

BAB IV

PERANCANGAN DAN SIMULASI ANTENA MIKROSTRIP ANNULAR RING DENGAN SLOT RUGBY BALL

4.1 Tinjauan Umum

Antena mikrostrip merupakan antena yang terdiri dari substrat dengan bahan tertentu, elemen peradiasi yang terletak di salah satu sisi substrat, dan sebuah bidang konduktor yang berfungsi sebagai bidang pentanahan (*ground plane*) pada sisi yang lain.

Dalam perancangan antena mikrostrip, ada beberapa hal yang harus ditentukan terlebih dahulu. Pertama, menentukan spesifikasi substrat yang akan digunakan. Setelah diketahui spesifikasi substrat, kemudian dilakukan perancangan antena yang meliputi dimensi *patch*, *ground plane*, slot dan saluran transmisi. Setelah itu, dilakukan proses simulasi dengan software simulator *HFSS Ansoft*TM versi 13 pada antena mikrostrip dengan slot *rugby ball*, antena mikrostrip tanpa slot, dan antena mikrostrip dengan slot berbentuk lain (lingkaran dan persegi) untuk mengetahui performansi antena.

Tujuan utama dari skripsi ini adalah untuk menganalisis pengaruh slot *rugby ball* terhadap kinerja antena mikrostrip *annular ring* dengan melakukan perubahan terhadap variabel-variabel pada slot *rugby ball* sebelum dilakukan pengujian pengukuran antena yang telah difabrikasi. Oleh karena itu, antena yang akan disimulasikan terlebih dahulu adalah antena mikrostrip dengan slot *rugby ball*. Apabila performansi antena tidak seperti yang diinginkan, maka dilakukan proses optimasi untuk meningkatkan performansi antena. Setelah melakukan optimasi dan didapatkan hasil yang diharapkan, baru dilakukan simulasi antena mikrostrip tanpa slot dan antena mikrostrip dengan slot berbentuk lain (lingkaran dan persegi).

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 *Phenolic White Paper* – FR 2
 - konstanta dielektrik (ϵ_r) = 4,5
 - ketebalan lapisan dielektrik (h) = 0,0019 m = 1,9 mm
 - loss tangent* = 0,02

- 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 = 50 Ω

4.3 Perencanaan Dimensi Elemen Peradiasi

Sebelum menentukan dimensi elemen peradiasi, maka terlebih dahulu harus ditentukan frekuensi resonansi (f_r) yang digunakan. Frekuensi resonansi pada antena *ultra wideband* merupakan frekuensi tengahnya sehingga untuk perencanaan antena yang bekerja pada frekuensi 700-2.700 MHz, frekuensi tengahnya yaitu 1.700 MHz, dan nilai perambatan di ruang bebas (c) sebesar 3×10^8 m/s. Dengan menggunakan persamaan (2-20):

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

$$\lambda_0 = \frac{3 \times 10^8}{1,7 \times 10^9} = 0,176 \text{ m} = 176 \text{ mm}$$

4.3.1 Perencanaan Dimensi Patch

Patch annular ring terdiri dari radius lingkaran luar (R_1) dan radius lingkaran dalam (R_2). Radius lingkaran luar (R_1) dan radius lingkaran dalam (R_2) *patch annular ring* dapat dicari dengan persamaan (2-23) dan persamaan (2-24):

$$R_1 = \frac{2c}{3\pi f_r} \sqrt{\frac{1 + \epsilon_r}{2\epsilon_r}}$$

$$R_1 = \frac{2 \cdot 3 \times 10^8}{3\pi \times 1,7 \times 10^9} \sqrt{\frac{1 + 4,5}{2 \times 4,5}} = 29,2 \times 10^{-3} \text{ m} = 29,2 \text{ mm}$$

$$R_2 = \frac{c}{3\pi f_r} \sqrt{\frac{1 + \epsilon_r}{2\epsilon_r}}$$

$$R_2 = \frac{3 \times 10^8}{3\pi \times 1,65 \times 10^9} \sqrt{\frac{1 + 4,5}{2 \times 4,5}} = 0,0146 \text{ m} = 14,6 \text{ mm}$$

4.3.2 Perencanaan Dimensi Ground plane

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

$$\begin{aligned} L_g &= 6h + 2R = (6 \times 1,9 \times 10^{-3}) + (2 \times 29,2 \times 10^{-3}) \\ &= 71,4 \times 10^{-3} \text{ m} = 71,4 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_g &= 6h + \frac{\pi R}{2} = (6 \times 1,9 \times 10^{-3}) + \frac{\pi \times 29,2 \times 10^{-3}}{2} \\ &= 58,52 \times 10^{-3} \text{ m} = 58,52 \text{ mm} \end{aligned}$$

4.4 Perancangan Dimensi Saluran Transmisi

Untuk menentukan panjang dari saluran transmisi mikrostrip (L) yang dihitung dengan menggunakan persamaan (2-30), sebelumnya ditentukan terlebih dahulu panjang gelombang pada saluran transmisi mikrostrip dengan persamaan (2-29):

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

$$\lambda_d = \frac{0,176}{\sqrt{4,5}} = 0,0831 \text{ m} = 83,1 \text{ mm}$$

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

$$L = \frac{1}{4} 0,084 = 0,021 \text{ m} = 21 \text{ mm}$$

Sedangkan lebar saluran transmisi ditentukan dengan menggunakan persamaan (2-31) dan (2-32) :

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

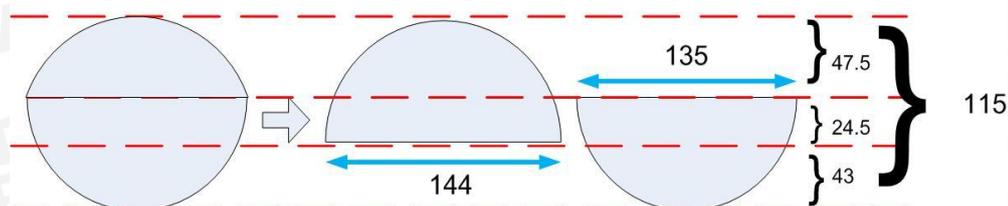
$$W = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\}$$

$$W = \frac{2 \times 1,9}{3,14} \left\{ 5,5 - 1 - \ln(2 \times 5,5 - 1) + \frac{4,5 - 1}{2 \times 4,5} \left[\ln(5,5 - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{4,5} \right] \right\}$$

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

4.5 Perancangan Slot Rugby Ball

Slot *rugby ball* akan dirancang sesuai dimensi asli dari antenna *rugby ball* yang telah terbukti dapat bekerja pada frekuensi *Ultra wideband* yaitu dengan panjang 115 mm dan lebar 135 mm seperti yang ditunjukkan gambar 2-8:



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 annular ring*.

4.6 Simulasi Antena Mikrostrip *Annular Ring* dengan Slot *Rugby Ball*

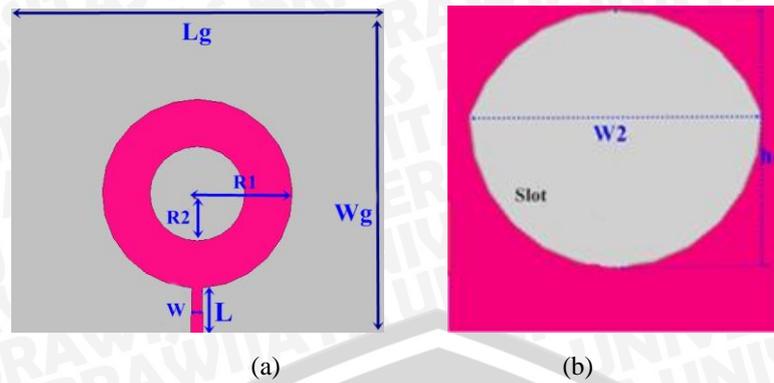
Perancangan antena mikrostrip dilakukan secara matematis berdasarkan pada materi dan referensi yang diperoleh dari hasil studi literatur. Hasil rancangan kemudian disimulasikan menggunakan simulator *HFSS Ansoft*TM versi 13 untuk mengetahui parameter antena. Tahap perancangan dan simulasi antena ini penting untuk melihat kualifikasi dari hasil rancangan apakah sudah sesuai atau belum dengan yang direncanakan sebelum dilakukan fabrikasi serta sebagai pengujian pengaruh slot *rugby ball* terhadap kinerja antena mikrostrip *annular ring* dengan slot *rugby ball*.

Langkah-langkah perancangan dan simulasi dengan simulator *HFSS Ansoft*TM versi 13 adalah sebagai berikut (secara detail dilampirkan) :

1. Membuka program simulator *HFSS Ansoft*TM versi 13.
2. Menentukan parameter dasar
3. Membuat antena mikrostrip *annular ring* dengan slot *rugby ball* sesuai dimensi perencanaan
4. Melakukan simulasi pada rentang frekuensi yang diinginkan
5. Melakukan tabulasi parameter hasil simulasi sebelum dilakukan analisis.

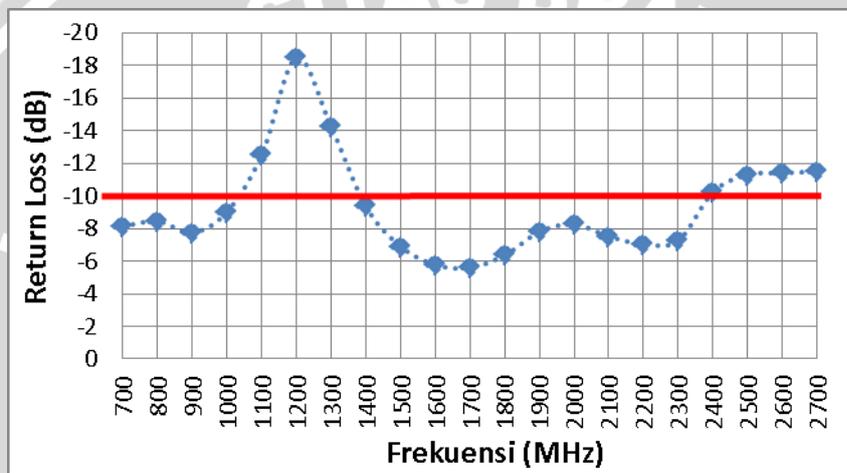
4.6.1 Simulasi dan Optimasi Antena Mikrostrip *Annular Ring* dengan Slot *Rugby Ball*

Setelah mendapatkan dimensi *patch*, *ground plane*, slot, dan saluran transmisi, kemudian dilakukan proses simulasi untuk mengetahui performansi antena. Simulasi dilakukan dengan menggunakan simulator *HFSS Ansoft*TM versi 13. Dalam proses simulasi ini parameter awal yang diamati adalah *Return Loss* untuk mengetahui *kematchingan* antena.



Gambar 4.1 Bentuk Geometri Antena Mikrostrip *annular ring* dengan slot *rugby ball* (sebelum Optimasi): (a) tampak depan; (b) tampak belakang

Sumber: Perencanaan



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 berada pada rentang $Return Loss \leq -10 \text{ dB}$ hanya berada pada frekuensi 1000 – 1377 dan 2400 - 2700 MHz. Hasil simulasi menunjukkan antenna belum memenuhi syarat perencanaan antenna, yaitu bekerja pada rentang frekuensi 700 – 2700 MHz, sehingga masih perlu dilakukan optimasi untuk mendapatkan hasil yang memuaskan.

4.6.1.1 Optimasi Patch dan Saluran Transmisi

Karena pada perancangan antenna *ultra wideband* parameter yang menjadi perhatian utama merupakan *bandwidth* antenna, maka faktor utama yang menjadi pertimbangan pada proses optimasi patch dan saluran transmisi hanya *bandwidth* antenna. Parameter lain seperti *gain*, polarisasi, dan pola radiasi akan diperhitungkan

setelah didapatkan dimensi *patch* dan saluran transmisi terbaik. Proses optimasi yang dilakukan antara lain:

a. Dimensi *Patch Annular Ring*

Berdasarkan perhitungan, didapatkan bahwa antenna konfigurasi 10 dengan nilai radius luar *patch annular ring* (R_1) sebesar 29,2 mm dan nilai radius luar *patch annular ring* (R_2) sebesar 14.6 mm belum memenuhi syarat *bandwidth* yang direncanakan. Oleh karena itu, optimasi akan dilakukan dengan cara mengubah dimensi *patch annular ring* ketika dimensi antenna lain tetap sesuai perhitungan sebelumnya.

Tabel 4.1 Tabel Optimasi *Patch Annular Ring*

Konfigurasi	R_1 (mm)	R_2 (mm)	Rentang Frekuensi (MHz)	Total <i>Bandwidth</i> (MHz)
1	29,2	14,6	1000 – 1377 2400 - 2700	677
2	20	10	1300 - 1800	500
3	25	12,5	1150 - 1775	625
4	30	15	800 – 1600 2400 - 2700	1.100
5	35	17,5	700 – 800 1995 - 2700	805
6	40	20	1850 - 2350	500

Sumber : Perancangan

Berdasarkan hasil dari tabel 4.3, dapat ditarik kesimpulan bahwa total *bandwith* paling lebar dihasilkan oleh konfigurasi 4 yaitu antenna dengan radius lingkaran luar (R_1) 30 mm dan radius lingkaran dalam (R_2) 15 mm.

b. Panjang Saluran Transmisi

Optimasi *patch annular ring* menunjukkan bahwa konfigurasi terbaik dihasilkan oleh konfigurasi 4. Oleh karena itu, optimasi panjang saluran transmisi akan dilakukan berdasarkan dimensi konfigurasi 4 dengan variasi panjang saluran transmisi berikut ini:

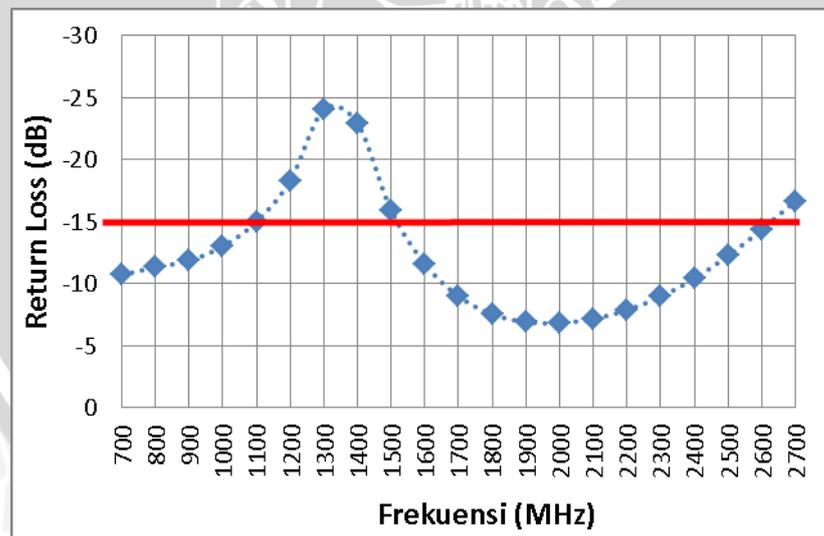
Tabel 4.2 Tabel Optimasi Panjang Saluran Transmisi Antena

Konfigurasi	L (mm)	Rentang Frekuensi (MHz)	Total <i>Bandwidth</i> (MHz)
4	21	800 – 1600 2400 - 2700	1.575
7	18,5	1050 - 1450 2300-2700	1.250
8	17,25	700 – 1600 2400 - 2700	1.200
9	16	700 – 1673 2346 - 2700	1.327
10	14,75	700 – 1625 2.400 – 2.700	1.225
11	13,5	0	0

Sumber : Perancangan

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa konfigurasi 9 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 radius luar (R1) 30 mm, radius dalam (R2) 15 mm, dan saluran transmisi sepanjang 16 mm memiliki *bandwidth* terbesar diantara konfigurasi antena lain seperti yang ditunjukkan oleh grafik *Return Loss* berikut ini.

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

Sumber: simulasi

Grafik tersebut menunjukkan bahwa hasil optimasi *patch* dan saluran transmisi telah meningkatkan *bandwidth* sehingga antena dapat bekerja pada frekuensi 700 – 1673 MHz dan 2346 – 2700 MHz. Setelah didapatkan dimensi *patch* dan saluran

transmisi terbaik, dilakukan variasi dimensi dan letak slot *rugby ball* sehingga didapatkan hasil yang lebih baik dan agar diketahui pengaruh slot rugby ball terhadap performansi antenna.

4.6.2 Variasi 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*

Berdasarkan perbandingan dimensi antenna *rugby ball* pada gambar 2.9 dan persamaan (2.40), dimensi *rugby ball* yang akan diaplikasikan pada slot antenna mikrostrip *annular ring* divariasikan mulai dari skala 100% yang merupakan dimensi asli *rugby ball* seperti pada gambar 2.8 hingga skala tertentu sampai didapatkan hasil yang diinginkan.

Tabel 4.3 Variasi Dimensi Slot *Rugby Ball*

Konfigurasi	Skala	W1 (mm)	W2 (mm)	h1 (mm)	h2 (mm)	h3 (mm)	h4 (mm)	Rentang Frekuensi (MHz)	Total Bandwidth (MHz)
9	100%	144	135	47,5	24,5	43	115	700 – 1673 2346 - 2700	1327
12	95%	136,8	128,25	45,125	23,275	40,85	109,25	1000-1500 2200-2700	1000
13	85%	122,4	114,75	40,375	20,825	36,55	97,75	650 – 1600	1300
14	75%	108	101,25	35,625	18,375	32,25	86,25	700 – 1500 1853 - 2400	1347
15	65%	93,6	87,75	30,875	15,925	27,95	74,75	800-1400 200-2350	900

Sumber : Perancangan

Berdasarkan tabel (4-1), diketahui bahwa *bandwith* paling lebar dihasilkan oleh konfigurasi 3 yaitu slot *rugby ball* dengan skala 75% dari dimensi asli antenna *rugby ball*. Berdasarkan hasil tersebut, dilakukan optimasi lebih lanjut dengan kisaran skala 75% agar didapatkan hasil yang lebih akurat.

Tabel 4.4 Variasi Dimensi Slot *Rugby Ball* pada Kisaran Skala 75%

Kon-figu-rasi	Ska-la (%)	W1 (mm)	W2 (mm)	h1 (mm)	h2 (mm)	h3 (mm)	h4 (mm)	Rentang Frekuensi (MHz)	Total Band-width (MHz)
16	77	110,88	103,95	36,575	18,865	33,11	88,55	710 – 1500 1850 -1950	890
17	76,5	110,2	103,2	36,3375	18,742	32,895	87,97	700 – 1700 1900 -2400	1500
18	76	109,44	102,6	36,1	18,62	32,68	87,4	1000 –1200 1450-1600 1900-2700	1150
19	75,5	108,7	101,9	35,8625	18,5	32,47	86,83	700 - 740 975-1200 1450-1650 1900-2700	1290
20	74.5	107,28	100,57	35,3875	18,252	32,035	85,67	720 – 1500 1850 -2350	1280
21	74	106,56	99,9	35,15	18,13	31,82	85,1	750 - 1450 2000-2200	900
22	73.5	105,84	99,225	34,9125	18,007	31,605	84,52	750 - 1450 1950 -2250	1000

Sumber : Perancangan

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa slot *rugby ball* menghasilkan *bandwidth* dan *bandwidth* fraksional paling lebar pada konfigurasi 17. Oleh karena itu, slot *rugby ball* konfigurasi 17 dengan dimensi 76,5% dari skala asli antenna *rugby ball* akan diimplementasikan dalam perancangan antenna mikrostrip *annular ring*.

b. Letak Slot *Rugby Ball*

Optimasi selanjutnya adalah variasi jarak slot *rugby ball* terhadap *patch annular ring* (S). Nilai S positif menunjukkan bahwa slot digeser ke atas dan nilai negatif menunjukkan bahwa slot digeser ke arah bawah. Sesuai dengan hasil optimasi *patch* dan saluran transmisi, didapatkan bahwa konfigurasi terbaik merupakan konfigurasi 17 sehingga dimensi antenna dibuat tetap sesuai konfigurasi 17 lengan variasi letak slot *rugby ball*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh jarak slot *rugby ball* dengan *patch* antenna.

Tabel 4.5 Tabel Variasi Jarak Slot *Rugby Ball* terhadap *Patch*

Konfigurasi	S (mm)	Rentang Frekuensi (MHz)	Total Bandwidth (MHz)
17	0	700 – 1500 1825 - 2700	1675
23	-4	700 - 1600 2050 - 2250	1200
24	-2	700 - 2700	2000
25	2	1050 - 1450	400
26	4	0	0

Sumber : Perancangan

Tabel 4.5 menampilkan hasil simulasi dari variasi jarak slot *rugby ball* dengan *patch* antenna. Berdasarkan tabel 4.5 dapat disimpulkan bahwa pada konfigurasi 24 dengan $S = -2$ mm, antenna dapat bekerja pada rentang frekuensi 700–2700 MHz. dan memiliki *bandwidth* sebesar 2000 MHz yang merupakan *bandwidth* paling lebar diantara variasi jarak yang lain. Hal ini juga berarti bahwa antenna telah memiliki rentang frekuensi kerja sesuai dengan perencanaan antenna

Setelah dilakukan optimasi, dimensi dari konfigurasi 24 yang merupakan konfigurasi terbaik ditunjukkan oleh tabel di bawah ini :

Tabel 4.6 Tabel Dimensi konfigurasi 24

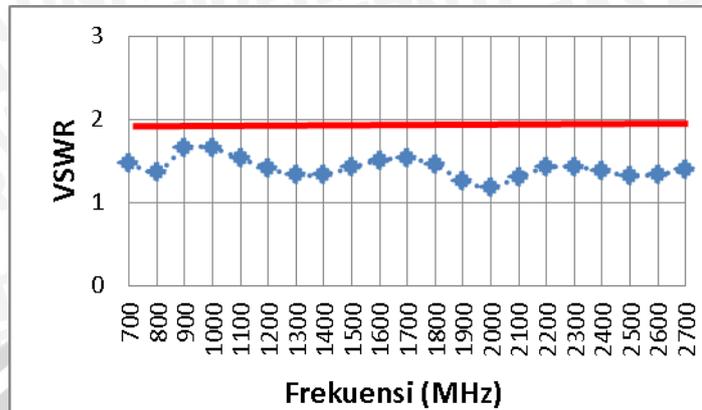
Variabel	Dimensi (mm)
R_1	30
R_2	15
L	16
S	-2
W1	110,2
W2	103,2
h1	36,3375
h2	18,742
h3	32,895
h4	87,975

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 *Annular Ring* dengan Slot *Rugby Ball*

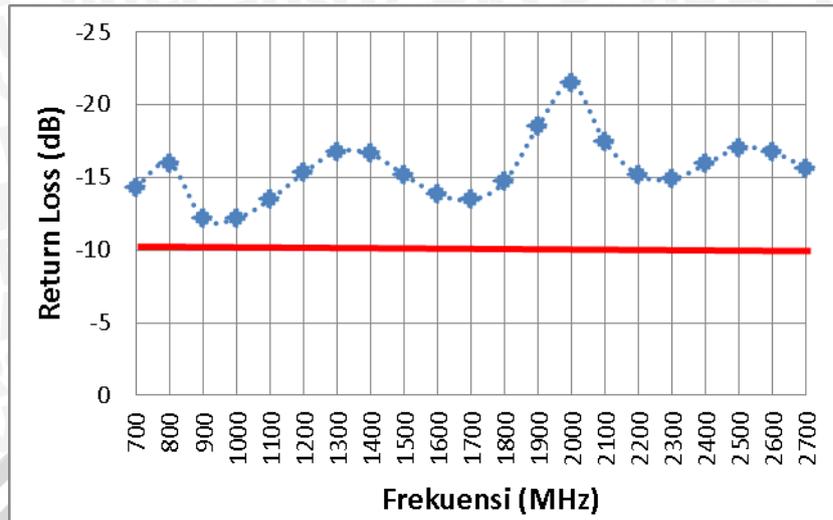
Sumber: Hasil Simulasi

Tabel 4.7 Tabel VSWR Antena Mikrostrip *Annular Ring* dengan Slot *Rugby Ball*

Sumber: Hasil Simulasi

Frekuensi (Mhz)	VSWR
700	1,47
800	1,37
900	1,65
1000	1,65
1100	1,53
1200	1,41
1300	1,33
1400	1,34
1500	1,42
1600	1,51
1700	1,53
1800	1,45
1900	1,26
2000	1,18
2100	1,31
2200	1,42
2300	1,43
2400	1,38
2500	1,32
2600	1,34
2700	1,39

b. *Return Loss*



Grafik 4.4 Grafik *Return Loss* Antena Mikrostrip *Annular Ring* dengan Slot *Rugby Ball*

Sumber: Hasil Simulasi

Tabel 4.8 Tabel *Return Loss* Antena Mikrostrip *Annular Ring* dengan Slot *Rugby Ball*

Sumber: Hasil Simulasi

Frekuensi (Mhz)	<i>Return Loss</i> (dB)
700	-14,305
800	-15,97
900	-12,15
1000	-12,18
1100	-13,46
1200	-15,29
1300	-16,76
1400	-16,61
1500	-15,17
1600	-13,84
1700	-13,45
1800	-14,7
1900	-18,51
2000	-21,44
2100	-17,4
2200	-15,15
2300	-14,88
2400	-15,9
2500	-17,04
2600	-16,73
2700	-15,61

a. *Gain*

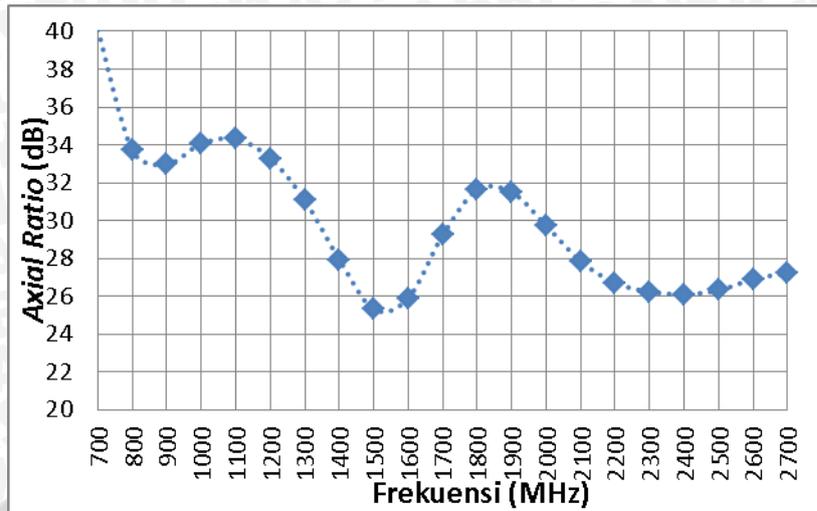
c

Tabel 4.9 Tabel *Gain* Antena Mikrostrip Annular Ring dengan Slot Rugby Ball

Sumber: Hasil Simulasi

Frekuensi (MHz)	Gain (dBi)
700	0,45
800	2,21
900	3,54
1000	4,61
1100	5,49
1200	6,22
1300	6,82
1400	7,32
1500	7,7
1600	7,78
1700	7,89
1800	7,41
1900	6,38
2000	4,96
2100	3,62
2200	2,68
2300	2,04
2400	1,4
2500	0,56
2600	-0,44
2700	-1,5

b. *Polarisasi*



Grafik 4.6 Grafik Axial Ratio Antena Mikrostrip Annular Ring dengan Slot Rugby Ball

Sumber: Hasil Simulasi

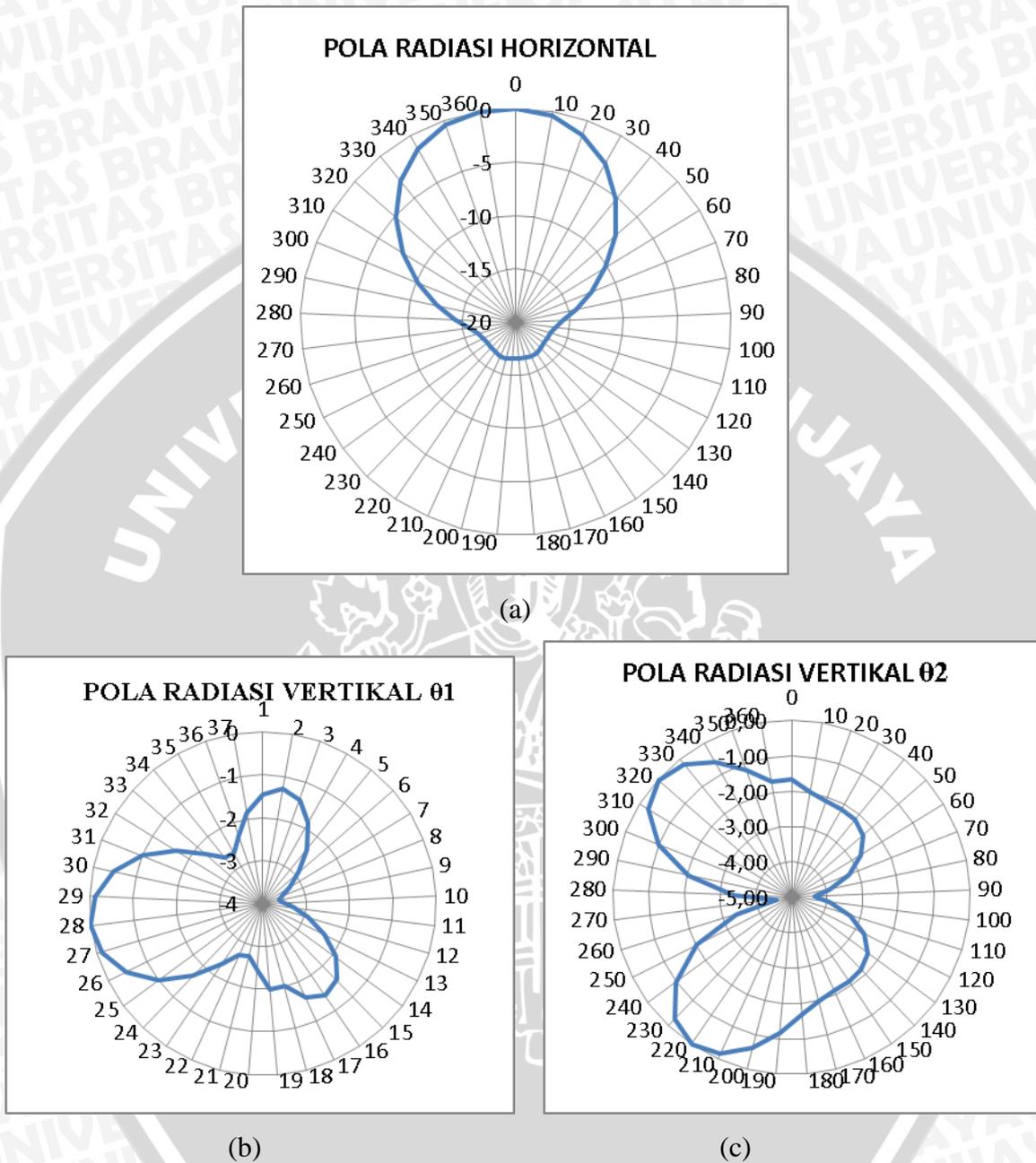
Tabel 4.10 Tabel Axial Ratio Antena Mikrostrip Annular Ring dengan Slot Rugby Ball

Sumber: Hasil Simulasi

Frekuensi (MHz)	Axial Ratio (dB)
700	40,09
800	33,7
900	32,97
1000	34,06
1100	34,31
1200	33,29
1300	31,06
1400	27,93
1500	25,31
1600	25,9
1700	29,23
1800	31,61
1900	31,49
2000	29,73
2100	27,84
2200	26,7
2300	26,23
2400	26,1
2500	26,31
2600	26,9
2700	27,22

c. Pola Radiasi

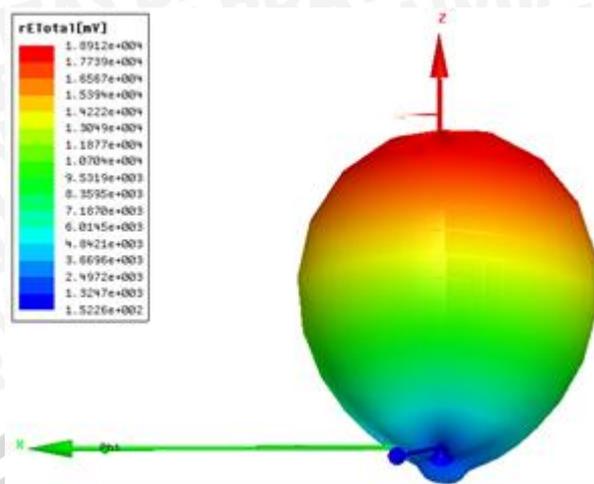
Karena *Gain* tertinggi terletak pada frekuensi 1700 MHz, maka jenis pola radiasi antenna didefinisikan oleh pola radiasi pada frekuensi 1700 MHz.



Gambar 4.2 Diagram Polar Pola Radiasi Antena Mikrostrip *Annular Ring* dengan Slot *Rugby Ball* pada Frekuensi 1700 MHz

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

Sumber : Hasil Simulasi

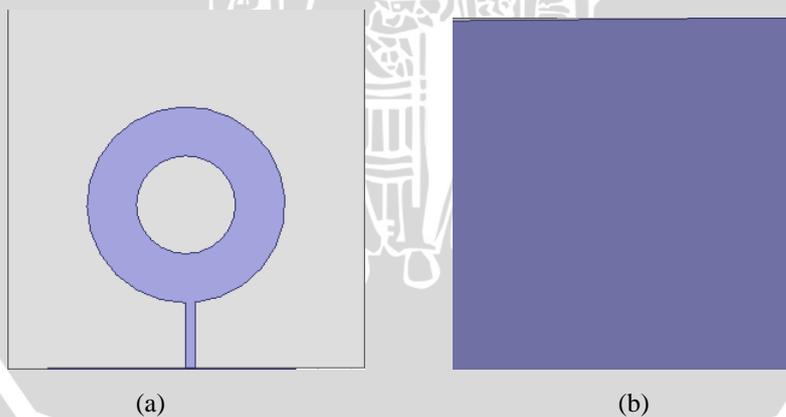


Gambar 4.3 Gambar 3D Pola Radiasi Antena Mikrostrip *Annular Ring* dengan Slot *Rugby Ball* pada Frekuensi 1700 MHz

Sumber : Hasil Simulasi

4.6.3 Simulasi Antena Mikrostrip *Annular Ring* Tanpa Slot, Antena Mikrostrip *Annular Ring* dengan Slot *Rugby Ball*, Antena Mikrostrip *Annular Ring* dengan Slot Persegi, dan Antena Mikrostrip *Annular Ring* dengan Slot Lingkaran

4.6.3.1 Antena Mikrostrip *Annular Ring* Tanpa Slot



Gambar 4.4 Antena Mikrostrip *Annular Ring* Tanpa Slot

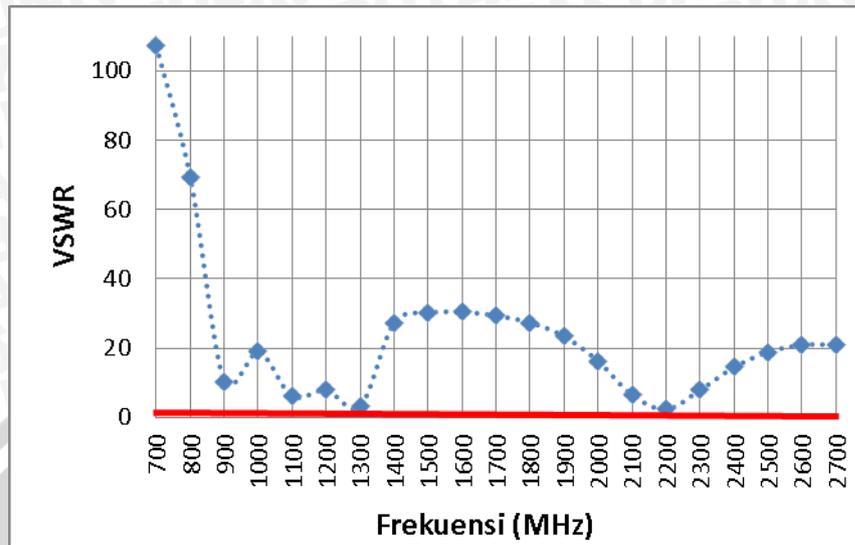
(a) tampak depan, (b) tampak belakang

Sumber : Perencanaan

Gambar 4.2 merupakan geometri antena mikrostrip *annular ring* tanpa slot dengan dimensi yang sama dengan dimensi hasil perhitungan dan optimasi antena *annular ring* dengan slot *rugby ball*. Berikut ini merupakan hasil simulasi antena mikrostrip *annular ring* tanpa slot:

a. *Bandwidth (VSWR dan Return Loss)*

- **VSWR**



Grafik 4.7 Grafik VSWR Antena Mikrostrip *Annular Ring* tanpa Slot

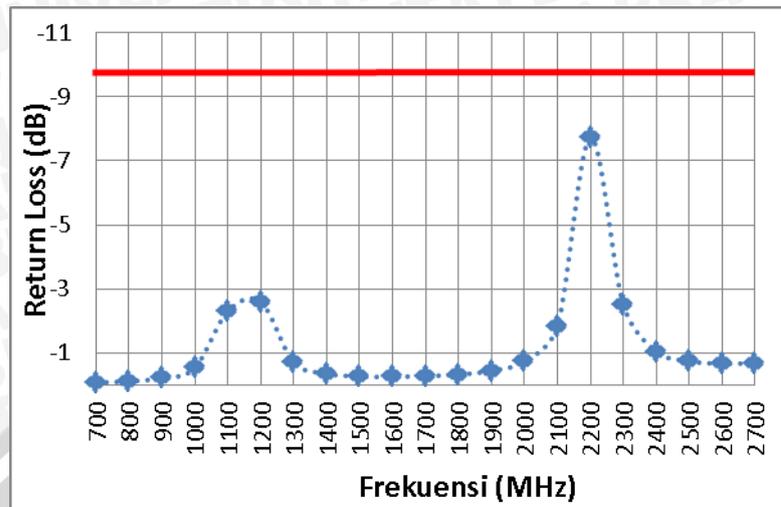
Sumber: Hasil Simulasi

Tabel 4.11 Tabel VSWR Antena Mikrostrip *Annular Ring* Tanpa Slot

Sumber: Hasil Simulasi

Frekuensi (Mhz)	VSWR
700	107,189
800	69,28
900	10,33
1000	19,03
1100	6,13
1200	7,88
1300	3,19
1400	27,36
1500	30,17
1600	30,37
1700	29,37
1800	27,29
1900	23,38
2000	16,22
2100	6,45
2200	2,39
2300	7,92
2400	14,49
2500	18,86
2600	20,95
2700	20,9

- *Return Loss*



Grafik 4.8 Grafik *Return Loss* Antena Mikrostrip *Annular Ring* tanpa Slot

Sumber : Hasil Simulasi

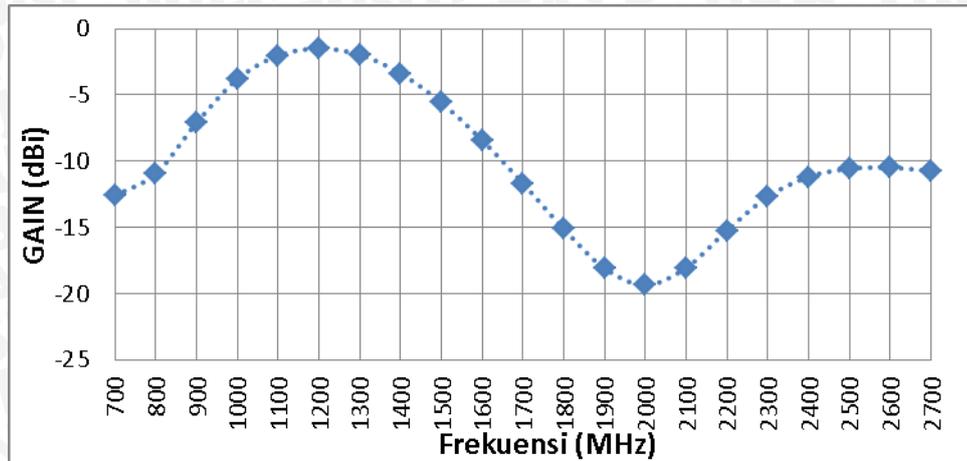
Tabel 4.12 Tabel *Return Loss* Antena Mikrostrip *Annular Ring* Tanpa Slot

Sumber : Hasil Simulasi

Frekuensi (Mhz)	<i>Return Loss</i> (dB)
700	-0,07
800	-0,11
900	-0,21
1000	-0,53
1100	-2,3
1200	-2,58
1300	-0,7
1400	-0,35
1500	-0,26
1600	-0,25
1700	-0,27
1800	-0,32
1900	-0,44
2000	-0,73
2100	-1,83
2200	-7,73
2300	-2,5
2400	-1,04
2500	-0,74
2600	-0,66
2700	-0,68

b. Gain

Berikut ini merupakan hasil simulasi *gain* antenna:



Grafik 4.9 Grafik *Gain* Antena Mikrostrip *Annular Ring* Tanpa Slot

Sumber: Hasil Simulasi

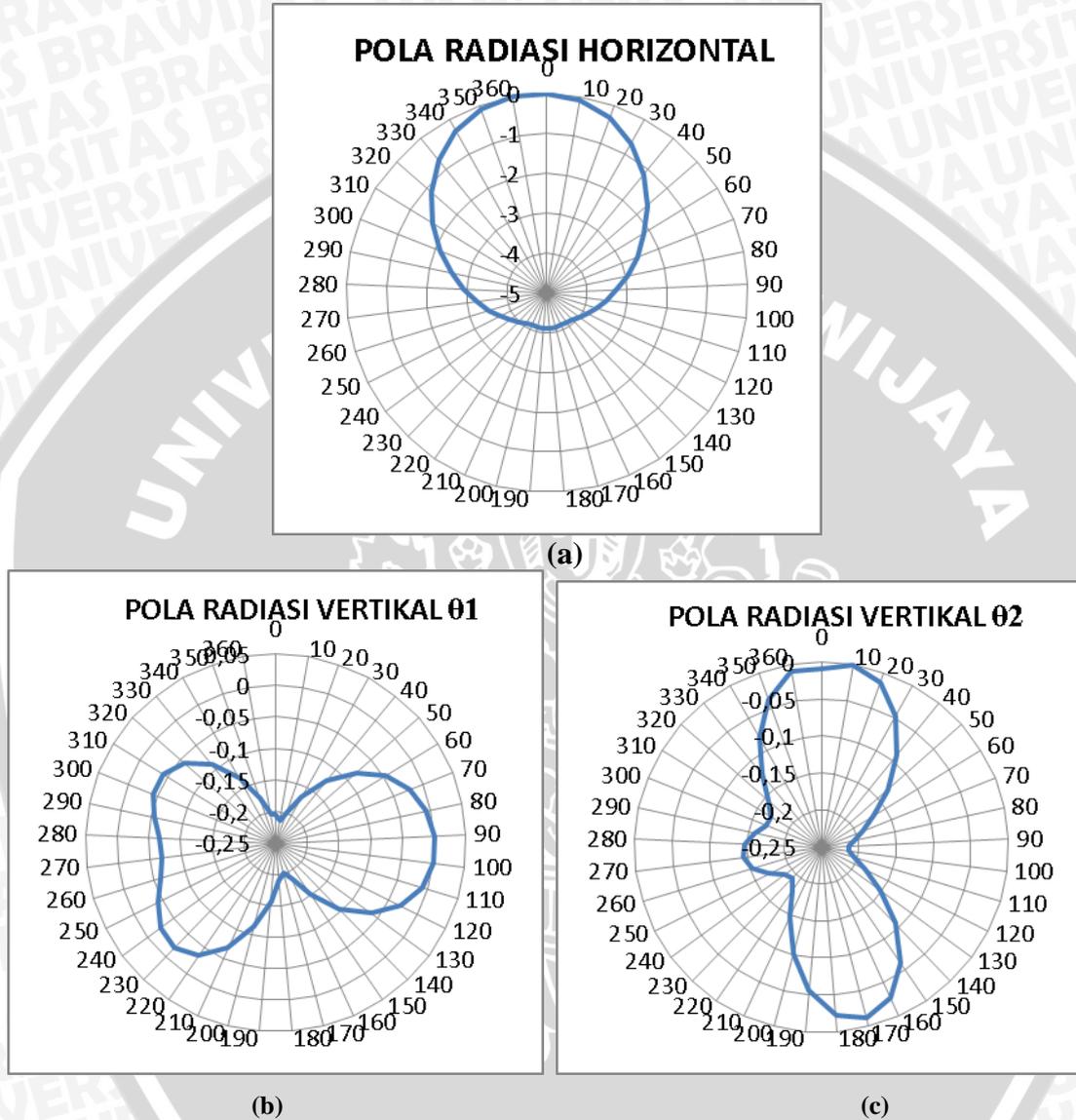
Tabel 4.14 Tabel *Gain* Antena Mikrostrip *Annular Ring* Tanpa Slot

Sumber: Hasil Simulasi

Frekuensi (MHz)	<i>Gain</i> (dBi)
700	-12,58
800	-10,94
900	-7,1
1000	-3,8
1100	-2,02
1200	-1,49
1300	-1,96
1400	-3,37
1500	-5,58
1600	-8,41
1700	-11,67
1800	-15,11
1900	-18,08
2000	-19,34
2100	-18,05
2200	-15,23
2300	-12,68
2400	-11,18
2500	-10,56
2600	-10,49
2700	-10,72

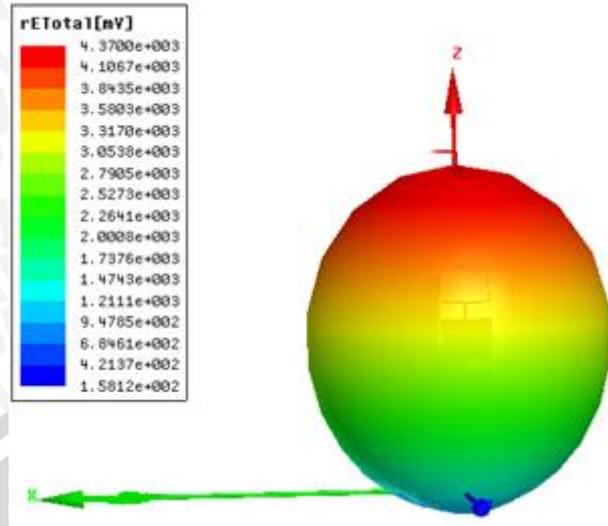
c. Pola Radiasi

Hasil simulasi di atas menunjukkan bahwa *gain* tertinggi terletak pada frekuensi 1200 MHz sehingga jenis pola radiasi antenna didefinisikan oleh pola radiasi pada frekuensi tersebut.



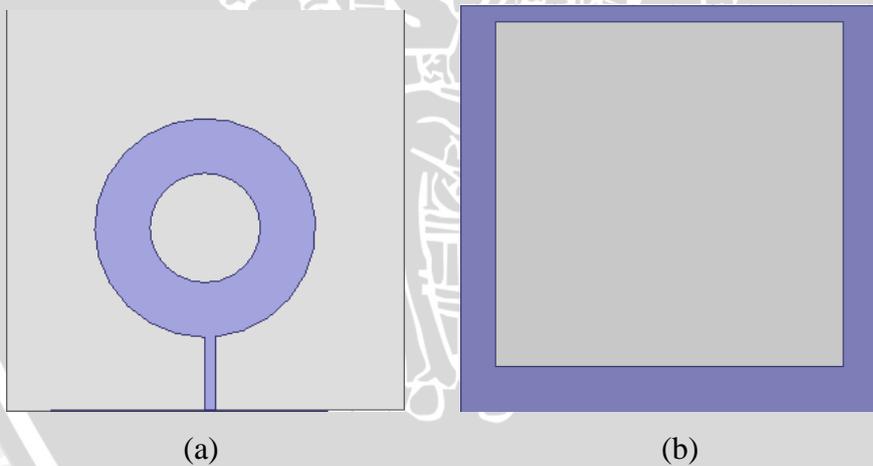
Gambar 4.5 Diagram Polar Pola Radiasi Antena Mikrostrip *Annular Ring* Tanpa Slot pada Frekuensi 1200 MHz

(a) Pola Radiasi Horizontal, (b) Pola Radiasi Vertikal θ_1 , (c) Pola Radiasi Vertikal θ_2
Sumber: Hasil Simulasi



Gambar 4.6 Diagram 3D Pola Radiasi Antena Mikrostrip *Annular Ring* Tanpa Slot pada Frekuensi 1200 MHz
 Sumber: Hasil Simulasi

4.6.3.2 Antena Mikrostrip *Annular Ring* dengan Slot Persegi



Gambar 4.7 Bentuk Geometri Antena Mikrostrip *Annular Ring* dengan Slot Persegi
 (a) tampak depan (b) tampak belakang

Sumber: Perencanaan

Gambar 4.7 merupakan geometri antena mikrostrip *annular ring* dengan slot persegi. Antena tersebut memiliki dimensi yang sama dengan dimensi hasil perhitungan dan optimasi dari antena *annular ring* dengan slot *rugby ball*. Antena ini menggunakan slot persegi sebagai substitusi dari slot *rugby ball* dengan luas

area yang sama dengan luas area slot *rugby ball* yaitu sebesar $1974,25 \text{ mm}^2$ sehingga sisi persegi dapat dicari dengan:

$$L = s \times s$$

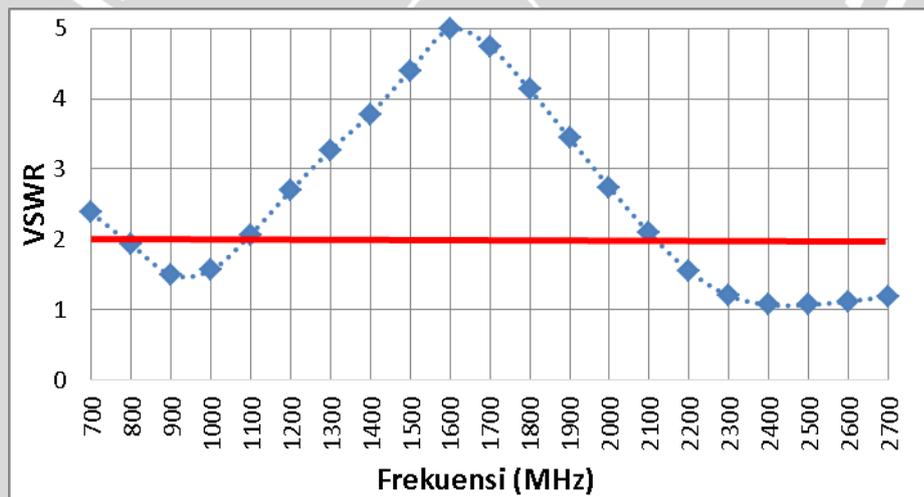
$$s = \sqrt{L} = \sqrt{1974,25} = 44,43 \text{ mm}$$

Berdasarkan perancangan antenna dengan dimensi tersebut, berikut ini merupakan hasil simulasi antenna mikrostrip *annular ring* dengan slot persegi:

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

Berikut ini merupakan VSWR dan *Return Loss* yang diperoleh dari hasil simulasi:

- **VSWR**



Grafik 4.10 Grafik VSWR Antena Mikrostrip *Annular Ring* dengan Slot Persegi

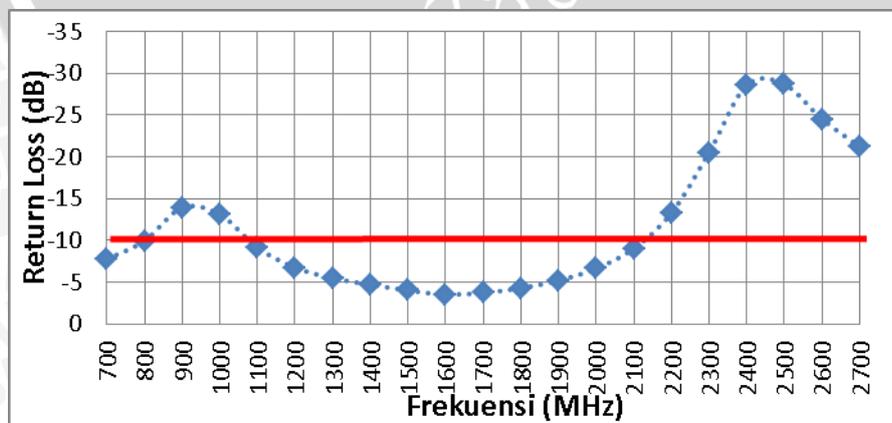
Sumber : Hasil Simulasi

Tabel 4.15 Tabel VSWR Antena Mikrostrip *Annular Ring* dengan Slot Persegi

Sumber : Hasil Simulasi

Frekuensi (Mhz)	VSWR
700	2,38
800	1,93
900	1,5
1000	1,56
1100	2,07
1200	2,69
1300	3,27
1400	3,78
1500	4,4
1600	4,99
1700	4,74
1800	4,13
1900	3,44
2000	2,74
2100	2,09
2200	1,55
2300	1,2
2400	1,07
2500	1,07
2600	1,12
2700	1,19

- **Return Loss**

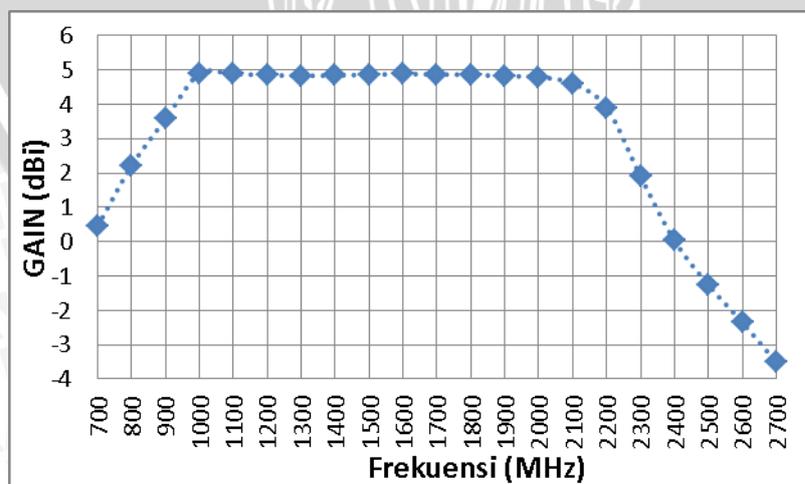
**Grafik 4.11** Grafik *Return Loss* Antena Mikrostrip *Annular Ring* dengan Slot Persegi

Sumber: Hasil Simulasi

Tabel 4.16 Tabel *Return Loss* Antena Mikrostrip *Annular Ring* dengan Slot Persegi

Sumber: Hasil Simulasi

Frekuensi (Mhz)	<i>Return Loss</i> (dB)
700	-7,76
800	-9,95
900	-13,91
1000	-13,09
1100	-9,11
1200	-6,75
1300	-5,47
1400	-4,7
1500	-4,009
1600	-3,52
1700	-3,71
1800	-4,28
1900	-5,19
2000	-6,63
2100	-9,02
2200	-13,28
2300	-20,52
2400	-28,58
2500	-28,66
2600	-24,5
2700	-21,21

b. GainBerikut ini merupakan *gain* yang diperoleh dari hasil simulasi:**Grafik 4.12** Grafik *Gain* Antena Mikrostrip *Annular Ring* dengan Slot Persegi

Sumber : Hasil Simulasi

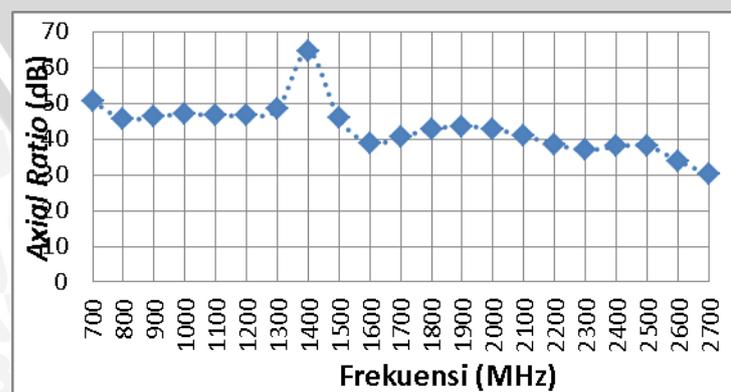
Tabel 4.17 Tabel *Gain* Antena Mikrostrip *Annular Ring* dengan Slot Persegi

Sumber : Hasil Simulasi

Frekuensi (Mhz)	<i>Gain</i> (dBi)
700	0,45
800	2,21
900	3,57
1000	4,89
1100	4,88
1200	4,85
1300	4,83
1400	4,84
1500	4,86
1600	4,88
1700	4,87
1800	4,86
1900	4,82
2000	4,79
2100	4,6
2200	3,9
2300	1,9
2400	0,03
2500	-1,26
2600	-2,35
2700	-3,51

c. Polarisasi

Berikut ini merupakan hasil simulasi: polarisasi antena yang diperoleh dari nilai axial ratio

Grafik 4.13 Grafik *Axial Ratio* Antena Mikrostrip *Annular Ring* dengan Slot Persegi

Sumber : Analisis Simulasi

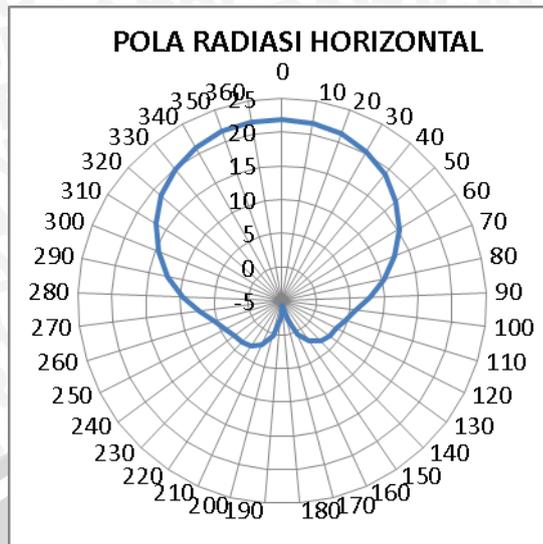
Tabel 4.18 Tabel *Axial Ratio* Antena Mikrostrip *Annular Ring* dengan Slot Persegi

Sumber : Analisis Simulasi

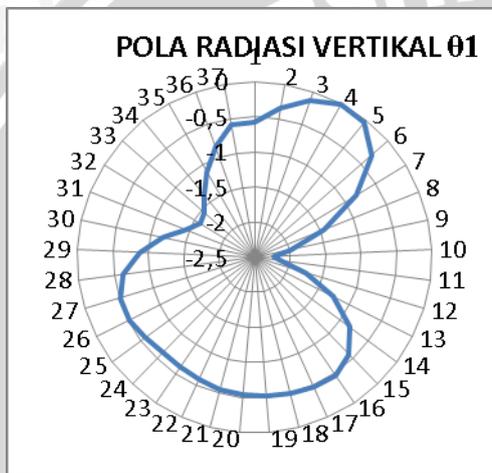
Frekuensi (MHz)	Axial Ratio (dB)
700	50,56
800	45,52
900	46,33
1000	46,88
1100	46,67
1200	46,61
1300	48,32
1400	64,63
1500	45,76
1600	38,82
1700	40,5
1800	42,83
1900	43,55
2000	42,81
2100	40,95
2200	38,52
2300	36,87
2400	37,9
2500	38,08
2600	33,91
2700	30,03

d. Pola Radiasi

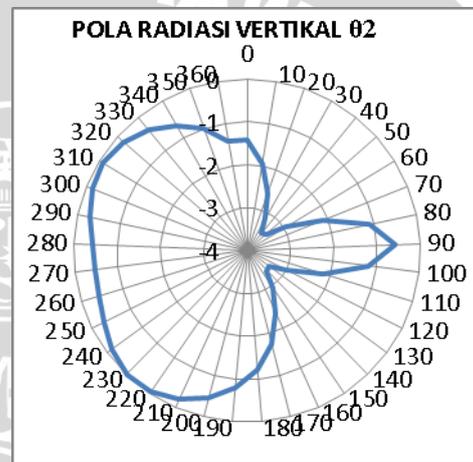
Tabel 4.16 menunjukkan bahwa *gain* tertinggi terletak pada frekuensi 1000 MHz sehingga jenis pola radiasi antena didefinisikan oleh pola radiasi pada frekuensi tersebut.



(a)



(b)

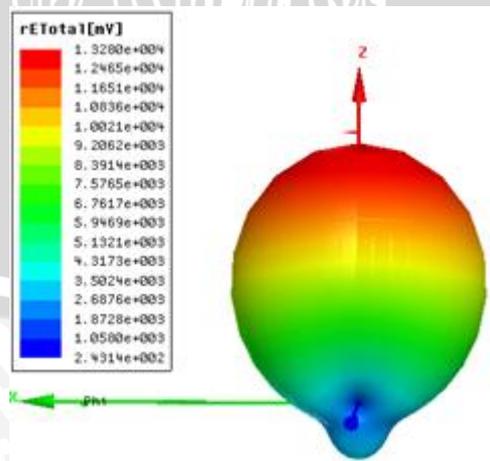


(c)

Gambar 4.8 Diagram Polar Pola Radiasi Antena Mikrostrip *Annular Ring* dengan Slot Persegi pada Frekuensi 1000 MHz

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

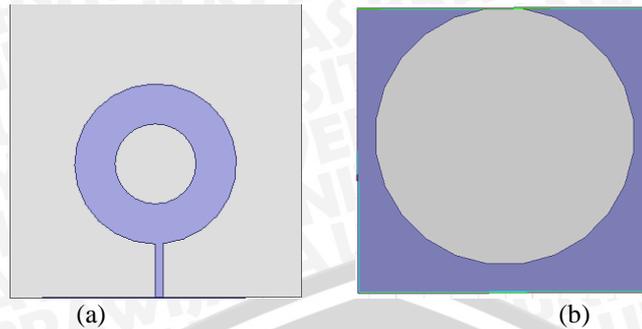
Sumber : Hasil Simulasi



Gambar 4.9 Diagram 3D Pola Radiasi Antena Mikrostrip *Annular Ring* dengan Slot Persegi pada Frekuensi 1000 MHz

Sumber : Hasil Simulasi

4.6.3.3 Antena Mikrostrip *Annular Ring* dengan Slot Lingkaran



Gambar 4.10 Antena Mikrostrip *Annular Ring* dengan Slot Lingkaran
(a) tampak depan, (b) tampak belakang
Sumber : Perencanaan

Gambar 4.10 merupakan geometri antena antena mikrostrip *annular ring* dengan slot lingkaran. Antena tersebut memiliki dimensi yang sama dengan dimensi hasil perhitungan dan optimasi dari antena *annular ring* dengan slot *rugby ball*. Antena ini menggunakan menggunakan slot lingkaran sebagai substitusi dari slot *rugby ball* dengan luas area yang sama dengan luas area slot *rugby ball* yaitu sebesar $1974,25 \text{ mm}^2$ sehingga sisi persegi dapat dicari dengan:

$$L = \pi r^2$$

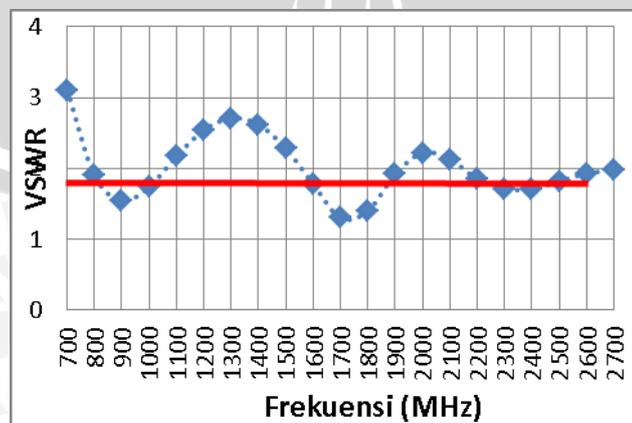
$$r = \sqrt{\frac{L}{\pi}} = \sqrt{\frac{1974,25}{\pi}} = 25,06 \text{ mm}$$

Berdasarkan perancangan antena dengan dimensi tersebut, berikut ini merupakan hasil simulasi antena mikrostrip *annular ring* dengan slot lingkaran:

a. *Bandwidth (VSWR dan Return Loss)*

Berikut ini merupakan VSWR dan *Return Loss* yang diperoleh dari hasil simulasi:

- **VSWR**



Grafik 4.14 Grafik VSWR Antena Mikrostrip *Annular Ring* dengan Slot Lingkaran

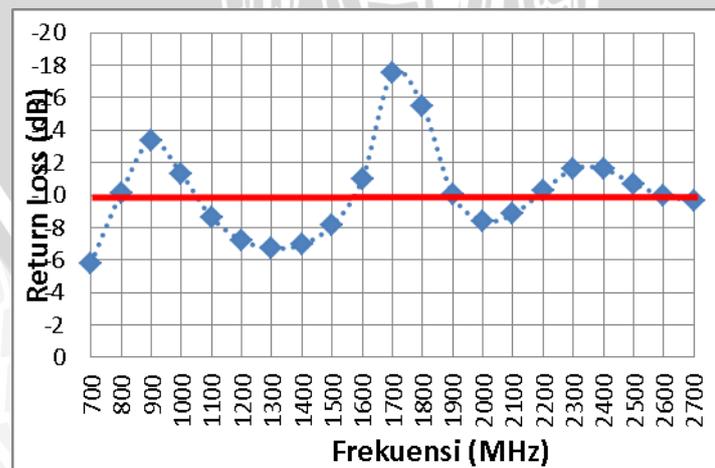
Sumber : Hasil Simulasi

Tabel 4.19 Tabel VSWR Antena Mikrostrip *Annular Ring* dengan Slot Lingkaran

Sumber : Hasil Simulasi

FREKUENSI (MHz)	VSWR
700	3,11
800	1,9
900	1,54
1000	1,74
1100	2,17
1200	2,54
1300	2,71
1400	2,62
1500	2,28
1600	1,78
1700	1,3
1800	1,4
1900	1,92
2000	2,22
2100	2,13
2200	1,85
2300	1,71
2400	1,71
2500	1,82
2600	1,93
2700	1,97

- **Return Loss**

**Grafik 4.15** Grafik *Return Loss* Antena Mikrostrip *Annular Ring* dengan Slot Lingkaran

Sumber : Hasil Simulasi

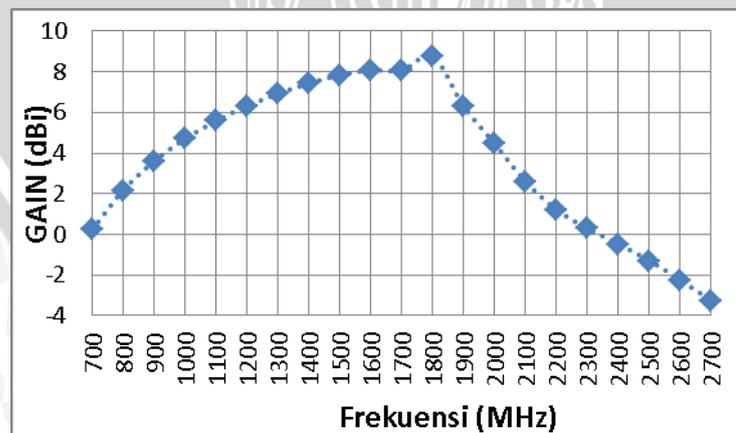
Tabel 4.20 Tabel *Return Loss* Antena Mikrostrip *Annular Ring* dengan Slot Lingkaran

Sumber : Hasil Simulasi

Frekuensi (Mhz)	<i>Return Loss</i> (dB)
700	-5,78
800	-10,13
900	-13,36
1000	-11,3
1100	-8,64
1200	-7,22
1300	-6,71
1400	-6,96
1500	-8,14
1600	-10,97
1700	-17,51
1800	-15,52
1900	-10,02
2000	-8,42
2100	-8,82
2200	-10,25
2300	-11,62
2400	-11,62
2500	-10,69
2600	-9,96
2700	-9,67

b. Gain

Berikut ini merupakan *gain* yang diperoleh dari hasil simulasi:



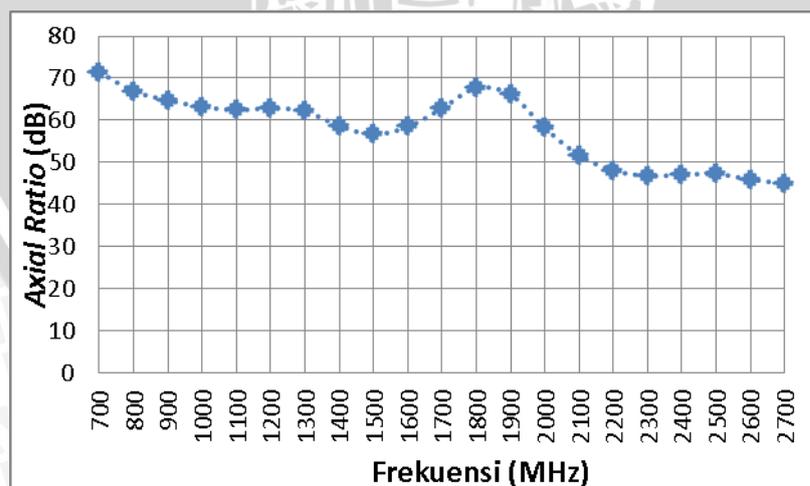
Grafik 4.16 Grafik *Gain* Antena Mikrostrip *Annular Ring* dengan Slot Lingkaran

Sumber: Hasil Simulasi

Tabel 4.21 Tabel *Gain* Antena Mikrostrip *Annular Ring* dengan Slot Lingkaran
Sumber: Hasil Simulasi

FREKUENSI (MHz)	<i>Gain</i> (dBi)
700	0,22
800	2,16
900	3,59
1000	4,7
1100	5,58
1200	6,31
1300	6,92
1400	7,43
1500	7,83
1600	8,08
1700	8,06
1800	8,75
1900	6,3
2000	4,46
2100	2,59
2200	1,21
2300	0,28
2400	-0,48
2500	-1,3
2600	-2,26
2700	-3,26

c. **Polarisasi**



Grafik 4.17 Grafik *Axial Ratio* Antena Mikrostrip *Annular Ring* dengan Slot Lingkaran

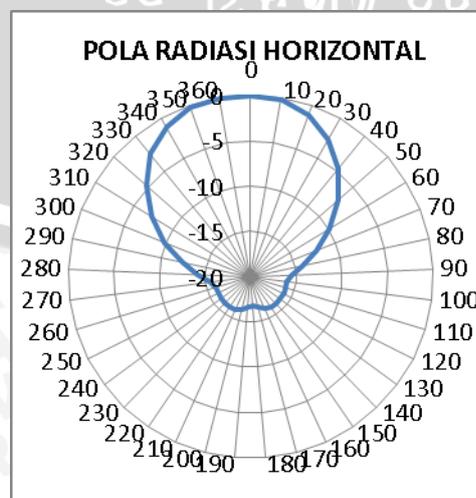
Sumber: Hasil Simulasi

Tabel 4.22 Tabel *Axial Ratio* Antena Mikrostrip *Annular Ring* dengan Slot Lingkaran
Sumber: Hasil Simulasi

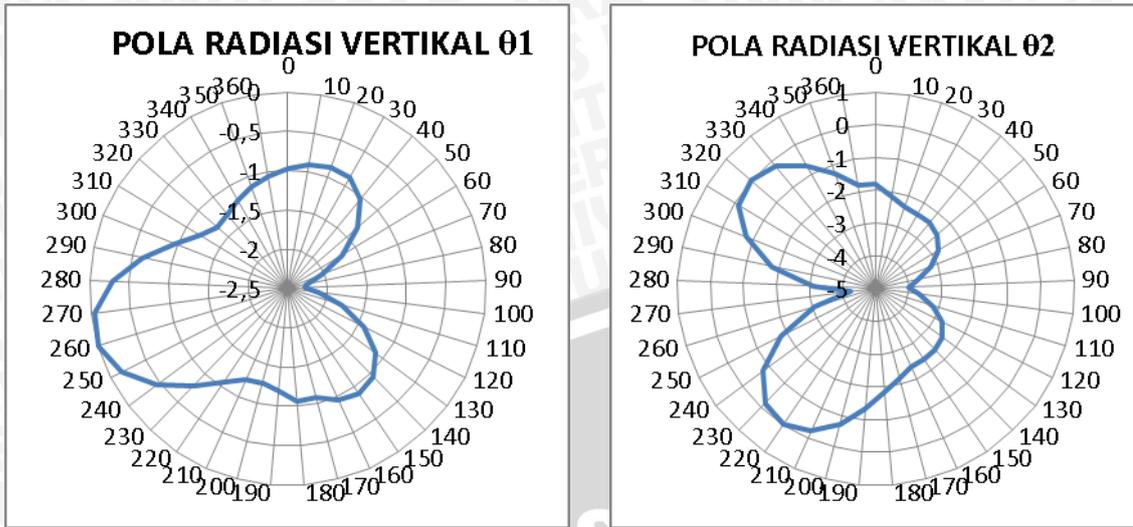
Frekuensi (MHz)	Axial Ratio (dB)
700	71,44
800	66,93
900	64,76
1000	63,25
1100	62,44
1200	62,89
1300	62,14
1400	58,67
1500	56,67
1600	58,48
1700	62,87
1800	67,69
1900	66,1
2000	58,17
2100	51,7
2200	48,12
2300	46,83
2400	47,1
2500	47,26
2600	45,98
2700	45

d. Pola Radiasi

Tabel 4.20 menunjukkan bahwa *gain* tertinggi terletak pada frekuensi 1800 MHz sehingga jenis pola radiasi antena didefinisikan oleh pola radiasi pada frekuensi tersebut.



(a)



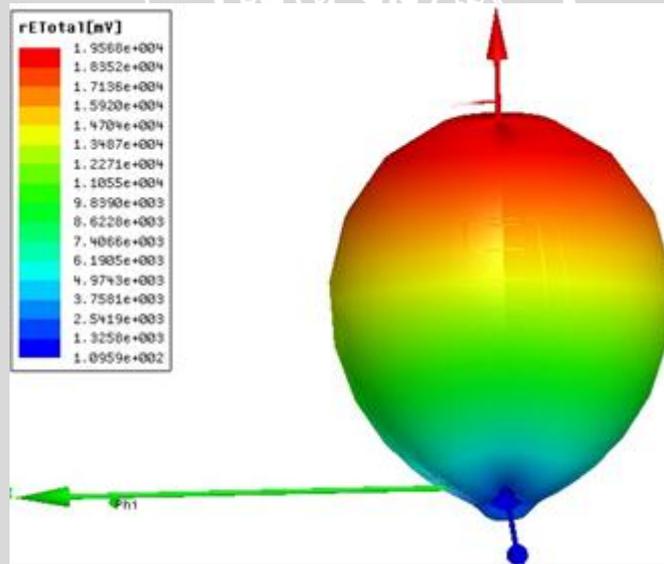
(b)

(c)

Gambar 4.11 Diagram Polar Pola Radiasi Antena Mikrostrip *Annular Ring* dengan Slot Lingkaran pada Frekuensi 1800 MHz

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

Sumber : Hasil Simulasi



Gambar 4.12 Diagram 3D Pola Radiasi Antena Mikrostrip *Annular Ring* dengan Slot Lingkaran pada Frekuensi 1800 MHz

Sumber : Hasil Simulasi