

# Perancangan dan Simulasi Antena Mikrostrip Satu Elemen Berbahan Material Dielektrik Anisotropik untuk Aplikasi WiFi (*Wireless Fidelity*) pada Frekuensi 2400 MHz

Aninda Al Shifa<sup>1</sup>, Hepi Ludyati<sup>2</sup>, Ridwan Solihin<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012  
E-mail : aninda.al.tcom17@polban.ac.id

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012  
E-mail : hepi.ludyati@polban.ac.id

<sup>3</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012  
E-mail : ridwan.solihin@polban.ac.id

## ABSTRAK

Komunikasi merupakan aktivitas yang penting dan tidak bisa lepas dari kehidupan manusia. Tidak hanya komunikasi suara yang dilakukan, komunikasi *wireless* pun dibutuhkan saat ini. Antena mendukung teknologi *wireless*. Penulis mengusulkan sebuah antena mikrostrip berbahan material dielektrik anisotropik untuk aplikasi Wi-Fi (*Wireless Fidelity*). Perancangan antena ini menggunakan substrat jenis FR4 *epoxy*. Material dielektrik anisotropik merupakan material dielektrik artifisial dengan permitivitas tinggi, serta sifat anisotropik yang mampu meningkatkan nilai permitivitas hanya di arah x, y, atau z saja. Perancangan ini menggunakan material elektromagnetik inovatif berbentuk persegi berbahan dasar FR4 *epoxy* dan menggunakan mode gelombang TM11. Selain itu juga antena ini menggunakan teknik pencatutan *proximity coupled* yang memfokuskan pada pelebaran *bandwidth*. Spesifikasi antena yang dirancang meliputi frekuensi tengah 2400 MHz, *return loss*  $\geq 10$  dB, *bandwidth*  $\geq 90$  MHz, *VSWR*  $\leq 2$ , *gain*  $> 0$  dBi. Antena mikrostrip ini dibuat dengan cara konvensional dan artifisial. Hasil simulasi pada ANSOFT HFSS 15.0. didapatkan spesifikasi antena konvensional dengan frekuensi tengah 2400 MHz, *return loss* 24,0147 dB, *bandwidth* 115 MHz, *VSWR* 1,0957, *gain* 2,6727 dBi. Pada antena artifisial memiliki frekuensi tengah 2400 MHz, *return loss* 24,7329 dB, *bandwidth* 118,2 MHz, *VSWR* 1,0085, *gain* 0,31409 dBi.

## Kata Kunci

*Anisotropik, Antena, Artifisial, Dielektrik, Proximity Coupled*

## 1. PENDAHULUAN

Material dielektrik membuat elektron-elektron bergerak tidak bebas ketika dikenai medan listrik. Pada kondisi ini seolah-olah elektron-elektron diikat (*bounded*) di posisi-posisi tertentu di dalam material dielektrik. Pergerakan elektron yang terbatas merupakan fenomena polarisasi yang menjadi ciri khas material dielektrik. Kekuatan polarisasi ini sangat ditentukan oleh besar kecilnya nilai permitivitas material [1]. Dilakukannya penelitian-penelitian tersebut bertujuan untuk menemukan metode baru yang lebih inovatif guna meningkatkan kinerja teknologi perangkat telekomunikasi.

Terdapat beberapa literatur yang mengusulkan antena untuk aplikasi Wi-Fi (*Wireless Fidelity*). Pada penelitiannya Rico Bernando Putra dan kawan-kawan, dirancang sebuah antena mikrostrip *patch* segiempat yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz untuk aplikasi *Wireless Fidelity* (Wi-Fi). Dalam teknik pencatutannya digunakan pencatutan *proximity coupled* yang bertujuan untuk meningkatkan *bandwidth* dan menghasilkan *return loss*  $\leq -10$  dB dan *VSWR*  $\leq 2$  [2]. Penelitian ini hanya mencari

spesifikasi *bandwidth*, *return loss*, dan *VSWR* antena. Metode yang digunakan ialah *Peripheral Slit* yang terbukti menurunkan *gain*.

Solusi yang ditawarkan penulis adalah dengan menciptakan sebuah antena yang sesuai dengan karakteristik Wi-Fi dengan *bandwidth* yang lebar. Sistem antena yang diusulkan berbahan dielektrik anisotropik yang mampu menghasilkan *gain* terpusat hanya di satu titik saja atau disebut antena *Unidirectional*. Pencatutan yang diterapkan pada antena mikrostrip yang diusulkan adalah *proximity coupled*. Penelitian ini juga membandingkan antara antena konvensional dengan antena artifisial secara dimensi dan kinerja antena yang didapat dengan cara perhitungan dan optimasi. Inovasi dari perancangan ini adalah metode pemasangan kawat konduktor dengan mode gelombang TM11 dipasang pada medan listrik maksimum dan disebar pada substrat membentuk pola *crepes*.

## 2. METODE

### 2.1 Teori dan Teknologi Pendukung

#### a. Pencatuan *Proximity Coupled*

*Proximity coupled feeding* terdiri dari dua lapisan substrat dielektrik. Antena mikrostrip *patch* terletak di atas substrat atas dan garis mikrostrip catuan terletak di atas substrat yang lebih rendah, catuan ini dilakukan melalui kopling elektromagnetik yang terjadi antara *patch* dan mikrostrip [3].

#### b. Aplikasi Wi-Fi (*Wireless Fidelity*)

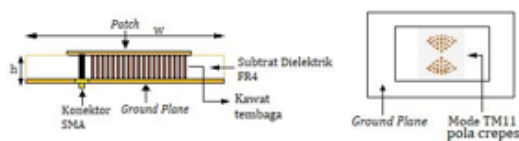
Terdapat dua alokasi frekuensi yang digunakan yaitu 2,4 GHz dan 5 GHz. Frekuensi 2,4 GHz digunakan oleh standar protokol IEEE 802.11b/g untuk *wireless fidelity* (Wi-Fi) [4]. Kekuatan sinyal Wi-Fi bervariasi terhadap tempat, sehingga dimungkinkan terdapat sejumlah tempat yang sinyalnya lemah sehingga membutuhkan antena dengan *gain* tinggi. Dalam mendesain antena tersebut, ukuran dan biaya pembuatan juga harus dipertimbangkan [5].

#### c. Teknologi Pendukung (Ansoft HFSS 15.0)

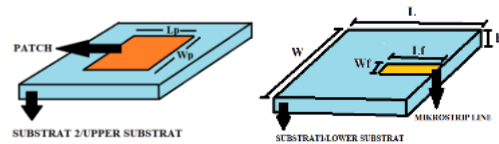
Ansoft HFSS (*High Frequency Structure Simulator*) adalah sebuah simulator medan elektromagnetika yang berfungsi untuk pemodelan tiga dimensi perangkat pasif dengan frekuensi tinggi. Ansoft HFSS ini menggambarkan secara visualisasi berupa pemodelan volumetrik. Dalam aplikasi ini jika mengatur desain yang akan dibuat, terdapat beberapa opsi yaitu *coordinate system*, *position*, *Xsize*, *Ysize* dan *Zsize* [6].

### 2.2 Perancangan Antena

Perancangan dan simulasi antena mikrostrip persegi satu elemen berbahan material dielektrik anisotropik untuk aplikasi Wi-Fi pada frekuensi 2400 MHz mencari frekuensi tengah 2400 MHz, *return loss*  $\geq 10$  dB, *bandwidth*  $\geq 90$  MHz, *VSWR*  $\leq 2$ , *gain*  $> 0$  dBi. Perancangan menggunakan kawat konduktor dengan mode gelombang TM11 dipasang pada medan listrik maksimum dan disebar pada substrat membentuk pola *crepes* untuk memusatkan *gain* serta pencatuan *proximity coupled* untuk memperlebar *bandwidth*. Berikut beberapa ilustrasi karya yang diusulkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



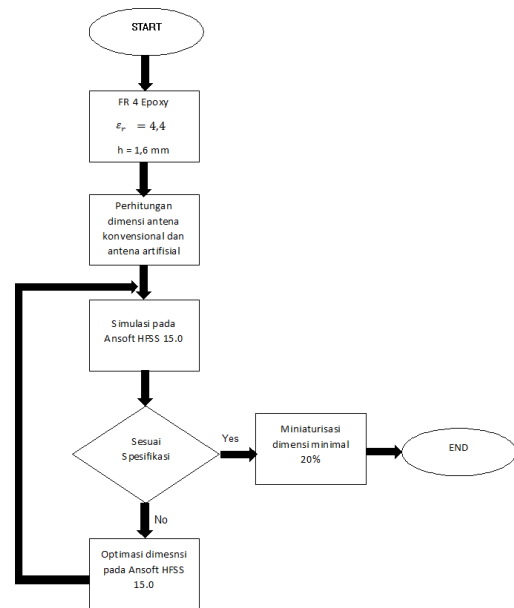
Gambar 1. Perancangan dengan kawat konduktor Mode TM11 (pola crepes)



Gambar 2. Perancangan antena dengan pencatuan *proximity coupled*

### 2.3 Sistem secara Keseluruhan

*Flowchart* pada Gambar 3 membahas sistem secara keseluruhan mulai dari penetapan nilai permitivitas bahan, perhitungan antena, simulasi pada ANSYS HFSS 15.0, optimasi nilai dimensi, terakhir ialah proses miniaturisasi dimensi antena.



Gambar 3. Sistem secara Keseluruhan

### 2.4 Perhitungan Ukuran Dimensi Antena

Perhitungan dimensi antena menggunakan parameter pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter untuk Perhitungan Dimensi Antena

Parameter	Nilai
Permitivitas relatif ( $\epsilon_r$ )	4,4
Ketebalan substrat ( $h$ )	3,2 mm
Frekuensi kerja ( $f_r$ )	2400 MHz

Dari nilai-nilai parameter tersebut, maka perhitungan dimensi dapat langsung dilakukan sebagai berikut:

#### Dimensi *Patch* Antena Konvensional

1. Frekuensi tengah

$$f_r = 2400 \text{ MHz}$$

2. Menghitung lebar *patch* ( $W_p$ )

$$Wp = \frac{c}{2f_r \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \quad (1)$$

Dari persamaan (1) didapat nilai Wp 38,036 mm.

### 3. Menghitung panjang patch (Lp)

Ketebalan FR4 epoxy sebenarnya adalah 1.6 mm. Pada penelitian ini akan ditambahkan substrat dua kali lipat menjadi 3.2 mm [7].  $\epsilon_{reff}$  merupakan konstanta dielektrik efektif yang dihitung dengan rumus:

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

Dari persamaan (2) didapat nilai  $\epsilon_{reff}$  3,89.

Didapatlah nilai  $\Delta L$  dengan mensubstitusikan persamaan berikut:

$$\Delta L = 0.412h \left[ \frac{(\epsilon_{reff} + 0,3) \left( \frac{w}{h} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{reff} - 0,258) \left( \frac{w}{h} + 0,8 \right)} \right] \quad (3)$$

Dari persamaan (3) didapat nilai  $\Delta L$  1,508 mm.

Panjang patch dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$Lp = \frac{c}{2f_r \sqrt{\epsilon_{reff}}} - 2\Delta L \quad (4)$$

Dari persamaan (4) didapat nilai Lp 28,664 mm.

### Dimensi Patch Antena Artifisial

1. Persamaan frekuensi kerja ini terdapat penurunan  $f_{resonansi}$  yang merupakan acuan dari penelitian Ika Kartika [7], nilai persentase penurunan frekuensi resonansi yang diambil sebesar 25,30%.

$$fa = f_r k - (\% \text{ penurunan } f_r \times f_r k) \quad (5)$$

Dari persamaan (5) didapat nilai  $f_r a = 1792,8$  MHz.

2. Permittivitas relatif baru

$$\frac{f_r k \sqrt{\epsilon_r a}}{f_r a \sqrt{\epsilon_r k}}$$

$$(6) \quad \epsilon_r a = \epsilon_r k \times \frac{f_r k^2}{f_r a^2} \quad (7)$$

Dari persamaan (7) didapat nilai  $\epsilon_r a$  7,88.

3. Menghitung lebar patch

$$Wp = \frac{c}{2f_r \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}}$$

Dari  $\epsilon_r a$  7,88 disubstitusikan ke persamaan (1) didapat hasil Wp 29,66 mm.

### 4. Mengitung panjang patch

Terlebih dahulu mencari nilai pertambahan panjang dari patch akibat adanya *fringing effect* ( $\Delta L$ ) dengan persamaan (3). Permittivitas relatif ( $\epsilon_r$ ) merupakan permittivitas relatif baru yang telah dicari.  $\epsilon_{reff}$  didapat dari mensubstitusikan nilai Wp 29,66 mm dan  $\epsilon_r a$  7,88 ke persamaan (2) sehingga didapat hasil  $\epsilon_{reff} = 6,71$ . Didapatlah nilai  $\Delta L$  1,356 mm dengan mensubstitusikan Wp 29,66 mm dan  $\epsilon_{reff}$  6,71 ke persamaan (3). Panjang patch dengan persamaan (4) didapat nilai Lp 21,408 mm.

### Dimensi Saluran Microstrip Line Antena Konvensional

Mencari dimensi lebar mikrostrip line (Wf) dan panjang mikrostrip line (Lf):

$$Wf = \frac{2h}{\pi} \left[ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left( \ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right) \right] \quad (8)$$

$$\text{Dimana } B = \frac{377\pi}{2Z_0 \sqrt{\epsilon_r}} \quad (9)$$

$$B = \frac{377\pi}{2(50)\sqrt{4,4}} \\ B = 5,646$$

Dengan persamaan (8) didapat nilai Wf 6,122 mm.

2. Panjang gelombang didalam medium dielektrik

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

$$\lambda_0 = \frac{3 \times 10^8}{2,4 \times 10^9}$$

$$\lambda_0 = 125$$

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{reff}}} \quad (11)$$

Dengan persamaan (11) didapat nilai  $\lambda_g$  63,37.

Panjang saluran transformator

$$L_f = \frac{1}{4} \lambda_g \quad (12)$$

Dengan persamaan (12) didapat nilai Lf 15,84 mm.

### Dimensi Saluran Mikrostrip Line Antena Artifisial

$$B = \frac{377\pi}{2Z_0 \sqrt{\epsilon_r}} \\ B = \frac{377\pi}{2(50)\sqrt{7,88}}$$

$$B = 4,219$$

Dengan mensubstitusikan nilai B 4,219 dan  $\epsilon_r a$  7,88

ke persamaan (8) didapat nilai  $W_f$  3,787 mm.

2. Panjang gelombang di dalam medium dielektrik

Dengan mensubstitusikan nilai  $\epsilon_{\text{reff}}$  6,71 ke persamaan (11) didapat nilai  $\lambda_g$  48,25.

3. Panjang saluran transformator

Dengan mensubstitusikan nilai  $\lambda_g$  48,25 ke persamaan (12) didapat hasil  $L_f = 12,06$  mm

### Dimensi Substrat dan Ground Plane Antena Konvensional

Secara umum, *ground plane* memiliki luas serta tebal yang tak terhingga (*infinite ground plane*) [7]. Akan tetapi kondisi ini tidak dapat direalisasikan, maka dari itu panjang dan lebar *ground plane* harus dicari menggunakan perhitungan dari persamaan (13) dan persamaan (14). Dengan mensubstitusikan nilai  $W_p$  38,036 mm dan nilai  $L_p$  28,664 mm.

1. Panjang Substrat dan *Ground Plane*

$$L = 6h + L_p \quad (13)$$

Dengan persamaan (13) didapat nilai  $L$  47,864 mm.

2. Lebar Substrat dan *Ground Plane*

$$W = 6h + W_p \quad (14)$$

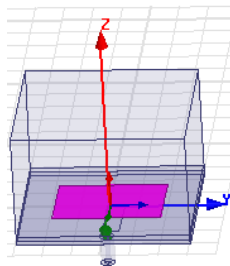
Dengan persamaan (14) didapat nilai  $W$  57,236 mm

### Dimensi Substrat dan Ground Plane Antena Artifisial

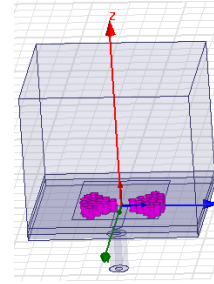
Lebar substrat dan *ground plane* serta panjang substrat dan *ground plane* dengan mensubstitusikan nilai  $W_p$  29,66 mm dan nilai  $L_p$  21,408 mm ke persamaan (13) didapat nilai  $L$  40,608 mm dan ke persamaan (14) didapat nilai  $W$  48,86 mm.

### 2.5 Design Simulasi

Pada bagian ini merupakan bentuk implementasi dari rancangan perhitungan dimensi antena berupa substrat, *patch*, *groundplane*, dan juga mikrostrip *line*. *Design* simulasi dibagi dua yaitu *design* antena konvensional pada Gambar 4 dan *design* antena artifisial pada Gambar 5. Pada *design* antena artifisial dipasang 28 kawat konduktor membentuk pola *crepes*.



Gambar 4. Design Antena Konvensional



Gambar 5. Design Antena Artifisial

### 2.6 Pengujian Simulasi

Pengujian hasil perhitungan dan optimasi antena pada simulasi HFSS terdapat pada tabel 2. dan tabel 3.

Tabel 2. Dimensi Antena Secara Perhitungan Pada Simulasi

Parameter	Antena Konvensional Perhitungan	Antena Artifisial Perhitungan
$W_p$	38,036	29,66
$L_p$	28,664	21,408
$W_f$	6,122	3,787
$L_f$	15,84	12,06
$W$	57,236	40,608
$L$	47,864	48,86
Xtitik	15,84	12,06

Tabel 3. Dimensi Antena setelah Optimasi Pada Simulasi

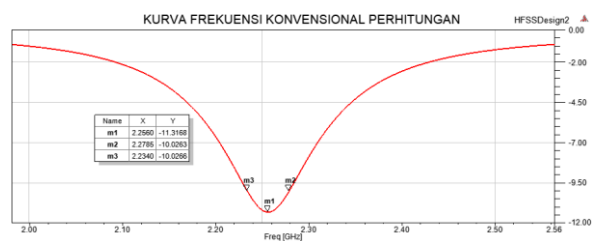
Parameter	Antena Konvensional Optimasi (mm)	Antena Artifisial Optimasi(mm)
$W_p$	37,6	22,9
$L_p$	26,6	27,947
$W_f$	6	3
$L_f$	21	16
$W$	60	45
$L$	56	40
Xtitik	21	16

## 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil simulasi secara perhitungan dan setelah optimasi tampilan *output* akan dibahas sesuai dengan spesifikasi yang dicari, baik secara konvensional maupun artifisial.

### 3.1 Tampilan output spesifikasi Antena Konvensional secara Perhitungan

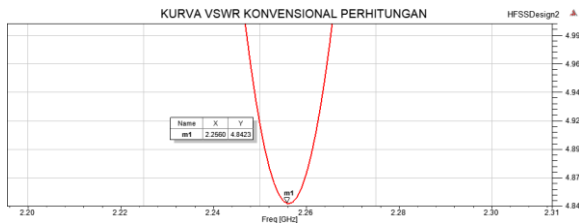
a. Respon Frekuensi



Gambar 6. Kurva Frekuensi Antena Konvensional Perhitungan

Gambar 6 menunjukkan nilai frekuensi tengah yang didapat m1 adalah 2256 MHz dengan *return loss* 11,3168 dB. *Bandwidth* yang didapat adalah 44,5 MHz.

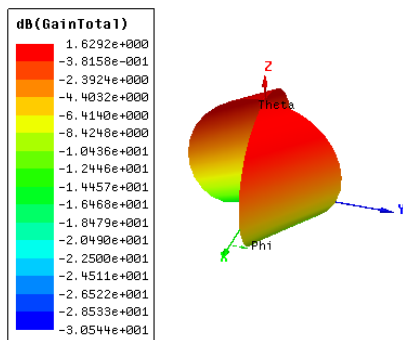
b. Respon VSWR



Gambar 7. Kurva VSWR Antena Konvensional Perhitungan

Gambar 7 menunjukkan nilai VSWR pada frekuensi tengah yaitu 4,8423.

c. Gain

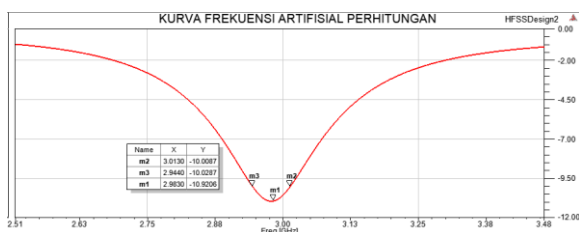


Gambar 8. Gain Antena Konvensional Perhitungan

Gambar 8 menunjukkan nilai *gain* adalah 1,6292 dBi.

3.2 Tampilan *output* spesifikasi Antena Artifisial secara Perhitungan

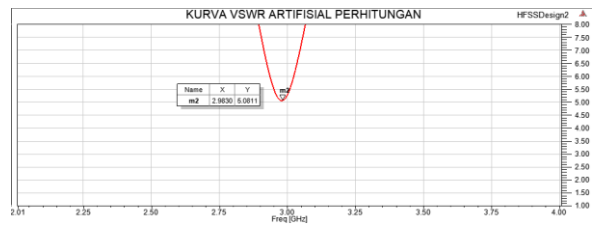
a. Respon Frekuensi



Gambar 9. Kurva Frekuensi Antena Artifisial Perhitungan

Gambar 9 menunjukkan nilai frekuensi tengah yang didapat m1 adalah 2983 MHz dengan *return loss* 10,9206 dB. *Bandwidth* yang didapat adalah 69 MHz.

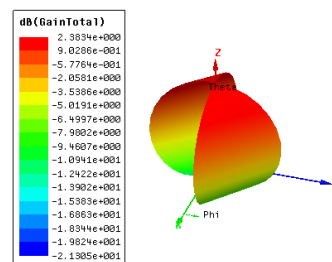
b. Respon VSWR



Gambar 10. Kurva VSWR Antena Artifisial Perhitungan

Gambar 10 menunjukkan nilai VSWR pada frekuensi tengah adalah 5,0811.

c. Gain

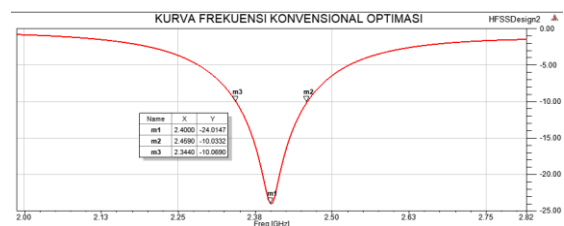


Gambar 11. Gain Antena Artifisial Perhitungan

Gambar 11 menunjukkan nilai *gain* adalah 2,3834 dBi.

3.3 Tampilan *output* spesifikasi Antena Konvensional setelah Optimasi

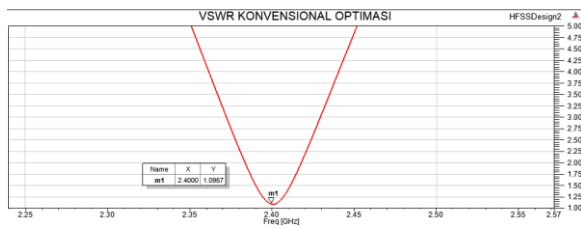
a. Respon Frekuensi



Gambar 12 Kurva Frekuensi Antena Konvensional Optimasi

Gambar 12 menunjukkan nilai frekuensi tengah yang didapat m1 adalah 2400 MHz dengan *return loss* 24,0147 dB. *Bandwidth* yang didapat adalah 115 MHz.

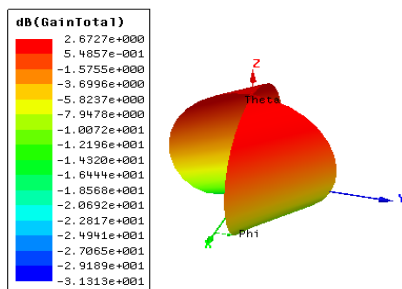
b. Respon VSWR



Gambar 13. Kurva VSWR Antena Konvensional Optimasi

Gambar 13 menunjukkan nilai VSWR pada frekuensi tengah yaitu 1,0957.

c. Gain

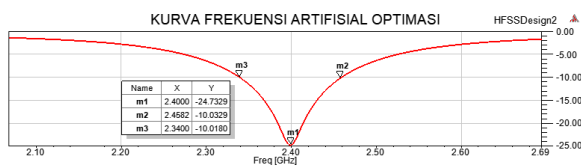


Gambar 14. Gain Antena Konvensional Optimasi

Gambar 14 menunjukkan nilai gain adalah 2,6727 dBi. Gain sudah terpusat pada satu arah, sudut theta.

3.4 Tampilan output spesifikasi Antena Artifisial setelah Optimasi

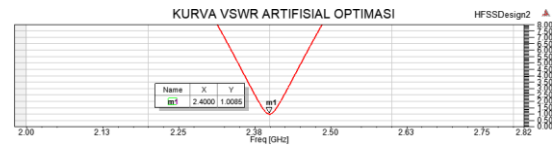
a. Respon Frekuensi



Gambar 15. Kurva Frekuensi Antena Artifisial Optimasi

Gambar 15 menunjukkan nilai frekuensi tengah yang didapat m1 adalah 2400 MHz dengan return loss 24,7329 dB. Bandwidth yang didapat adalah 118,2 MHz.

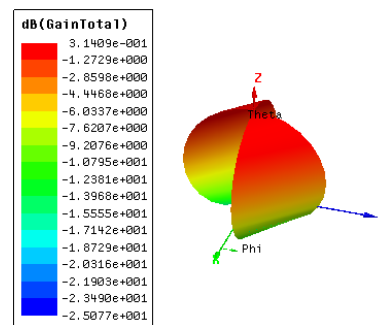
b. Respon VSWR



Gambar 16. Kurva VSWR Antena Artifisial Optimasi

Gambar 16 menunjukkan nilai VSWR pada frekuensi tengah yaitu 1,0085.

c. Gain



Gambar 17. Gain Antena Artifisial Optimasi

Gambar 17 menunjukkan nilai gain adalah 0,31409 dBi. Gain sudah terpusat pada satu arah, sudut theta.

3.5 Perbandingan Capaian Spesifikasi antena

Hasil pengujian secara perhitungan dan setelah optimasi ada pada tabel 4 dan tabel 5.

Tabel 4. Perbandingan Capaian Antena Secara Perhitungan Pada Simulasi

Spesifikasi	Target Capaian	Konvensional perhitungan	Artifisial perhitungan
Frekuensi Tengah	2400 MHz	2256 MHz	2930 MHz
Bandwidth	≥ 90 MHz	44,5 MHz	69 MHz
Return Loss	≥ 10 dB	11,3168 dB	10,9206 dB
VSWR	≤ 2	4,8423	5,0811
Gain	> 0 dBi	1,6292 dBi	2,3834 dBi

Tabel 5. Perbandingan Capaian Antena setelah Optimasi Pada Simulasi

Spesifikasi	Target Capaian	Konvensional perhitungan	Artifisial perhitungan
Frekuensi Tengah	2400 MHz	2400 MHz	2400 MHz
Bandwidth	≥ 90 MHz	115 MHz	118,2 MHz
Return Loss	≥ 10 dB	24,0147 dB	24,7329 dB
VSWR	≤ 2	1,0957	1,0085
Gain	> 0 dBi	2,6727 dBi	0,31409 dBi

Pada Tabel 5, gain artifisial lebih kecil dari konvensional itu tidak masalah karena fokus penelitian adalah pada pelebaran *bandwidth* sehingga cakupan frekuensi kerja lebih lebar untuk di implementasikan pada aplikasi Wi-Fi.

### 3.6 Persentase Miniaturisasi Antena

Perbandingan Dimensi Konvensional dan Artifisial:

#### 1. Substrat dan *ground plane*

$$\%W = \frac{W_k - W_A}{W_k} \times 100\% = \frac{60 - 45}{60} \times 100\% = 25\%$$

$$\%L = \frac{L_k - L_A}{L_k} \times 100\% = \frac{56 - 40}{56} \times 100\% = 28,57\%$$

#### 2. Patch

$$\%W_p = \frac{W_{pK} - W_{pA}}{W_{pk}} \times 100\% = \frac{37,6 - 22,9}{37,6} \times 100\% = 39,095\%$$

$$\%L_p = \frac{L_{pK} - L_{pA}}{L_{pk}} \times 100\% = \frac{26,6 - 27,947}{26,6} \times 100\% = -5,06\%$$

#### 3. *Microstrip line*

$$\%W_f = \frac{W_{fK} - W_{fA}}{W_{fk}} \times 100\% = \frac{6 - 3}{6} \times 100\% = 50\%$$

$$\%L_f = \frac{L_{fK} - L_{fA}}{L_{fk}} \times 100\% = \frac{21 - 16}{6} \times 100\% = 23,8\%$$

Dari proses miniaturisasi dimensi didapatkan hasil 26,9% penurunan dimensi dari konvensional ke artifisial melebihi target perhitungan secara teori 20,41%.

### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan serta simulasi antena mikrostrip persegi satu elemen menggunakan material dielektrik anisotropik untuk aplikasi Wi-Fi pada frekuensi 2400 MHz dapat diambil kesimpulan bahwa pada hasil simulasi antena konvensional secara perhitungan didapat frekuensi tengah 2256 MHz, bandwidth 44,5 MHz, VSWR 4,8423. Sedangkan hasil simulasi antena artifisial secara perhitungan didapat frekuensi tengah 2930 MHz, bandwidth 69 MHz, VSWR 5,0811. Dari hasil simulasi secara perhitungan tidak memenuhi frekuensi tengah 2400 MHz, bandwidth  $\geq 90$  MHz, VSWR  $\leq 2$ . Pada hasil simulasi antena konvensional setelah optimasi didapat frekuensi tengah 2400 MHz, bandwidth 115 MHz, VSWR 1,0957.

Sedangkan hasil simulasi antena artifisial secara perhitungan didapat frekuensi tengah 2400 MHz, bandwidth 118,2 MHz, VSWR 1,0085. Dari hasil simulasi setelah optimasi didapatkan hasil yang memenuhi spesifikasi. Persentase miniaturisasi dimensi konvensional ke artifisial secara perhitungan dirata-ratakan menghasilkan nilai 20,41% tetapi saat disimulasikan tidak semua spesifikasi terpenuhi. Sedangkan persentase miniaturisasi dimensi konvensional ke artifisial setelah optimasi dirata-ratakan menghasilkan nilai 26,9% dan saat disimulasikan semua spesifikasi terpenuhi. *Gain* antena maksimum terbukti terpusat ke satu arah atau disebut antena *Unidirectional*.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hepi Ludyati, "Material Dielektrik Artifisial Sirkular dengan Permittivitas Anisotropik dan Penerapannya pada Antena Mikrostrip", Ringkasan Disertasi, hal 1-39, 2018.
- [2] Rico Bernando Putra, Syah Alam, Indra Surjati, "Perancangan Antena Mikrostrip Segiempat Peripheral Slit untuk Aplikasi 2,4Ghz dengan Metode Pencatutan Proximity Coupled", Jurnal Nasional Teknik Elektro, Vol. 7, No. 1, Maret 2018.
- [3] Arif Rahman Hakim, Bambang SN, Agus Dwi P. "Perancangan Dan Realisasi Antena Mikrostrip Polarisasi Sirkular Dengan Catuan Proximity Coupled untuk Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar (CP-SAR)", 2014.
- [4] IEEE 802.11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications (2012 Revision). IEEE-SA (2012).
- [5] Eva Yovita Dwi Utami, F. Dalu Setiaji, dan Daniel Pebrianto, "RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP PERSEGI PANJANG 2,4 GHZ UNTUK APLIKASI WIRELESS FIDELITY (WI-FI)", Jurnal Nasional Teknik Elektro, vol: 6, No. 3, November 2017.
- [6] Y. Rahayu, K. Alfikri, R. S dan T., "Perancangan Antena Dengan Circular Line Patch Dan Thick Line Untuk LTE Frekuensi 1.8 GHz," Sinergi, vol. 21, pp. 59-63, Februari 2017.
- [7] I. Kartika, "REALISASI ANTENA MIKROSTRIP LINGKARAN 1 ELEMEN MENGGUNAKAN PURWARUPA MATERIAL ELEKTROMAGNETIK INOVATIF BERBAHAN DASAR AKRILIK DENGAN MODE TM01 DAN TM11 PADA FREKUENSI 1800 MHZ," Bandung, 2018.