

Pengaruh *Defected Ground Structure* (DGS) Geometri Vertikal terhadap Antena Mikrostrip Berbahan Material Dielektrik Artifisial

Marisa Putri Supriadi¹, Nurjanijan Madhatillah², Hepi Ludyati³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

¹E-mail: marisa.putri.tkom18@polban.ac.id

²E-mail: nurjanijan.madhatillah.tcom417@polban.ac.id

³E-mail: hepi.ludyati@polban.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini menyajikan kinerja hasil simulasi antena mikrostrip *patch circular* dengan substrat *Styrofoam* berbahan material dielektrik artifisial dengan pencatuan *proximity coupling* dan metode *defected ground structure* menggunakan perangkat lunak komersial berlisensi, *CST Studio Suites*®. Material dielektrik artifisial berupa penembusan kawat konduktor 2 mm sebanyak 9 buah ke dalam substrat digunakan untuk memperkecil dimensi dan meningkatkan *gain* antena. Metode *defected ground structure* dengan bentuk *dumbbell* secara vertikal digunakan untuk memperlebar *bandwidth* antena. Berdasarkan hasil simulasi didapatkan antena mikrostrip *patch circular* yang bekerja pada frekuensi 3.5 GHz, *return loss* 20.1 dB, *bandwidth* sebesar 285,5 MHz pada *return loss* 10 dB dan *gain* sebesar 20.31 dBi. Penggunaan material dielektrik artifisial dapat menurunkan dimensi antena sebesar 37.14 % dan peningkatan *gain* antena sebesar 57% dibandingkan antena mikrostrip konvensional. Selain itu, penggunaan *defected ground structure* dapat meningkatkan *bandwidth* 30.96 % dibandingkan antena mikrostrip konvensional.

Kata Kunci

Defected ground structure, material dielektrik artifisial, *Styrofoam*, *bandwidth*, Antena Mikrostrip Circular.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan telekomunikasi baik di dunia maupun di Indonesia semakin pesat. Perkembangan ini dapat terlihat dengan semakin banyaknya pengguna layanan komunikasi. Dilansir dari Website Datareportal yang dipublikasikan oleh Simon Kemp pada tanggal 27 Januari 2021, bahwa per Januari 2021 jumlah pengguna internet di Indonesia naik 73.7 % atau menembus 202.6 juta pengguna [1]. Berdasarkan data tersebut maka pengiriman-penerimaan informasi dan komunikasi yang cepat dan akurat menjadi sebuah kebutuhan di era sekarang ini. Salah satu perangkat pendukung dalam proses pengiriman-penerimaan informasi adalah antena.

Antena merupakan perangkat yang dapat digunakan sebagai pemancar dan penerima gelombang radio. Terdapat berbagai macam jenis antena, salah satunya antena mikrostrip. Antena mikrostrip memiliki beberapa keunggulan diantaranya pembuatannya mudah, harga yang murah dan dimensi yang kecil. Akan tetapi, antena ini memiliki kelemahan yaitu *Bandwidth* yang sempit dan *Gain* yang kecil [2]. Untuk mengatasi kelemahan-kelemahan tersebut maka dilakukan penelitian antena mikrostrip berbahan material dielektrik dan metode *defected ground structure*.

Penelitian dengan menggunakan metode material dielektrik sudah pernah dilakukan oleh Dania [3]. Dania telah merancang bangun antena mikrostrip lingkaran berbahan substrat material dielektrik artifisial dengan pencatuan *proximity coupling* dan mode gelombang TM_{01} . Berdasarkan penelitian tersebut dihasilkan *bandwidth* 249.6 MHz dan *Gain* 7.31 dBi.

Penelitian dengan menggunakan metode *defected ground structure* sudah pernah dilakukan oleh Haidi [4]. Haidi telah merancang bangun antena mikrostrip lingkaran dengan metode *defected ground structure* (DGS). Pada penelitian ini pemotongan ground dilakukan secara vertikal, horizontal dan lingkaran. Berdasarkan penelitian tersebut didapatkan hasil *bandwidth* mengalami peningkatan hingga 2.18 GHz dan *gain* mengalami penurunan menjadi 6.51 dBi.

Berdasarkan penelitian [3] [4] maka dilakukan penggabungan metode sehingga pada penelitian ini dilakukan perancangan antena mikrostrip berbahan material dielektrik dan metode *defected ground structure*. Pemotongan *ground* yang dilakukan pada penelitian ini berbentuk *dumbbell shaped*. Dengan menggabungkan ke dua metode tersebut didapatkan *bandwidth* yang lebar dan *gain* yang tinggi.

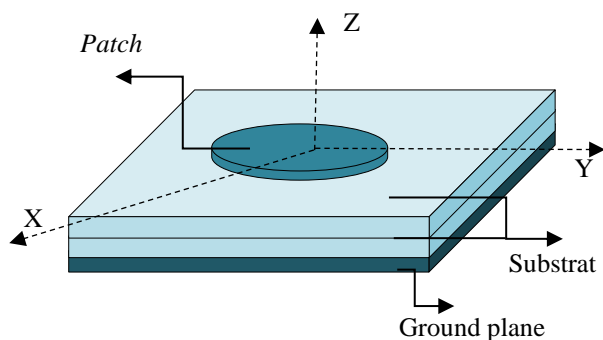
Pada penelitian ini substrat yang digunakan berbahan *Styrofoam* agar memudahkan modifikasi artifisial dielektrik dengan cara penembusan kawat konduktor, selain itu juga *Styrofoam* mudah ditemukan di pasaran dan harganya lebih murah dibandingkan FR-4 Epoxy yang biasanya digunakan untuk penelitian antena mikrostrip [5].

2. DASAR TEORI

2.1. Antena Mikrostrip Patch Circular

Antena mikrostrip sudah ada sejak tahun 1953 dan dipatenkan pada tahun 1955, namun mulai mendapat perhatian cukup besar pada tahun 1970-an [6] Antena mikrostrip merupakan suatu konduktor metal yang menempel di atas *ground plane* yang diantaranya terdapat bahan substrat.

Antena mikrostrip mempunyai karakteristik *low profile* yaitu antena yang mempunyai dimensi kecil, ringan, dan tipis sehingga mudah untuk difabrikasi, fleksibel, dan murah. Salah satu bentuk antena mikrostrip adalah antena mikrostrip *patch circular*. Gambar struktur antena mikrostrip *patch circular* ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur antena mikrostrip *patch circular*
Berdasarkan Gambar 1. Struktur fisik antena mikrostrip terdiri atas:

a. Patch

Patch merupakan konduktor yang berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik yang terletak di bagian paling atas dari suatu antena. Bentuk *patch* bermacam-macam, namun yang digunakan pada penelitian ini berbentuk lingkaran (*circular*).

b. Substrat

Substrat merupakan bahan dielektrik yang berfungsi untuk membatasi elemen peradiasi dengan *ground plane* dan sebagai penyalur gelombang elektromagnetik. Substrat memiliki jenis yang bervariasi yang dapat digolongkan berdasarkan nilai konstanta dielektrik (ϵ_r) dan ketebalannya (h).

c. *Ground plane*

Ground plane merupakan konduktor yang berfungsi sebagai reflector untuk memantulkan sinyal elektromagnetik yang berada di bagian paling bawah sebuah antena.

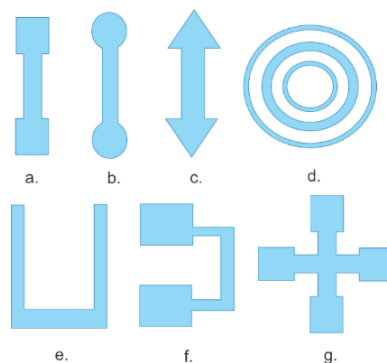
2.2. Material Dielektrik Artifisial

Material artifisial merupakan material buatan yang dibangun oleh struktur gabungan beberapa material natural untuk mendapatkan sifat-sifat pada bidang elektromagnetika. Sedangkan dielektrik adalah suatu bahan isolator yang berfungsi sebagai penyekat dan biasa digunakan untuk meningkatkan kapasitansi. Oleh karena itu, material artifisial dielektrik merupakan dielektrik buatan yang dibuat untuk mendapatkan sifat-sifat elektromagnetik [7]. Modifikasi material dielektrik

artifisial dilakukan dengan menambahkan kawat konduktor pada substrat antena. Penambahan kawat konduktor dapat dilakukan dengan cara disisipkan diantara substrat dan ditembuskan ke dalam substrat [3] [8].

2.3. Defected Ground Structure (DGS)

Defected ground structure (DGS) merupakan metode pencacatan ground, menghilangkan sebagian bidang ground sehingga dapat menekan gelombang permukaan dan dapat meningkatkan kinerja *Bandwidth* suatu antena. Macam-macam geometris pencacatan ground dapat diperlihatkan pada Gambar 2.

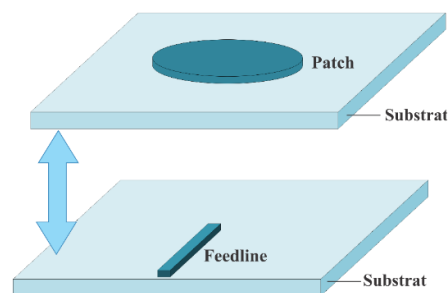


Gambar 2. Geometris DGS

Geometris pencacatan ground yang terdapat pada gambar 2 hanya beberapa contoh bentuk yang sudah ada, namun bentuk-bentuk tersebut dapat dikembangkan menjadi bentuk atau geometris lainnya.

2.4. Metode Pencatuan Proximity Coupling

Proximity coupling merupakan salah satu metode pencatuan tidak langsung, yang mana saluran transmisi (*feedline*) diletakkan diantara substrat pada lapisan ke dua dengan substrat lapisan pertama yang terdapat *patch* antena. Struktur fisik pencatuan proximity coupling diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur fisik pencatuan proximity coupling

Metode pencatuan proximity coupling mempunyai kelebihan yaitu dapat menghasilkan *bandwidth* yang lebar dan radiasi tambahan (*spurious radiation*) yang kecil dikarenakan oleh kenaikan keseluruhan antena mikrostrip [9].

2.5. Parameter Antena

Parameter antena merupakan unjuk kerja atau performa dari suatu antena, antena dikatakan baik apabila

memenuhi parameter-parameter yang telah ditentukan. Adapun parameter-parameter tersebut antara lain:

a. *Bandwidth*

Bandwidth merupakan rentang frekuensi terendah sampai frekuensi tertinggi suatu antenna dapat bekerja. *Bandwidth* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$BW = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

BW = *Bandwidth* (100%)

f_2 = Frekuensi tertinggi (GHz)

f_1 = Frekuensi terendah (GHz)

f_c = Frekuensi tengah (GHz)

b. *Return Loss*

Return Loss merupakan nilai perbandingan antara gelombang amplitude yang dipancarkan dengan gelombang amplitude yang kembali. *Return Loss* dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$RL = 20 \text{ Log } |\Gamma| \quad (2)$$

$$\Gamma = \frac{v_{swr} - 1}{v_{swr} + 1} \quad (3)$$

Keterangan:

RL = *Return Loss*

Γ = koefisien pantul

v_{swr} = *voltage standing wave ratio*

c. *VSWR* (*Voltage Standing Wave Ratio*)

VSWR merupakan perbandingan antara amplitude gelombang berdiri maksimum dengan minimum. Antena dikatakan baik apabila mempunyai *VSWR* bernilai 1 yang berarti tidak ada refleksi. Ketika saluran dalam keadaan matching sempurna. Akan tetapi, pada kenyataannya tidak ada antenna yang ideal, oleh karena itu antenna dikatakan baik apabila mempunyai *VSWR* pada rentang lebih kecil dari 2.

d. *Gain*

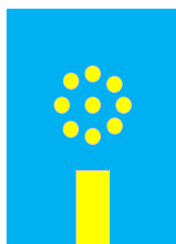
Gain merupakan perbandingan daya maksimum antenna dengan daya maksimum antenna referensi (isotropis) untuk mengukur kemampuan antenna dalam mengarahkan radiasi sinyal atau arah penerimaan sinyal.

3. DESAIN ANTENA

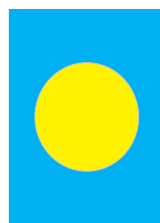
Antena yang dirancang merupakan antenna mikrostrip *patch circular* dengan substrat *Styrofoam* berbahan material dielektrik artifisial menggunakan pencatatan proximity coupling dan metode *defected ground structure* yang bekerja pada frekuensi 3.5 GHz. Desain antenna yang diusulkan ditampilkan pada Gambar 4.



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 4. Desain Antena yang dibuat

Berdasarkan Gambar 4. Desain antenna terdiri atas 3 layer. Poin (a) merupakan *ground plane* yang telah dilakukan pencatatan atau DGS. Bentuk DGS yang digunakan berbentuk dumbbell. Poin (b) merupakan subtract layer 2 yang terdiri atas pencatatan proximity coupling dan kawat konduktor yang ditembuskan. Poin (c) merupakan bagian *patch* yang berada pada layer paling atas dan berbentuk lingkaran atau *circular*.

4. SPESIFIKASI ANTENA

Spesifikasi antenna yang diinginkan dari perancangan antenna mikrostrip berbahan material dielektrik dengan metode DGS yaitu:

- Antena bekerja pada frekuensi 3.5 GHz
- Return Loss* antenna lebih besar dari 10 dB
- Rentang frekuensi antenna lebih besar dari 150 MHz pada *return loss* 10 dB
- Gain* antenna lebih besar dari 5dBi

5. PERSAMAAN PERHITUNGAN DIMENSI ANTENA

5.1. Persamaan perhitungan dimensi antenna

Persamaan untuk menghitung dimensi antenna mikrostrip *patch circular* adalah sebagai berikut [10]:

- Jari-jari *patch* antenna

$$a = \frac{f}{\left\{1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r f} \left[\ln \left(\frac{\pi f}{2h} \right) + 1,7726 \right] \right\}^{\frac{1}{2}}} \quad (4)$$

Yang mana,

$$f = \frac{8,794 \times 10^9}{f_r \times \sqrt{\epsilon_r}} \quad (5)$$

- Panjang Substrat dan *Ground plane* antenna

$$L_g = 6h + a \quad (6)$$

- Lebar Substrat dan *Ground plane* antenna

$$W_g = 6h + \frac{\pi}{2} a \quad (7)$$

- Panjang *Feedline*

$$L_f = \frac{1}{4} \lambda_d \quad (8)$$

Yang mana,

$$\lambda_d = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_r}} \quad (9)$$

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_r} \quad (10)$$

- Lebar *Feedline*

$$W_f = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\} \quad (11)$$

Yang mana,

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0 \sqrt{\epsilon_r}} \quad (12)$$

5.2. Hasil Perhitungan dimensi antenna

Untuk menghitung dimensi antenna diperlukan parameter-parameter perhitungan, diantaranya frekuensi

kerja, permitivitas relative dari substrat, dan ketebalan substrat (h). Nilai dari parameter yang digunakan untuk penelitian ini yaitu:

Tabel 1. Parameter perhitungan dimensi antenna

Parameter	Nilai
Frekuensi Kerja (f_c)	3.5 GHz
Permitivitas Relatif (ϵ_r)	2.7
Ketebalan Substrat (h)	10 mm

- a. Jari-jari *patch* antenna

$$f = \frac{8,794 \times 10^9}{\frac{f_r \times \sqrt{\epsilon_r}}{8,794 \times 10^9}}$$

$$f = \frac{3,5 \times 10^9 \times \sqrt{2,7}}{1,528 \text{ cm} = 15,28 \text{ mm}}$$

maka,

$$a = \frac{f}{\left\{1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r f} \left[\ln \left(\frac{\pi f}{2h} \right) + 1,7726 \right] \right\}^{\frac{1}{2}}}$$

$$a = \frac{15,28}{\left\{1 + \frac{2 \times 10}{\pi \times 2,7 \times 15,28} \left[\ln \left(\frac{\pi \times 15,28}{2 \times 10} \right) + 1,7726 \right] \right\}^{\frac{1}{2}}} = 11,6 \text{ mm}$$

- b. Panjang Substrat dan *Ground plane* antenna

$$L_g = 6h + a$$

$$L_g = 6 \times 30 + 11,6 = 191,6 \text{ mm}$$

- c. Lebar Substrat dan *Ground plane* antenna

$$W_g = 6h + \frac{\pi}{2} a$$

$$W_g = 6 \times 30 + \frac{\pi}{2} 11,6 = 198,22 \text{ mm}$$

- d. Panjang *Feedline*

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_r}$$

$$\lambda_0 = \frac{3 \times 10^8}{3,5 \times 10^9} = 85,71 \text{ mm}$$

$$\lambda_d = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_r}}$$

$$\lambda_d = \frac{85,71}{\sqrt{2,7}} = 51,73 \text{ mm}$$

Maka,

$$L_f = \frac{1}{4} \lambda_d = \frac{1}{4} 51,73 = 12,93 \text{ mm}$$

- f. Lebar *Feedline*

$$B = \frac{60 \pi^2}{Z_0 \sqrt{\epsilon_r}}$$

$$B = \frac{60 \pi^2}{50 \times \sqrt{2,7}} = 7,22$$

Maka,

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

$$W_f = \frac{2 \times 30}{\pi} \left\{ 7,22 - 1 - \ln(2 \times 7,22 - 1) + \frac{2,7 - 1}{2 \times 2,7} \left[\ln(7,22 - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{2,7} \right] \right\}$$

$$W_f = 80,6 \text{ mm}$$

Hasil perhitungan dimensi antenna mikrostrip diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Perhitungan dimensi antenna mikrostrip

Dimensi	Keterangan	Nilai (mm)
a	Jari-jari <i>patch</i> antenna	11.6
w_g	Lebar subtract dan <i>ground plane</i>	198.22
l_g	Panjang subtract dan <i>ground plane</i>	191.6
w_f	Lebar <i>feedline</i>	80.6
l_f	Panjang <i>feedline</i>	12.93

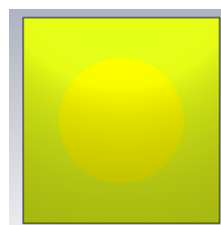
6. HASIL SIMULASI

6.1. Antena Mikrostrip Konvensional

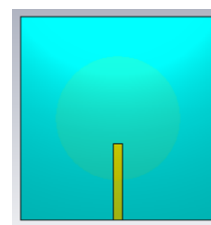
Antena mikrostrip konvensional dibuat sebagai antenna pembanding dari antenna mikrostrip berbahan material dielektrik artifisial dan DGS sehingga pengaruh dari material dielektrik artifisial dan DGS dapat terlihat. Setelah dilakukan optimasi didapatkan dimensi dan desain antenna yang diperlihatkan pada Tabel 3 dan Gambar 5.

Tabel 3. Dimensi antenna mikrostrip konvensional

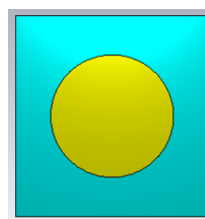
Dimensi	Keterangan	Nilai (mm)
a	Jari-jari <i>patch</i> antenna	70
w_g	Lebar subtract dan <i>ground plane</i>	220
l_g	Panjang subtract dan <i>ground plane</i>	230
w_f	Lebar <i>feedline</i>	10
l_f	Panjang <i>feedline</i>	86.65



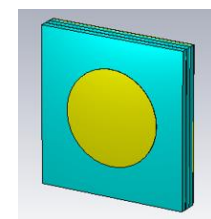
Ground plane



Substrat dan *Feedline*



Substrat dan *Patch*

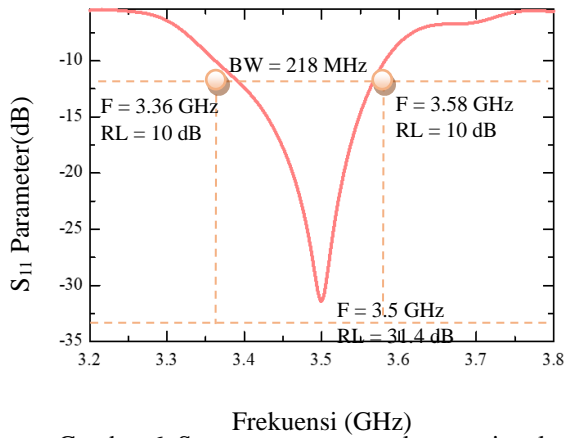


Keseluruhan Antena

Gambar 5 Desain antenna mikrostrip konvensional

a. Bandwidth dan Return Loss

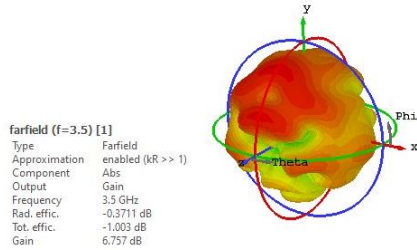
Antena mikrostrip konvensional bekerja pada frekuensi 3.36 GHz sampai 3.58 GHz dengan frekuensi tengah 3.5 GHz dan *return loss* 31.4 dB. *Bandwidth* yang didapatkan dari antenna mikrostrip konvensional sebesar 218 MHz pada *return loss* 10 dB. Parameter S_{11} dari antenna mikrostrip konvensional diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 6. S_{11} parameter antenna konvensional

b. Gain

Besar kemampuan antenna dalam mengarahkan sinyal pada antenna mikrostrip konvensional sebesar 6.757 dBi. Pada CST besaran arah sinyal diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 7. Far field gain antenna konvensional

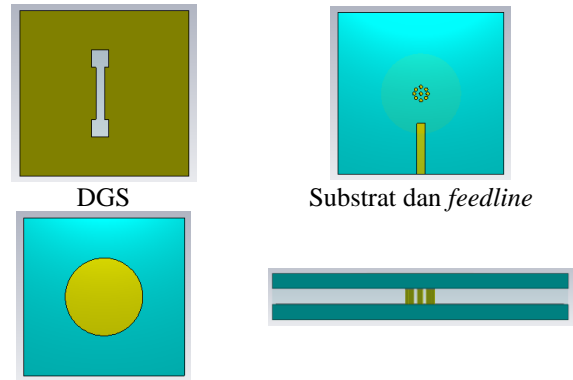
6.2. Antena Mikrostrip berbahan material dielektrik artifisial dan DGS

Simulasi antenna mikrostrip artifisial dan DGS dilakukan menggunakan dimensi antenna mikrostrip konvensional dengan penambahan kawat konduktor sebesar 2mm sebanyak 9 buah dan pencacatan ground plane dengan bentuk dumbbell dengan dimensi sembarang. Berdasarkan simulasi didapatkan pergeseran frekuensi, sehingga dilakukan optimasi sampai mendapatkan hasil yang sesuai dengan spesifikasi. Dimensi dan desain antenna hasil optimasi diperlihatkan pada Tabel 4 dan Gambar 8.

Tabel 4. Dimensi antenna artifisial dan DGS

Dimensi	Keterangan	Nilai (mm)
a	Jari-jari patch antenna	70
w_g	Lebar subtract dan ground plane	195
l_g	Panjang subtract dan ground plane	190
w_f	Lebar feedline	10

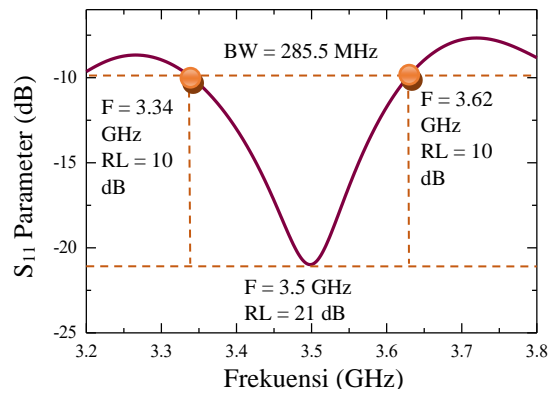
l_f	Panjang feedline	60
a_1	Jari-jari kawat konduktor	2
w_s	Lebar slot untuk DGS	10
l_s	Panjang slot untuk DGS	40
s	Panjang sisi untuk DGS	15



Gambar 8. Desain antenna artifisial dan DGS

a. Bandwidth dan Return Loss

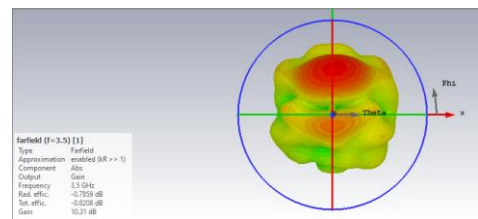
Antena mikrostrip artifisial dan DGS bekerja pada frekuensi 3.34 GHz sampai 3.62 GHz dengan frekuensi tengah 3.5 GHz dan return loss 21 dB. Bandwidth yang didapatkan dari antenna mikrostrip konvensional sebesar 285.5 MHz pada return loss 10 dB. Parameter S_{11} dari antenna mikrostrip artifisial dan DGS diperlihatkan pada Gambar 9.



Gambar 9. S_{11} parameter antenna artifisial dan DGS

b. Gain

Besar kemampuan antenna dalam mengarahkan sinyal pada antenna mikrostrip konvensional sebesar 10.31 dBi. Pada CST besaran arah sinyal diperlihatkan pada Gambar 10.



Gambar 10 Far field gain antenna artifisial dan DGS

6.3. Analisis

Hasil simulasi antenna mikrostrip konvensional dengan antenna mikrostrip artifisial dan DGS diperlihatkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil simulasi antenna konvensional dengan antenna artifisial dan DGS

No	Parameter	Konvensional	Artifisial + DGS
1.	Frekuensi Kerja	3.5 GHz	3.5 GHz
2.	Bandwidth	218 MHz	285.5 GHz
3.	Return Loss	31.4 dB	21 dB
4.	Gain	6.757 dBi	10.31 dBi

Berdasarkan tabel 5 dapat terlihat bahwa penggunaan material dielektrik artifisial dan DGS dapat meningkatkan parameter antenna. Perhitungan peningkatan parameter antenna adalah sebagai berikut

a. Bandwidth

$$\%BW = \frac{BW_{a+d} - BW_k}{BW_k} \times 100\%$$

(13)

$$\%BW = \frac{285.5 - 218}{218} \times 100\%$$

$$\%BW = 31\%$$

b. Gain

$$\%Gain = \frac{G_{a+d} - G_k}{G_k} \times 100\%$$

(14)

$$\%Gain = \frac{10.31 - 6.757}{6.757} \times 100\%$$

$$\%Gain = 52.58\%$$

Selain parameter antenna, dimensi antenna mikrostrip artifisial dan DGS mengalami perubahan dibandingkan antenna mikrostrip konvensional. Perhitungan perubahan dimensi antenna adalah sebagai berikut:

$$\%Patch = \frac{P_k - P_{a+d}}{P_k} \times 100\%$$

(15)

$$\%Patch = \frac{70 - 40}{70} \times 100\%$$

$$\%Patch = 37.14\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan bahwa penggunaan material dielektrik dan DGS dapat menurunkan dimensi antenna sebesar 37.14 %, meningkatkan bandwidth sebesar 31% dan meningkatkan gain sebesar 52.58%.

Material dielektrik artifisial dapat berpengaruh terhadap penurunan dimensi antenna dan peningkatan gain. Penurunan dimensi antenna dengan penambahan kawat konduktor dapat terjadi karena kawat-kawat konduktor yang ditembuskan membangkitkan sifat-sifat dielektrik. Kawat-kawat konduktor yang ditembuskan menyebabkan electron terpolarisasi di arah medan listrik dengan magnitude kuat sehingga dapat meningkatkan nilai permitivitas.

Peningkatan nilai permitivitas dapat berpengaruh terhadap frekuensi antenna, sehingga dengan dimensi yang sama seperti antenna konvensional, pada saat simulasi antenna mikrostrip artifisial terdapat pergeseran frekuensi ke kiri atau menjadi lebih kecil. Oleh karena itu, untuk mendapatkan frekuensi yang sama seperti

antenna konvensional maka dilakukan optimasi dengan memperkecil dimensi antenna.

Selain berpengaruh terhadap dimensi, pergeseran frekuensi antenna dapat menyebabkan bandwidth menjadi lebih sempit. Dengan penyempitan bandwidth maka kemampuan antenna dalam mengarahkan radiasi sinyal akan semakin meningkatkan atau dengan kata lain gain menjadi meningkat.

DGS dengan bentuk *dumbbell* berpengaruh terhadap pelebaran bandwidth. pada antenna konvensional dengan *ground plane* dapat dikatakan netral dan pancaran medan listrik akan ke luar dari antenna. Namun, pada *ground plane* yang telah dilakukan pencacatan maka akan ada medan listrik yang masuk ke dalam substrat karena substrat tidak tertutup sempurna oleh *ground plane*. Masuknya medan listrik ke dalam substrat antenna akan berpengaruh terhadap bandwidth antenna, sehingga bandwidth antenna akan menjadi lebih lebar.

7. SIMPULAN

Berdasarkan hasil yang telah didapatkan dari perancangan antenna mikrostrip ini, maka disimpulkan bahwa:

1. Antenna mikrostrip *circular* berbahan material dielektrik dan *defected ground structure* dapat bekerja pada frekuensi 3.5 GHz dengan *return loss* 21 dB, *bandwidth* sebesar 285.5 MHz pada *return loss* 10 dB, dan *gain* 10.31 dBi.
2. Penggunaan material dielektrik artifisial berupa kawat konduktor sebesar 2mm sebanyak 9 buah dapat menurunkan dimensi antenna sebesar 37.14 % dan dapat meningkatkan *gain* sebesar 57 % dibandingkan antenna konvensional.
3. Penggunaan *defected ground structure* berhasil memperlebar bandwidth sebesar 31 % dibandingkan antenna konvensional.

8. SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang didapatkan untuk meningkatkan kinerja antenna menjadi lebih baik, berikut beberapa saran:

1. Gunakan bentuk substrat dan patch yang berbeda untuk membandingkan dengan penelitian ini.
2. Gunakan bentuk geometris DGS lain untuk membandingkan dengan penelitian ini.
3. Gunakan metode-metode lain yang dapat meningkatkan kinerja antenna.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dan berkontribusi dalam penelitian ini. Serta kepada P3M Politeknik Negeri Bandung sebagai pihak penyelenggara IRWNS 2021.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Kemp, "Data Reportal," 27 Januari 2021. [Online]. Available: <https://datareportal.com/reports/digital-2021-global-overview-report>. [Accessed 9 April 2021].
- [2] C. A. Balanis, "Antenna Theory: Analysis Design, Third Edition," Canada, A John Wiley & Sons, Inc, 2005, p. 811.
- [3] D. Farahiyah and H. Ludyati, "Realisasi Antena BTS Mini 1800 MHz Menggunakan Antena Mikrostrip Lingkaran Artfisial dengan Pencatuan Proximity Coupling dan Mode Gelombang TM01," *IRWNS*, pp. 379-386, 2018.
- [4] J. Haidi, "Meningkatkan Bandwidth Antena Mikrostrip Bentuk Lingkaran untuk Aplikasi Antena 5G dengan Menggunakan Metode DGS," Bengkulu, 2018.
- [5] I. Inggrianti, Realisasi 3 Prototipe Antena Mikrostrip Lingkaran 1 Elemen Dengan Material Dielektrik Artfisial Berbahan Styrofoam Dan Gabus Pada Frekuensi UHF, Politeknik Negeri Bandung, 2018.
- [6] A. D. G, "Microstrip Microwave Antennas," in *Third USAF Symposium on Antennas*, 1953.
- [7] W. E. Kock, "Metallic Delay Lenses," *Bell System Technical Journal*, vol. 34, pp. 58-82, 1948.
- [8] N. Aprilita, Ludyati Hepi and D. Saefudin, "Metode Peningkatan Kinerja Broadband Antena Mimo 4 4 Menggunakan Dielektrik Termodifikasi pada Frekuensi 1800 MHz," in *Prosiding The 11th Industrial Research Workshop and National Seminar*, Bandung, 2020.
- [9] R. Sinaga and A. H. Rambe, "Analisis Perbandingan Antara Saluran Pencatu Feed Line dan Proximity Coupled Untuk Antena Mikrostrip Patch Segi Empat," *Singuda Ensikom*, vol. 6, pp. 135-140, 2014.
- [10] C. A. Balanis, *Antenna Theory: Analysis and Design*, USA: John Willey and Sons, 1997.