

PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP PATCH SQUARE ARRAY 4X1 MENGGUNAKAN DOUBLE REFLECTOR DEFECTED GROUND STRUCTURES PADA FREKUENSI 2.45 GHZ

M. Fauzan A.¹

Fakultas Teknik
Universitas Mataram
Mataram, Indonesia
fauzan.alfargani@gmail.com

Suthami Ariessaputra²

Fakultas Teknik
Universitas Mataram
Mataram, Indonesia
suthami@unram.ac.id

Sudi M. Al Sasongko³

Fakultas Teknik
Universitas Mataram
Mataram, Indonesia
mariyantosas@unram.ac.id

Abstrak

Antena mikrostrip adalah antena yang banyak dikembangkan dan digunakan pada perangkat telekomunikasi. Memiliki kelebihan bentuk yang sederhana dan mudah difabrikasi namun memiliki kekurangan berupa bandwidth yang dihasilkan sempit dan keterbatasan pada gain sehingga pada penelitian ini antena mikrostrip dirancang Antena mikrostrip patch yang dirancang adalah patch square array 4x1 dengan double reflektor Defected Ground Structures (DGS) yang bekerja pada frekuensi 2,45 GHz. Antena mikrostrip patch yang dirancang adalah patch square array 4x1 dengan double reflektor Defected dimana pada reflektor pertama dibuat dengan Defected Ground Structures (DGS) yang dengan patch yang akan dibuat, dan pada reflektor ke dua dibuat dengan Defected Ground Structures (DGS) berbentuk kotak. Perancangan antena mikrostrip ini dapat membuat antena dengan bandwidth yang lebar dan gain yang tinggi

Hasil dari penelitian ini dimana antena mikrostrip bekerja pada frekuensi 2.45 GHz dengan nilai gain sebesar 6.564 dB, VSWR sebesar 1.14, bandwidth sebesar 50 MHz serta S11 sebesar -33.582 dB. Pola radiasi yang dihasilkan direksional dengan karakteristik dual polarisasi.

Kata Kunci: Antena 2.45 GHz, Antena patch square, Gain, Bandwidth, Pola Radiasi

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi telekomunikasi telah melahirkan banyak inovasi terbaru dalam sistem komunikasi. Perkembangan ini terjadi pada salah satu komponen penting dalam suatu sistem telekomunikasi yang berkaitan dengan bentuk dan material yang digunakan pada antena. Antena adalah alat yang digunakan sebagai alat untuk mengirimkan dan menerima gelombang elektromagnetik yang terdapat di udara bebas. Salah satu sistem telekomunikasi nirkabel adalah Wireless fidelity (Wi-Fi), karena sistem Wi-Fi memberikan kemudahan bagi pengguna untuk mengakses internet sehingga banyak perangkat yang menggunakan sistem Wi-fi. Jaringan Wireless Fidelity (Wi-Fi) beroperasi pada frekuensi 2,4 GHz dan menggunakan spektrum gelombang radio untuk mengirim dan menerima sinyal yang didasarkan pada spesifikasi IEEE 802.11.

Antena mikrostrip merupakan antena yang banyak berkembang dan digunakan pada perangkat telekomunikasi modern, salah satunya untuk jaringan wireless fidelity (Wi-Fi). Memiliki kelebihan berupa bentuk yang sederhana dan mudah untuk di fabrikasi namun memiliki kekurangan berupa bandwidth yang sempit dan gain yang terbatas. Dalam penelitian [1], dalam penelitian [2] dan dalam penelitian [3].

Berdasarkan penelitian tersebut, parameter antena mikrostrip ini masih dapat dioptimalkan dengan penambahan Defected Ground Structures (DGS). Pada penelitian ini antena patch mikrostrip yang dirancang

berupa array persegi 4x1 patch dengan double reflektor Defected Ground Structures (DGS) yang bekerja pada frekuensi 2.45 GHz dengan bandwidth lebar dan gain tinggi. Pada reflektor pertama dibuat dengan konjugasi DGS dengan patch yang akan dibuat, dan reflektor kedua dibuat dengan bentuk kotak DGS.

II. DASAR TEORI

A. Perencanaan

Pada penelitian ini akan dirancang antena simulasi pada software CST Studio Suite 2014 untuk mendapatkan antena mikrostrip square array 4x1 seperti pada Gambar 3.3 menggunakan material FR-4 Epoxy, konstanta dielektrik (ϵ_r) 4,4 ohm, tebal dielektrik (h) adalah 1,6 mm, dan memiliki ketebalan bahan konduktor (t) 0,035 mm. Spesifikasi desain antena yang diinginkan adalah sebagai berikut:

- Frekuensi kerja : 2,45 GHz
- VSWR : $1 \leq \text{VSWR} < 2$
- Return Loss (S11) : < -10 dB
- Gain : > 6 dB
- Bandwidth : ≥ 30 MHz

B. Perhitungan matematis

Perhitungan matematis dilakukan untuk menentukan dimensi antena yang dirancang. Untuk mendapatkan lebar tambalan (W) digunakan persamaan berikut:

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

Dimana c adalah kecepatan cahaya, f frekuensi resonansi (f = 2450 MHz). untuk mendapatkan (L) menggunakan persamaan 2

$$L = \frac{c}{2f\sqrt{\epsilon_{reff}}} - 2\Delta L \quad (2)$$

dimana untuk mendapatkan nilai L harus dihitung terlebih dahulu nilai konstanta dielektrik efektif (ϵ_{reff}) dan ΔL menggunakan persamaan 3 dan 4

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + 12h/w}} \right) \quad (3)$$

$$\Delta L = 0,412h \frac{(\epsilon_{reff} + 0,3) \left(\frac{w}{h} + 0,624 \right)}{(\epsilon_{reff} - 0,258) \left(\frac{w}{h} + 0,8 \right)} \quad (4)$$

Hasil perhitungan dapat dilihat pada Table 1.

Tabel 1 HASIL PERHITUNGAN

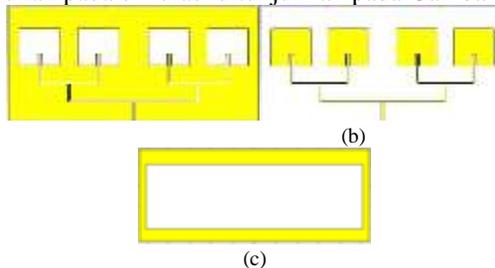
Calculation	
λ	12,24 cm
w	cm
l	2,8 cm
50	3 mm
70.01	1,4 mm
Total dimensions of antenna	2136 mm x 85.05 mm

C. Simulasi

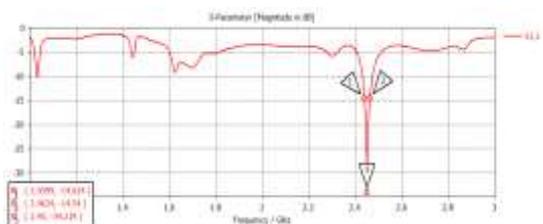
Proses simulasi dilakukan dengan menggunakan software CST Studio Suite 2014. Parameter dalam simulasi mengacu pada nilai yang ditemukan dalam menghitung dimensi antenna

Antena microstrip patch yang dirancang adalah patch square array 4x1 dengan double reflector Defected Ground Structures (DGS) yang bekerja pada frekuensi 2,45 GHz. antenna diman patch dirancang dengan 4 elemen sidudub secara array 4x1. Pada reflector pertama dibuat dengan DGS yang konjugate dengan patch yang akan dibuat, dan pada reflector ke dua dibuat dengan DGS berbentuk kotak.

Hasil perancangan konstruksi antenna yang telah dilakukan pada simulasi ditunjukkan pada Gambar 1



Gambar 1 Hasil perancangan antenna (a) depan, (b) reflector 1, (c) reflector 2



Gambar. 2 S-parameter

Berdasarkan Gambar 2 di atas terlihat bahwa nilai S11 yang diperoleh pada frekuensi 2450 MHz adalah -34,219 dB dengan VSWR 1,04.

Spesifikasi akhir desain antenna pada simulasi ditunjukkan pada Tabel

TABEL2 HASIL PERHITUNGAN

Calculation	
Frequency	2450 MHz
Bandwidth	30 Hz
S11	- 34,219 dB
VSWR	1,04.
Gain	8.75 dB
Radiation Pattern	Directional
Polarization	Dual polarization

Table 2 menunjukkan bahwa dalam proses simulasi, antenna yang dirancang telah mampu memenuhi spesifikasi yang diinginkan yaitu antenna dapat bekerja dengan baik pada rentang frekuensi 2430 MHz-2460 MHz dengan gain 8,75 dB, bandwidth 30 MHz dan memiliki polarisasi ganda. Artinya antenna dapat menerima dan mengirim sinyal ke bidang vertikal dan bidang horizontal.

Setelah proses simulasi selesai dilakukan, selanjutnya dilakukan pengukuran parameter antenna berupa gain, pola radiasi, dan sparameter menggunakan VNA dan mengacu pada kondisi medan jauh.

III. HASIL DAN DISKUSI

Perancangan antenna dengan menggunakan simulasi pada software CST Studio Suite 2014 telah dapat direalisasikan berdasarkan parameter-parameter antenna sesuai dengan spesifikasi antenna yang diinginkan. Tahapan selanjutnya setelah simulasi adalah melakukan pabrikan dari rancangan yang telah dibuat dalam simulasi.

Setelah itu hasil pabrikan antenna melakukan pengukuran terhadap perolehan, radiasi, parameter S, dan polarisasi. Pengukuran anten yang dilakukan adalah pada jarak yang lebih panjang dari jarak 72.06 cm (jarak pengukuran $\gg r$).

Pengujian dilakukan pada antenna dalam ruangan menggunakan Vector Network Analyzer (VNA) dengan antenna monopole sebagai antenna referensi (gain = 1,22 dBi).

A. Pengukuran Gain

Pengukuran gain antenna dilakukan untuk mengetahui besarnya daya yang dapat dipancarkan oleh antenna tersebut. Pengujian dilakukan dengan mengamati parameter S21 yang ditunjukkan pada pengukuran menggunakan VNA

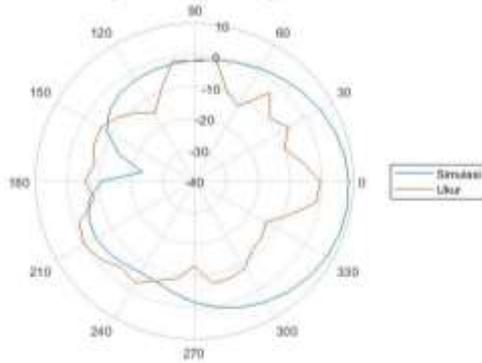
Besarnya gain antenna under test (AUT) diperoleh dengan melakukan perhitungan menggunakan persamaan Friis [6]. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai AUT gain sebesar 6,564 dB.

Nilai gain yang diperoleh AUT lebih kecil dari nilai gain selama proses simulasi. Hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti loss pada kabel, interferensi dan pantulan gelombang pada ruangan pengukuran.

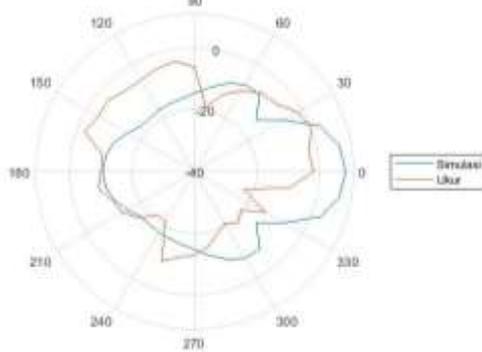
B. Pengukuran Pola Radiasi

Pengukuran pola radiasi dilakukan dengan menempatkan antenna pemancar (monopole) dan antenna penerima (AUT) pada bidang yang sejajar dan saling berhadapan. Pengukuran menggunakan VNA dengan parameter pengamatan antenna S21 dilapangan horizontal dan vertikal.

Pola radiasi digambarkan dengan nilai S21 yang diperoleh pada setiap sudut dengan memutar antenna AUT pada bidang horizontal dan vertikal searah jarum jam mulai dari titik $0^\circ - 350^\circ$ dengan interval 10°



Gambar 3. Pola radiasi horizontal



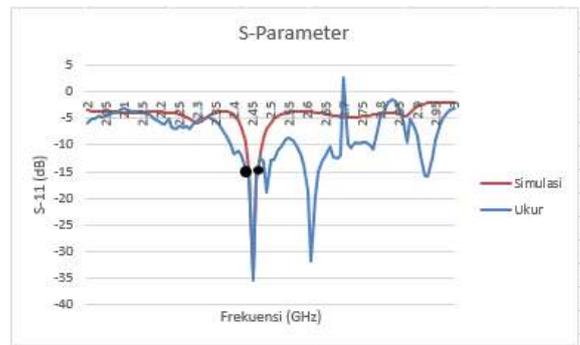
Gambar 4. Pola radiasi vertikal

Pola radiasi yang ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan bahwa antenna memiliki pola radiasi bentuk arah yang mengarah ke sudut tertentu..

C. Pengukuran S-Parameter

Pengukuran S-parameter dilakukan untuk mengetahui besarnya S11, bandwidth dan antenna VSWR. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan satu port pada VNA. Berdasarkan hasil pengukuran S11 (Gambar 6), dapat dianalisa bahwa AUT dapat bekerja dengan baik pada range frekuensi 2440MHz - 2490 MHz dengan bandwidth 50 MHz.

Besaran S11 yang diperoleh pada frekuensi 1575 MHz sama dengan -33,582 dengan VSWR 1,42. Nilai tersebut menunjukkan bahwa AUT masih dapat bekerja dengan baik pada sistem WiFi dengan frekuensi 2450 MHz, karena antenna akan bekerja dengan baik jika memiliki nilai $1 > \text{VSWR} < 2$ dan memiliki return loss < -10 dB



Gambar 6. Hasil pengukuran S11

Nilai yang diperoleh dalam pengukuran S-parameter memiliki nilai yang berbeda dibandingkan dengan hasil simulasi. Pada proses simulasi menghasilkan nilai S11 = -34,219 dB dan VSWR 1,03 serta bandwidth 30 MHz pada rentang frekuensi 2430 MHz - 2460 MHz.

Perbedaan ini disebabkan oleh redaman pada kabel dan konektor, serta pergeseran frekuensi yang disebabkan oleh pengaruh udara yang ada pada celah antar substrat akibat perancangan antenna menggunakan dua substrat, serta loss yang diakibatkan oleh pembuatan yang kurang akurat. hasil dengan ukuran simulasi

D. Pengukuran Polarisasi

Pengukuran dilakukan dengan mengukur polarisasi gain yang dapat diterima antenna pada bidang horizontal dan bidang vertikal. Sinyal yang dapat diterima baik oleh bidang horizontal maupun vertikal menunjukkan bahwa desain memiliki antenna polarisasi ganda. Teknik yang digunakan untuk mendapatkan antenna polarisasi ganda adalah dengan mengukur radiasi terendah pada sudut pengukuran, pengukuran dilakukan pada bidang horizontal dan vertikal.

Dari hasil pengukuran antenna pada arah radiasi minimum dapat diamati polarisasi yang menunjukkan nilai gain yang dihasilkan lebih kecil dari nilai gain yang diukur. Nilai gain antenna desain pada arah radiasi minimum yang diperoleh pada bidang horizontal sebesar 4,22 dB dan pada bidang vertikal sebesar 4,16 dB. Sehingga membuktikan bahwa antenna desain memiliki polarisasi ganda karena antenna desain masih dapat bekerja pada arah radiasi minimum.

IV. KESIMPULAN

Perancangan dan realisasi antenna mikrostrip patch square array 4x1 pada frekuensi 2.45 GHz untuk aplikasi WiFi telah dapat memenuhi spesifikasi awal perancangan serta berhasil direalisasikan dengan menggunakan bahan FR-4 Epoxy dan memanfaatkan teknik double reflector dengan defected ground structures (DGS).

Perbandingan hasil simulasi dengan hasil rancangan diperoleh dengan melakukan pengukuran terhadap parameter gain, pola radiasi, return loss (S11), Voltage Standing Wave Ratio (VSWR), bandwidth, serta polarisasi antenna. Pada simulasi didapatkan nilai gain sebesar 8.75 dB, VSWR sebesar 1.03, bandwidth sebesar 30 MHz serta S11 sebesar -34.219 dB, sedangkan pada pengukuran didapatkan nilai gain sebesar 6.564 dB, VSWR sebesar 1.14, bandwidth sebesar 50 MHz serta S11 sebesar -33.582 dB. Nilai yang didapat dari hasil simulasi dan pengukuran ini telah memenuhi nilai

spesifikasi antena yang diinginkan dan telah direalisasikan dengan karakteristik dual polarisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ayn. Qurratul. P. A., Nageswar. Rao., dan Mallikarjuna. Rao. P., 2017, *Design and Analysis of High Gain 2x1 and 4x1 Circular Patch Antenna Arrays for 2.4 GHz Application*, University Andhra, India.
- [2] Dash, J. C., 2018, *Desain of Dual Band Patch Antenna with Bandwidth Enhancement using Complementary Defected Ground Structure*, V.S.S.U.T, India
- [3] Mumin, A. R. O., Alias, R., Abdullah, J., Ali, J., Dahlan, S. H., Abdulhasan, R. A., Joret, A., & Rasheda, H. Q., 2018, *Enhanced Bandwidth and Radiation Specifications of Patch Antenna for WiMAX Application*, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Malaysia.
- [4] Muvianto, Cahyo. M. O., Pahrurrozi, & Ariessaputra, Suthami., 2018, *Optimization of Grid Antenna 2.4 GHz Using Grid Reflector and Yagi Antenna's Feed Modification*, University of Mataram, Mataram.
- [5] Sasongko, Sudi Mariyanto A., Irfan, Muh., Ariessaputra, Suthami, & Muvianto, C. M. O., 2018, *Design and Realization of Microstrip Antenna for GPS Application using Proximity Coupled Techniques*, University of Mataram, Mataram.
- [6] Balanis, C. A., 2015, *Antenna Theory: Analysis and Design Fourth Edition*, Jhon Willy & Sons Inc., New Jersey
- [7] Stuzman, W.L. 1981. "Antenna Theory and Design". John Wiley & Sons Inc. New York.