

BAB IV PERENCANAAN

Perancangan antena mikrostrip sangat bergantung pada spesifikasi antena yang akan dibuat dan bahan atau substrat yang digunakan. Langkah awal dari perancangan antena adalah menentukan frekuensi kerja yang diinginkan, bentuk *patch*, dan substrat yang digunakan.

4.1 Perencanaan Dimensi Elemen Peradiasi

Dalam penentuan dimensi elemen peradiasi, terlebih dahulu harus ditentukan nilai frekuensi kerja (f_r). Frekuensi kerja yang digunakan merupakan frekuensi tengah dari frekuensi 1.000-2.700 Mhz yaitu 1.85 GHz. Substrat yang digunakan adalah jenis *FR4 Epoxy* dengan spesifikasi sebagai berikut:

- a. konstanta dielektrik *relative* (ϵ_r) adalah 4,5.
- b. Dielektrik *Loss Tan* ($\tan \delta$) adalah $20e^{-3}$
- c. ketebalan substrat 1,6 mm
- d. Nilai perambatan di ruang bebas (c) sebesar $3 \times 10^8 \text{ m/s}$.

Dengan menggunakan persamaan (2-3) dan (2-4), maka panjang gelombang di udara bebas dan panjang gelombang pada saluran mikrostrip adalah:

$$\lambda_o = \frac{c}{f_r} \text{ (m)}$$

$$\lambda_o = \frac{3 \times 10^8}{1.85 \times 10^9} = 0.162 \text{ m}$$

Maka panjang gelombang saluran mikrostrip adalah:

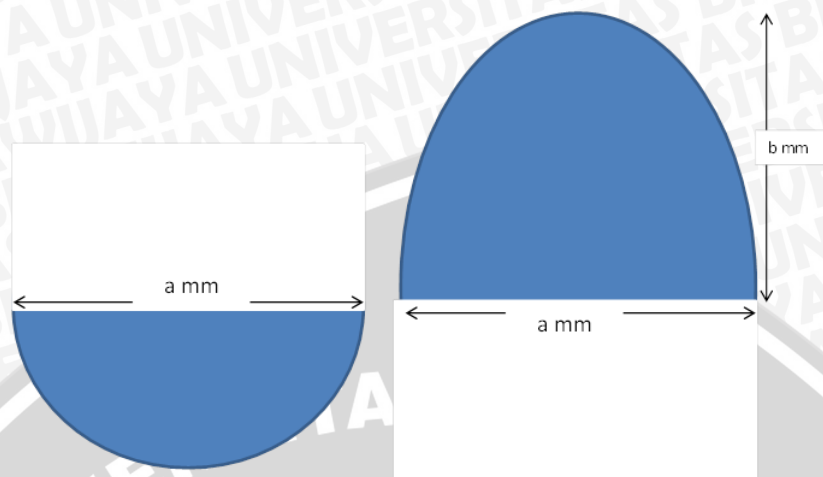
$$\lambda_d = \frac{\lambda_o}{\sqrt{\epsilon_r}} \text{ (m)}$$

$$\lambda_d = \frac{0.162}{\sqrt{4.5}} = 0.0557 \text{ m}$$

4.1.1 Perencanaan Dimensi *Patch*

Patch egg terbentuk dari sebuah setengah lingkaran dan sebuah setengah bagian *ellips*. Untuk lingkaran bagian bawah memiliki diameter 22.5 mm dan untuk *ellips* bagian atas memiliki diameter primer 22.5 mm dan diameter

sekunder 45 mm. Dimensi *egg* dirancang berdasarkan perbandingan dasar dimensi asli antena *egg*.



Gambar 4.1. Geometri *patch Egg*

sumber: perancangan

4.1.2 Perencanaan Dimensi *Ground plane*

Untuk panjang dan lebar minimal *ground plane* masing-masing diperoleh dengan perhitungan menggunakan persamaan (2-27) dan (2-28):

$$L_g = 6h + 2R = (6 \times 1,6 \times 10^{-3}) + (2 \times 22,5 \times 10^{-3})$$

$$= 54,6 \times 10^{-3} \text{ m} = 54,6 \text{ mm}$$

$$W_g = 6h + \frac{\pi R}{2} = (6 \times 1,6 \times 10^{-3}) + \frac{\pi \times 22,5 \times 10^{-3}}{2}$$

$$= 44,92 \times 10^{-3} \text{ m} = 44,92 \text{ mm}$$

4.2 Perancangan Dimensi Saluran Transmisi

Untuk menentukan panjang saluran transmisi mikrostrip (*L*) dihitung dengan sebelumnya ditentukan terlebih dahulu panjang gelombang pada saluran transmisi mikrostrip dengan persamaan (2-4):

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

$$\lambda_d = \frac{0,162}{\sqrt{4,5}} = 0,076 \text{ m} = 76 \text{ mm}$$

$$L = \frac{1}{4} \lambda_d$$

$$L = \frac{1}{4} 0,076 = 0,019 \text{ m} = 19 \text{ mm}$$

Untuk lebar saluran transmisi ditentukan dengan perhitungan menggunakan persamaan:

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}} = \frac{60 \times 3,14^2}{50\sqrt{4,5}} = 5,57$$

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

$$W = \frac{2 \times 1,6}{3,14} \left\{ 5,57 - 1 - \ln(2 \times 5,57 - 1) + \frac{4,5 - 1}{2 \times 4,5} \left[\ln(5,57 - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{4,5} \right] \right\}$$

$$W = 1,019 \{ 4,5 - \ln(10,1) + 0,3 [\ln(4,5) + 0,2] \} = 2,75 \text{ mm}$$

Model saluran transmisi yang digunakan dalam perancangan ini adalah model *inset feed*, yang dinyatakan dengan menggunakan persamaan :

$$y_0 = 0,3d$$

dengan :

y_0 = kedalaman saluran transmisi yang menjorok ke dalam elemen peradiasi (mm)

d = diameter elemen peradiasi (mm)

$$y_0 = 0,3d$$

$$= 0,3 \times 2 \times 22,5 \text{ mm}$$

$$= 13,5 \text{ mm}$$

4.3 Perancangan Slot Lingkaran

Pada antena ini, bentuk lingkaran akan diaplikasikan sebagai slot pada *ground plane* antena. Dimensi slot lingkaran sendiri dirancang berdasarkan dengan

mengubah-ubah ukuran jari-jari lingkaran sampai didapatkan antenna yang bekerja pada frekuensi yang diinginkan.

Untuk menentukan *radius* slot lingkaran (A), terlebih dahulu harus ditentukan fungsi logaritmik F, yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$F = \frac{8,791 \times 10^9}{1.85 \times 10^9 \sqrt{4,5}}$$

$$= 2.241$$

Maka *radius* slot lingkaran (A) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2-24):

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

$$A = \frac{2.241}{\left\{ 1 + \frac{2(1,6 \times 10^{-3})}{3,14 \times 4,5 \times 2.241} \left[\ln \left(\frac{3,14 \times 2.241}{2(1,6 \times 10^{-3})} \right) + 1,7726 \right] \right\}^{1/2}} = 22.4 \text{ mm}$$

Karena syarat perancangan dimensi *ground plane* hanya mencakup dimensi minimalnya maka selama masih memenuhi syarat panjang dan lebar minimal *ground plane*, besarnya dimensi *ground plane* akan disesuaikan oleh dimensi slot lingkaran. Sehingga ukuran *ground plane* akan menyesuaikan dengan ukuran slot pada antenna tersebut.

4.4 Simulasi Antena Mikrostrip *Egg* dengan slot lingkaran

Simulasi antenna mikrostrip *egg* dilakukan menggunakan *software* FHSS Ansoft. Dari hasil simulasi ini dapat diketahui beberapa parameter antenna yang akan diukur diantaranya *return loss* dan VSWR.

Langkah-langkah simulasi antenna *microstrip egg* dengan slot lingkaran menggunakan *software* HFSS Ansoft adalah:

1. Membuka program HFSS Ansoft

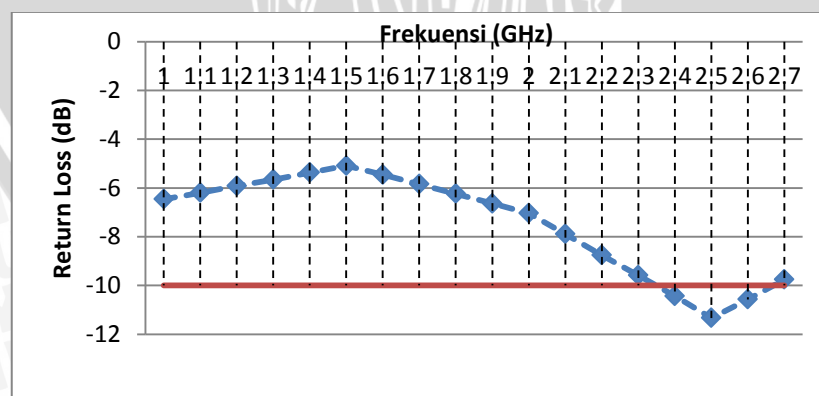
2. Menentukan parameter dasar antenna.
3. Membuat antenna mikrostrip *egg* dengan slot lingkaran sesuai dimensi perencanaan.
4. Melakukan simulasi pada rentang frekuensi yang diinginkan.
5. Melakukan tabulasi parameter hasil simulasi sebelum dilakukan analisis.

4.4.1 Simulasi dan Optimasi Antena Mikrostrip *Egg* dengan Slot lingkaran

Setelah memperoleh dimensi *patch*, saluran dan slot antenna selanjutnya mensimulasikan antenna menggunakan *software* HFSS Ansoft dan CST untuk mengetahui nilai parameter antenna untuk selanjutnya digunakan untuk mengetahui performansi antenna. Parameter awal yang diamati yaitu *Return Loss* untuk mengetahui matching antenna. Dimensi *patch*, saluran transmisi dan slot antenna dapat dilihat pada tabel .

Variabel	Dimensi (mm)
a (diameter primer <i>patch</i>)	22.5
b (<i>radius</i> sekunder <i>patch</i>)	22.5
L (panjang saluran transmisi)	19
W (lebar saluran transmisi)	2.75
Lg (panjang minimum <i>ground plane</i>)	54.6
Wg (lebar minimum <i>ground plane</i>)	44.925
A (<i>Radius</i> slot)	22.4

Setelah melakukan simulasi menggunakan *software* didapatkan hasil parameter *Return Loss* yang ditunjukkan pada grafik 4.1.



Grafik 4.1 Grafik *Return Loss* terhadap Frekuensi (Sebelum Optimasi)

Sumber: simulasi

Pada grafik 4.1 Menunjukkan bahwa hasil simulasi tidak memenuhi syarat untuk antenna *Ultra Wide Band* yaitu nilai *Return Loss* ≤ -10 dB dengan *Bandwidth* ≥ 500 MHz. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada dimensi ini antenna tidak memenuhi kriteria perencanaan sebelumnya yaitu bekerja pada frekuensi 1000 MHz - 2700 MHz, maka diperlukan optimasi agar memenuhi kriteria yang diinginkan.

4.4.1.1 Optimasi *Patch* dan Saluran Transmisi

Untuk mendapatkan hasil sesuai yang diinginkan dilakukan beberapa optimasi. Parameter utama yang diperhatikan yaitu *bandwidth*, sehingga untuk parameter *gain*, polarisasi dan pola radiasi akan diperhitungkan setelah mendapatkan *bandwidth* yang terbaik. Proses optimasi yang dilakukan antara lain:

a. Dimensi *Patch Egg* dan saluran transmisi

Berdasarkan dimensi dari perhitungan, didapatkan bahwa antenna *egg* belum memenuhi syarat *bandwidth* yang direncanakan. Oleh karena itu, optimasi akan dilakukan dengan cara mengubah dimensi *patch egg* ketika dimensi antenna lain tetap sesuai perhitungan sebelumnya.

Tabel 4.1 Tabel Optimasi *Patch egg*

Konfigurasi	Skala <i>patch</i>	a(mm)	b(mm)	Rentang Frekuensi (Mhz)	Bandwidth
1	100%	90	90	0	0
2	50%	45	45	2100-2250	150
3	25%	22.5	22.5	2300-2700	400
4	12.5%	11.25	11.25	0	0

Sumber : Perancangan

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada tabel 4.1 , dapat diketahui bahwa total *bandwidth* paling lebar dihasilkan oleh konfigurasi 3 yaitu antenna dengan skala *patch egg* 25 % dari bentuk aslinya dengan *bandwidth* yang dihasilkan sebesar 400 MHz yang bekerja pada frekuensi 2300-2700 MHz.

b. Panjang Saluran Transmisi

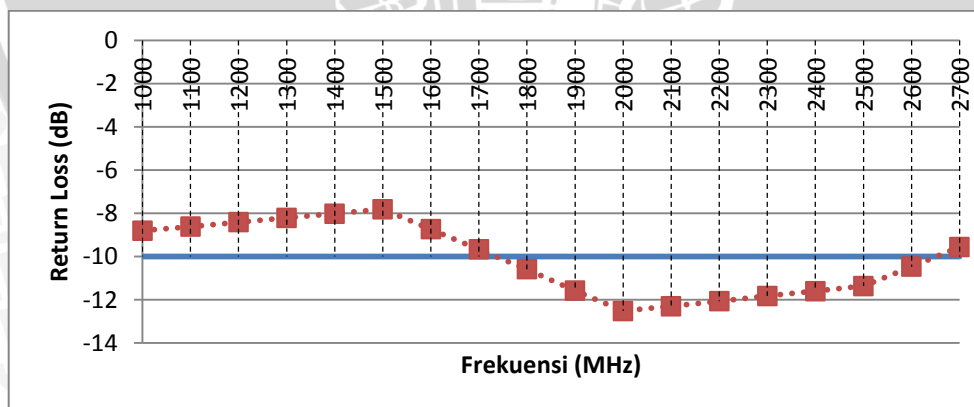
Optimasi *patch egg* menunjukkan bahwa konfigurasi terbaik dihasilkan oleh konfigurasi 3. Oleh karena itu, optimasi panjang saluran transmisi akan dilakukan berdasarkan dimensi konfigurasi 3 dengan variasi panjang saluran transmisi berikut ini:

Tabel 4.2 Tabel Optimasi Panjang Saluran Transmisi Antena

Konfigurasi	L (mm)	Rentang Frekuensi (MHz)	Total Bandwidth (MHz)
5	20	0	0
6	19	2300-2700	400
7	18	1946-2204	300
8	16	1683.8-2700	1016.2

Sumber : Perancangan

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa konfigurasi 8 dengan saluran transmisi sepanjang 16 mm memiliki rentang frekuensi yang paling lebar diantara saluran transmisi lain. Berdasarkan hasil optimasi *patch* dan saluran transmisi antena, didapatkan bahwa antena dengan jari-jari lingkaran 11.25 mm, jari-jari *ellips* 22.5 mm, dan saluran transmisi sepanjang 16 mm memiliki *bandwidth* terbesar diantara konfigurasi antena lain seperti yang ditunjukkan oleh grafik *Return Loss* 4.2.



Grafik 4.2 Grafik *Return Loss* terhadap Frekuensi (Setelah Optimasi *Patch* dan Saluran Transmisi)

Sumber: simulasi

Pada grafik 4.2 Menunjukkan bahwa optimasi saluran transmisi meningkatkan bandwidth dari awal bandwidth sebesar 400 MHz meningkat menjadi 1016.2 MHz dan bekerja pada frekuensi 1683.8 - 2700 MHz. Selanjutnya untuk mendapatkan hasil terbaik sesuai yang diinginkan maka dilakukan optimasi dimensi slot antenna.

4.4.1.2 Optimasi Slot Lingkaran

Optimasi selanjutnya adalah optimasi dimensi slot lingkaran. Pada optimasi ini, parameter lain selain *bandwidth* seperti *gain*, polarisasi, dan pola radiasi juga diperhitungkan untuk dapat mengetahui pengaruh dimensi.

a. Dimensi Slot Lingkaran

Berdasarkan hasil simulasi perhitungan slot lingkaran menggunakan dimensi sesuai perencanaan, antenna masih belum bekerja pada frekuensi yang diinginkan. Maka dilakukan optimasi ukuran slot sampai didapatkan hasil yang diinginkan.

Tabel 4.3 Variasi Dimensi Slot Lingkaran

Konfigurasi	R (mm)	Rentang Frekuensi (MHz)	Total Bandwidth (MHz)
9	22.4	1683.8-2700	1016.2
10	28	0	0
11	31	1229.5-2000	770.5
12	33.6	1000-2700	1700

Sumber : Perancangan

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa slot lingkaran menghasilkan *bandwidth* paling lebar pada konfigurasi 12. Oleh karena itu, slot lingkaran konfigurasi 12 dengan jari-jari sebesar 33.6 mm akan diimplementasikan dalam perancangan antenna mikrostrip *egg*.

Setelah melakukan optimasi *patch*, saluran transmisi dan slot memperoleh dimensi terbaik pada konfigurasi 12. Dimensi keseluruhan dari antenna ditunjukkan pada tabel 4.4:

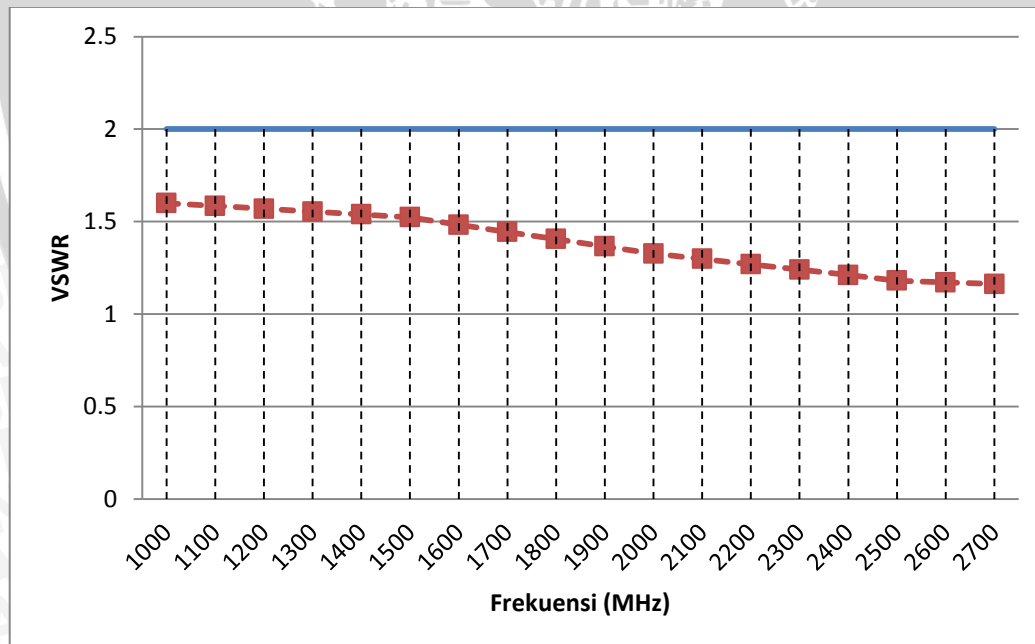
Tabel 4.4. Dimensi Keseluruhan dari Antena *Egg* dengan Slot Lingkaran

Variabel	Dimensi (mm)
a (diameter primer <i>patch</i>)	22.5
b (<i>radius</i> sekunder <i>patch</i>)	22.5
L (panjang saluran transmisi)	16
W (lebar saluran transmisi)	2.75
Lg (panjang minimum <i>ground plane</i>)	76.8
Wg (lebar minimum <i>ground plane</i>)	70
A (<i>radius</i> slot)	33.6

Sumber : Perancangan

Dimensi pada konfigurasi 12 disimulasikan kembali untuk mengetahui parameter-parameter lain yang diinginkan sebagai berikut:

- **Bandwidth (VSWR dan Return Loss)**
 - **VSWR**



Grafik 4.3 Grafik VSWR Antena Mikrostrip *egg* dengan Slot *lingkaran*

Sumber: Hasil Simulasi

Tabel 4.5 Tabel VSWR Antena Mikrostrip *egg* dengan Slot lingkaran

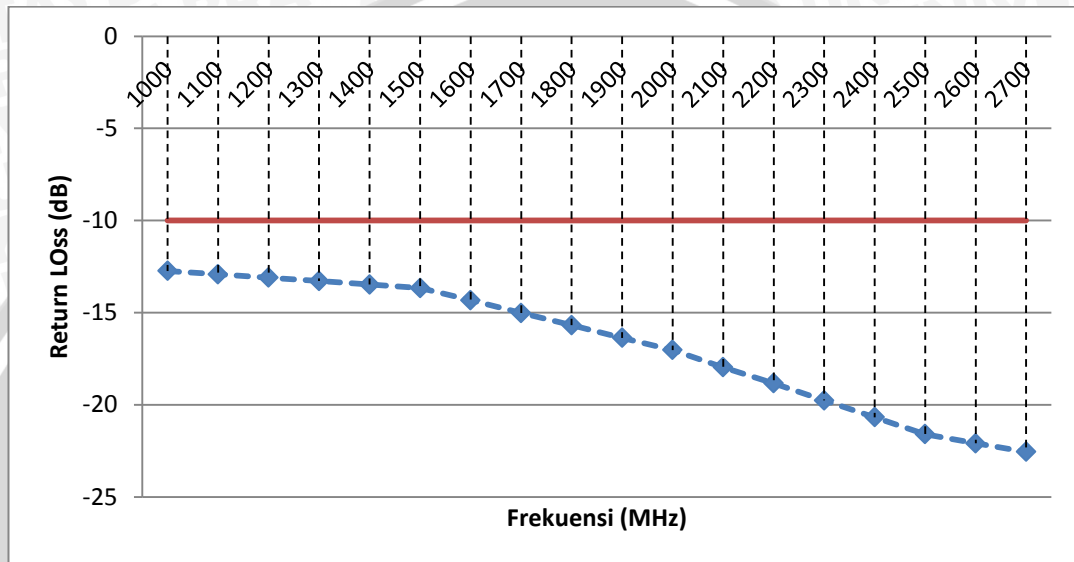
Frekuensi (Mhz)	VSWR
1000	1.6
1100	1.5851
1200	1.5699
1300	1.5541
1400	1.5391
1500	1.5233
1600	1.4834
1700	1.4445
1800	1.4062
1900	1.3666
2000	1.3277
2100	1.2985
2200	1.2694
2300	1.2408
2400	1.2111
2500	1.1814
2600	1.1717
2700	1.1626

Sumber: Hasil Simulasi

Hasil simulasi VSWR antenna konfigurasi 12 menunjukkan bahwa antenna konfigurasi 12 telah memenuhi perencanaan antenna dengan nilai VSWR dibawah 2 pada frekuensi 1000-2700 MHz .

- **Return Loss**

Berikut ini adalah grafik dari *return loss*



Grafik 4.4 Grafik *Return Loss* Antena Mikrostrip *egg* dengan Slot Lingkaran

Sumber: Hasil Simulasi

Tabel 4.6 Tabel *Return Loss* Antena Mikrostrip egg dengan Slot Lingkaran

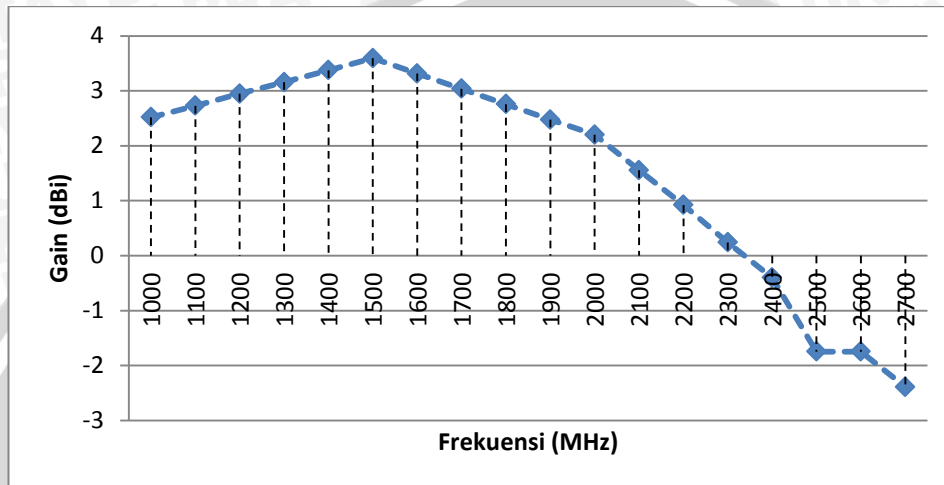
Frekuensi (Mhz)	Return Loss (dB)
1000	-12.7369
1100	-12.9159
1200	-13.1053
1300	-13.2862
1400	-13.4786
1500	-13.664
1600	-14.3249
1700	-15.0232
1800	-15.6798
1900	-16.3677
2000	-17.0298
2100	-17.9707
2200	-18.8341
2300	-19.7682
2400	-20.6741
2500	-21.6008
2600	-22.0934
2700	-22.5514

Sumber: Hasil Simulasi

Hasil simulasi antenna pada konfigurasi 12 terhadap parameter return loss menunjukkan bahwa antenna konfigurasi 12 memiliki nilai *return loss* dibawah - 10 dB pada rentang frekuensi 1000-2700 MHz.

b. Gain

Hasil simulasi parameter *gain* ditunjukkan pada Grafik 4.5 dan secara rinci ditunjukkan pada Tabel 4.7.



Grafik 4.5 Grafik *Gain* Antena Mikrostrip *egg* dengan Slot Lingkaran

Sumber: Hasil Simulasi

Tabel 4.7 Tabel *Gain* Antena Mikrostrip egg dengan Slot Lingkaran

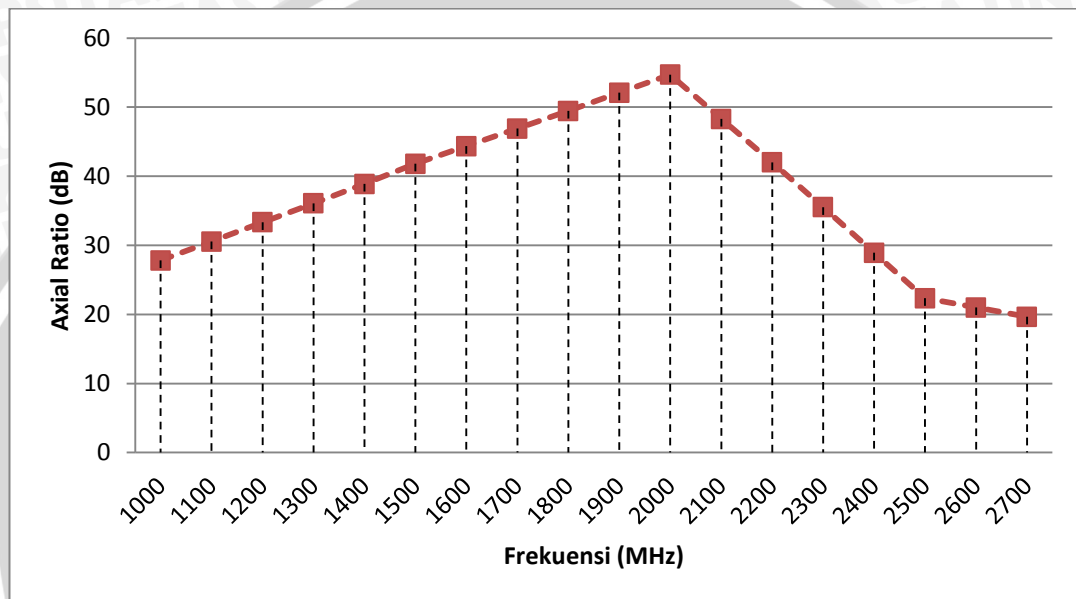
Frekuensi (Mhz)	Gain (dBi)
1000	2.5198
1100	2.7294
1200	2.9477
1300	3.156
1400	3.3743
1500	3.5948
1600	3.3147
1700	3.0362
1800	2.7576
1900	2.4748
2000	2.202
2100	1.5563
2200	0.9242
2300	0.2418
2400	-0.4003
2500	-1.7467
2600	-1.7467
2700	-2.3892

Sumber: Hasil Simulasi

Hasil simulasi *gain* pada antenna konfigurasi 12 menunjukkan bahwa nilai *gain* tertinggi terletak pada frekuensi 1500 MHz adalah sebesar 3.5948 dBi.

c. Polarisasi

Hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai *gain* tertinggi terletak pada frekuensi 1500 MHz sehingga polarisasi antenna didefinisikan pada frekuensi tersebut.



Grafik 4.6 Grafik *Axial Ratio* Antena Mikrostrip *egg* dengan Slot Lingkaran

Sumber: Hasil Simulasi

Tabel 4.8 Tabel *Axial Ratio* Antena Mikrostrip *egg* dengan Slot Lingkaran

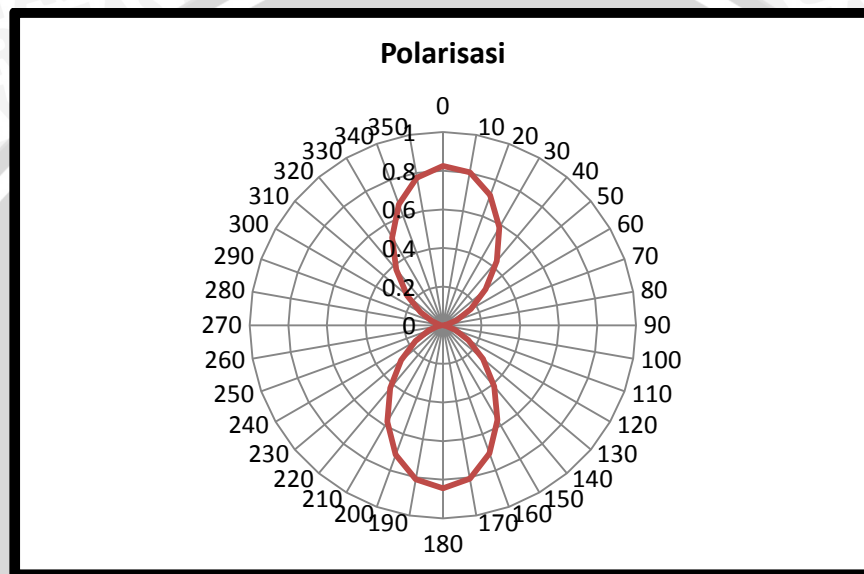
Frekuensi (Mhz)	Axial Ratio (dB)
1000	27.806
1100	30.5409
1200	33.3471
1300	36.0669
1400	38.873
1500	41.7986
1600	44.356
1700	46.9041
1800	49.4522
1900	52.0799
2000	54.703
2100	48.2986
2200	42.0057
2300	35.513
2400	28.9205
2500	22.3278
2600	20.9986
2700	19.6486

Sumber: Hasil Simulasi

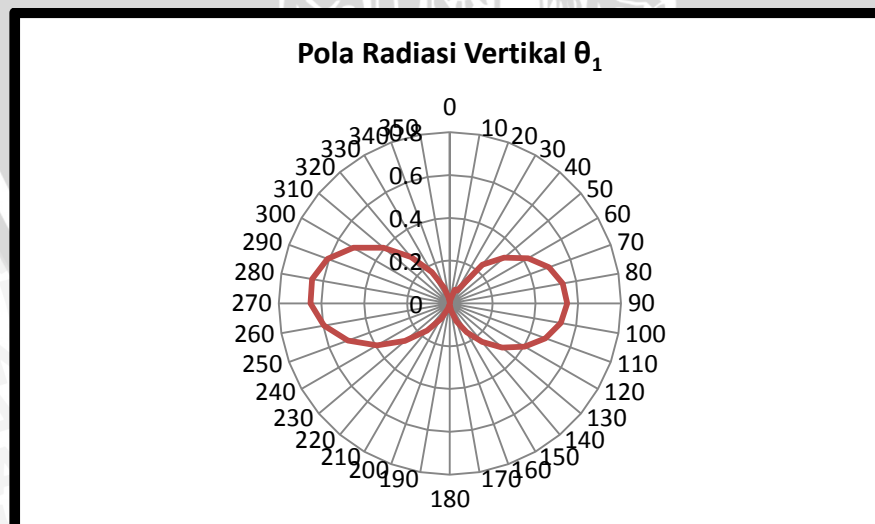
Hasil simulasi polarisasi antenna pada konfigurasi 12 menunjukkan nilai *axial ratio* pada frekuensi 1500 MHz sebesar 41.7986dB dengan polarisasinya berupa *ellips*.

d. Pola Radiasi

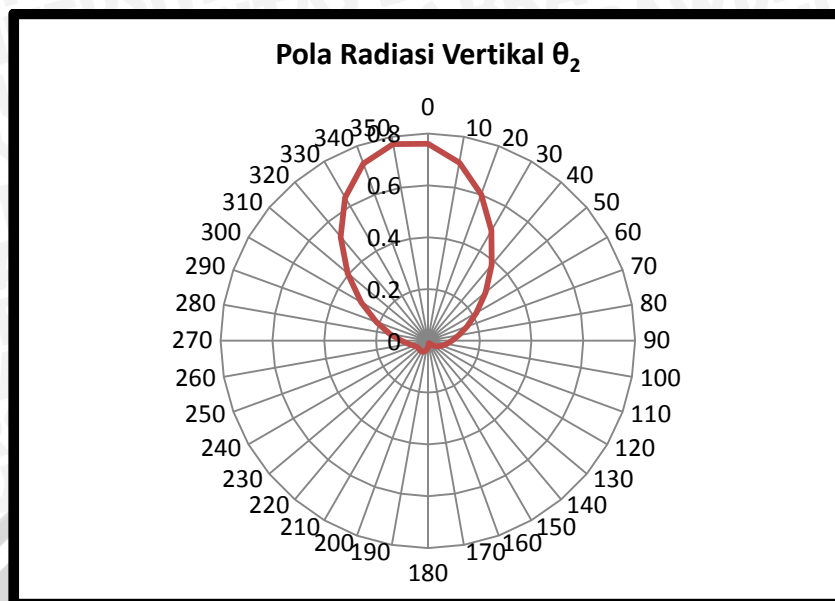
Karena *gain* tertinggi terletak pada frekuensi 1500 MHz, maka jenis pola radiasi antenna didefinisikan oleh pola radiasi pada frekuensi 1500 MHz.



(a)



(b)



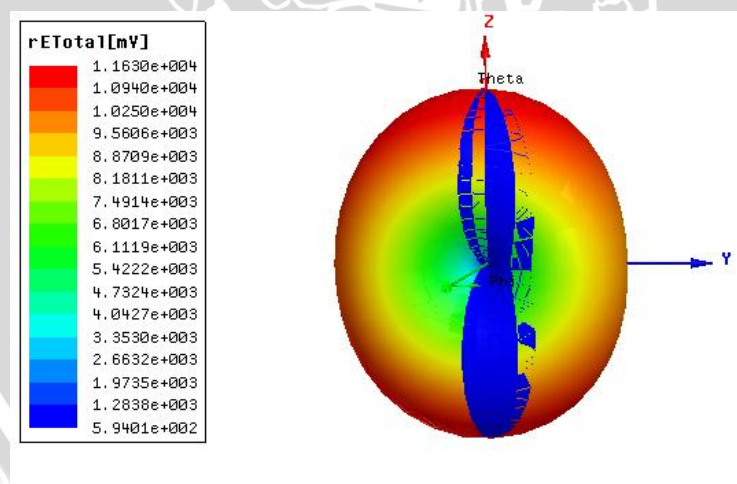
(c)

Gambar 4.2 Diagram Polar Pola Radiasi Antena Mikrostrip *egg*

dengan Slot Lingkaran pada Frekuensi 1500 MHz

(a) Pola Radiasi Horizontal, (b) Pola Radiasi Vertikal θ_1 (c) Pola Radiasi Vertikal θ_2

Sumber : Hasil Simulasi



Gambar 4.3 Gambar 3D Pola Radiasi Antena Mikrostrip *Egg*

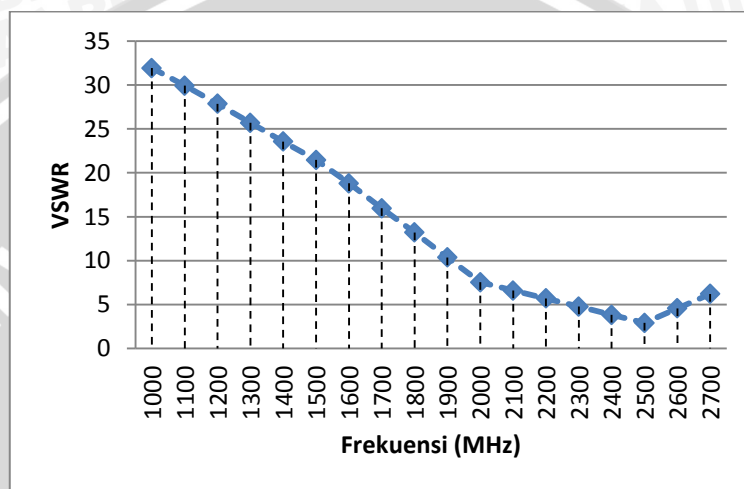
dengan Slot Lingkaran pada Frekuensi 1500 MHz

Sumber : Hasil Simulasi

4.4.2 Simulasi Antena Mikrostrip *Egg* Tanpa Slot

Pada simulasi ini antena mikrostrip *egg* tanpa slot mempunyai dimensi yang sama dengan dimensi hasil perhitungan dan optimasi antena *egg* dengan slot lingkaran. Berikut ini merupakan hasil simulasi antena mikrostrip *egg* tanpa slot:

- **Bandwidth (VSWR dan Return Loss)**
 - **VSWR**

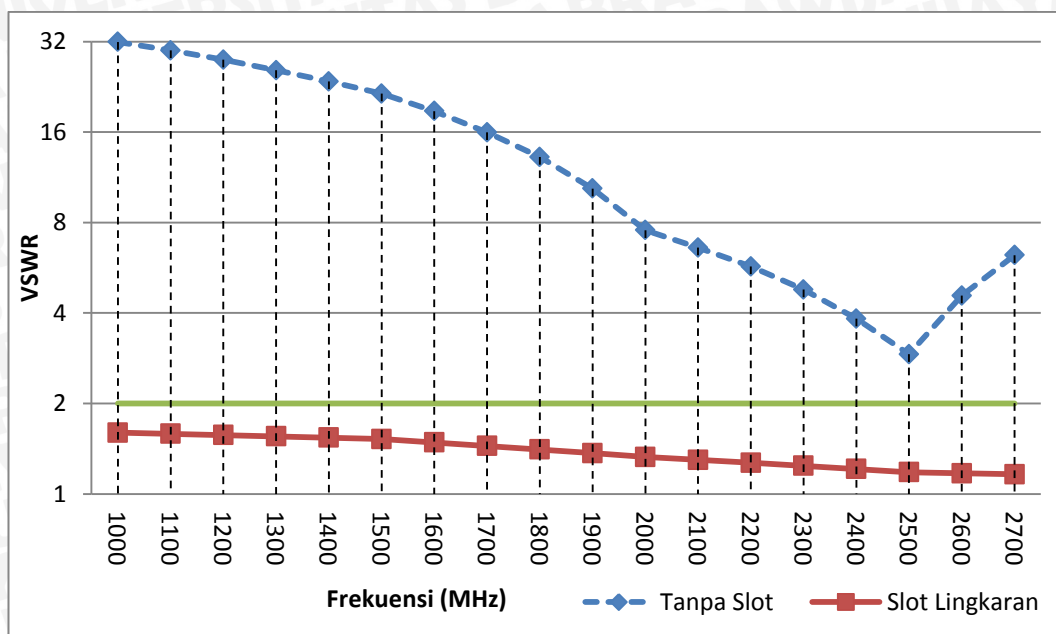


Grafik 4.7 Grafik VSWR Antena Mikrostrip *Egg* tanpa Slot
Sumber: Hasil Simulasi

Tabel 4.9 Tabel VSWR Antena Mikrostrip *Egg* Tanpa Slot

Frekuensi (Mhz)	VSWR
1000	31.9196
1100	29.9088
1200	27.8449
1300	25.6842
1400	23.558
1500	21.4671
1600	18.7932
1700	15.9575
1800	13.2078
1900	10.3721
2000	7.5414
2100	6.5978
2200	5.7129
2300	4.7852
2400	3.829
2500	2.9155
2600	4.5712
2700	6.227

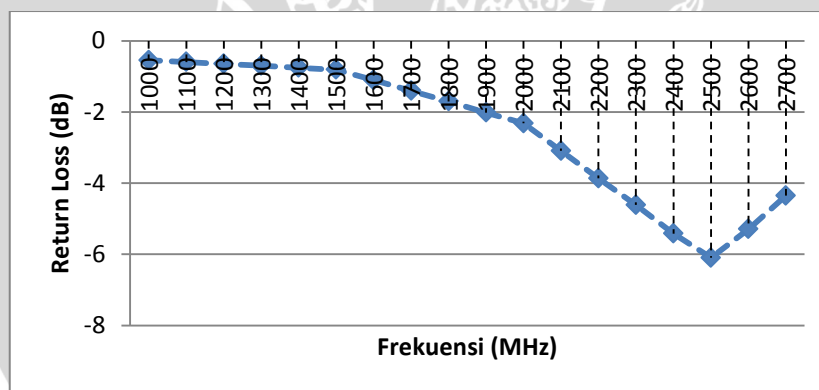
Sumber: Hasil Simulasi



Grafik 4.8 Grafik Perbandingan VSWR Antena Mikrostrip *Egg* tanpa Slot dan Antena Mikrostri *Egg* dengan slot Lingkaran

Sumber: Simulasi

- **Return Loss**



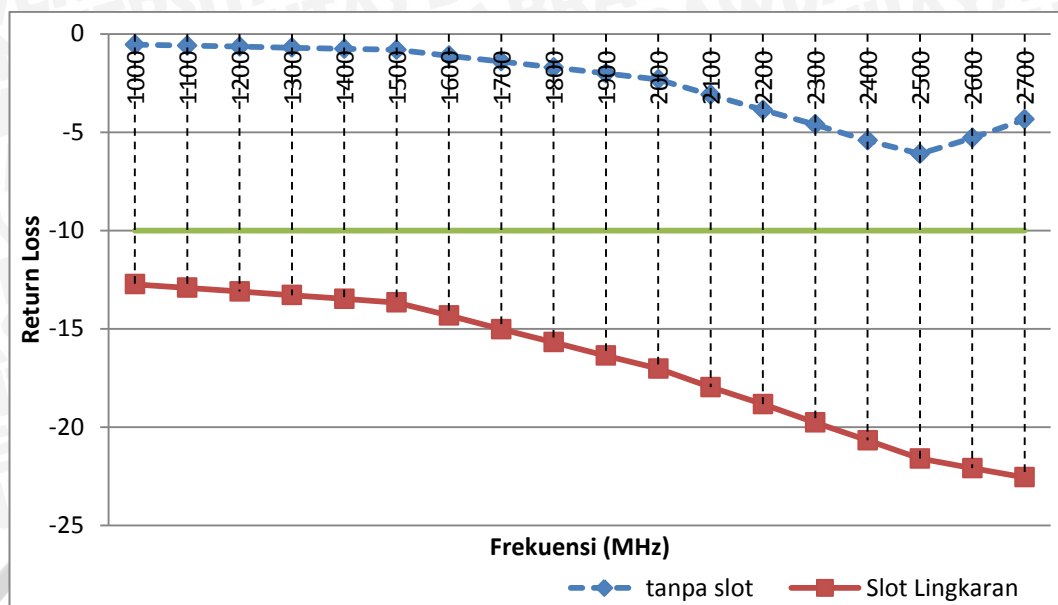
Grafik 4.9 Grafik *Return Loss* Antena Mikrostrip *Egg* tanpa Slot

Sumber : Hasil Simulasi

Tabel 4.10 Tabel *Return Loss* Antena Mikrostrip Egg Tanpa Slot

Frekuensi (Mhz)	RL
1000	-0.5444
1100	-0.5973
1200	-0.6483
1300	-0.7009
1400	-0.7559
1500	-0.8098
1600	-1.1058
1700	-1.4045
1800	-1.7032
1900	-2.016
2000	-2.3172
2100	-3.0943
2200	-3.8658
2300	-4.6132
2400	-5.4208
2500	-6.1
2600	-5.2915
2700	-4.3518

Sumber : Hasil Simulasi

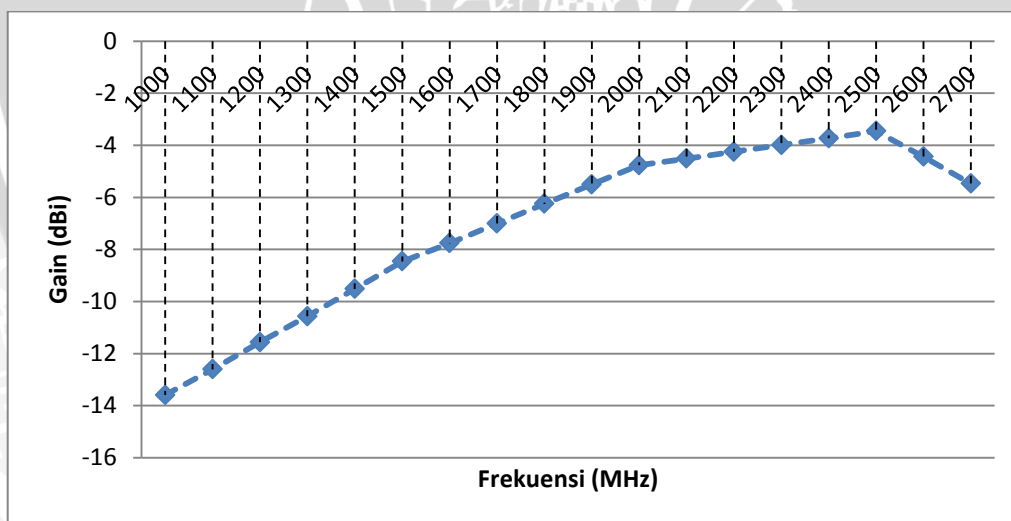


Grafik 4.10 Grafik Perbandingan *Return Loss* Antena Mikrostrip *Egg* tanpa Slot dan Antena Mikrostrip *Egg* dengan slot Lingkaran

Sumber : Hasil Simulasi

- **Gain**

Berikut ini merupakan hasil simulasi *gain* antena:



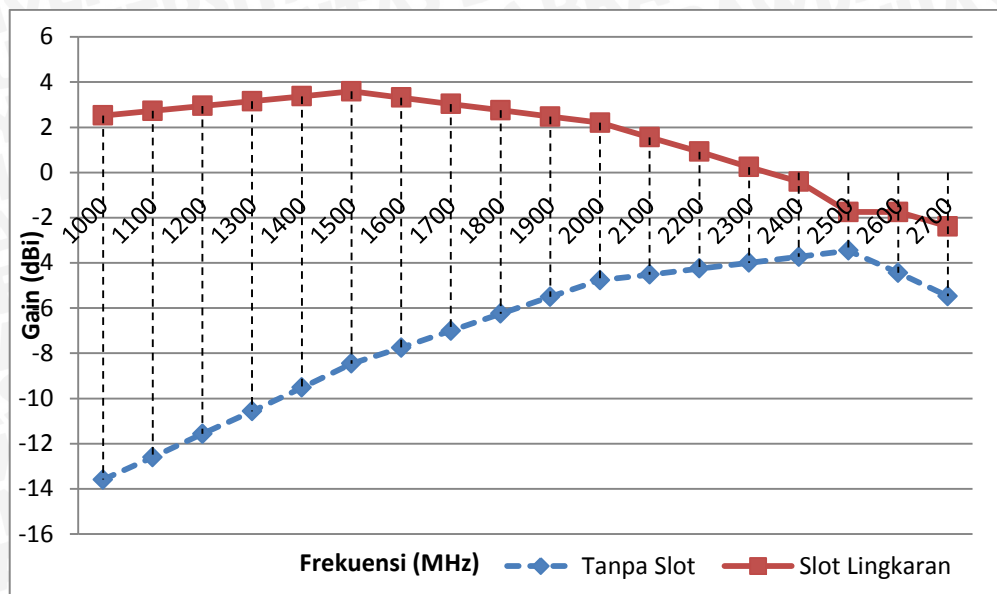
Grafik 4.11 Grafik *Gain* Antena Mikrostrip *Egg* Tanpa Slot

Sumber: Hasil Simulasi

Tabel 4.11 Tabel *Gain* Antena Mikrostrip *Egg* Tanpa Slot

Frekuensi (Mhz)	GAIN (dBi)
1000	-13.5912
1100	-12.6001
1200	-11.567
1300	-10.5657
1400	-9.5166
1500	-8.4583
1600	-7.7566
1700	-7.0025
1800	-6.2484
1900	-5.5057
2000	-4.7684
2100	-4.515
2200	-4.2474
2300	-3.9919
2400	-3.7324
2500	-3.4588
2600	-4.4389
2700	-5.4734

Sumber: Hasil Simulasi

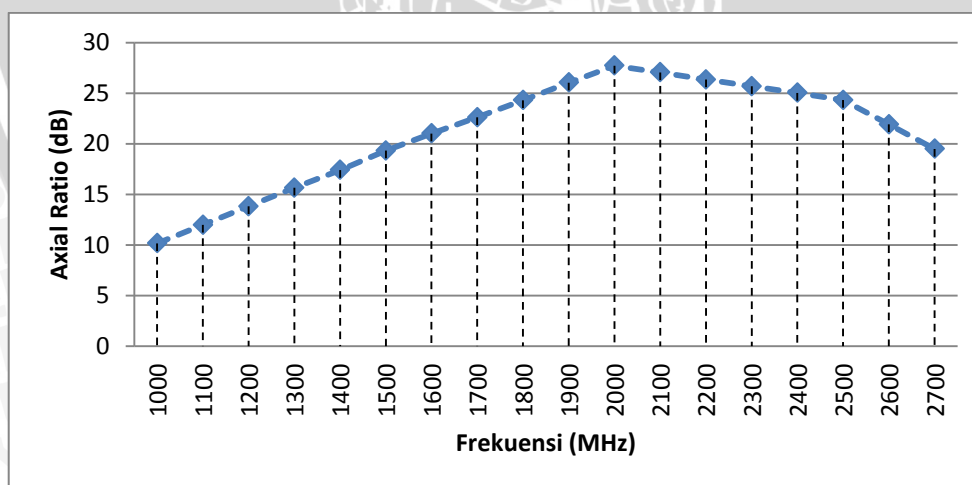


Grafik 4.12 Grafik Perbandingan *Gain* Antena Mikrostrip *Egg* tanpa Slot dan Antena Mikrostrip *Egg* dengan slot Lingkaran

Sumber : Hasil Simulasi

- **Polarisasi**

Hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai *gain* tertinggi terletak pada frekuensi 2500 MHz sehingga polarisasi antena didefinisikan pada frekuensi tersebut.



Grafik 4.13 Grafik *Axial Ratio* Antena Mikrostrip *Egg* Tanpa Slot

Sumber: Hasil Simulasi

Tabel 4.12 Tabel *Axial Ratio* Antena Mikrostrip *Egg* Tanpa Slot

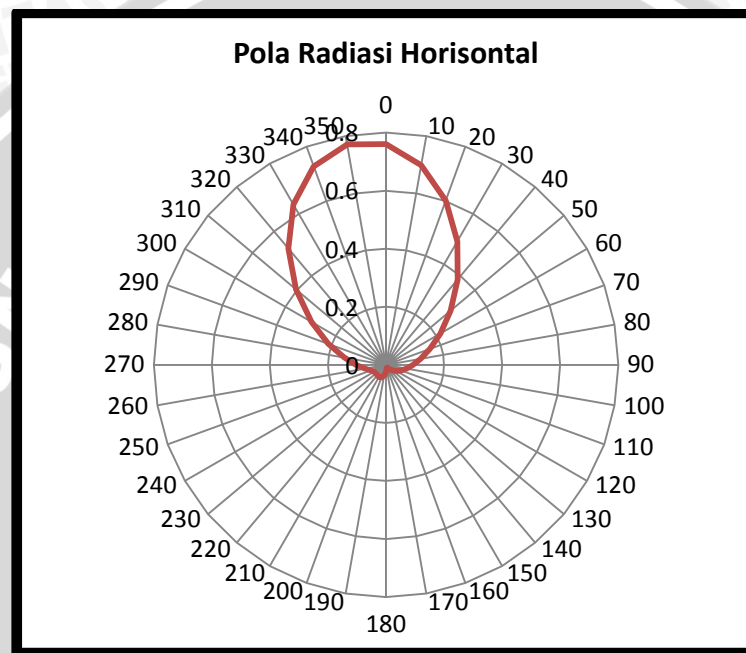
Frekuensi (Mhz)	Axial Ratio (dB)
1000	10.166
1100	11.9815
1200	13.8152
1300	15.649
1400	17.3982
1500	19.31
1600	21.0023
1700	22.6107
1800	24.2969
1900	26.0349
2000	27.7181
2100	27.0455
2200	26.3427
2300	25.6713
2400	25.0209
2500	24.318
2600	21.9045
2700	19.4909

Sumber: Hasil Simulasi

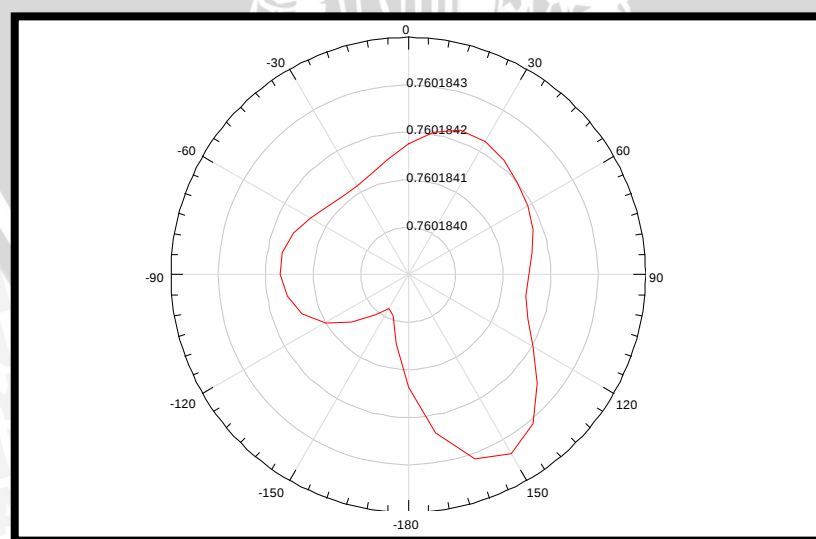
Hasil simulasi polarisasi antenna menunjukkan nilai *axial ratio* pada frekuensi 2500 MHz sebesar 24.318 dB dengan polarisasinya berupa *ellips*.

- **Pola Radiasi**

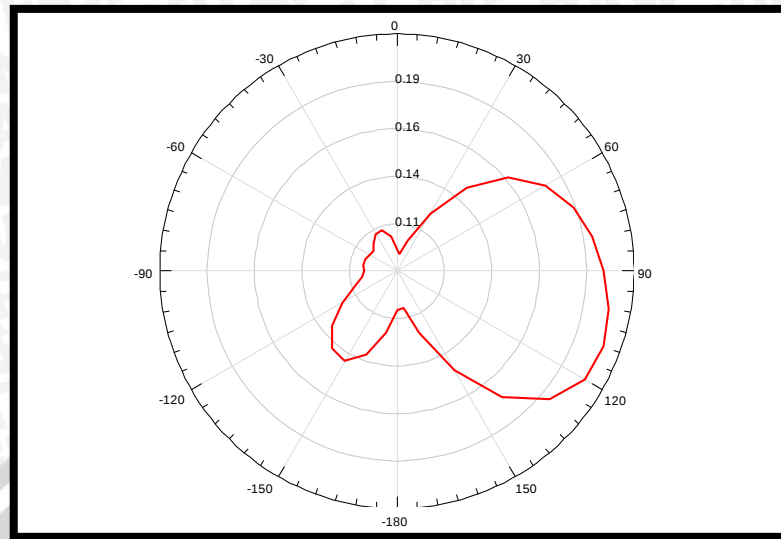
Hasil simulasi di atas menunjukkan bahwa *gain* tertinggi terletak pada frekuensi 2500 MHz sehingga jenis pola radiasi antenna didefinisikan oleh pola radiasi pada frekuensi tersebut.



(a)



(b)

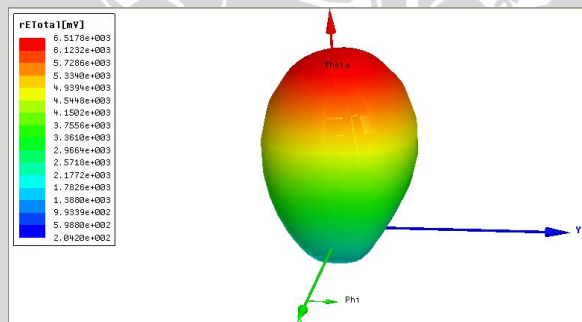


(c)

Gambar 4.4 Diagram Polar Pola Radiasi Antena Mikrostrip *Egg* Tanpa Slot pada Frekuensi 2500 MHz

(a) Pola Radiasi Horizontal, (b) Pola Radiasi Vertikal θ_1 , (c) Pola Radiasi Vertikal θ_2

Sumber: Hasil Simulasi



Gambar 4.5 Diagram 3D Pola Radiasi Antena Mikrostrip *Egg* Tanpa Slot pada Frekuensi 2500 MHz

Sumber: Hasil Simulasi

Hasil simulasi antena mikrostrip *egg* tanpa slot lingkaran terhadap pola radiasinya menunjukkan bahwa antena memiliki pola radiasi *directional* dengan arah pancar radiasi maksimum satu arah.

Tabel 4.13 Tabulasi Hasil Simulasi Perbandingan Antena Mikrostrip *Egg* dengan Slot Lingkaran Terhadap Antena Mikrostrip Tanpa Slot

Jenis Slot	Bandwidth			Gain		Polarisasi		Jenis Pola Radiasi
	Rentang Frekuensi (MHz)	Total Bandwidth (MHz)	Bandwidth Fraksional (%)	Frekuensi Gain Maksimum (MHz)	Gain Maksimum (dBi)	Axial Ratio pada Frekuensi dengan gain Maksimum (dB)	Jenis Polarisasi	
Slot Lingkaran	1000 - 2700	1700	91.89	1500	3.59	41.7986	<i>Ellips</i>	Bidireksional
Tanpa Slot	0	0	0	2500	-3.4588	25.0209	<i>Ellips</i>	Direksional

Sumber : Simulasi