

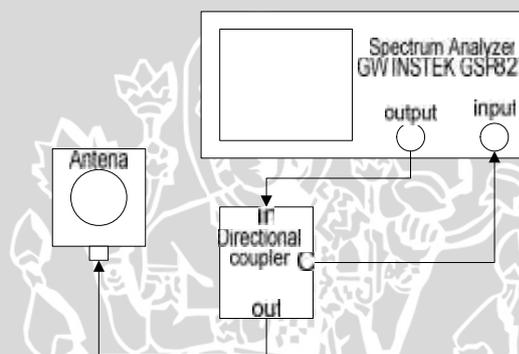
BAB V

HASIL PENGUJIAN PARAMETER ANTENA

5.1. Pengujian Parameter Dasar Antena

Hasil pengujian performansi antena yang merupakan parameter dasar antena adalah *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR) dan *Return Loss* (S_{11}). Keduanya merupakan parameter yang dapat menunjukkan daerah frekuensi kerja antena.

Data didapatkan dari pengujian langsung pada antena dengan menggunakan *spectrum analyzer* yang dipasangkan *directional coupler* di antara keduanya. Susunan perangkat pengujian ditunjukkan pada Gambar 5.1



Gambar 5.1 Susunan perangkat untuk pengujian S_{11} dan VSWR

Perangkat yang dipakai adalah *spectrum analyzer* GW INSTEK GSP 827 dengan sisi keluaran disambungkan pada sisi masukan *directional coupler* dan sisi masukan *spectrum analyzer* dihubungkan pada sisi C (*coupler*) pada *directional coupler* dan antena dihubungkan pada sisi keluaran *directional coupler*.

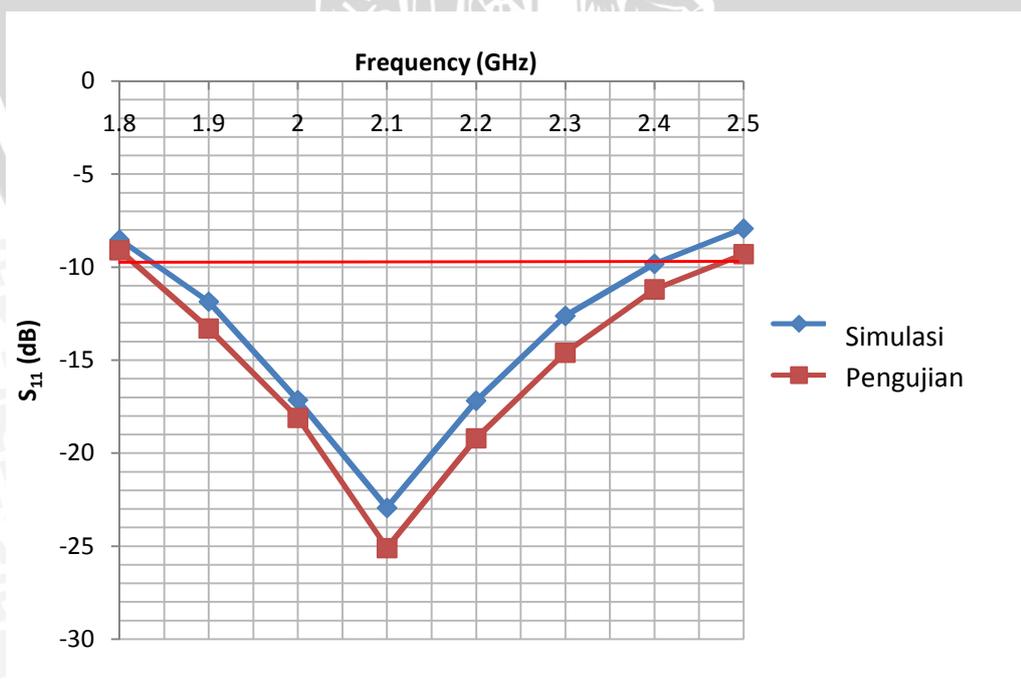
Untuk mendapatkan nilai S_{11} , harus dilihat frekuensi tengahnya terlebih dahulu dan selanjutnya dilihat nilai yang muncul pada layar *spectrum analyzer*. Nilai yang didapatkan pada layar harus dikurangi dengan nilai referensi yang digunakan pada *spectrum analyzer* dan ditambah nilai pelemahan *directional coupler* yang sebesar 20 dB.

Hasil pengujian S_{11} ditunjukkan pada Tabel 5.1

Tabel 5.1 Hasil pengujian S_{11} pada rentang frekuensi 1.8 Ghz hingga 2.5 GHz

Frekuensi (GHz)	S_{11} (dB)
1.8	-9.1
1.9	-13.3
2	-18.1
2.1	-25.1
2.2	-19.2
2.3	-14.6
2.4	-11.2
2.5	-9.3

Hasil dari pengujian S_{11} selanjutnya dibandingkan dari hasil simulasi dan digambarkan pada grafik. Grafik hasil pengujian dan simulasi S_{11} terlihat pada Gambar 5.2



Gambar 5.2 Grafik S_{11} hasil simulasi dan pengujian antenna terfabrikasi

Nilai $VSWR$ tidak didapatkan langsung dari pengujian, namun didapatkan dari hasil penghitungan dari nilai S_{11} dengan menggunakan hubungan persamaan S_{11} dan $VSWR$, seperti pada Persamaan 3.4

$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|}$$

Nilai Γ (koefisien pantul) didapatkan dari persamaan S_{11} pada Persamaan 3.5

$$S_{11} = 20 \log |\Gamma|$$

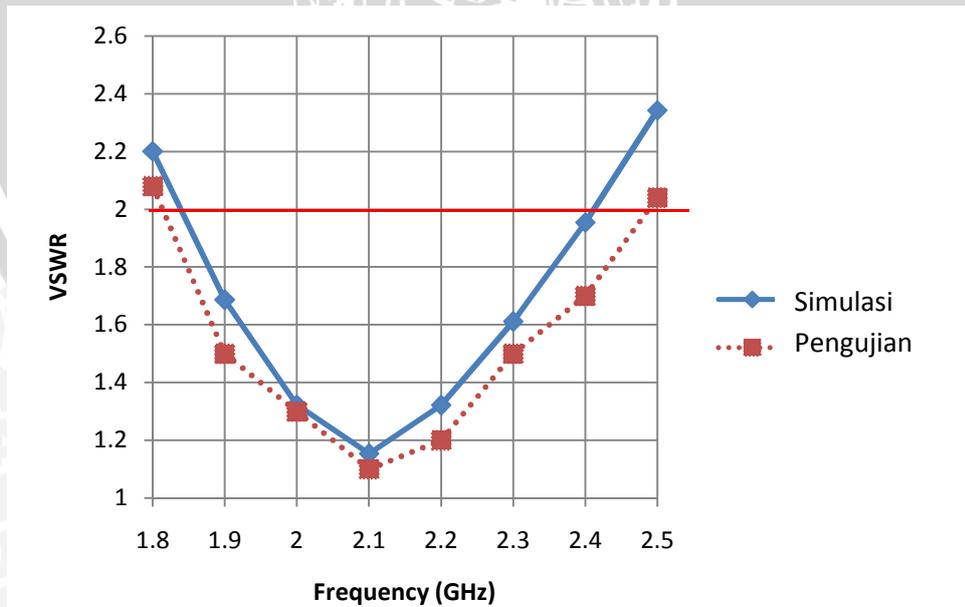
Selanjutnya,

$$\frac{S_{11}}{20} = \log |\Gamma|$$

Sehingga,

$$|\Gamma| = 10^{\left(\frac{S_{11}}{20}\right)}$$

Maka, grafik nilai $VSWR$, baik simulasi dan pengujian terlihat pada Gambar 5.2



Gambar 5.3 Grafik hasil simulasi dan pengujian VSWR

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.1 dan 5.2, antenna dapat bekerja pada frekuensi 1.85 sampai 2.45 GHz. Pada rentang frekuensi 1.85 sampai 2.1 GHz, grafik VSWR dan S_{11} menurun karena mendekati frekuensi resonannya yang memiliki nilai ketidaksesuaian impedansi yang terkecil. Frekuensi kerja didasarkan pada frekuensi yang memiliki nilai S_{11} kurang dari -9.54 dB dan nilai VSWR tidak lebih dari 2 (Punit, 2004:19). Nilai VSWR dan S_{11} hasil simulasi dan pengujian berbeda dikarenakan dimungkinkan adanya rugi-rugi dan deviasi pada perangkat ukur.

5.2. Pengujian Parameter Medan Jauh Antena

Untuk memperoleh hasil pengujian parameter medan jauh antenna, yaitu *gain*, keterarahan (*directivity*), dan *axial ratio* diperlukan perangkat tambahan, yaitu *signal generator* dan antenna referensi, yaitu antenna *dipole*. Penyusunan jarak antara antenna referensi yang telah dihubungkan pada *signal generator* dengan antenna yang akan diukur atau *Antenna Under Test* (AUT) yang telah dihubungkan pada *spectrum analyzer* harus lebih besar dari nilai dua kali kuadrat ukuran dimensi antenna pada setiap panjang gelombang ($r > 2D^2 / \lambda$) (Balanis, 2005: 1001) sehingga susunan perangkat dapat dilihat pada Gambar 5.3



Gambar 5.4 Susunan perangkat untuk pengujian parameter medan jauh antenna

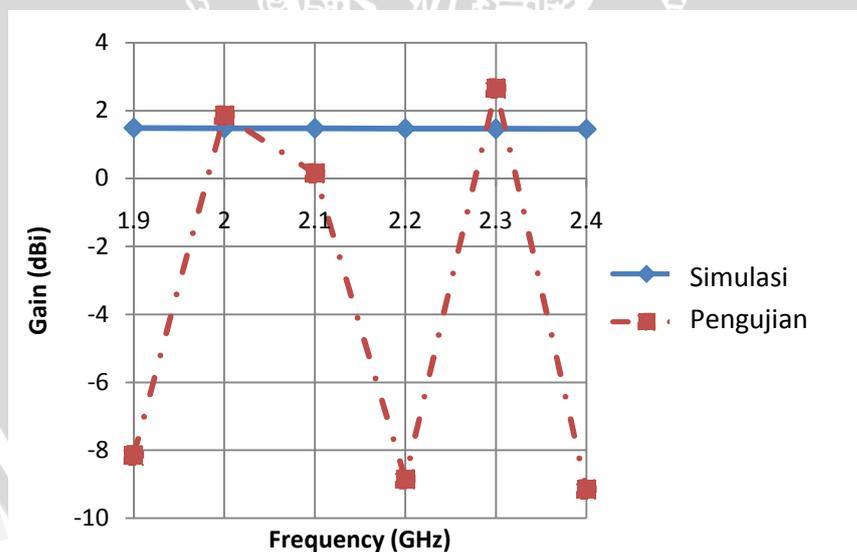
5.2.1 Pengujian *Gain* Antena

Gain antenna merupakan suatu keadaan yang menunjukkan intensitas radiasi antenna yang diuji dibandingkan dengan keadaan isotropis (Balanis, 2005: 26). Nilai *gain* pada antenna didapatkan dari intensitas radiasi antenna yang diukur dibandingkan dengan nilai intensitas radiasi antenna *dipole* pada tiap frekuensi kerja yang telah diketahui. Data hasil pengujian *gain* antenna dapat dilihat apada Tabel 5.2

Tabel 5.2 Hasil pengujian *gain* antenna

Frekuensi (GHz)	Daya yang Diterima oleh Antena Referensi (dBm)	Daya yang Diterima oleh Antena Uji (dBm)	Gain (dBi)
1.9	-64.5	-74.8	-8.15
2	-62.7	-63	1.85
2.1	-72	-74	0.15
2.2	-59	-70	-8.85
2.3	-64.5	-64	2.65
2.4	-60.2	-71.5	-9.15

Hasil pengujian selanjutnya dibandingkan dengan hasil simulasi dan digambarkan pada grafik. Gambar 5.4 menunjukkan grafik hasil simulasi dan pengujian *gain* antenna.



Gambar 5.5 Grafik simulasi dan pengujian *gain* antenna

Hasil pengujian dan simulasi dipastikan berbeda. Nilai *gain* yang didapatkan dari simulasi merupakan nilai *gain* jika keadaan mendekati ideal. Untuk nilai yang didapatkan dari pengujian, menunjukkan bahwa nilai penguatan antenna sangat kecil.

Nilai yang kecil tersebut disebabkan oleh sifat antena mikrostrip itu sendiri yang memiliki kelemahan, yaitu memiliki *gain* yang lemah (Kumar dan Ray, 2003: 3).

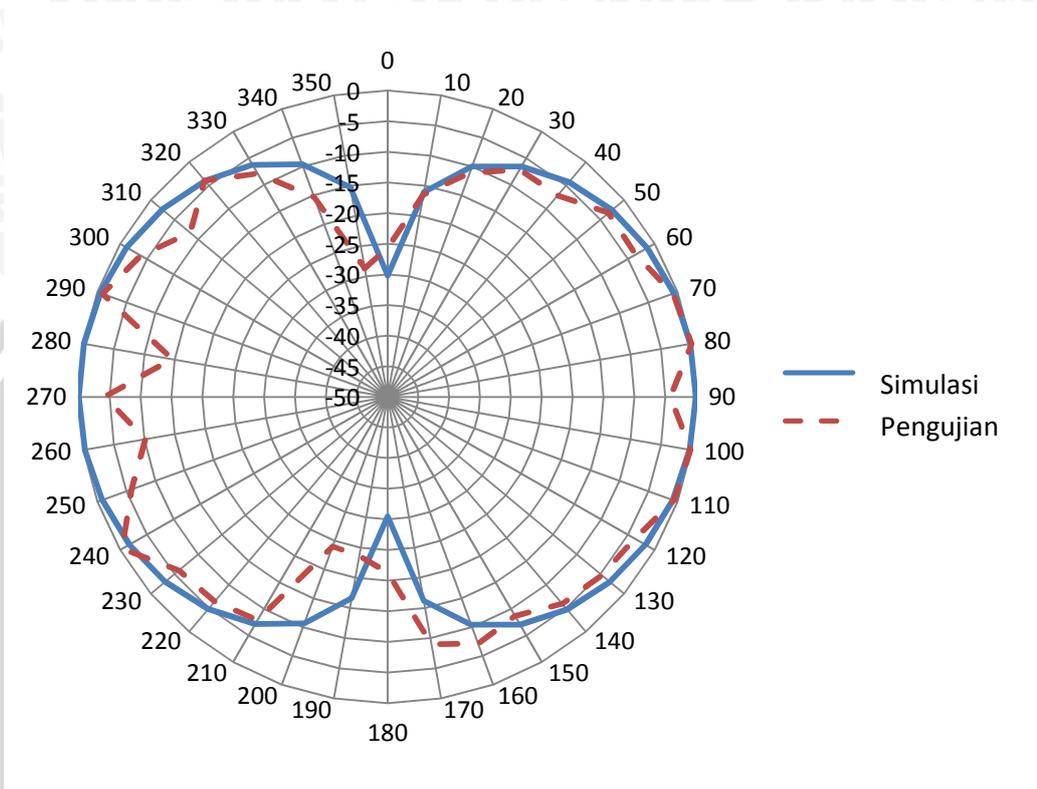
5.2.2 Pengujian Keterarahan Antena

Untuk memperoleh nilai keterarahan antena, terlebih dahulu harus diperoleh nilai daya yang dapat diterima antena itu sendiri pada setiap sudut putar ϕ (diputar dari sumbu x) pada frekuensi 2.4 GHz. Data hasil pengujian daya yang diterima antena ditunjukkan pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Daya yang diterima antena pada frekuensi 2.4 GHz

Sudut Putar ϕ^0	Daya yang Diterima (dBm)	Normalisasi (dBm)	Sudut Putar ϕ^0	Daya yang Diterima (dBm)	Normalisasi (dBm)
0	-67.2	-25.7	180	-62.8	-21.3
10	-58	-16.5	190	-65.1	-23.6
20	-52.6	-11.1	200	-65.5	-24
30	-48.7	-7.2	210	-49.4	-7.9
40	-48.6	-7.1	220	-47.9	-6.4
50	-44.8	-3.3	230	-47.4	-5.9
60	-45.1	-3.6	240	-41.9	-0.4
70	-42.3	-0.8	250	-47.4	-5.9
80	-41.5	0	260	-51.7	-10.2
90	-45.7	-4.2	270	-45.7	-4.2
100	-41.7	-0.2	280	-56.1	-14.6
110	-42.1	-0.6	290	-42.4	-0.9
120	-45.2	-3.7	300	-45.4	-3.9
130	-46.2	-4.7	310	-49.8	-8.3
140	-47.4	-5.9	320	-45.4	-3.9
150	-50.2	-8.7	330	-49.4	-7.9
160	-48.6	-7.1	340	-56.8	-15.3
170	-50.5	-9	350	-70.2	-28.7

selanjutnya nilai level daya yang diperoleh digambarkan pada diagram polar sehingga membentuk pola radiasi. Grafik pola radiasi dari antenna hasil simulasi dan pengujian ditunjukkan pada Gambar 5.5



Gambar 5.6 Diagram polar pola radiasi dari antenna uji hasil simulasi dan pengujian

Berdasarkan pada diagram polar pada gambar 5.5, arah radiasi dari antenna uji adalah omnidireksional. Terlihat dari arah radiasi yang memancar dari segala arah meskipun radiasi daya dari antenna cenderung melemah saat pada sudut mendekati 0° dan 180° . Kondisi yang demikian mengindikasikan bahwa antenna memiliki sifat yang mendekati dengan karakteristik *dipole* yang memiliki kondisi mendekati kondisi isotropis (Balanis, 2005: 48).

Selanjutnya, keterarahan antenna dapat ditentukan dengan Persamaan 3.6

$$D = \frac{4\pi U}{P_{rad}}$$

U = intensitas radiasi (W/satuan sudut)

P_{rad} = total daya yang teradiasi (W)

Dengan U untuk omnidireksional dengan Persamaan 3.7

$$U = |\sin^2 \theta|$$

Dan P_{rad} dengan Persamaan 3.8

$$P_{rad} = \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} U_{max} \sin \theta d\theta d\phi$$

Sehingga

$$U = |\sin^n(80^\circ)| = 0.5$$

$$n = 0.64$$

dan

$$P_{rad} = \int_0^{\pi} \int_0^{\pi} 1 \sin \theta d\theta d\phi$$

$$P_{rad} = \frac{8\pi}{3}$$

maka

$$D = \frac{4\pi}{\left(\frac{8\pi}{3}\right)} = \frac{3}{2} = 1.76dB$$

5.2.3 Pengujian Axial Ratio Antena

Axial ratio berkaitan dengan polarisasi dari antena itu sendiri, yaitu perbandingan antara nilai magnituda pada sumbu x dan y. untuk memperoleh nilai *axial ratio* terlebih dahulu diketahui nilai magnituda yang didapat dari pengujian polarisasinya pada setiap frekuensi kerja yang telah diketahui pada sudut putar sepanjang θ (sumbu yz). Data hasil pengujian polarisasi ditunjukkan pada tabel 5.4

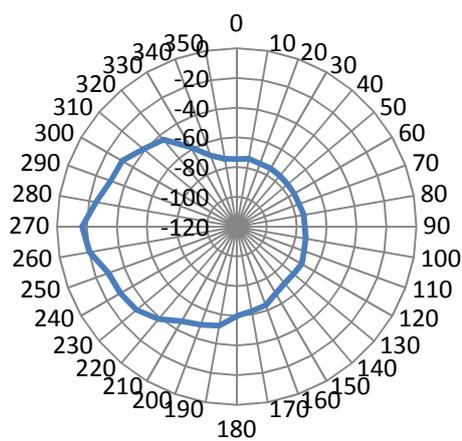


Tabel 5.4 Hasil pengujian polarisasi untuk setiap frekuensi kerja antenna

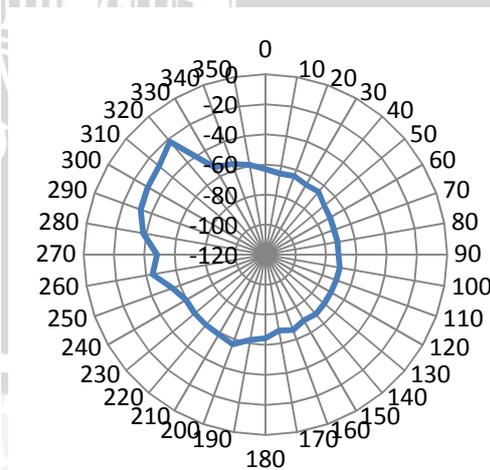
Sudut Putar θ°	Daya yang Diterima (dBm)						
	1.9 GHz	2 GHz	2.1 GHz	2.2 GHz	2.3 GHz	2.4 GHz	2.5 GHz
0	-74.8	-63.0	-74.0	-70.0	-64.0	-70.7	-69.2
10	-73.9	-65.1	-74.0	-67.9	-65.6	-70.9	-70.2
20	-75.0	-64.3	-73.8	-69.2	-66.8	-71	-71.4
30	-74.9	-66.3	-73.7	-67.9	-66.8	-71	-71.4
40	-75.6	-65.4	-73.2	-68.0	-68.9	-71	-71.7
50	-75.8	-69.4	-73.2	-66.1	-70.7	-71.9	-71.7
60	-75.8	-70.8	-73.3	-67.2	-71.4	-71.9	-72.4
70	-75.8	-71.8	-72.8	-69.7	-71.4	-70.9	-72.4
80	-74.6	-71.8	-72.4	-71.9	-71.4	-70.9	-72.4
90	-74.6	-71.8	-71.6	-71.8	-70.7	-71.9	-72.4
100	-73.3	-70.2	-69.6	-72.0	-70.7	-71.9	-72
110	-72.3	-70.4	-69.1	-72.1	-70.2	-71.9	-70.9
120	-69.8	-70.1	-67.2	-72.1	-69.7	-69.3	-70.4
130	-70.4	-69.3	-66.7	-72.1	-69.7	-69.3	-70.4
140	-70.1	-68.3	-65.5	-70.4	-68.7	-69.3	-70.4
150	-67.8	-69.4	-66.8	-70.3	-68.6	-70.4	-70
160	-63.4	-66.5	-65.9	-65.6	-68.8	-70.4	-70.1
170	-62.1	-68.6	-63.2	-69.8	-70.1	-70.4	-70.8

Sudut Putar θ°	Daya yang Diterima (dBm)						
	1.9 GHz	2 GHz	2.1 GHz	2.2 GHz	2.3 GHz	2.4 GHz	2.5 GHz
180	-59.6	-64.3	-61.2	-70.9	-68.7	-71.3	-71.6
190	-52.1	-62.3	-60.6	-70.9	-68.3	-71.3	-71.8
200	-49.6	-56.4	-58.7	-70.1	-68.6	-71.3	-71.8
210	-46.3	-58.6	-54.6	-69.3	-67.6	-71.3	-71.8
220	-38.6	-59.0	-58.7	-68.1	-64.6	-71.3	-71.4
230	-32.6	-59.0	-52.1	-72.1	-58.8	-71.3	-71.3
240	-30.3	-59.4	-48.6	-72.1	-60.7	-70.5	-71.3
250	-28.6	-54.7	-46.3	-68.3	-61.9	-70.5	-71.1
260	-20.3	-44.2	-44.8	-64.3	-57.6	-70.5	-70.9
270	-16.8	-48.5	-42.6	-56.1	-54.7	-71.5	-70.9
280	-24.8	-38.1	-43.1	-52.4	-53.4	-71.5	-70.9
290	-30.6	-32.3	-39.3	-49.1	-49.9	-71.5	-68.7
300	-31.7	-30.3	-36.0	-46.1	-45.6	-68.8	-64.5
310	-39.0	-28.3	-40.3	-48.6	-45.4	-64.8	-58.9
320	-43.8	-21.8	-48.9	-52.1	-47.8	-58.8	-49.8
330	-58.6	-52.8	-54.3	-57.4	-49.0	-51.8	-45.5
340	-69.4	-55.8	-51.2	-63.2	-53.8	-58.8	-42.4
350	-73.9	-59.4	-57.6	-67.8	-58.7	-68.8	-57.9

Hasil pengujian daya yang diterima pada setiap sudut dan frekuensi digambarkan pada diagram polar seperti pada Gambar 5.7



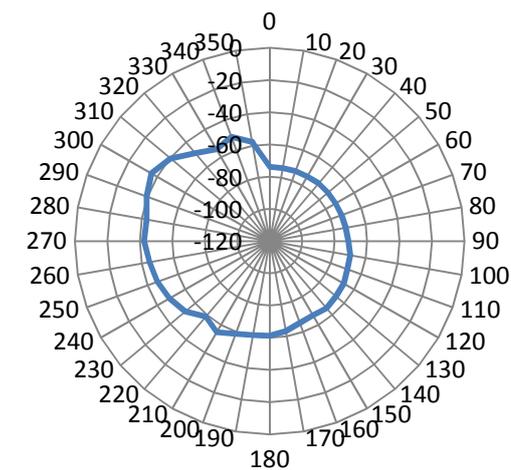
(a)



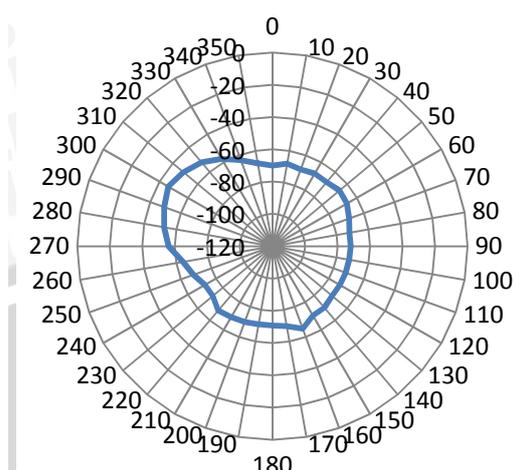
(b)

Gambar 5.7 Diagram polar dari polarisasi antenna pada frekuensi:

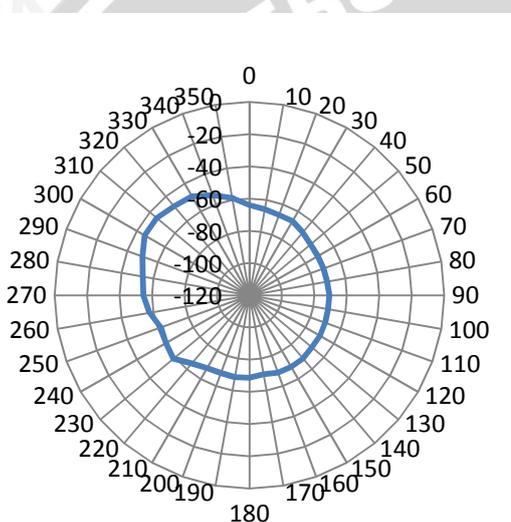
(a) 1.9 GHz; (b) 2 GHz



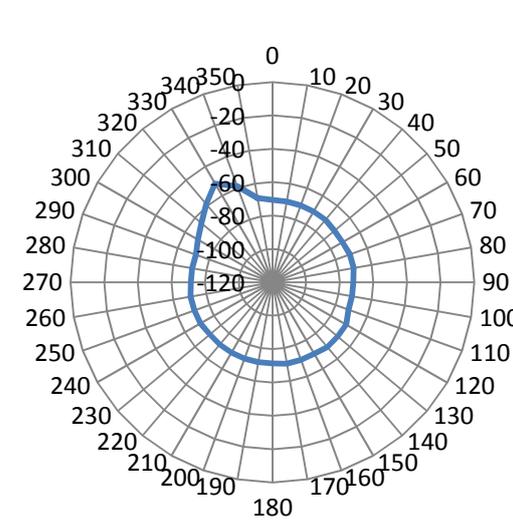
(c)



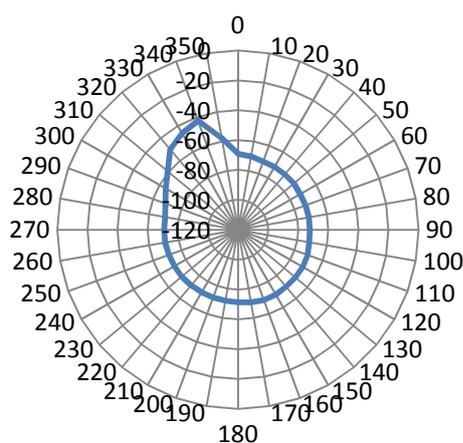
(d)



(e)



(f)



(g)

Gambar 5.7 Diagram polar dari polarisasi antenna pada frekuensi (lanjutan):

(c) 2.1 GHz; (d) 2.2 GHz; (e) 2.3 GHz; (f) 2.4 GHz; (g) 2.5 GHz



Untuk mengetahui nilai *axial ratio*, maka dapat diketahui dengan Persamaan 3.9 (Balanis, 2005: 74)

$$AR = \log\left(\frac{E_{\max}}{E_{\min}}\right)$$

Dengan nilai E memakai Persamaan 3.10 (kerapatan medan listrik dalam V/m)

$$E = \sqrt{P \times R}$$

Dimana

P = daya yang diterima (watt)

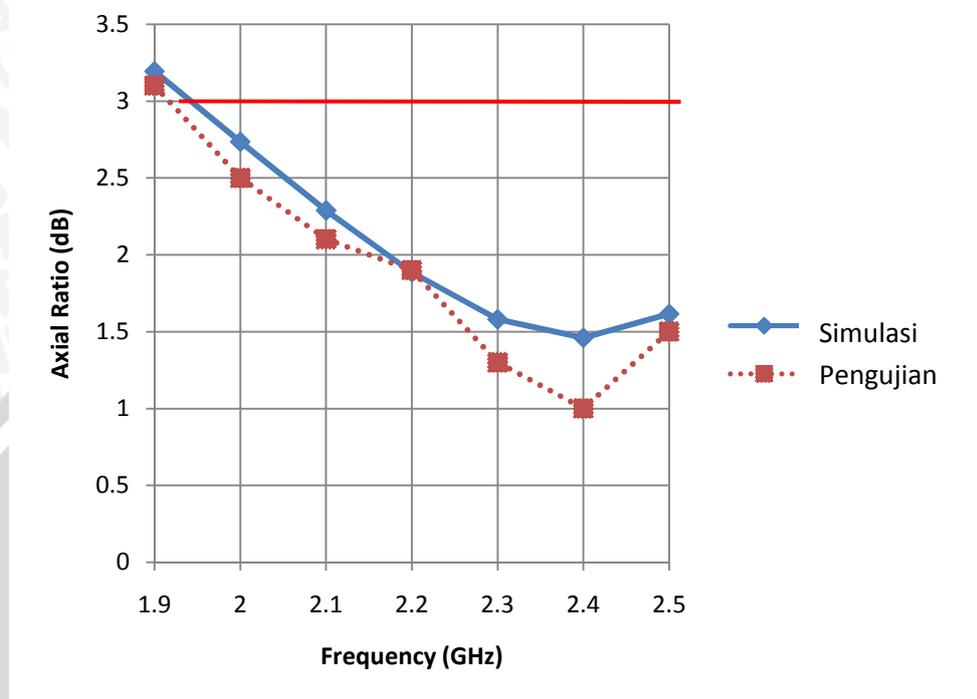
R = impedansi karakteristik pada ruang bebas (377 ohm)

Sehingga *axial ratio* didapatkan seperti pada tabel 5.5

Tabel 5.5 Nilai *axial ratio* antenna yang didapatkan untuk setiap frekuensi

Frekuensi (GHz)	<i>Axial Ratio</i> (dB)
1.9	3.1
2	2.5
2.1	2.1
2.2	1.9
2.3	1.3
2.4	1
2.5	1.5

Nilai *axial ratio* yang telah didapatkan dibandingkan dengan nilai *axial ratio* dari hasil simulasi dan digambarkan pada grafik seperti pada Gambar 5.8



Gambar 5.8 Grafik nilai *axial ratio* dari hasil simulasi dan pengujian

Dari polarsasi yang digambarkan pada diagram polar pada Gambar 5.7 menunjukkan bahwa antenna memiliki polarisasi yang mendekati melingkar yang bersifat RHCP atau *Right Hand Circularly Polarized*, yaitu arah polarisasi melingkar yang searah dengan jarum jam, terutama pada frekuensi 2.4 GHz dan 2.5 GHz. Untuk frekuensi 1.9 GHz, 2 GHz, dan 2.3 GHz memiliki polarisasi yang mendekati elips. Diagram polarisasi hasil data pengujian belum dapat terlihat bahwa antenna memiliki polarisasi melingkar sehingga perlu nilai hasil pengujian arus diubah ke dalam nilai magnituda untuk selanjutnya didapatkan *axial ratio* seperti pada Tabel 5.5.

Setelah membandingkan hasil *axial ratio* dari hasil simulasi dan pengujian seperti pada Gambar 5.8, didapatkan bahwa antenna memiliki polarisasi melingkar pada rentang frekuensi 2 sampai 2.5 GHz. Bukti antenna memiliki polarisasi melingkar yaitu *axial ratio* antenna bernilai dibawah 3 dB. Nilai 3 dB merupakan acuan untuk antenna berpolarisasi melingkar dikarenakan adanya rugi-rugi propagasi saat antenna menerima dan mentransmisikan gelombang radio secara tegak lurus dengan antenna lain yang

membuat antenna berpolarisasi melingkar tidak dapat memiliki nilai *axial ratio* ideal yang dapat dikatakan berpolarisasi melingkar, yaitu 0 dB (Balanis, 2005: 78).

