

# Perancangan Antena Mikrostrip Array 2x4 Patch Lingkaran Segitiga Untuk Aplikasi *Wireless Local Area Network* pada Frekuensi Kerja 2,4 Ghz

Nabilla Dwi Yulianti<sup>1</sup>, Elisma<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung  
Email: nabilla.dwi.tcom17@polban.ac.id

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung  
Email: elisma@polban.ac.id

## ABSTRAK

Untuk mendukung komunikasi antar jaringan WLAN diperlukan antena yang dapat memperkuat daya tangkap sinyal terhadap sinyal Wifi, maka dirancang antena mikrostrip *array patch* segitiga dan lingkaran. Dengan menambahkan jumlah elemen pada antena yang dapat memperbesar *gain*. Spesifikasi antena mikrostrip memiliki panjang sisi segitiga = 39 mm, jari – jari lingkaran = 16 mm, menggunakan teknik pencatutan mikrostrip *feedline*, menggunakan substrat Epoxy FR-4 dengan ketebalan substrat 1,6 mm dan permitivitas *relative* 4,4. Untuk perancangan dilakukan simulasi dengan menggunakan *software* ANSYS HFSS. Hasil simulasi dari antena mikrostrip *array 2 X 4 patch* segitiga dan lingkaran yang didapatkan yaitu pada frekuensi kerja 2400 Hz, *return loss* 16,54 dB, *VSWR* 1,33, *bandwidth* 134,9 MHz, *gain* 6,12 dB, dan pola radiasi unidireksional.

## Kata kunci

Antena, Mikrostrip Array, WLAN, Gain, Return Loss, VSWR

## 1. PENDAHULUAN

Teknologi dalam bidang telekomunikasi berkembang sangat pesat, dibuktikan dengan beralihnya komunikasi dengan kabel menjadi komunikasi menggunakan teknologi *wireless* (tanpa kabel). Salah satu contoh teknologi *wireless* adalah WiFi, WLAN, WiMax. *Wireless local Area Network* adalah salah satu jaringan komputer tanpa kabel. Untuk melakukan komunikasi antar perangkat, WLAN menggunakan gelombang radio sebagai media transmisinya, maka diperlukan antena untuk dapat menangkap dan menerima gelombang elektromagnetik.

Terdapat beberapa literatur yang membahas mengenai antena untuk aplikasi WLAN. Beberapa penelitian membahas tentang antena dengan berbagai bentuk *patch*, frekuensi dan teknik pencatutan yang berbeda beda. Antena mikrostrip memiliki beberapa kelemahan, yaitu : *bandwidth* yang sempit, keterbatasan *gain* dan daya yang rendah [1]. Dalam hal ini dibandingkan beberapa antena yang telah dirancang oleh beberapa penelitian sebelumnya antara lain Pada penelitian yang dilakukan oleh [2] dijelaskan bahwa dengan menambahkan jumlah elemen pada antena dapat meningkatkan *gain*.

Pada penelitian ini penulis membahas mengenai perancangan antena mikrostrip *array* dengan *patch* lingkaran-segitiga yang bertujuan untuk meningkatkan *gain* antena terhadap sinyal WiFi. Digunakan *patch* berbentuk segitiga karena memiliki luas peradiasi terkecil dibandingkan

dengan bentuk antena mikrostrip lainnya. Bentuk lingkaran memiliki keunggulan dalam desain yang sederhana.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pustaka Terkait

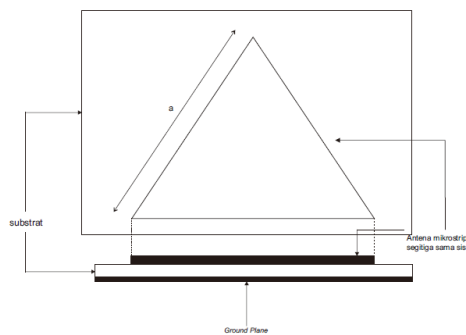
Terdapat beberapa literatur seperti jurnal dan tugas akhir yang membahas berkaitan dengan penelitian yaitu tentang antena mikrostrip untuk aplikasi *Wireless Local Area Network*. Pada literatur [2], penelitian yang akan saya lakukan adalah merancang dan membangun antena *Array* mikrostrip *patch triangular-circular* frekuensi 2,4 GHz untuk aplikasi WLAN. Bentuk antena mikrostrip yaitu sebuah *patch triangular-circular* elemen tunggal yang dibuat menjadi elemen *array* yang bertujuan untuk menaikkan *gain* dari antena. Pada literatur [3] membuat antena mikrostrip biquad untuk menyebarkan gelombang WiFi, sehingga memiliki cakupan yang menyeluruh. Ada literatur ini juga diperoleh hasil lebih sederhana serta antena mikrostrip dirancang berbentuk biquad untuk memperoleh *gain* yang lebih baik dimana diketahui antena mikrostrip memiliki kelemahan pada *gain*. Biquad hanya mampu memancarkan koneksi jaringan WiFi hanya pada arah tertentu saja, tidak sampai mencakup satu ruangan, berbeda dengan Antena Standar WiFi yang mampu menyeimbangkan semua koneksi jaringan WiFi ke seluruh ruangan. Ini memang sesuai dengan karakteristik antena masing-masing dimana antena mikrostrip biquad yang mampu mengarahkan radiasi ke satu arah tertentu saja yang sering disebut pola radiasi *unidirectional*, dan antena standar WiFi yang

memiliki kemampuan radiasi ke segala arah yang sering disebut pola radiasi *omnidirectional*. Pada literatur [4] dilakukan perancangan antenna Mikrostrip dengan *patch* segiempat yang dicatu menggunakan saluran mikrostrip diberi beban slit pada *patch* agar antenna dapat beroperasi pada dual frekuensi. Dan terbukti mampu meningkatkan nilai parameter *return loss*, *VSWR* dan *bandwidth* khususnya pada frekuensi 5 GHz secara signifikan. Pada literatur [5] dilakukan perancangan antenna mikrostrip *patch* segitiga untuk aplikasi WLAN pada frekuensi 2,4 GHz. Dari hasil penelitian, menunjukkan bahwa antenna mikrostrip sudah memenuhi syarat untuk diaplikasikan pada WLAN.

## 2.2 ANTENA MIKROSTRIP

### 2.2.1 Antena Mikrostrip Patch Lingkaran

*Patch* dengan bentuk segitiga ini terbagi berdasarkan bentuk ketiga sudutnya yaitu segitiga sama sisi. Bentuk segitiga memiliki panjang sisi sebesar *a* dan merupakan bentuk antenna mikrostrip yang mempunyai luas bidang peradiasi terkecil dibanding dengan bentuk antenna mikrostrip lain [1].



Gambar 1. Antena Mikrostrip Patch Segitiga

Untuk menentukan dimensi segitiga dapat menggunakan persamaan berikut :

$$f_r = \frac{2c}{3a\sqrt{\epsilon_r}} \quad (1)$$

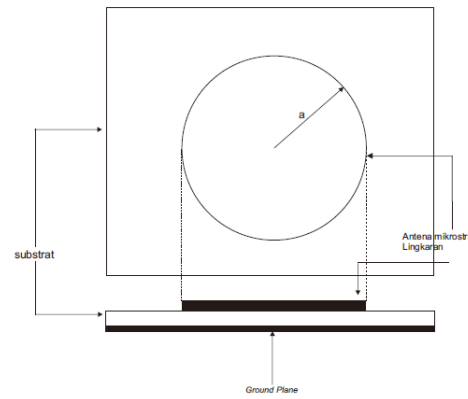
$$a = \frac{2c}{3f_r\sqrt{\epsilon_r}} \quad (2)$$

Panjang sisi segitiga harus ditambah lagi karena terdapat efek tepi dari elemen peradiasi. Sehingga panjang sisi segitiga dapat dihitung dengan persamaan :

$$a_{\text{eff}} = a + \frac{h}{\sqrt{\epsilon_r}} \quad (\text{mm}) \quad (3)$$

### 2.2.2 Antena Mikrostrip Patch Lingkaran

*Patch* lingkaran merupakan *patch* yang paling umum digunakan dan memiliki kemudahan dalam pembuatan antenna, dimana hanya memerlukan satu jari-jari dalam perancangan [1].



Gambar 2. Antena Mikrostrip Patch Lingkaran

Untuk melakukan perancangan dimensi *patch* lingkaran yang harus dicari adalah jari – jari lingkaran. Untuk menghitung jari – jari lingkaran dengan menggunakan persamaan berikut :

$$a = \frac{8,791 \times 10^9}{f_r \sqrt{\epsilon_r}} (\text{mm}) \quad (4)$$

### 2.2.3 Impedansi Saluran Pencatu

Saluran pencatu dirancang berdasarkan nilai impedansi karakteristik  $Z_0$ . Untuk menghubungkan *patch* antenna dan pencatu, dibutuhkan saluran pencatu yang impedansinya *match* dengan pencatu.

#### • Menghitung lebar saluran

$$\frac{W}{h} \left\{ \frac{8e^A}{e^{2A}-2} \right\} < 2 \quad (5)$$

$$\frac{W}{h} \left\{ \frac{2}{\pi} \left[ B-1 - \ln \ln (2B-1) + \frac{\epsilon_r+1}{2\epsilon_r} \right] \right\} > 2 \quad (6)$$

Persamaan (5) benar, jika nilai  $\frac{W}{h} < 2$ , sedangkan persamaan (6) benar jika  $\frac{W}{h} > 2$ , sebelum mendapatkan nilai  $\frac{W}{h}$ , dibutuhkan nilai A dan B. berikut perumusannya

$$A = \frac{Z_0}{60} \sqrt{\frac{\epsilon_r+1}{2}} + \sqrt{\frac{\epsilon_r-1}{2}} + 0,23 + \frac{0,11}{\epsilon_r} \quad (7)$$

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}} \quad (8)$$

#### • Menghitung panjang saluran

$$\epsilon_{\text{reff}} = \frac{\epsilon_r+1}{2} + \frac{\epsilon_r-1}{2} \left( \frac{1}{\sqrt{1+\frac{12 \times h}{W}}} \right) \quad (9)$$

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

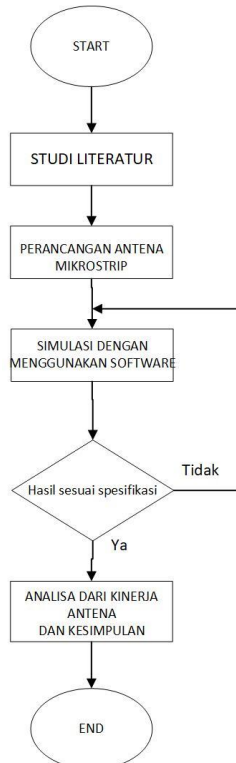
$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{\text{reff}}}} \quad (11)$$

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

### 3 METODE PENELITIAN

#### 3.1 Perancangan

Tahap perancangan ditunjukkan dengan *flowchart* pada gambar 3. Antena yang dirancang diharapkan dapat bekerja pada frekuensi 2400 MHz. Substrat yang digunakan adalah *Epoxy - FR4* dengan ketebalan substrat 1,6 mm dan permitivitas relative 4,4.



Gambar 3. Flowchart Perancangan Antena Mikrostrip

#### 3.2 Blok Diagram



Gambar 4. Blok Diagram dan Cara Kerja Antena

Dilihat pada gambar 4 bahwa input antena berupa gelombang elektromagnetik yang input sinyal berasal dari *signal generator* lalu masuk melalui saluran pencatuan yaitu *feeder*. *Feeder* atau pencatuan tersambung dari input penerima, teknik pencatuan yang digunakan pada antena yang dibuat merupakan teknik pencatuan mikrostrip *feed line*. Sinyal dari saluran input akan disesuaikan dengan impedansi (*matching impedance*) antena melalui bagian *matching network* pada antena. Sinyal masuk ke *matching network* untuk meningkatkan *bandwidth* dari antena, dan kemudian gelombang

elektromagnetik diradiasikan oleh *patch* antena yang berbentuk *patch* segitiga dan lingkaran.

#### 3.3 Perancangan Antena Elemen Tunggal

Bentuk *patch* yang akan dirancang adalah lingkaran dan segitiga. Antena yang akan dibuat menggunakan teknik pencatuan mikrostrip *feedline*.

##### 3.3.1 Perhitungan Dimensi Antena

Pada tahap ini dilakukan perhitungan dimensi antena dengan menggunakan rumus matematis. Terdapat parameter yang digunakan dalam melakukan perhitungan ini, yaitu :

- Frekuensi kerja antena ( $F_r$ ) = 2400 MHz
- Dimensi *Patch* Antena

Pada perancangan antena mikrostrip yang akan dibuat yaitu bentuk segitiga dan lingkaran. Maka perlu diketahui jari-jari lingkaran dan panjang sisi segitiga.

##### Menghitung jari – jari lingkaran

Menghitung jari – jari lingkaran dengan persamaan (4)

$$a = \frac{8,971 \times 10^9}{2,4 \times 10^9 \sqrt{4,4}} = 1,746 \text{ cm}$$

$$a = 17,46 \text{ mm}$$

##### Menghitung panjang sisi segitiga

Menghitung panjang sisi segitiga dengan persamaan (1) dan (2)

$$a = \frac{2c}{3fr \sqrt{\epsilon_r}}$$

$$a = \frac{2 \times 3 \times 10^9}{3 \times 2,4 \times 10^9 \sqrt{4,4}}$$

$$a = 39,72 \text{ mm}$$

$a$  = Panjang sisi segitiga

$$a_{\text{eff}} = a + \frac{h}{\sqrt{\epsilon_r}}$$

$$a_{\text{eff}} = 39,72 + \frac{1,6}{\sqrt{4,4}}$$

$$a_{\text{eff}} = 40,48 \text{ mm}$$

##### Jarak antar elemen

$$d = \frac{\lambda}{4}$$

$$d = \frac{c}{4 fr}$$

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

$d = 31,25 \text{ mm}$

### Dimensi Saluran Pencatu

Saluran pencatu yang digunakan pada perancangan antenna ini diharapkan mendekati  $50 \Omega$ . Untuk merancang antenna dengan 8 elemen dibutuhkan T – junction  $50 \Omega$  yang digunakan sebagai pembagi tegangan.

Dimensi saluran pencatu dapat dihitung menggunakan persamaan 5 , 6, 7, 8, 9, 10, 11 dan 12.

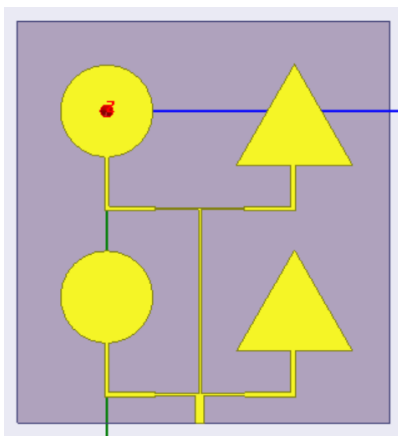
- **Saluran Pencatu  $50 \Omega$**   
 $W_{f1} = 3,06 \text{ mm}$   
 $l_{f1} = 17,12 \text{ mm}$
- **Saluran Pencatu  $100 \Omega$**   
 $W_{f2} = 0,7165 \text{ mm}$   
 $l_{f2} = 17,98 \text{ mm}$
- **Saluran Pencatu  $70,7 \Omega$**   
 $W_{f3} = 1,62 \text{ mm}$   
 $l_{f3} = 17,55 \text{ mm}$

Tabel 1. Hasil Perhitungan Dimensi Antena

Parameter	Nilai (mm)	Keterangan
r	17.462	Jari- jari lingkaran
a	40,58	Panjang sisi segitiga
d	31,25	Jarak antar elemen
$W_{f1}$	3,06	Lebar saluran pencatu $50\Omega$
$L_{f1}$	17,12	Panjang saluran pencatu $50\Omega$
$W_{f2}$	0,7165	Lebar saluran pencatu $100\Omega$
$L_{f2}$	17,98	Panjang saluran pencatu $100\Omega$
$W_{f3}$	1,62	Lebar saluran pencatu $70,7\Omega$
$L_{f3}$	17,55	Panjang saluran pencatu $70,7\Omega$

### 3.4 Simulasi

#### 3.4.1.1 Simulasi Antena Mikrostrip Array 2 X 2 Patch Lingkaran Segitiga

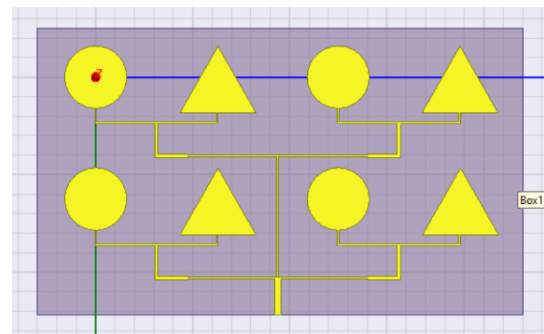


Gambar 5. Antena Mikrostrip Array 2 X 2 patch Lingkaran Segitiga

Tabel 2. Optimasi Antena Mikrostrip Array 2 X 2 Patch Lingkaran Segitiga

Dimensi/Parameter	Perhitungan	Simulasi ke-				
		1	2	3	4	5
a(mm)	17,462	17,462	16	15,5	16	16
r(mm)	40,483	40,483	39	39	39	39
W1 (mm)	3,06	3,06	3,06	3	3	3,05
L1 (mm)	17,12	17,2	17,2	9,1	18,5	17
W2 (mm)	0,7165	0,7165	0,7165	0,8	0,8	0,7
L2 (mm)	17,98	17,98	17,98	14,65	20	20
W3	1,62	1,62	1,62	1,6	1,6	1,6
L3	17,55	17,55	17,55	17	17	17
fr (GHz)	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
RL (dB)		13,2492	16,3046	18,260	18,4804	18,04
VSWR		1,5560	1,36	1,2866	1,2705	1,29

#### 3.4.1.2 Simulasi Antena Mikrostrip Array 2 X 4 Patch Lingkaran Segitiga



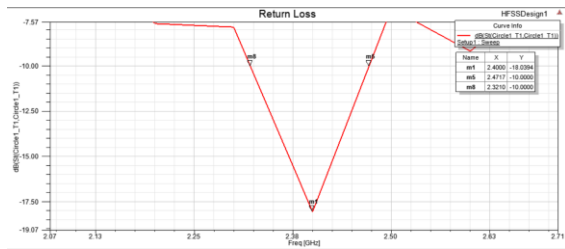
Gambar 6. Antena Mikrostrip Array 2 X 4 Patch Lingkaran Segitiga

Tabel 3. Optimasi Antena Mikrostrip Array 2 X 4 Patch Lingkaran Segitiga

Dimensi/Parameter	Perhitungan	Simulasi ke-				
		1	2	3	4	5
a(mm)	15,28	15,28	16	16	16	16
r(mm)	40,483	40,483	39	39	39	39
W1 (mm)	3,06	3	3	3	3	3,01
L1 (mm)	17,12	11,825	10	15	17	18,5
W2 (mm)	0,7165	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7
L2 (mm)	17,98	20	20	20	20	23
W3 (mm)	1,62	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
L3 (mm)	17,55	17,6	17,6	18	18,6	17
fr (GHz)	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
RL (dB)		10,5466	12,0939	15,8183	16,0464	16,5397
VSWR		5,3	4,4	2,838	2,7616	1,330

## 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Return Loss

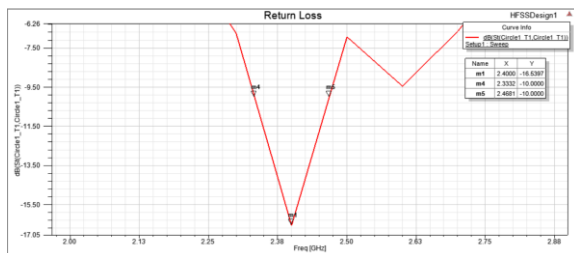


Gambar 7. Grafik *Return Loss* dan *Bandwidth* Antena Mikrostrip Array 2 X 2 Patch Lingkaran Segitiga

Gambar 7 merupakan hasil simulasi yang menunjukkan *return loss*, frekuensi bawah, frekuensi tengah dan frekuensi atas. Untuk nilai frekuensi yang lebih jelas, dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Simulasi *Return Loss* dan *Bandwidth* Antena Mikrostrip Array 2 X 4 Patch Lingkaran Segitiga

	F (MHz)	RL (dB)
Frekuensi Bawah	2321,0	10,0000
Frekuensi Tengah	2400	18,0394
Frekuensi Atas	2471,7	10,0003
<i>Bandwidth</i>	150,7 MHz pada $RL \geq 10$ dB	



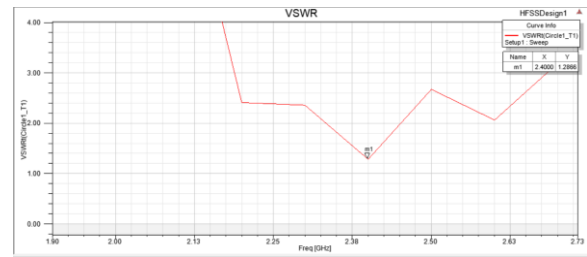
Gambar 8. Grafik *Return Loss* dan *Bandwidth* Antena Mikrostrip Array 2 X 4 Patch Lingkaran Segitiga

Gambar 8 merupakan hasil simulasi yang menunjukkan *return loss*, frekuensi bawah, frekuensi tengah dan frekuensi atas. Untuk nilai frekuensi yang lebih jelas, dapat dilihat pada Tabel 5..

Tabel 5. Hasil Simulasi *Return Loss* dan *Bandwidth* Antena Mikrostrip Array 2 X 4 Patch Lingkaran Segitiga

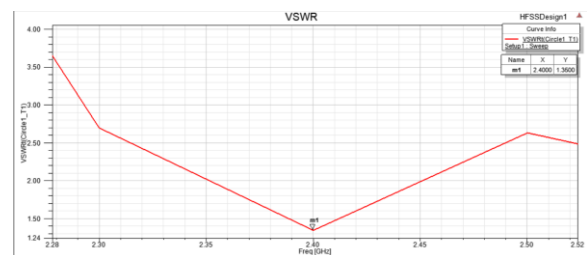
	F (MHz)	RL (dB)
Frekuensi Bawah	2333,2	10,0000
Frekuensi Tengah	2400	16,5397
Frekuensi Atas	2468,1	10,0000
<i>Bandwidth</i>	134,9 MHz pada $RL \geq 10$ dB	

### 4.2 VSWR



Gambar 9. Grafik VSWR Antena Mikrostrip Array 2 X 2 Patch Lingkaran Segitiga

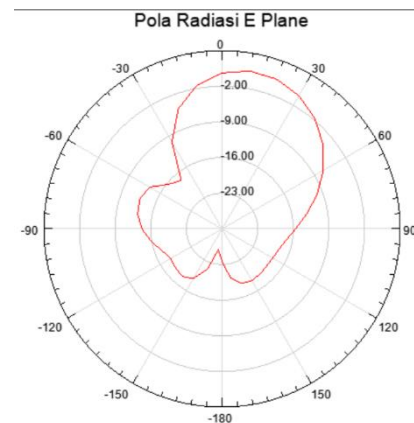
Dari hasil simulasi VSWR yang didapatkan adalah 1,29. Nilai yang didapatkan sudah memenuhi spesifikasi antenna yaitu  $VSWR \leq 2$ .



Gambar 10. Grafik VSWR Antena Mikrostrip Array 2 X 4 Patch Lingkaran Segitiga

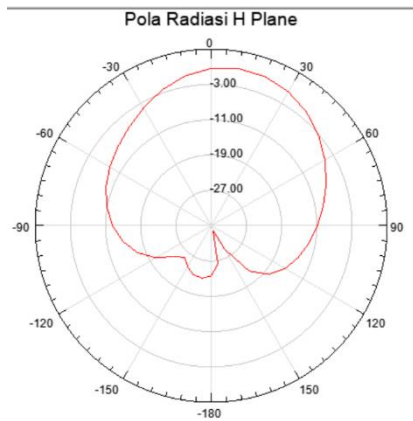
Dari hasil simulasi VSWR yang didapatkan adalah 1,33. Nilai yang didapatkan sudah memenuhi spesifikasi antenna yaitu  $VSWR \leq 2$ .

### 4.3 Pola Radiasi



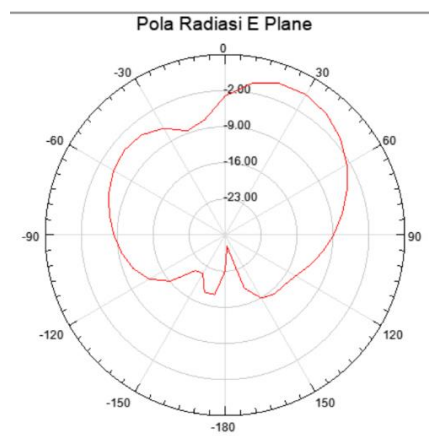
Gambar 10. Pola Radiasi E Plane Antena Mikrostrip Array 2 X 2 Patch Lingkaran Segitiga



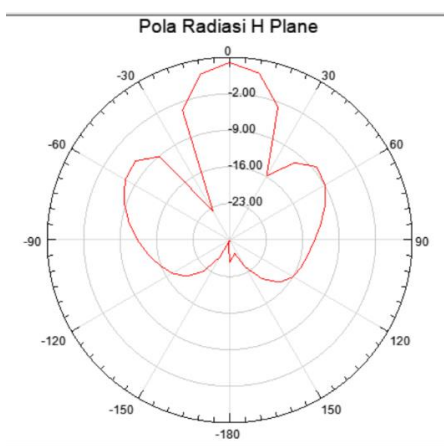


Gambar 11. Pola Radiasi E Plane Antena Mikrostrip Array 2 X 2 Patch Lingkaran Segitiga

Dari gambar 10 dan 11 dapat dilihat bahwa antena mikrostrip Array 4 elemen di frekuensi 2,4 GHz memiliki pola radiasi *unidirectional* di bidang E maupun bidang H. Maksimum nilai di *main lobe* pada bidang E adalah di sudut 20° dan pada bidang H adalah di sudut 0°.



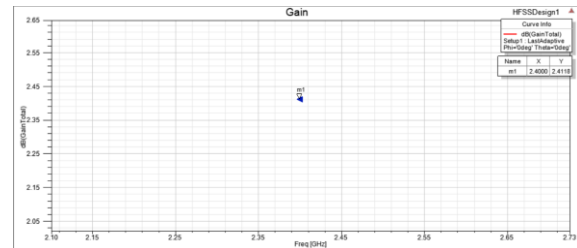
Gambar 12. Pola Radiasi E Plane Antena Mikrostrip Array 2 X 4 Patch Lingkaran Segitiga



Gambar 13. Pola Radiasi E Plane Antena Mikrostrip Array 2 X 4 Patch Lingkaran Segitiga

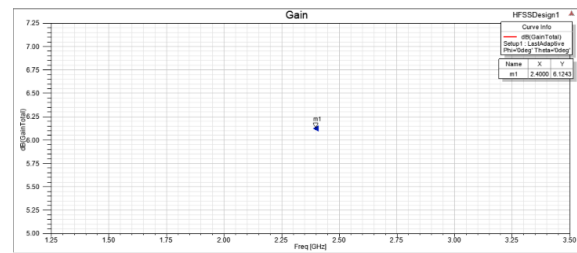
Dari gambar 12 dan 13 dapat dilihat bahwa antena mikrostrip Array 8 elemen di frekuensi 2,4 GHz memiliki pola radiasi *unidirectional* di bidang E maupun bidang H. Maksimum nilai di *main lobe* pada bidang E adalah di sudut 30° dan pada bidang H adalah di sudut 0°.

#### 4.4 Gain



Gambar 14. Gain Antena Mikrostrip Array 2 X 2 Patch Lingkaran Segitiga

Dilihat dari gambar 14. antena mikrostrip array 2 X 2 didapatkan *gain* sebesar 2,41 dB.



Gambar 15. Gain Antena Mikrostrip Array 2 X 4 Patch Lingkaran Segitiga

Dilihat dari gambar 15 antena mikrostrip Array 2 X 4 didapatkan *gain* sebesar 6,12 dBi.

#### 5 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang didapatkan dari perancangan antena mikrostrip, maka disimpulkan bahwa :

1. Antena mikrostrip array 4 elemen bekerja pada frekuensi 2321 – 2417,7 MHz yang memiliki frekuensi tengah 2400 MHz, dari hasil simulasi didapatkan nilai *return loss* 18,57 dB, *VSWR* 1,29, *bandwidth* 150,7 MHz
2. Antena mikrostrip array 8 elemen bekerja pada frekuensi 2333,2 – 2468,1 MHz yang memiliki frekuensi tengah 2400 MHz, dari hasil simulasi didapatkan nilai *return loss* 16,54 dB, *VSWR* 1,33, *bandwidth* 134,9 MHz.
3. Pola radiasi yang dihasilkan adalah *unidireksional* karena memiliki arah pancar yang lebih kepada satu arah dan tidak menjangkau area lain.
4. *Gain* yang didapatkan antena dengan 4 elemen adalah 2,41 dB sedangkan dengan 8 elemen adalah 6,12 dB. Hal tersebut terbukti bahwa semakin banyak jumlah elemen antena, maka *gain* semakin meningkat.

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

1. Mengubah bentuk *patch* agar mengetahui pengaruh terhadap antena.
2. Mengubah bahan substrat selain menggunakan FR-4 *Epoxy*
3. Mengubah teknik pencatutan , seperti menggunakan *Electromagnetically Coupled (EMC), aperture feeding, coaxial feeding,*
4. Perancangan baru dibuat dalam simulasi , sebaiknya dibuat realisasi

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] I. Sujati, Antena Mikrostrip: Konsep dan Aplikasinya, Jakarta: Penerbit Universitas Trisakti, 2010.
- [2] F. I. D. S. Alif Farino, "Rancang Bangun Antena Array Mikrostrip Patch Triangular - Circular Untuk Aplikasi Wireless Local Area Network (WLAN)," *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, vol. 1, no. 1, 2019.
- [3] D. W. M. Z. S. Nadya Sabrina, "Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip Inset-Fed pada Frekuensi 2,4 GHz untuk Aplikasi WiFi," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 3, no. 3, p. 4072, 2016.
- [4] S. A. I Putu Elba Duta Nugraha, "Perancangan Antena Mikrostrip Bentuk Segiempat Dual Frequency untuk Aplikasi WLAN 2400 MHz dan 5000 MHz," *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, vol. 1, no. 1.
- [5] S. M. I. Ega Aulia Safarina, "Analisis Perancangan Antena Mikrostrip Patch Segitiga Array untuk Aplikasi WLAN 2,4 GHz," *KITEKTRO: Jurnal Online Teknik Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 6-14, 2017.