11] :

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}} \quad (4)$$

Untuk menentukan panjang saluran mikrostrip adalah dengan panjang *feed* (L_f) diasumsikan setengah dari dimensi *groundplane*[9].

Sedangkan teknik pencatuan yang digunakan pada perancangan antena ini yaitu menggunakan *microstrip line feed*. Pada teknik ini, pencatuan dilakukan dengan cara menghubungkan *line* pencatuan dengan *patch*, dimana *patch* dan *line* pencatuan menggunakan bahan yang sama yang difabrikasi dengan cara *di-etching*-kan[12]. Diketahui dari penelitian [13] dengan menggunakan *microstrip line feed* VSWR yang didapat akan menjadi lebih baik.

3. Simulasi dan pembahasan Hasil



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Tahapan yang dilakukan dalam perancangan ini ditunjukkan pada Gambar 1 dengan spesifikasi desain antena seperti yang ada pada Tabel 1. Selanjutnya dipilih bahan yang digunakan yaitu tembaga dengan tebal 0,035 mm untuk *ground* serta *patch* dan FR-4 Epoxy dengan tebal 1,6 mm dan memiliki permitivitas relatif 4,6 untuk substrat. Langkah selanjutnya adalah menentukan dimensi antena mikrostrip *patch* lingkaran dengan perhitungan matematis menggunakan Persamaan (1) sampai (4). Jika hasil sudah didapat,

maka langkah berikutnya adalah, mensimulasikannya di dalam *CST Microwave Studio 2018*. Jika simulasi sudah sesuai dengan spesifikasi maka hasil yang didapat dianalisa. Jika hasil yang didapat belum sesuai maka dilakukan optimasi pada dimensi antenna.

Tabel 1. Spesifikasi Antena

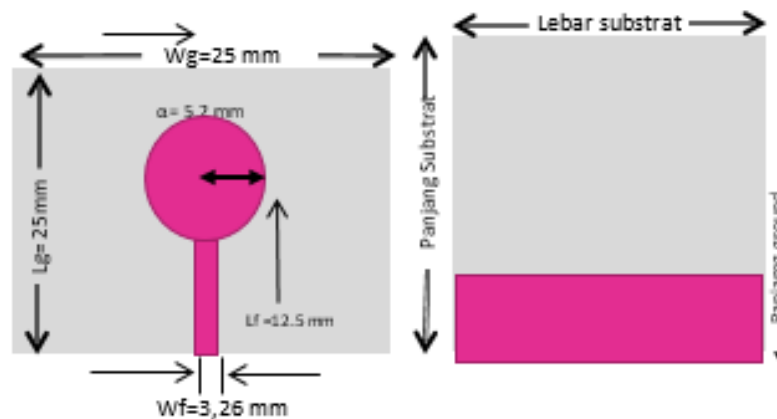
Parameter	Spesifikasi
Frekuensi Kerja	5.8 GHz
VSWR	≤ 2
gain	≥ 6 dB
Return loss	$\leq -9,54$

Setelah mendapatkan hasil dimensi antenna dengan perhitungan matematis, maka dimensi tersebut disimulasikan ke *CST Microwave Studio 2018*. Hasil perhitungan dimensi ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Dimensi Antena berdasarkan Hasil Perhitungan

Parameter	Nilai (mm)	Keterangan
α	5,2	Jari-jari <i>patch</i> lingkaran
W_g	25	Lebar <i>groundplane</i>
L_g	25	Panjang <i>groundplane</i>
W_f	3,26	Lebar saluran pencatu
L_f	12,5	Panjang saluran pencatu
h_s	1,6	Tebal Substrat
h_t	0,035	Tebal Tembaga

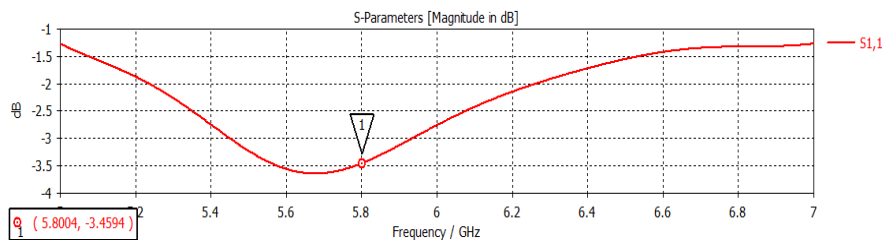
Rancangan bentuk antenna dengan DGS ditunjukkan pada Gambar 2 sebagai berikut :



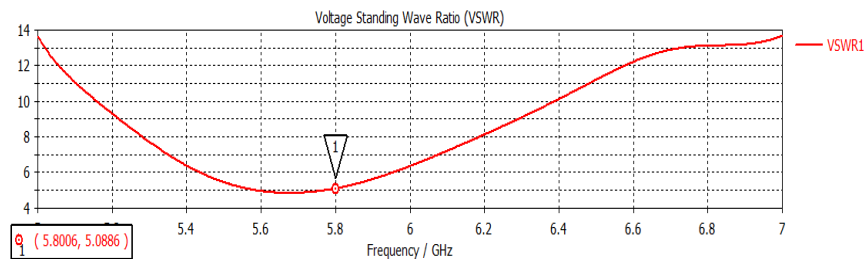
Gambar 2. Perancangan antenna dengan DGS berbentuk persegi panjang

3.1. Antena Elemen Tunggal

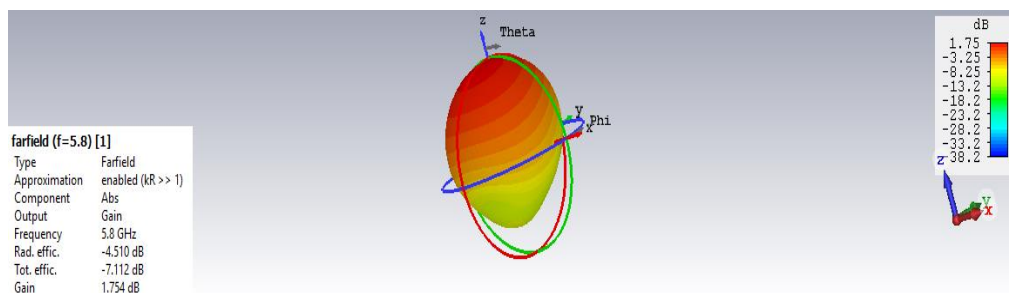
Setelah disimulasikan, diperoleh grafik parameter kinerja antenna yang dapat dilihat pada Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5.



Gambar 3. Return Loss antena elemen tunggal



Gambar 4. VSWR antena elemen tunggal



Gambar 5. Gain antena elemen tunggal

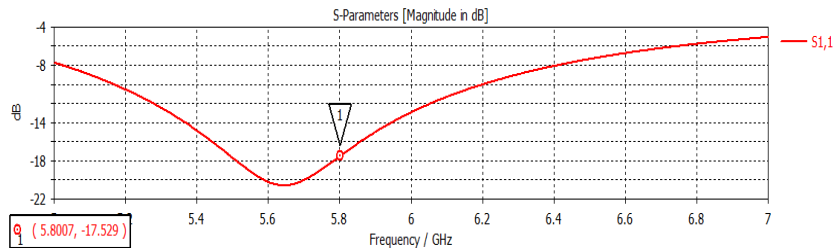
Pada Gambar 3 dapat dilihat nilai *return loss* antena elemen tunggal didapat sebesar -3,459 dB. Pada Gambar 4 nilai *VSWR* antena elemen tunggal didapat sebesar 5,086. Pada Gambar 5 nilai *gain* antena elemen tunggal yaitu sebesar 1,75 dB, hal ini menunjukkan nilai *return loss*, *VSWR*, dan *gain* yang didapatkan belum sesuai spesifikasi yang diinginkan.

3.2. Antena Elemen Tunggal dengan DGS

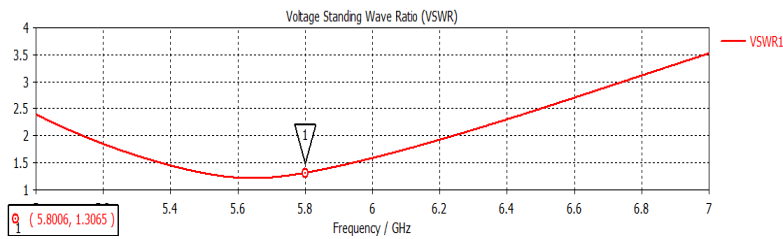
Rancangan antena elemen tunggal dengan DGS, disimulasikan dan mendapat grafik parameter antena yang dapat dilihat pada Gambar 6, Gambar 7, dan Gambar 8.

Pada Gambar 6 nilai *Return loss* yang didapat setelah penambahan metode DGS yaitu -17,529 dB. Pada Gambar 7 terlihat nilai *VSWR* yang didapat dari hasil penambahan metode DGS yaitu 1,306. Terlihat penurunan nilai *return loss* dan *VSWR* yang signifikan setelah ditambahkan metode DGS dengan berbentuk persegi panjang. Hal ini sudah sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

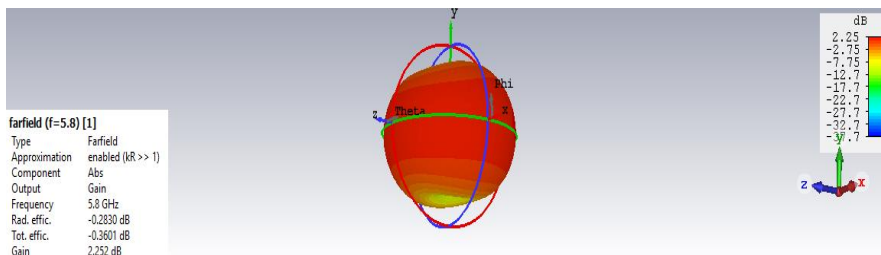
Antena elemen tunggal yang ditambahkan DGS ini menghasilkan *gain* sebesar 2,25 dB seperti yang tampak pada Gambar 8.



Gambar 6. Return Loss antenna elemen tunggal dengan DGS

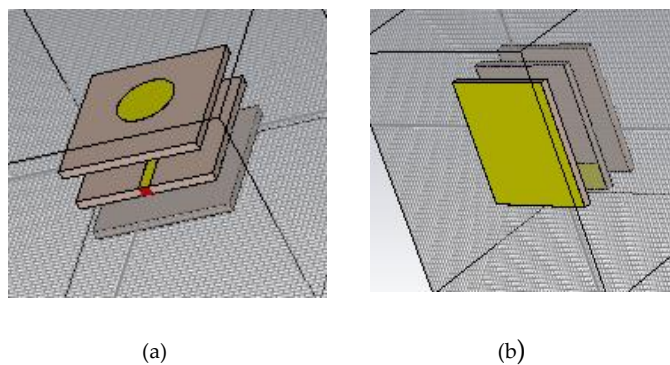


Gambar 7. VSWR antenna elemen tunggal dengan DGS



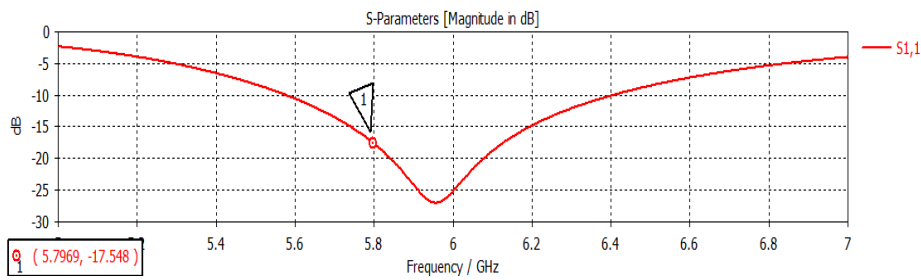
Gambar 8. Gain antenna elemen tunggal dengan DGS

3.3. Antena Multilayer parasitic dengan DGS

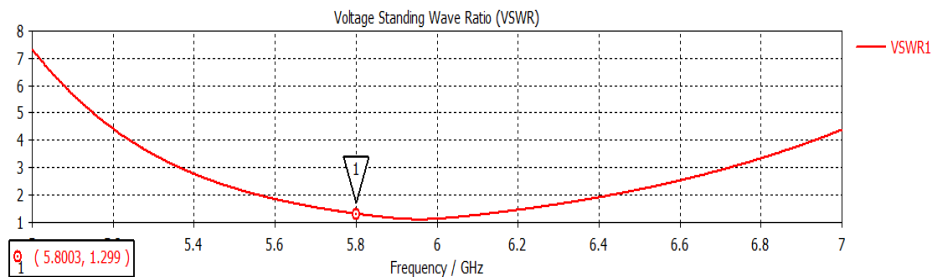


Gambar 9. Antena mikrostrip dengan Multilayer Parasitic 3 layer (a) Tampak Depan (b) Tampak belakang

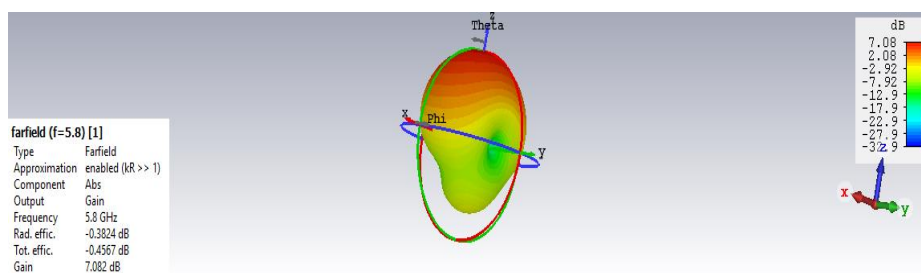
Seperti yang terlihat pada Gambar 9, setelah simulasi dengan antenna elemen tunggal maka ditambahkan 2 layer antenna, yaitu *layer end-parasitic* dan *layer front-parasitic*. *Layer end-parasitic* ditambahkan di bawah *layer* utama, terdiri dari substrat dan *ground* tanpa ada *patch*. Sementara *layer front-parasitic* ditambah di atas *layer* utama, terdiri dari substrat dan *patch* tanpa adanya *ground*.



Gambar 10. Return Loss antena multilayer parasitic 3 layer dengan penambahan metode DGS



Gambar 11. VSWR antena multilayer parasitic 3 layer dengan penambahan metode DGS

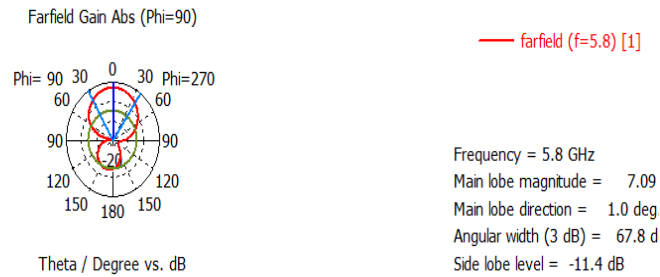


Gambar 12. Gain antena multilayer parasitic 3 layer dengan penambahan metode DGS

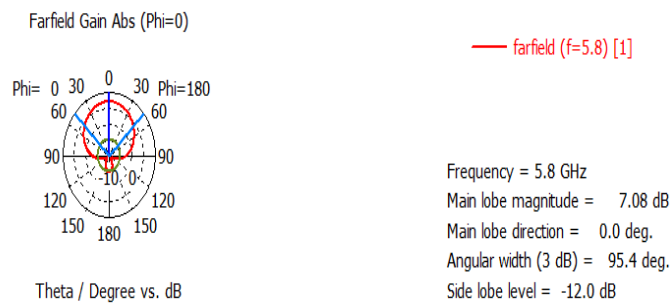
Setelah dilakukan simulasi pada rancangan antena *multilayer parasitic* dengan DGS diperoleh nilai VSWR dan *return loss* pada Gambar 10 dan Gambar 11, dengan nilai berturut-turut sebesar -17,548 dB dan 1,299. Sedangkan seperti yang terlihat pada Gambar 12 nilai *gain* yang diperoleh sebesar 7,08 dB. Dengan demikian dapat ditunjukkan bahwa penambahan *layer* dapat meningkatkan *gain* antena mikrostrip *patch* lingkaran.

Pada Gambar 13, pola radiasi yang didapat dari hasil penambahan antena *multilayer parasitic 3 layer* dengan metode DGS yaitu dihasilkan pola radiasi direksional. Pada gambar tampak pola yang diterima gelombang elektromagnetik lebih efektif hanya pada arah tertentu saja.

Parameter kinerja antena pada simulasi yang telah dilakukan dirangkum pada Tabel 3.



(a)



(b)

Gambar 13. Hasil simulasi nilai pola radiasi antenna mikrostrip patch lingkaran dengan *multilayer parasitic* (a) azimuth (b) elevasi

Tabel 3. Perbandingan Kinerja Antena

Parameter Kinerja	Antena Elemen Tunggal	Antena Elemen Tunggal dengan DGS	Antena <i>Multilayer parasitic</i> 3 Layer dengan DGS
<i>Return Loss</i>	-3,459 dB	-17,529 dB	-17,548 dB
VSWR	5,086	1,306	1,299
<i>Gain</i>	1,75 dB	2,25 dB	7,08 dB

Pada Tabel 3 dapat dilihat dengan menambahkan DGS dapat memperbaiki nilai *Return Loss* dan VSWR. Awalnya, nilai *return loss* pada antenna elemen tunggal sebesar -3,459 dB menjadi -17,529 dB. Nilai VSWR antenna elemen tunggal sebesar 5,086 menjadi 1,306.

Sementara itu dengan menambahkan *layer end-parasitic* dan *layer front-parasitic* dapat menambahkan *gain* secara signifikan. Awalnya *gain* antenna elemen tunggal bernilai 1,75 dB ditambahkan DGS menjadi 2,25 dB. Setelah ditambahkan *layer end-parasitic* dan *layer font-parasitic* menjadi 7,08 dB.

4. Kesimpulan

Berdasarkan simulasi perancangan yang telah dilakukan diperoleh hasil VSWR pada antenna patch lingkaran *multilayer parasitic* dengan DGS sebesar 1,299. *Return loss* sebesar -17,548 dB, dan *gain* 7,08 dB. Hasil yang diperoleh telah sesuai spesifikasi perancangan. Dengan penambahan *layer parasitic* pada antenna utama, diperoleh peningkatan *gain* dari 1,75 dB menjadi 7,08 dB. Sementara itu pola radiasi yang dihasilkan yaitu pola radiasi direksional yaitu antenna ini hanya efektif pada satu arah saja.

Daftar Pustaka

- [1] S.Banerji, R. S. Chowdhury. "On IEEE 802.11: Wireless LAN Technology" *International Journal of Mobile Network Communication & Telematics (IJMNCT)*, Vol. 3, No.4, 2013
- [2] F. R. Medina, Edwar, "Perancangan dan Simulasi Multi layer Parasitic Antena Array 1x2 dengan Patch Persegi Panjang untuk Aplikasi 2,45 GHz", *Seminar Nasional Sains dan Teknologi, Jakarta*, 17 Oktober 2018.
- [3] A.B Santiko, K.Paramayudha, Y Wahyu, Sumartono, H. Wijayanto, "Design and realization multi layer parasitic for gain enhancement of microstrip patch antenna", *International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA)*, Lombok, Indonesia, 28-30 July 2016.
- [4] R. Abdullah, M.T. Ali, N. Ismail, S. Omar, N. N. S. N. Dzulkefli, "Multilayer parasitic microstrip antenna array for WiMAX application", *IEEE Asia-Pacific Conference on Applied Electromagnetics (APACE)*, Melaka, Malaysia, 11-13 December 2012.
- [5] 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", *Jurnal ELKHA*, Vol. 11, No.2, pp. 72- 78, Oktober 2019
- [6] T. Supriyanto dan T. Firmansyah. "Peningkatan Gain Antena Mikrostrip Lingkaran Menggunakan Parasitik Radiator". *Jurnal Ilmiah Elite Elektro*, Vol.3, No. 1, pp. 1-5, Maret 2014
- [7] L. H. Weng, Y. C. Guo, X. W. Shi, and X. Q. Chen, "An overview on defected groundstructure", *Progress In Electromagnetics Research B*, Vol.7, pp. 173–189, 2008
- [8] T. D. Prasad and K. V. S. Kumar, "Comparisons of Circular and Rectangular Microstrip Patch Antennas," *International Journal of Communication Engineering Applications*, vol. 02, no. 04, pp. 187-197, 2011.
- [9] C.A. Balanis, *Antenna Theory: Analysis and Design*, USA: John Willey and Son, 2005.
- [10] F. Heryanto, "Antena Mikrostrip Patch Sirkular dengan Penambahan Elemen Parasitik Berpolarisasi Sirkular untuk CP-SAR S-Band data Transmit". Skripsi, Universitas Telkom, Bandung, 2018
- [11] R. Garg, P. Bhartia, I. Bahl and A. Ittipiboon, *Microstrip Antenna Design Handbook*, Boston: Artech House, Inc., 2001.
- [12] W. L. Stutzman, G. A. Thiele, *Antenna Theory and Design*, USA: John Wiley and Sons, 2012.
- [13] R. Sinaga, A. H. Rambe, "Analisis Perbandingan antara Saluran Pencatu Feed Line dan Proximity Coupled untuk antena mikrostrip patch Segi Empat". *SINGUDA ENSIKOM*, Vol. 6 No.3, Maret 2014.

