

**PENINGKATAN UNJUK KERJA ANTENA YAGI MIKROSTRIP DENGAN
TEKNIK DEFECTED GROUND STRUCTURE (DGS) DUMBBELL
UNTUK APLIKASI INDOOR WIRELESS LAN 2,4 GHz**
*In Provement performance of Yogi Mikrostrip Antenna With DGS Technique
For Indoor Wireless Lan 2,4 GHz Aplication*

Syachrir Eka Putra¹, Abdulllah Zainuddin², Sudi Mariyanto Al Sasongko³

ABSTRAK

Pada penelitian ini telah dilakukan peningkatan unjuk kerja antena yagi mikrostrip dengan penggunaan teknik Defected Ground Structure (DGS) dan menambahkan jumlah element direktor antena tersebut untuk mengatasi penurunan efisiensi radiasi akibat rugi-rugi gelombang permukaan (surface wave).

Langkah penelitian dimulai dari proses simulasi menggunakan software High Frequency Structure Simulator v.10 (HFSS v.10) agar menghasilkan desain yang optimal dan bekerja pada frekuensi 2,4GHz. Setelah itu dibuat antena yagi mikrostrip dengan DGS yang sesungguhnya.

Hasil simulasi dari penambahan jumlah elemen direktor dan DGS didapat gain sebesar 6,15dB, pola radiasi directional dengan horizontal beamwidth 180° dan bandwidth sebesar 80MHz. Sedangkan pada pengukuran diperoleh gain sebesar 5,89dB, pola radiasi directional dengan horizontal beamwidth 142,5° dan bandwidth sebesar 74MHz. Penambahan jumlah direktor pada yagi mikrostrip berpengaruh pada nilai gain. Sedangkan penambahan teknik DGS berpengaruh pada peningkatan nilai return loss dan VSWR.

Kata kunci: Yagi Mikrostrip, Defected Ground Structure, High Frequency Structure Simulator.

ABSTRACT

Microstrip antenna which has the small, light and thin characteristics, thus it is further developed for wireless LAN applications. The disadvantage of this antenna is low gain and narrow bandwidth caused by reducing of radiation efficiency due to the emergence of surface wave. To solve it, Yagi Microstrip is made by adding director element called Yagi Microstrip antenna. To improve the performance of yagi microstrip antenna, DGS (Defected Ground Structure) is used.

The simulation results from the additional of element director and DGS were obtained that directional radiation pattern, with 180° of horizontal beamwidth and 80 MHz of bandwidth. After conducting the next simulating, the real of antenna was made. The measurements were obtained that directional radiation pattern, 142.5° of horizontal beamwidth and 74 MHz of bandwidth. The increasing of director element effects on the value of the gain in which the value of the antenna gain was more than that of was expected with 6.15dB (>5dB). The addition of DGS techniques affected on increasing the value of return loss and VSWR. The value of return loss increased from -18.51dB (without DGS) to -56.21dB (with DGS), VSWR value increased from 1.24 (without DGS) to 1.01 (with DGS).

Key words: Yagi Microstrip, Defected Ground Structure, High Frequency Structure Simulator.

PENDAHULUAN

Pada proses pengiriman dan penerimaan sinyal informasi, diperlukan suatu alat yang dapat merubah sinyal gelombang mikro pada saluran transmisi menjadi sinyal gelombang mikro di udara bebas, demikian pula sebaliknya. Alat seperti ini lazim disebut dengan antena (Akhiruddin. 2011). Parameter antena adalah Pola Radiasi, Polarisasi,

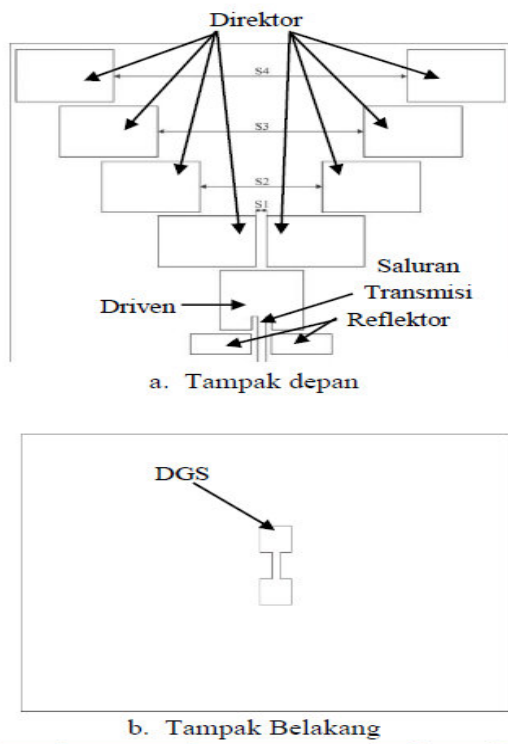
Pengarahannya, gain, Impedansi, VSWR dan Bandwidth (Balanis, A. C. 19823). Salah satu antena yang digunakan untuk aplikasi Wireless Local Area Network (WLAN) adalah antena mikrostrip. Antena ini mempunyai karakteristik *low profile* (kecil, ringan, tipis), sehingga antena mikrostrip semakin dikembangkan, namun antena mikrostrip mempunyai kelemahan yaitu penurunan

¹.Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia
1.syka.08@gmail.com; 2. abdullahzainuddin@yahoo.com; 3. mariyantosas@yahoo.com ,

efisiensi radiasi akibat rugi-rugi gelombang permukaan (*surface wave*) (Yuli, Zulkifli Fitri. 2008). Untuk mengatasi kelemahan tersebut maka dibuat antena yagi mikrostrip. Pada antena yagi mikrostrip ditambahkan jumlah elemen direktor dan menggunakan teknik DGS (*Defected Ground Structure*) pada bagian ground antena untuk meningkatkan *gain*, *return loss* dan *VSWR* (Yuli, Zulkifli Fitri. 2008).

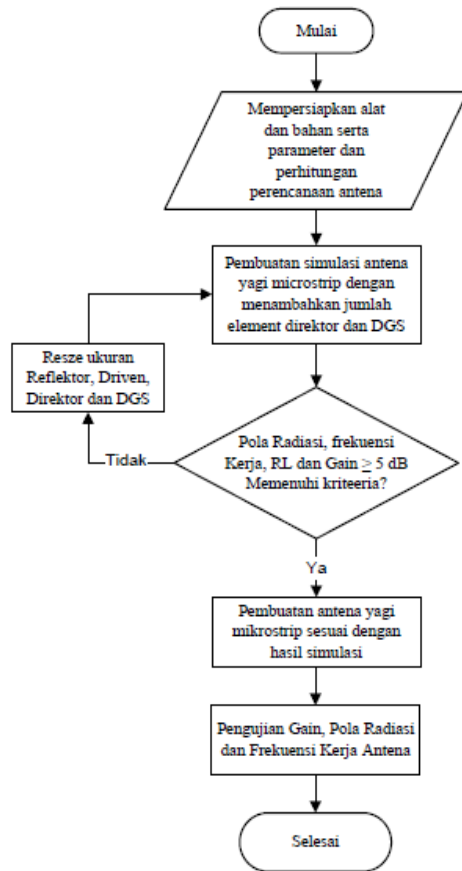
METODE PENELITIAN

Perancangan Antena. Perancangan antena Yagi Mikrostrip dengan teknik *Defected Ground Structure* (DGS), terdiri dari beberapa elemen mikrostrip yang akan bekerja pada frekuensi 2,4 GHz. Bentuk dari antena yagi mikrostrip dengan DGS yang akan dibuat dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 1. Desain Antena Yagi Mikrostrip Dengan DGS

Secara sistematis prosedur perencanaan an, perancangan simulasi, pembuatan dan pengujian antena yagi mikrostrip dapat dilihat pada bagan alir (*flowchart*) berikut.



Gambar 2. Diagram alir proses perencanaan dan pengujian antenna

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Matematis Antena, *Range* frekuensi standar protokol 802.11 yaitu 2,4000-2,4835 GHz, agar antena dapat bekerja optimal pada frekuensi 2,4GHz, maka frekuensi tengah dari *range* tersebut yaitu :

$$frekuensi\ tengah = \frac{frekuensi\ tinggi + frekuensi\ rendah}{2}$$

$$frekuensi\ tengah = \frac{2,4835 + 2,4000}{2} = 2,441\ GHz$$

Dengan kecepatan cahaya adalah 3×10^8 m/s serta konstanta dielektrik telah diketahui dari spesifikasi bahan FR-4 adalah 4,4. Jadi dapat dihitung panjang gelombang antena dalam bahan dielektrik yaitu:

$$\lambda_o = \frac{c}{f}$$

$$\lambda_o = \frac{3 \times 10^8}{2,44 \times 10^9}$$

$$\lambda_o = 12,29 \text{ cm}$$

$$\lambda_d = \frac{c}{f \sqrt{\epsilon_r}}$$

$$\lambda_d = \frac{3 \cdot 10^8}{2,44 \cdot 10^9 \sqrt{4,4}}$$

$$= 0,0586 \text{ m} = 5,86 \text{ cm}$$

Konstanta dielektrik efektif dibutuhkan untuk menentukan ΔL antena, yaitu:

$$\epsilon_{re} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(1 + 12 \frac{h}{W} \right)^{-\frac{1}{2}}$$

$$\epsilon_{re} = \frac{4,4 + 1}{2} + \frac{4,4 - 1}{2} \left(1 + 12 \frac{1,6 \cdot 10^{-3}}{2,5 \cdot 10^{-2}} \right)^{-\frac{1}{2}}$$

$$\epsilon_{re} = 3,33$$

dan

$$\Delta L = 0,412 h \frac{\epsilon_{re} + 0,300}{\epsilon_{re} - 0,258} \times \frac{W/h + 0,264}{W/h + 0,813}$$

$$\Delta L = 0,412 \times 1,6 \cdot 10^{-3} \frac{3,33 + 0,3}{3,33 - 0,258} \times \frac{2,5 \cdot 10^{-2} / 1,6 \cdot 10^{-3} + 0,264}{2,5 \cdot 10^{-2} / 1,6 \cdot 10^{-3} + 0,813}$$

$$\Delta L = 7,518 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

Lebar *patch*, dimana tebal bahan dielektrik yang telah diukur adalah 1,6 mm, maka [5]:

$$W = \sqrt{h \lambda_d} \left[\ln \left(\frac{\lambda_d}{h} \right) - 1 \right]$$

$$W = \sqrt{1,6 \cdot 10^{-3} \times 5,86 \cdot 10^{-2}} \left[\ln \left(\frac{5,86 \cdot 10^{-2}}{1,6 \cdot 10^{-3}} \right) - 1 \right]$$

$$W = 0,02477 \text{ m} = 0,025 \text{ m} = 2,5 \text{ cm}$$

Parameter panjang *patch* antena dapat dicari dengan persamaan yaitu

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

$$L = \frac{3 \cdot 10^8}{2 \times 2,44 \cdot 10^9 \sqrt{3,33}} - 2 \times 7,518 \cdot 10^{-4}$$

$$L = 3,25 \text{ cm}$$

Panjang dan Lebar *patch* Reflektor

$$LR = 0,64 \times \lambda_d$$

$$= 3,75 \text{ cm}$$

$$WR = 0,16 \times \lambda_d$$

$$= 0,9376 \text{ cm}$$

Panjang dan Lebar *patch* Direktor

$$LD = 0,45 \times \lambda_d$$

$$= 2,637 \text{ cm}$$

$$WD = 0,32 \times \lambda_d$$

$$= 1,875 \text{ cm}$$

Spacing Direktor [4]

$$S1 = 0,031 \times \lambda_o$$

$$= 3,81 \text{ mm}$$

$$S2 = 0,4 \times \lambda_o$$

$$= 49,18 \text{ mm}$$

Element gap

$$g = 0,015 \times \lambda_o$$

$$= 1,8435 \text{ mm}$$

Perhitungan DGS

Luas *patch* driven = luas DGS

$$8,122 \text{ cm}^2 = 2 \times L \text{ segi empat}$$

$$= 2 \times (1,8 \times 1,8) \text{ cm}$$

$$= 6,48 \text{ cm}^2$$

$$L \text{ saluran DGS} = 0,8 \times 2,05 \text{ cm} = 1,64 \text{ cm}^2$$

$$L \text{ total DGS} = 6,48 + 1,642$$

$$= 8,122 \text{ cm}^2$$

Simulasi Yagi mikrostrip 4 direktor dengan DGS Dimensi / Ukuran antena setelah dioptimasi dengan software HFSS, yaitu:

a. Driven : L= 28,5mm dan W= 28,5mm.

b. Direktor : L= 35mm dan W= 26mm.

c. Reflektor : L= 21mm dan W= 11mm.

d. Elemen Gap = 0,54425mm

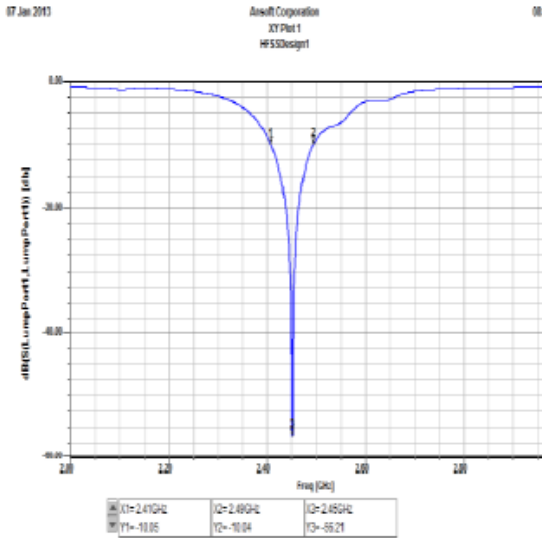
e. Jarak antar direktor : S1= 0,9mm,

$$S2 = 31,781 \text{ mm}, S3 = 62,662 \text{ mm}$$

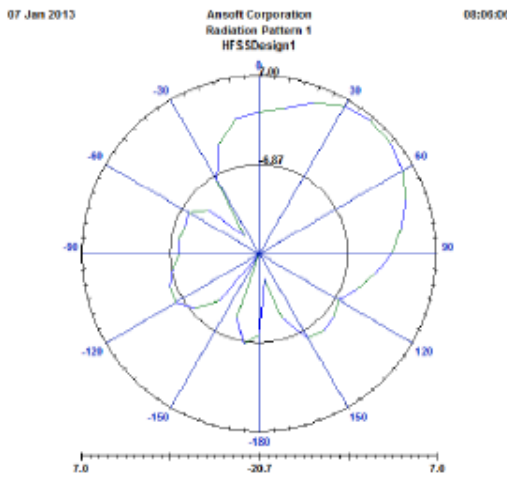
$$S4 = 93,543 \text{ mm}$$

f. DGS : L= 12mm, W= 12mm untuk kepala dumbbell dan L=2mm, W=12 untuk salurannya

Dari dimensi diatas diperoleh karakteristik antena sebagai berikut [3]:



Gambar 3. Bentuk respon *Return loss* hasil Simulasi



Gambar 4. Bentuk respon pola radiasi hasil simulasi

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa *gain* antena sebesar 6.15dB, bentuk pola radiasi *directional*, *HPBW* sebesar 1800 dan *Bandwidth* sebesar 80MHz.

Pembuatan Yagi Mikrostrip Dengan DGS.

Setelah melakukan simulasi, kemudian dilakukan pembuatan antena Yagi mikrostrip dengan DGS, dan selanjutnya dilakukan pengujian untuk mengetahui karakteristik antena tersebut

Pengujian Gain, Pengujian *gain* dilakukan dengan membandingkan antara gain antena referensi (antena *omni directional* 5 dBi) dengan antena Yagi mikrostrip dengan teknik DGS.

$$G_a(dB) = P_a(dBm) - P_s(dBm) + G_s(dB)$$

Dimana:

G_a = *Gain* antena yang rancangan (dB)

P_a = Level penerima antena rancangan (dBm)

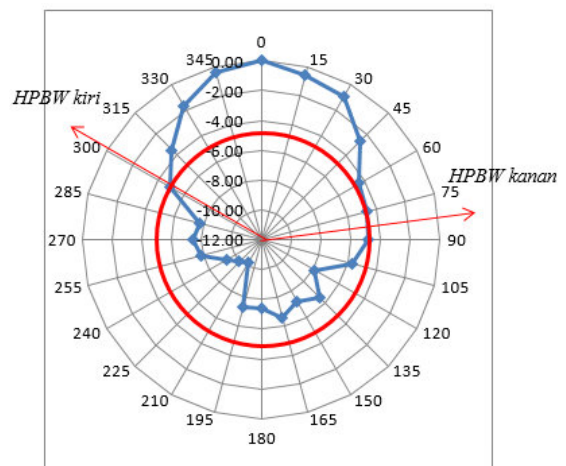
P_s = Level penerima antena standar (dBm)

G_s = *Gain* antena standar (dB)

Tabel 1. Hasil pengujian *Gain* antena

Jarak pengukuran (m)	Kuat medan Rata-rata (E)		<i>Gain</i> antena Yagi mikrostrip dengan DGS dengan antena standar (dB)	<i>Gain</i> rata-rata antena Yagi mikrostrip dengan DGS (dB)
	Antena <i>omni directional</i> (dBm)	Antena Yagi mikrostrip dengan DGS (dBm)		
4	-41.5	-41.6	5.9	5.89
6	-43.56	-42.94	5.62	
8	-42.34	-41.38	5.96	
10	-46.74	-45.68	6.06	

Pengujian Pola Radiasi. Pada pengujian pola radiasi horizontal, dilakukan dengan memutar antena hasil rancangan mengikuti bidang datar searah jarum jam dengan kenaikan 15°. Kuat medan yang diukur pada pengujian ini adalah 0° sampai 360°(satu putaran penuh).



Gambar 6. Hasil Pengujian Pola Radiasi

Dari gambar 6. dapat dihitung *beamwidth* antena Yagi mikrostrip dengan DGS sebagai berikut:

$$HPBW = | \theta_{HPBW \text{ left}} - \theta_{HPBW \text{ right}} |$$

$$= |(360 - 300) + 82.5|$$

$$= 142,5^\circ$$

Pengujian Bandwidth. Pada pengujian *bandwidth* antenna, dilakukan dengan menghubungkan antenna hasil rancangan dengan *Spectrum Analyzer*, sehingga dapat dilihat frekuensi kerja dari antenna. Dimana pada pengukuran dilakukan pada channel 1 sampai dengan channel 13.

Tabel 2. Hasil pengujian *bandwidth* antenna

Channel	f_0 (MHz)	f_1 (MHz)	$f_1 - f_0$ (MHz)	Total Lebar <i>Bandwidth</i> (MHz)
1	2403	2422	19	74
2	2408	2428	20	
3	2413	2432	19	
4	2417	2437	20	
5	2421	2441	20	
6	2425	2446	21	
7	2429	2451	22	
8	2434	2455	21	
9	2438	2460	22	
10	2442	2464	22	
11	2447	2469	22	
12	2454	2473	19	
13	2458	2477	19	

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa hasil pengukuran frekuensi kerja antenna berada pada *range* 2,403 - 2,477GHz (*bandwidth* sebesar 74MHz).

KESIMPULAN

- Hasil simulasi antenna Yagi mikrostrip 4 direktor dengan DGS menggunakan *software* HFSS *version* 10 didapatkan:
 - Gain* antenna sebesar 6.15dB
 - Bentuk pola radiasi *directional*
 - HPBW* sebesar 1800
 - Bandwidth* sebesar 80MHz
 - Hasil pengujian antenna Yagi mikrostrip 4 direktor dengan DGS didapatkan nilai:
 - Gain* antenna sebesar 5.89dB
 - Bentuk pola radiasi *directional*
 - HPBW* sebesar 142.50
 - Bandwidth* sebesar 74MHz
 - Penggunaan teknik DGS berpengaruh pada. nilai *return loss* meningkat sebesar 37,7dB, yaitu dari -18,51dB (tanpa DGS) menjadi -56,21dB (dengan DGS),demikian juga nilai VSWR meningkat sebesar 0,23, yaitu dari 1,24 (tanpa DGS) menjadi 1,01 (dengan DGS),nilai *gain* sudah sesuai dengan standar, yakni lebih dari 5dB, dimana peningkatannya sebesar 1,15dB.
- Ukuran / dimensi yagi mikrostrip 4 direktor dengan DGS:
 - Driven : L= 28,5mm dan W= 28,5mm.
 - Direktor : L= 35mm dan W= 26mm.
 - Reflektor : L= 21mm dan W= 11mm.
 - Elemen Gap = 0,54425mm
 - Jarak antar director : S1= 0,9mm, S2 = 31,781mm, S3 = 62,662mm dan S4 = 93,543mm
 - DGS : L= 12mm, W= 12mm untuk kepala dumbbell dan L=2mm, W=12 untuk salurannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhiruddin. 2011. "Perancangan Antena Helix 4 Lilitan Hubung Array 2,4 Ghz Pada Mode Axial Untuk Aplikasi Wireless Lan", Tugas Akhir Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram.
- Ansoft corporation. 2003. "Ansoft Hight Frequency Structure Simulator," v.10 *User's Guide*. :USA.
- Balanis, A. C. 1982. "Antena Theory Analysis and Design". Harper & Row, Publisher, Inc. : New York.
- Dajejan, G. R. Dkk., "Design and Analysis of Microstrip bi-Yagi and quad-Yagi Antena Arrays for WLAN Applications." Student member, IEEE.
- Garg, R., Bhartia, P., Bahl, I., dan Ittiboon, A. 2001. "Microstrip Antena Design," *Handbook*, Artech House Inc, : London.
- Yuli, Zulkifli Fitri. 2008. "Studi Tentang Antena Mikrostrip Dengan Defected Ground Structure (DGS)." Disertasi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia