

BAB IV

PERANCANGAN DAN SIMULASI ANTENA MIKROSTRIP EGG DENGAN SLOT RUGBY BALL

4.1 Tinjauan Umum

Antena mikrostrip merupakan antena yang tersusun atas substrat yang terbuat dari bahan tertentu dan pada salah satu sisinya terdapat elemen konduktor sebagai peradiasi dan *ground plane* pada sisi lainnya.

Pada skripsi ini, antena mikrostrip yang dirancang memiliki bentuk *patch* menyerupai telur (*egg*) dengan penambahan slot berbentuk *rugby ball* pada bagian *ground plane*. Antena mikrostrip dirancang dengan terlebih dahulu menentukan jenis substrat yang akan digunakan, kemudian dilakukan perancangan dimensi *patch*, saluran transmisi, *ground plane*, dan slot. Kemudian, hasil rancangan tersebut akan diuji menggunakan program simulator sehingga dapat diketahui performansinya. Program simulator yang digunakan dalam pengerjaan skripsi ini adalah HFSS Ansoft v.13 yang kemudian hasil akhirnya akan dibandingkan dengan CST *Microwave Studio* 2011.

Tujuan dari skripsi ini adalah untuk merancang dan membuat antena mikrostrip *egg* dengan slot *rugby ball* yang bekerja pada frekuensi *ultra wideband* (UWB). Karena itu apabila hasil unjuk kerja antena mikrostrip tidak seperti yang diharapkan, maka akan dilakukan proses optimasi. Tahap selanjutnya adalah melakukan fabrikasi antena dan dilakukan pengukuran.

4.2 Spesifikasi Substrat dan Bahan Konduktor

Dalam perancangan antena mikrostrip perlu diketahui terlebih dahulu mengenai substrat yang akan digunakan. Bahan substrat yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Bahan *Epoxy Fiberglass* – FR4
 - konstanta dielektrik (ϵ_r) = 4,5
 - ketebalan lapisan dielektrik (h) = 1,6 mm
 - loss tangent* = 0,018
- Bahan pelapis substrat tembaga (konduktor)
 - ketebalan bahan konduktor (t) = 0,01 mm

konduktifitas tembaga (σ) = $5,80 \times 10^7$ mho m^{-1}

- Impedansi karakteristik saluran = 50Ω

4.3 Perencanaan Dimensi Elemen Peradiasi

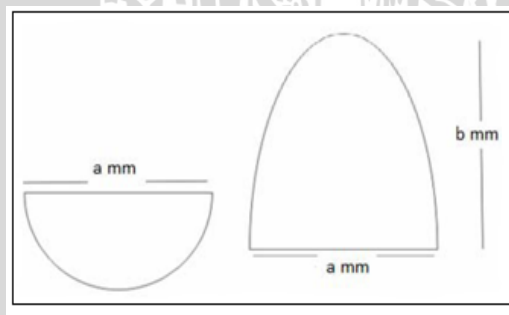
Dimensi elemen peradiasi dapat ditentukan dengan membandingkan antara nilai perambatan di ruang bebas (c) dengan besar frekuensi resonansi (f_r) yang digunakan (persamaan 2-21). Frekuensi acuan pada antenna *ultra wideband* didapatkan ditentukan pada antenna yang akan diaplikasikan pada gelombang mikro 2400 MHz, sedangkan untuk pengujian, pada penulisan skripsi ini, antenna akan diuji pada frekuensi 1700-2700 MHz. Nilai perambatan di ruang bebas (c) sebesar 3×10^8 m/s. Dengan menggunakan persamaan:

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

$$\lambda_0 = \frac{3 \times 10^8}{2,4 \times 10^9} = 0,125 \text{ m}$$

4.3.1 Perencanaan Dimensi Patch

Patch egg terdiri dari setengah lingkaran dan setengah elips yang tegak. Bentuk ini digunakan berdasarkan geometri antenna *egg* oleh Rudy Yuwono (2010) yang telah terbukti dapat bekerja pada frekuensi *ultra wideband* seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Geometri *patch egg*

Sumber: Perancangan

Dimensi awal *patch egg* mengacu pada perbandingan dimensi asli antenna planar *egg* tersebut sendiri. Pada skripsi ini akan digunakan dimensi $a = 60$ mm dan $0,5a + b = 73,32$ mm. Dimana a merupakan diameter setengah lingkaran dan b merupakan jari-jari setengah elips tegak.

4.3.2 Perencanaan Dimensi *Ground Plane*

Panjang dan lebar minimal *ground plane* masing - masing diperoleh dengan menggunakan persamaan (2-28) dan (2-29):

$$\begin{aligned} L_g &= 6h + 2R = (6 \times 1,6 \times 10^{-3}) + (2 \times 30 \times 10^{-3}) \\ &= 69,6 \times 10^{-3} \text{ m} = 69,6 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_g &= 6h + \frac{\pi R}{2} = (6 \times 1,6 \times 10^{-3}) + \frac{\pi \times 30 \times 10^{-3}}{2} \\ &= 56,7 \times 10^{-3} \text{ m} = 56,7 \text{ mm} \end{aligned}$$

4.4 Perencanaan Dimensi Saluran Transmisi

Untuk menghitung dimensi saluran transmisi menggunakan persamaan (2-22) dan (2-24):

- Lebar saluran transmisi

$$B = \frac{60\pi^2}{z_0\sqrt{\epsilon_r}} = \frac{60 \times 3,14^2}{50\sqrt{4,5}} = 5,5$$

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

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

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

- Panjang saluran transmisi

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

$$\lambda_d = \frac{0,125}{\sqrt{4,5}} = 0,0589 \text{ m} = 58,9 \text{ mm}$$

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

$$L = \frac{1}{4} 0,0589 = 0,0147 \text{ m} = 14,7 \text{ mm}$$

4.5 Perancangan Slot *Rugby Ball*

Antena mikrostrip akan menggunakan slot berbentuk *rugby ball* yang diaplikasikan pada *ground plane*. Dimensi awal slot yang digunakan adalah dimensi asli antena *rugby ball* yang dapat bekerja pada frekuensi *ultra wideband* yaitu dengan panjang 135 mm dan lebar 115 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 *rugby ball*.

Pada perancangan awal, dimensi slot sama dengan dimensi asli bentuk *rugby ball* dengan letak batas bawah slot persis terletak pada batas bawah *patch egg*.

4.6 Simulasi Antena Mikrostrip *Egg* dengan Slot *Rugby Ball*

Perancangan antena mikrostrip telah dilakukan melalui proses perhitungan berdasarkan referensi studi literatur dan juga menggunakan dimensi awal dari percobaan sebelumnya. Hasil rancangan kemudian akan diuji menggunakan program simulator HFSS *Ansoft v.13* untuk mengetahui kinerja antena. Kemudian hasil dari program simulator tersebut akan dibandingkan juga dengan program simulator CST *Microwave Studio 2011*. Tahap simulasi ini dilakukan agar diketahui hasil rancangan sudah memiliki performansi yang optimal sebelum dilakukan proses fabrikasi serta sebagai pengujian pengaruh slot *rugby ball* terhadap kinerja antena mikrostrip *egg* dengan slot *rugby ball*.

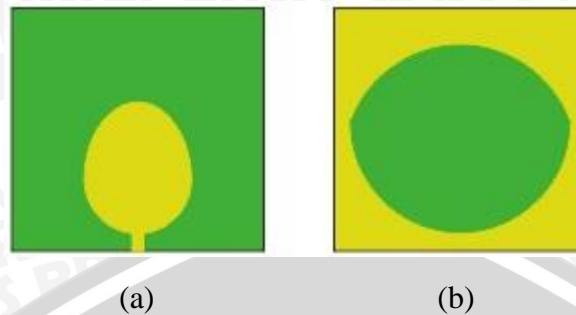
Langkah-langkah perancangan dan simulasi dengan simulator HFSS *Ansoft v.13* dan CST *Microwave Studio 2011* adalah sebagai berikut (secara detail dilampirkan) :

1. Membuka program simulator HFSS *Ansoft v.13*.
2. Menentukan parameter dasar
3. Membuat antena mikrostrip *egg* dengan slot *rugby ball* sesuai dimensi perencanaan
4. Melakukan simulasi pada rentang frekuensi yang ditentukan
5. Melakukan tabulasi parameter hasil simulasi sebelum dilakukan analisis
6. Membuka program simulator CST *Microwave Studio 2011*
7. Membuat antena mikrostrip *egg* dengan slot *rugby ball* sesuai dimensi hasil optimasi terakhir
8. Melakukan simulasi pada rentang frekuensi yang sama
9. Melakukan analisis perbandingan hasil simulasi antara HFSS *Ansoft v.13* dengan CST *Microwave Studio 2011*.

4.6.1 Simulasi dan Optimasi Antena Mikrostrip *Egg* dengan Slot *Rugby Ball* Menggunakan Simulator HFSS *Ansoft v.13*

Setelah dimensi awal antena didapatkan, maka selanjutnya akan dilakukan proses simulasi untuk mengetahui kinerja antena. Simulasi digunakan menggunakan HFSS *Ansoft v.13* dan CST *Microwave Studio 2011*. Namun dalam proses

optimasinya, program yang digunakan adalah HFSS *Ansoft* v.13. Dalam proses simulasi dan optimasi ini parameter awal yang diamati adalah *Return Loss*.

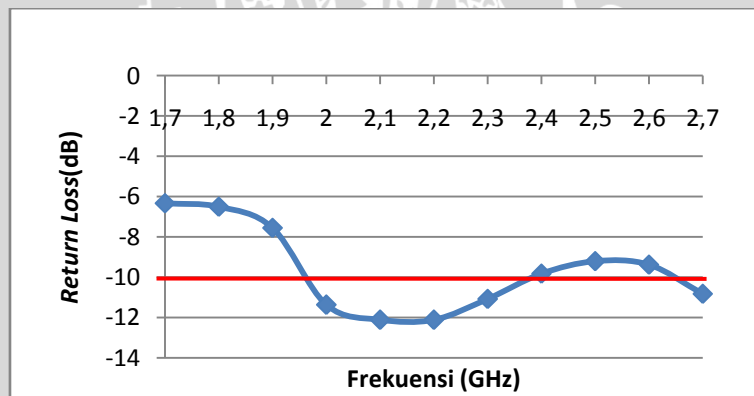


Gambar 4.2 Bentuk geometri antenna mikrostrip *egg* dengan slot *rugby ball* (sebelum optimasi)

(a) Tampak depan; (b) Tampak belakang

Sumber: Perencanaan

Setelah disimulasi dengan menggunakan simulator HFSS *Ansoft* v.13, didapatkan hasil sebagai berikut.



Grafik 4.1 Grafik *Return Loss* Terhadap Frekuensi (sebelum optimasi)

Sumber: Simulasi

Grafik 4.1 menunjukkan bahwa hasil simulasi tidak memenuhi kriteria yang diinginkan sebab frekuensi yang bekerja pada rentang *Return Loss* < -10 dB sebesar 403 MHz. Nilai ini belum memenuhi syarat antenna untuk bekerja pada frekuensi *ultra wideband* sehingga perlu dilakukan proses optimasi.

4.6.1.1 Optimasi *Patch* dan Saluran Transmisi

Pada proses optimasi, parameter yang dijadikan acuan adalah besar *bandwidth* dari antenna. Hal ini berdasarkan pada tujuan penelitian yaitu menghasilkan antenna

mikrostrip yang bekerja pada frekuensi *ultra wideband*. Karena itu, parameter lain seperti *gain*, pola radiasi, polarisasi akan diperhitungkan setelah didapatkan dimensi *patch* dan saluran transmisi terbaik. Proses optimasi yang dilakukan antara lain:

a. Optimasi Dimensi Patch Egg

Proses optimasi patch akan dilakukan dengan cara mengubah dimensi *patch egg* ketika dimensi lain tetap seperti sebelumnya.

Tabel 4.1 Tabel Optimasi *Patch Egg*

Konfigurasi	Skala	a(mm)	b(mm)	Rentang Frekuensi (MHz)	Bandwidth (MHz)
1	100%	60	43.3	2034-2383 2646-2700	403
2	80%	48	34.7	2393-2700	407
3	60%	36	26	1736-2159 2628-2700	425
4	40%	24	17,33	2541-2700	159
5	20%	12	8,7	2489-2700	211

Sumber : Perancangan

Berdasarkan hasil dari Tabel 4.1, konfigurasi 3 memiliki *bandwidth* paling lebar dibandingkan konfigurasi lainnya. Konfigurasi ini memiliki *bandwidth* sebesar 425 MHz yang bekerja pada rentang frekuensi 1736-2159 MHz dan 2628-2700 MHz. Berdasarkan hasil tersebut, dilakukan optimasi lebih lanjut dengan kisaran skala 60% agar didapatkan hasil yang lebih akurat.

Tabel 4.2 Tabel Optimasi *Patch Egg* pada Kisaran Skala 60%

Konfigurasi	Skala	a(mm)	b(mm)	Rentang Frekuensi (MHz)	Bandwidth (MHz)
6	60,2%	36,2	26,14	1821-2160 2568-2656	427
7	60,4%	36,4	26,28	1818-2174 2564-2640	432
8	59,8%	35,8	25,86	1963-2207 2426-2493	311
9	59,6%	35,6	25,71	1873-2217 2398-2461	407

Sumber : Perancangan

Berdasarkan hasil dari Tabel 4.2, dapat ditarik kesimpulan bahwa total *bandwidth* paling lebar dihasilkan oleh konfigurasi 7 dengan skala patch 60,4%.

b. Optimasi Saluran Transmisi

Optimasi *patch egg* menunjukkan bahwa konfigurasi terbaik dihasilkan oleh konfigurasi 7. Oleh karena itu, optimasi panjang saluran transmisi akan dilakukan berdasarkan dimensi konfigurasi 7 dengan variasi panjang saluran transmisi berikut:

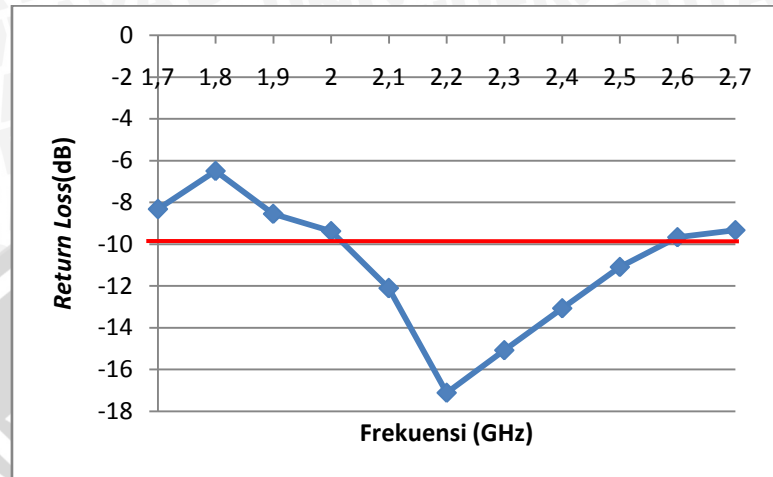
Tabel 4.3 Tabel Optimasi Panjang Saluran Transmisi

Konfigurasi	L (mm)	Rentang Frekuensi (MHz)	Bandwidth (MHz)
10	10	2185-2557	372
11	6	2113-2569	456
12	4	2139-2571	432

Sumber: Perancangan

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa konfigurasi 11 memiliki rentang frekuensi paling lebar dibanding konfigurasi lainnya.

Maka, berdasarkan hasil optimasi *patch egg* dan saluran transmisi antena, didapatkan bahwa antena dengan radius lingkaran 18,2 mm, radius elips 26,28 mm, dan panjang saluran transmisi 6 mm memiliki *bandwidth* terbesar diantara konfigurasi lainnya seperti yang ditunjukkan oleh grafik berikut:



Grafik 4.2 Grafik *Return Loss* Terhadap Frekuensi (setelah optimasi *patch* dan saluran transmisi)

Sumber: Simulasi

Grafik 4.2 menunjukkan bahwa antena dapat bekerja pada frekuensi 2113-2569 MHz. Selanjutnya akan dilakukan optimasi variasi dimensi slot *rugby ball* untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.

4.6.1.2 Optimasi Slot *Rugby Ball*

Optimasi selanjutnya adalah optimasi slot *rugby ball* yang mencakup variasi dimensi dan letak slot *rugby ball*. Pada optimasi ini, parameter lain selain *bandwidth* seperti *gain*, polarisasi, dan pola radiasi juga diperhitungkan untuk dapat mengetahui pengaruh dimensi serta letak slot *rugby ball* terhadap parameter-parameter tersebut.

a. Dimensi Slot *Rugby Ball*

Dimensi *rugby ball* yang akan diaplikasikan pada slot antena mikrostrip *egg* dibuat variasi dari skala 100% yang merupakan dimensi asli *rugby ball* seperti pada Gambar 2.5 hingga skala tertentu sampai didapatkan hasil yang diinginkan.

Tabel 4.4 Tabel Optimasi Dimensi Slot *Rugby Ball*

Ko n- figu - rasi	Skala	W1 (mm)	W2 (mm)	h1 (mm)	h2 (mm)	h3 (mm)	h4 (mm)	Rentang Frekuensi (MHz)	Total Band- width (MHz)
11	100%	144	135	47,5	24,5	43	115	2113-2569	456
13	95%	136,8	128,25	45,13	23,28	40,85	109,25	2176-2616	440
14	75%	108	101,25	35,63	18,38	32,25	86,25	1700-1909	209
15	55%	79,2	74,25	26,13	13,48	23,65	63,25	2032-2700	608
16	45%	64,8	60,75	21,38	11,03	19,35	51,75	0	0

Sumber: Perancangan

Berdasarkan Tabel 4.4, konfigurasi 15 dengan skala slot 55% dari skala aslinya memiliki *bandwidth* yang paling lebar dibandingkan dengan konfigurasi lainnya. Selanjutnya akan dilakukan optimasi lebih lanjut pada kisaran skala 55% agar didapatkan hasil yang lebih akurat.

Tabel 4.5 Tabel Optimasi Dimensi Slot *Rugby Ball* pada Kisaran Skala 55%

Kon- figu- rasi	Skala	W1 (mm)	W2 (mm)	h1 (mm)	h2 (mm)	h3 (mm)	h4 (mm)	Rentang Frekuensi (MHz)	Total Band- width (MHz)
17	54,6%	78,62	73,71	25,94	13,38	23,48	62,79	2087-2700	613
18	54,8%	78,91	73,98	26,03	13,43	23,56	63,02	2056-2700	644
19	55,2%	79,49	74,52	26,22	13,52	23,74	63,48	1715-2700	985
20	55,4%	79,78	74,79	26,32	13,23	23,82	63,71	1989-2700	711

Sumber: Perancangan

Berdasarkan Tabel 4.5 dapat disimpulkan bahwa slot *rugby ball* menghasilkan *bandwidth* paling lebar pada konfigurasi 19. Oleh karena itu, slot *rugby ball* konfigurasi 19 dengan dimensi 55,2% dari skala asli antenna *rugby ball* akan diimplementasikan dalam perancangan antenna mikrostrip *egg*.

b. Letak Slot Rugby Ball

Optimasi selanjutnya adalah variasi jarak slot *rugby ball* terhadap *patch egg* (S). Nilai S positif menunjukkan bahwa slot digeser ke atas dan nilai negatif menunjukkan bahwa slot digeser ke arah bawah. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh jarak slot *rugby ball* dengan *patch* antenna.

Tabel 4.6 Tabel Variasi Jarak Slot *Rugby Ball* Terhadap *Patch*

Konfigurasi	S (mm)	Rentang Frekuensi (MHz)	<i>Bandwidth</i> (MHz)
21	0,26	2271-2700	429
22	0,46	2365-2664	299
23	-0,26	1830-2700	870
24	-0,46	1700-2700	1000

Sumber: Perancangan

Tabel 4.6 menampilkan hasil simulasi dari variasi jarak slot *rugby ball* dengan *patch* antenna. Konfigurasi 24 dengan $S = -0,46$ mm menunjukkan antenna dapat bekerja pada rentang frekuensi 1700–2700 MHz dan memiliki *bandwidth* sebesar 1000 MHz. Kemudian nilai *gain* dari konfigurasi 24 akan diberikan dalam Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Tabel *Gain* Antena Mikrostrip *Egg* dengan Slot *Rugby Ball* Konfigurasi 24

Frekuensi (MHz)	<i>Gain</i> (dBi)
1700	-24.20
1800	-27.84
1900	-29.31
2000	-28.45
2100	27.03
2200	-25.79
2300	24.79
2400	-23.94
2500	-23.15
2600	-22.41
2700	-21.82

Sumber: Simulasi

Berdasarkan Tabel 4.7, *Gain* antena mikrostrip pada frekuensi kerja 2400 MHz masih sangat rendah karena itu akan dilakukan optimasi pada peletakan saluran transmisi pada *patch* antena (Y). Nilai Y positif menunjukkan bahwa saluran transmisi digeser ke kanan sedangkan nilai negatif menunjukkan bahwa slot digeser ke kiri.

Tabel 4.8 Tabel Variasi Peletakan Saluran Transmisi

Konfigurasi	Y (mm)	Rentang Frekuensi (MHz)	<i>Bandwidth</i> (MHz)	<i>Gain</i> (dBi)
25	7	1946-2700	754	-3,19
26	14	1700-2700	1000	1,01
27	-7	1958-2700	742	-3,92

Sumber: Perancangan

Hasil dari konfigurasi 26 memiliki *bandwidth* sebesar 1000 MHz dan *gain* sebesar 1,01 dBi pada frekuensi kerja 2400 MHz. Oleh karena itu, slot *rugby ball* konfigurasi 26 merupakan konfigurasi terbaik dan akan diimplementasikan dalam perancangan antena mikrostrip.

Tabel 4.9 Tabel Dimensi Konfigurasi 26

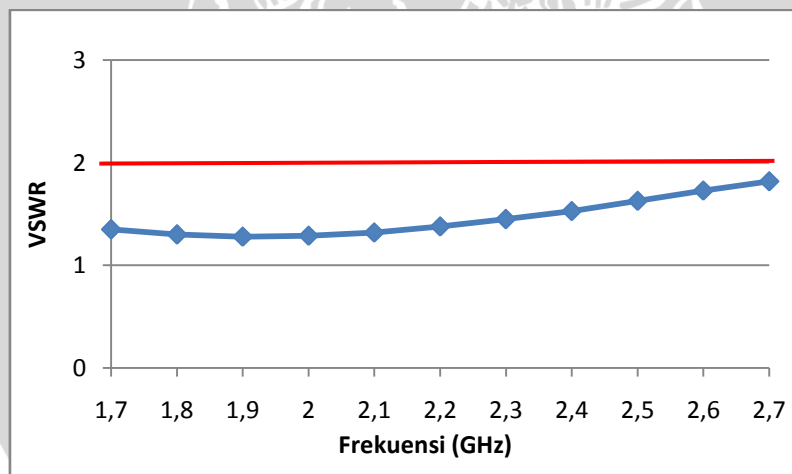
Variabel	Dimensi (mm)
a	36,4
b	26,28
L	11,2
W1	79,49
W2	74,52
h1	26,22
h2	13,52
h3	23,74
h4	63,48
S	-0,46
Y	14

Sumber: Perancangan

Dengan dimensi tersebut antenna kembali disimulasikan sehingga didapatkan hasil sebagai berikut :

a. **Bandwidth (VSWR dan Return Loss)**

- **VSWR**



Grafik 4.3 Grafik VSWR Antena Mikrostrip *Egg* dengan Slot *Rugby Ball*

Sumber: Simulasi

Tabel 4.10 Tabel VSWR Antena Mikrostrip Egg dengan Slot Rugby Ball

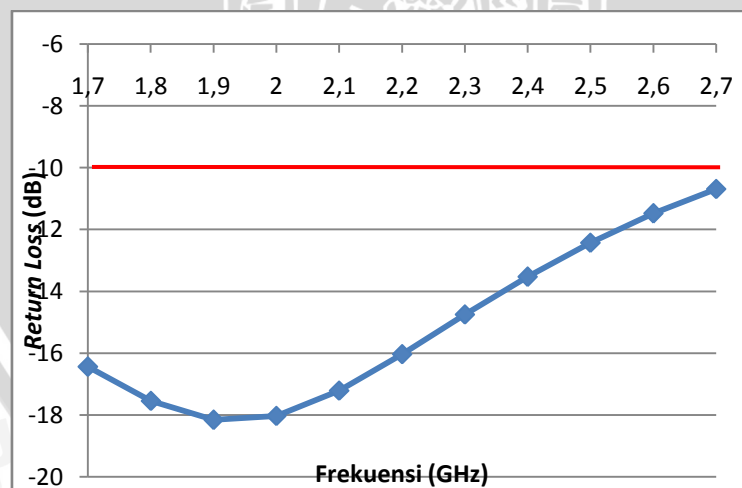
Frekuensi (Mhz)	VSWR
1700	1,35
1800	1,30
1900	1,28
2000	1,29
2100	1,32
2200	1,38
2300	1,45
2400	1,53
2500	1,63
2600	1,73
2700	1,82

Sumber: Simulasi

Hasil simulasi VSWR antena konfigurasi 26 menunjukkan bahwa antena telah memenuhi perencanaan antena dengan nilai VSWR dibawah 2 pada frekuensi 1700-2700 MHz.

- **Return Loss**

Berikut ini adalah Gambar dari *return loss*



Grafik 4.4 Grafik Return Loss Antena Mikrostrip Egg dengan Slot Rugby Ball

Sumber: Simulasi

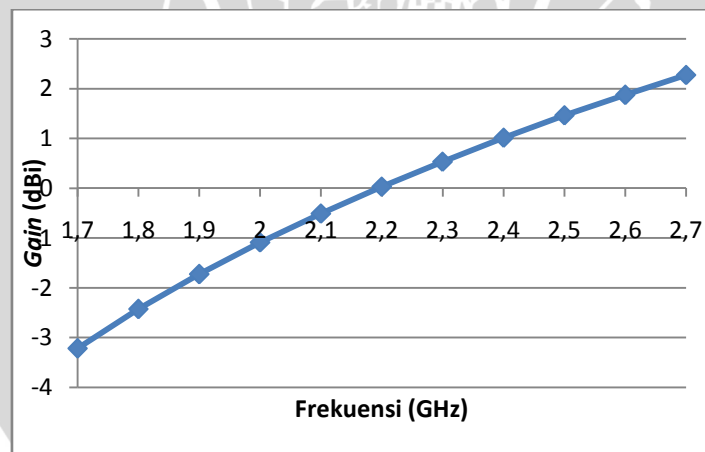
Tabel 4.11 Tabel *Return Loss* Antena Mikrostrip Egg dengan Slot Rugby Ball

Frekuensi (Mhz)	<i>Return Loss</i> (dB)
1700	-16,44
1800	-17,54
1900	-18,16
2000	-18,03
2100	-17,21
2200	-16,03
2300	-14,75
2400	-13,53
2500	-12,43
2600	-11,48
2700	-10,69

Sumber: Simulasi

Hasil simulasi antena pada konfigurasi 26 menunjukkan bahwa antena memiliki nilai *return loss* dibawah -10 dB pada rentang frekuensi 1700-2700 MHz.

b. *Gain*

**Grafik 4.5** Grafik *Gain* Antena Mikrostrip Egg dengan Slot Rugby Ball

Sumber: Simulasi

Tabel 4.12 Tabel *Gain* Antena Mikrostrip *Egg* dengan Slot *Rugby Ball*

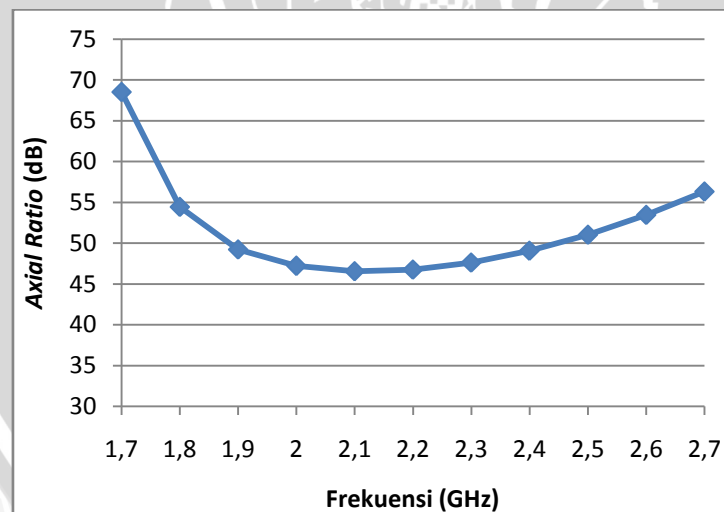
Frekuensi (MHz)	<i>Gain</i> (dBi)
1700	-3,22
1800	-2,43
1900	-1,73
2000	-1,09
2100	-0,51
2200	0,03
2300	0,53
2400	1,01
2500	1,46
2600	1,87
2700	2,27

Sumber: Simulasi

Hasil simulasi *gain* pada antena konfigurasi 26 menunjukkan bahwa nilai *gain* pada frekuensi 2400 MHz adalah sebesar 1,01 dBi.

c. Polarisasi

Polarisasi antena didefinisikan pada frekuensi 2400 MHz.

**Grafik 4.6** Grafik *Axial Ratio* Antena Mikrostrip *Egg* dengan Slot *Rugby Ball*

Sumber: Simulasi

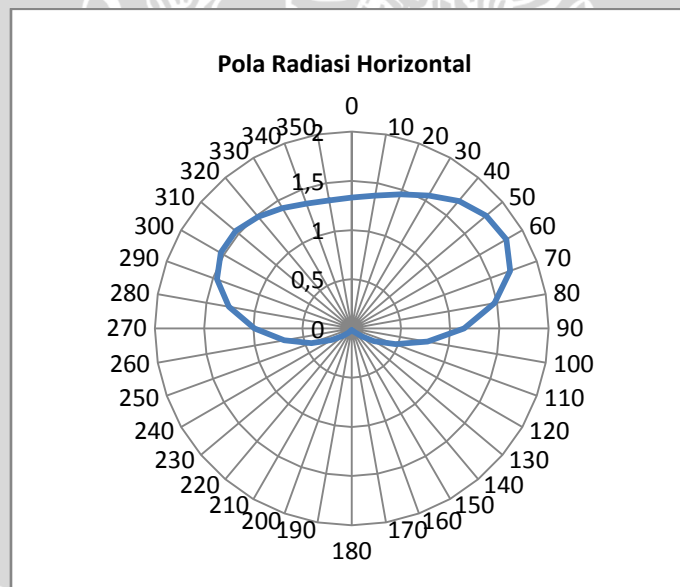
Tabel 4.13 Tabel *Axial Ratio* Antena Mikrostrip *Egg* dengan Slot *Rugby Ball*

Frekuensi (MHz)	<i>Axial Ratio</i> (dB)
1700	68,52
1800	54,43
1900	49,23
2000	47,21
2100	46,55
2200	46,75
2300	47,63
2400	49,07
2500	51,04
2600	53,47
2700	56,33

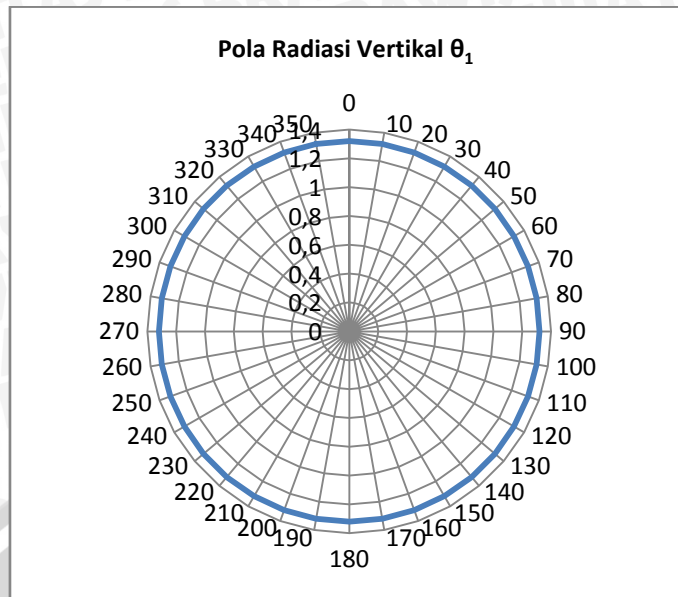
Sumber: Simulasi

Hasil simulasi polarisasi antena pada konfigurasi 26 menunjukkan nilai *axial ratio* pada frekuensi 2400 MHz sebesar 49,07 dB dengan polarisasinya berupa elips.

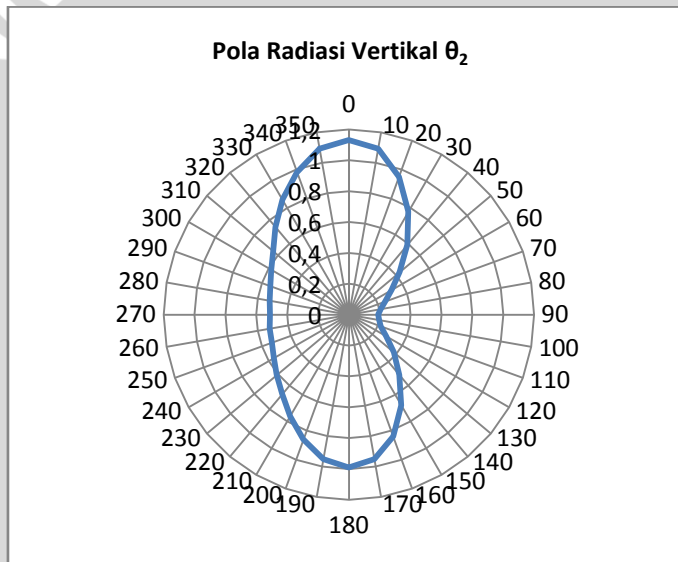
d. Pola Radiasi



(a)



(b)

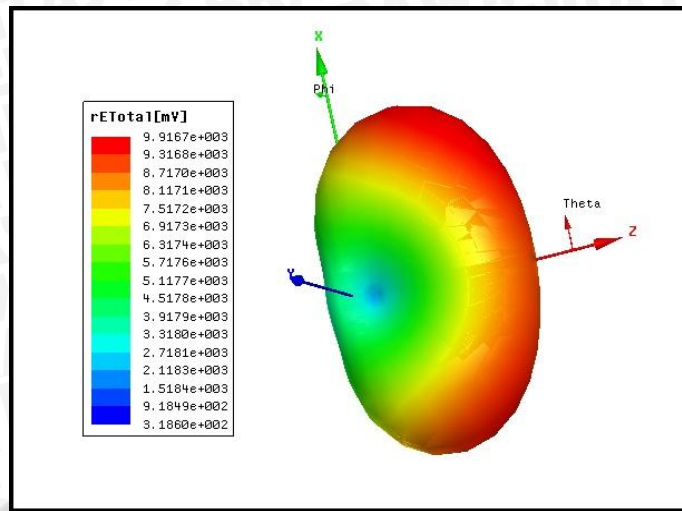


(c)

Gambar 4.3 Diagram polar pola radiasi antenna mikrostrip *egg* dengan slot *rugby ball* pada frekuensi 2400 MHz

(a) Pola radiasi horizontal, (b) Pola radiasi vertikal θ_1 (c) Pola radiasi vertikal θ_2

Sumber : Simulasi



Gambar 4.4 Gambar 3D pola radiasi antenna mikrostrip *egg* dengan slot *rugby ball* pada frekuensi 2400 MHz

Sumber : Simulasi

4.6.2 Simulasi Antena Mikrostrip *Egg* Tanpa Slot Menggunakan Simulator HFSS Ansoft v.13



(a) (b)

Gambar 4.5 Bentuk geometri antenna mikrostrip *egg* tanpa slot

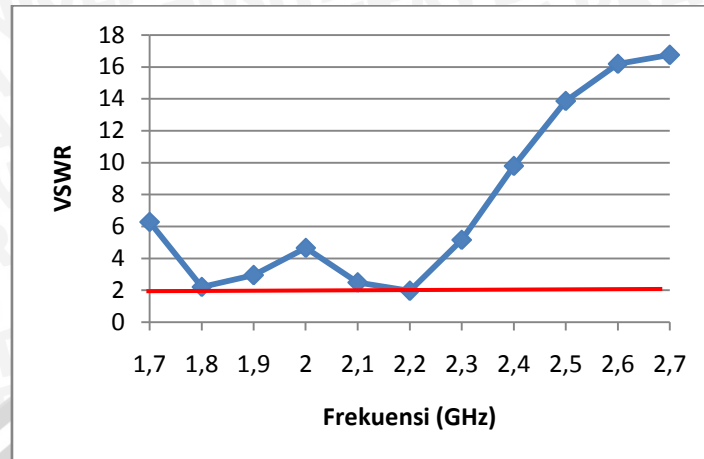
(a) Tampak depan; (b) Tampak belakang

Sumber: Perencanaan

Gambar 4.5 merupakan geometri antenna mikrostrip *egg* tanpa slot dengan dimensi yang sama dengan dimensi hasil perhitungan dan optimasi antenna *egg* dengan slot *rugby ball*. Berikut ini merupakan hasil simulasi antenna mikrostrip *egg* tanpa slot:

a. **Bandwidth (VSWR dan Return Loss)**

- **VSWR**



Grafik 4.7 Grafik VSWR Antena Mikrostrip Egg Tanpa Slot

Sumber: Simulasi

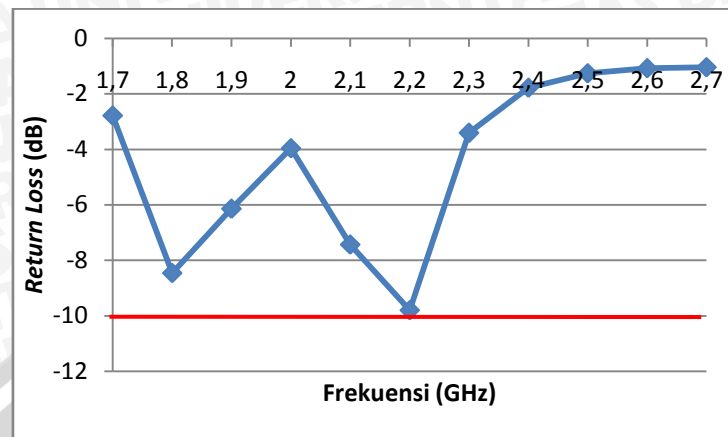
Tabel 4.14 Tabel VSWR Antena Mikrostrip Egg Tanpa Slot

Frekuensi (Mhz)	VSWR
1700	6,28
1800	2,21
1900	2,94
2000	4,66
2100	2,48
2200	1,95
2300	5,15
2400	9,79
2500	13,86
2600	16,19
2700	16,74

Sumber: Simulasi

- **Return Loss**

Berikut ini adalah grafik dari *return loss*



Grafik 4.8 Grafik *Return Loss* Antena Mikrostrip Egg Tanpa Slot

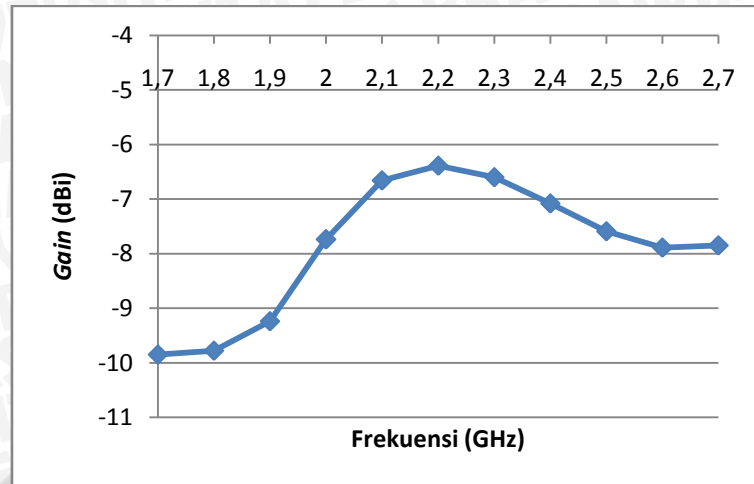
Sumber: Simulasi

Tabel 4.15 Tabel *Return Loss* Antena Mikrostrip Egg Tanpa Slot

Frekuensi (Mhz)	Return Loss (dB)
1700	-2,78
1800	-8,46
1900	-6,14
2000	-3,96
2100	-7,43
2200	-9,8
2300	-3,41
2400	-1,78
2500	-1,26
2600	-1,07
2700	-1,04

Sumber: Simulasi

b. *Gain*



Grafik 4.9 Grafik *Gain* Antena Mikrostrip Egg Tanpa Slot

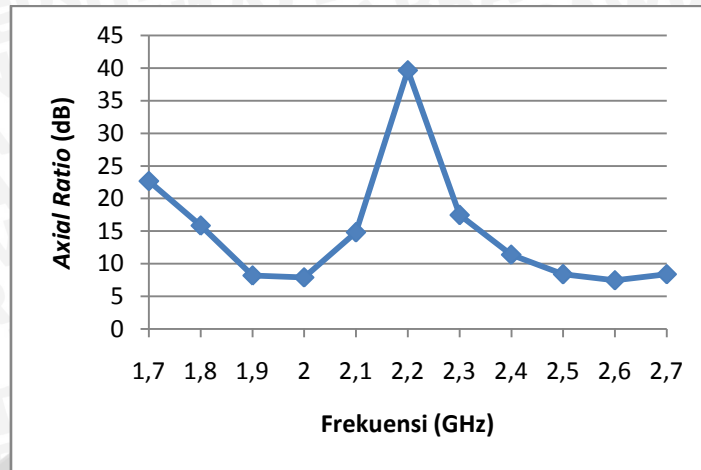
Sumber: Simulasi

Tabel 4.16 Tabel *Gain* Antena Mikrostrip Egg Tanpa Slot

Frekuensi (MHz)	Gain (dBi)
1700	-9,85
1800	9,78
1900	-9,24
2000	-7,74
2100	-6,66
2200	-6,39
2300	-6,6
2400	-7,08
2500	-7,59
2600	-7,89
2700	-7,85

Sumber: Simulasi

c. **Polarisasi**



Grafik 4.10 Grafik *Axial Ratio* Antena Mikrostrip *Egg* Tanpa Slot

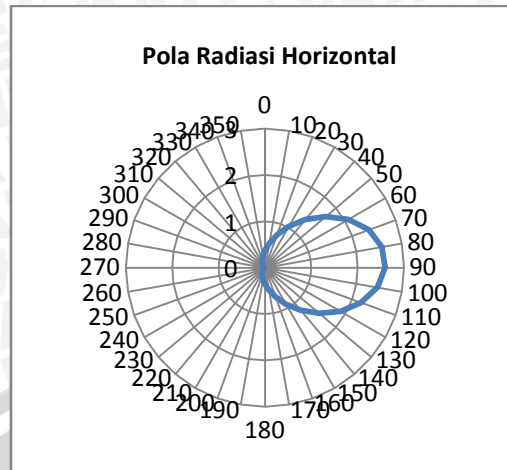
Sumber: Simulasi

Tabel 4.17 Tabel *Axial Ratio* Antena Mikrostrip *Egg* Tanpa Slot

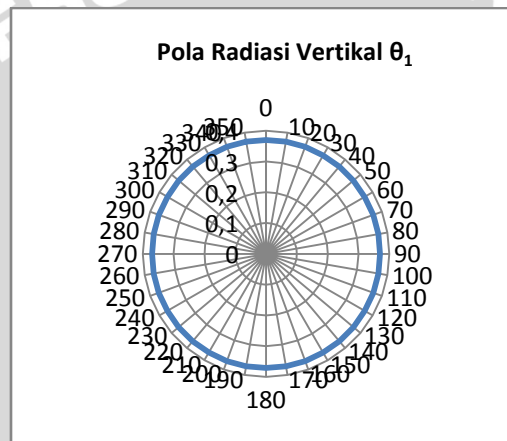
Frekuensi (MHz)	<i>Axial Ratio</i> (dB)
1700	22,65
1800	15,84
1900	8,18
2000	7,9
2100	14,78
2200	39,65
2300	17,44
2400	11,39
2500	8,36
2600	7,44
2700	8,38

Sumber: Simulasi

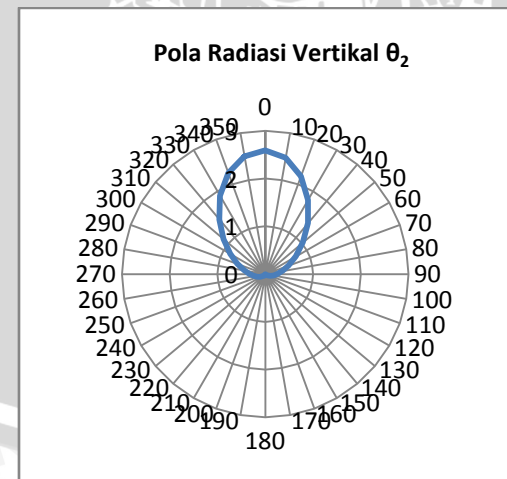
d. Pola Radiasi



(a)



(b)

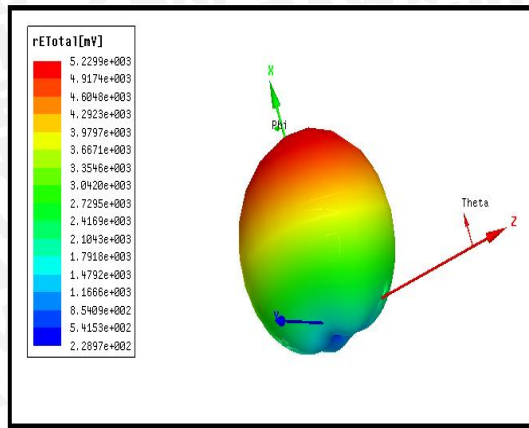


(c)

Gambar 4.6 Diagram polar pola radiasi antenna mikrostrip *egg* tanpa slot pada frekuensi 2400 MHz

(a) Pola radiasi horizontal, (b) Pola radiasi vertikal θ_1 (c) Pola radiasi vertikal θ_2

Sumber : Simulasi



Gambar 4.7 Gambar 3D pola radiasi antenna mikrostrip *egg* tanpa slot pada frekuensi 2400 MHz

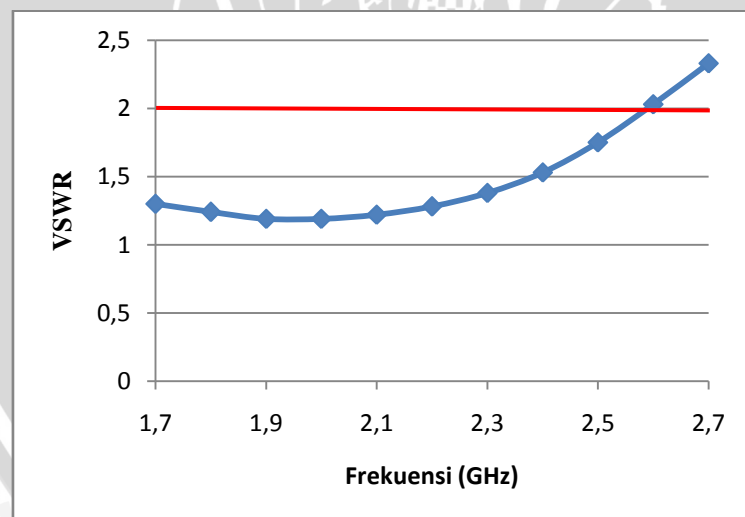
Sumber : Simulasi

4.6.3 Simulasi Antena Mikrostrip *Egg* dengan Slot *Rugby Ball* Menggunakan Simulator CST *Microwave Studio* 2011

Antena Mikrostrip disimulasi menggunakan simulator CST *Microwave Studio* 2011 dan didapatkan hasil sebagai berikut :

a. *Bandwidth (VSWR dan Return Loss)*

- *VSWR*



Grafik 4.11 Grafik VSWR Antena Mikrostrip *Egg* dengan Slot *Rugby Ball*

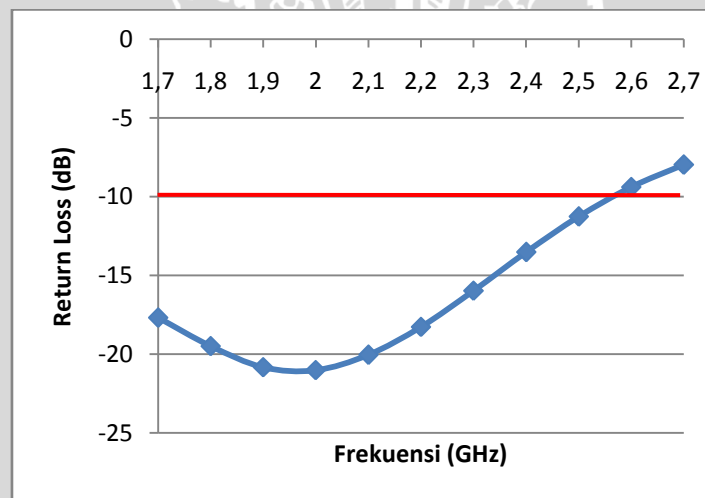
Sumber: Simulasi

Tabel 4.18 Tabel VSWR Antena Mikrostrip Egg dengan Slot Rugby Ball

Frekuensi (Mhz)	VSWR
1700	1,3
1800	1,24
1900	1,19
2000	1,19
2100	1,22
2200	1,28
2300	1,38
2400	1,53
2500	1,75
2600	2,03
2700	2,33

Sumber: Simulasi

- **Return Loss**



Grafik 4.12 Grafik Return Loss Antena Mikrostrip Egg dengan Slot Rugby Ball

Sumber: Simulasi

Tabel 4.19 Tabel *Return Loss* Antena Mikrostrip Egg dengan Slot Rugby Ball

Frekuensi (Mhz)	<i>Return Loss</i> (dB)
1700	-17,69
1800	-19,49
1900	-20,83
2000	-21,02
2100	-20,05
2200	-18,27
2300	-15,98
2400	-13,53
2500	-11,27
2600	-9,39
2700	-7,98

Sumber: Simulasi

e. Gain

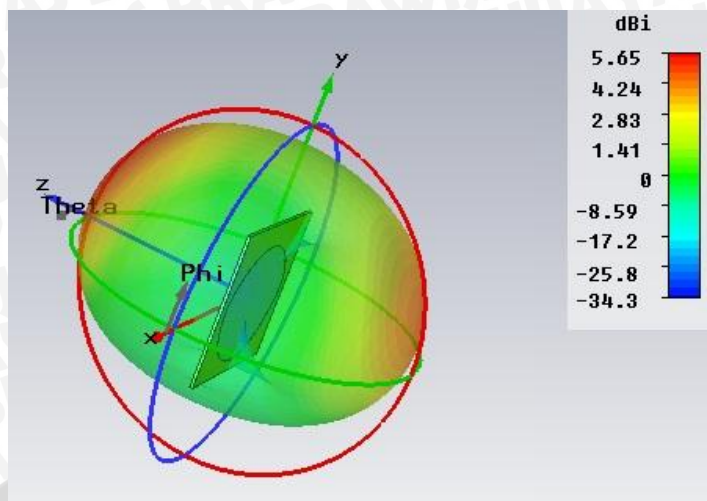
Hasil simulasi CST *Microwave Studio* 2011 menunjukkan bahwa antena mikrostrip memiliki nilai gain sebesar 5,576 dBi pada frekuensi kerja 2400 MHz.

f. Polarisasi

Hasil simulasi CST *Microwave Studio* 2011 menunjukkan bahwa antena mikrostrip memiliki nilai *axial ratio* 40 dB. Karena itu, dapat disimpulkan bahwa antena mikrostrip memiliki polarisasi elips.

g. Pola Radiasi

Hasil simulasi CST *Microwave Studio* 2011 menunjukkan bahwa antena mikrostrip memiliki pola radiasi *bidirectional*.



Gambar 4.8 Gambar 3D Pola Radiasi Antena Mikrostrip *Egg* dengan Slot *Rugby Ball* pada Frekuensi 2400 MHz
 Sumber : Simulasi



4.7 Perbandingan Hasil Simulasi Antena Mikrostrip *Egg* dengan Slot *Rugby Ball* dan Antena Mikrostrip *Egg* Tanpa Slot



Tabel 4.20 Tabulasi Hasil Simulasi Perbandingan Antena Mikrostrip *Egg* dengan Slot *Rugby Ball* Terhadap Antena Mikrostrip *Egg* Tanpa Slot

Jenis Slot	Bandwidth		Gain (dBi)	Polarisasi		Jenis Pola Radiasi
	Rentang Frekuensi (MHz)	Total Bandwidth (MHz)		Axial Ratio (dB)	Jenis Polarisasi	
Slot <i>Rugby Ball</i>	1700 - 2700	1000	1,01	49.07	Elips	<i>Bidirectional</i>
Tanpa Slot	0	0	-6,39	11,38	Elips	<i>Directional</i>

Sumber: Simulasi

4.8 Perbandingan Hasil Simulasi Antena Mikrostrip *Egg* dengan Slot *Rugby Ball* Menggunakan HFSS Ansoft v.13 dan CST Microwave Studio 2011



Tabel 4.21 Tabulasi Hasil Simulasi Perbandingan Antena Mikrostrip *Egg* dengan Slot *Rugby Ball* Menggunakan Simulator HFSS *Ansoft v.13* terhadap Antena Mikrostrip *Egg* dengan Slot *Rugby Ball* Menggunakan Simulator *CST Microwave Studio 2011*

Jenis Simulator	Bandwidth		Gain (dBi)	Polarisasi		Jenis Pola Radiasi
	Rentang Frekuensi (MHz)	Total Bandwidth (MHz)		Axial Ratio (dB)	Jenis Polarisasi	
HFSS <i>Ansoft v.13</i>	1700 - 2700	1000	1,01	49,07	Elips	<i>Bidirectional</i>
CST <i>Microwave Suite 2011</i>	1700-2500	800	5,58	40	Elips	<i>Bidirectional</i>

Sumber: Simulasi

