

## BAB V

### ANALISIS HASIL SIMULASI DAN PENGUJIAN ANTENA MIKROSTRIP MONOPOLE PATCH GABUNGAN PERSEGI

#### 5.1 Tinjauan Umum

Untuk mengetahui pengaruh slot pada *ground plane* antena mikrostrip *patch* persegi, serta pengaruh penambahan stub terhadap performansi antena mikrostrip, maka dilakukan analisis terhadap parameter-parameter antena hasil simulasi seperti *return loss*, *gain*, polarisasi dan pola radiasi yang terjadi pada antena mikrostrip *patch* gabungan persegi.

Dari hasil keseluruhan simulasi konfigurasi antena mikrostrip *patch* gabungan persegi dengan slot dan stub, didapatkan kinerja antena terbaik pada antena ke-14. Setelah dilakukan fabrikasi terhadap antena ke-14, dilakukan pengukuran dan analisis terhadap parameter-parameter antena hasil pengukuran. Tujuan dari pengukuran ini adalah untuk mendapatkan data-data karakteristik antena yang telah dibuat dan mengetahui pengaruh slot serta dengan penambahan stub pada *ground plane* terhadap kinerja antena secara aplikatif. Pengukuran yang dilakukan meliputi :

1. Pengukuran *return loss*, perhitungan koefisien pantul dan VSWR.
2. Pengukuran *gain*.
3. Pengukuran polarisasi.
4. Pengukuran pola radiasi.

Pengukuran parameter-parameter tersebut dilakukan di Laboratorium Teknik Telekomunikasi POLITEKNIK Negeri Malang.

#### 5.2 Pengujian *Return Loss*, Koefisien Pantul dan Perhitungan VSWR

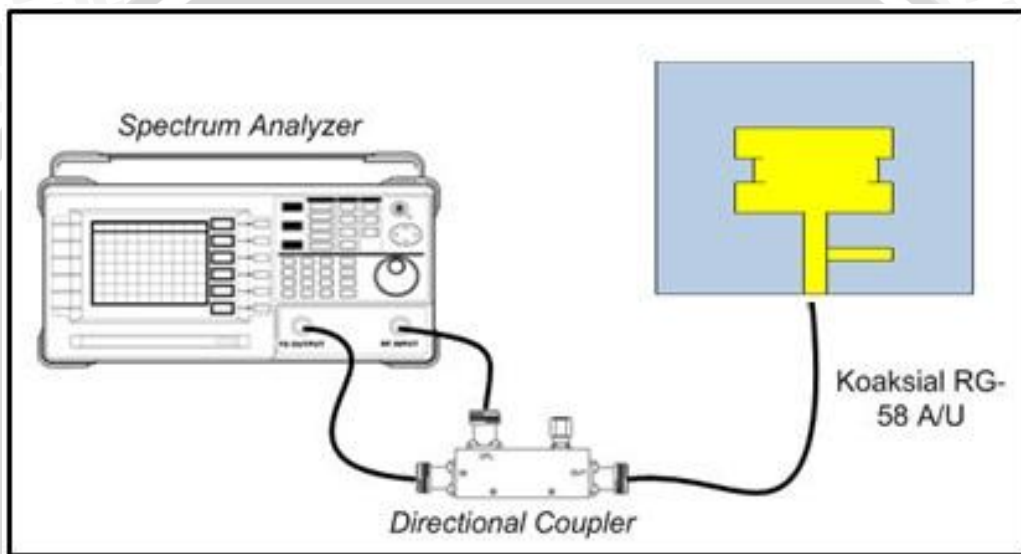
##### 5.2.1 Alat-alat yang Digunakan

1. GW Instek *Spectrum Analyzer GSP-827* 2.7 GHz
2. *Directional Coupler*
3. Antena uji (Antena mikrostrip konfigurasi 64)
4. Kabel koaksial RG-58A/U
5. Kabel adapter N to BNC

##### 5.2.2 Prosedur Pengukuran

1. Menghidupkan alat ukur *Spectrum Analyzer GSP-827*

2. Menghubungkan RF input pada *Spectrum Analyzer* GSP-827 dengan *directional coupler*, ujung lain dari *directional coupler* dihubungkan dengan TG output pada *Spectrum Analyzer* GSP-827. Hal ini dilakukan untuk mengetahui level daya dari *Tracking Generator* (TG).
3. Menghubungkan RF input pada *Spectrum Analyzer* GSP-827 dengan *directional coupler*. ujung lain dari *directional coupler* dihubungkan dengan TG output pada *Spectrum Analyzer* GSP-827. Sedangkan antenna uji dihubungkan dengan ujung *directional coupler* yang lainnya, sehingga terbentuk rangkaian seperti dalam gambar 5.1.



Gambar 5.1 Rangkaian Pengukuran *Return Loss*  
Sumber : Pengujian

4. Mengatur alat ukur *Spectrum Analyzer* GSP-827 pada frekuensi 1700 – 2700 MHz
5. Mencatat nilai level daya yang ditunjukkan oleh alat ukur pada frekuensi 1700 – 2700 MHz.

### 5.2.3 Hasil pengukuran

Dengan menggunakan persamaan (2-1), (2-3) dan (2-4). dapat dihitung besarnya koefisien pantul dan *VSWR* antenna untuk setiap frekuensi yang didapat dari hasil pengukuran *Return Loss*.

- **Perhitungan koefisien pantul dan *VSWR***

Nilai *VSWR* dapat ditentukan apabila nilai *Return Loss* sudah diketahui dengan menggunakan persamaan:

$$RL = 20 \log \Gamma \text{ (dB)}$$

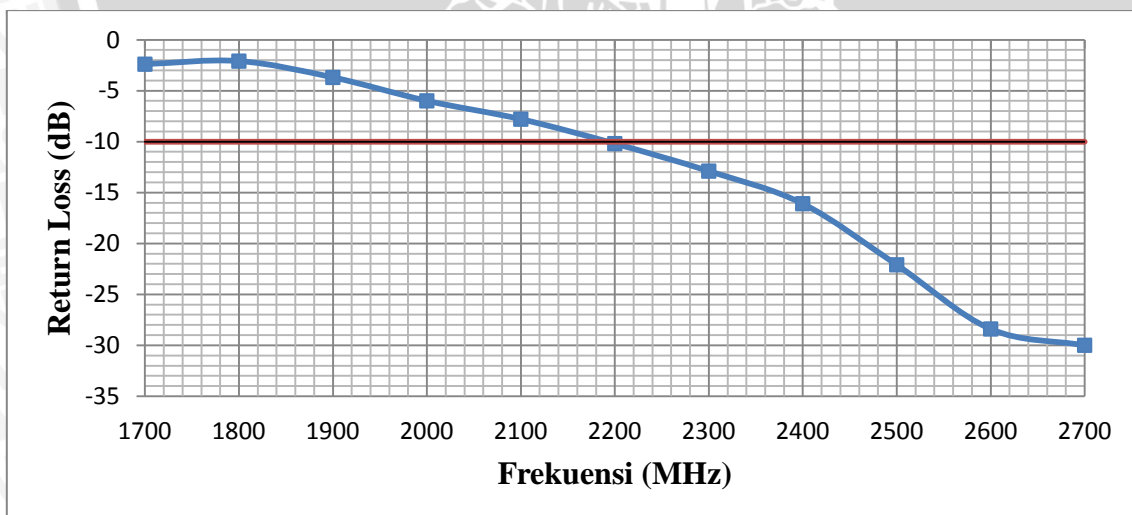
$$\Gamma = 10^{\frac{RL}{20}}$$

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

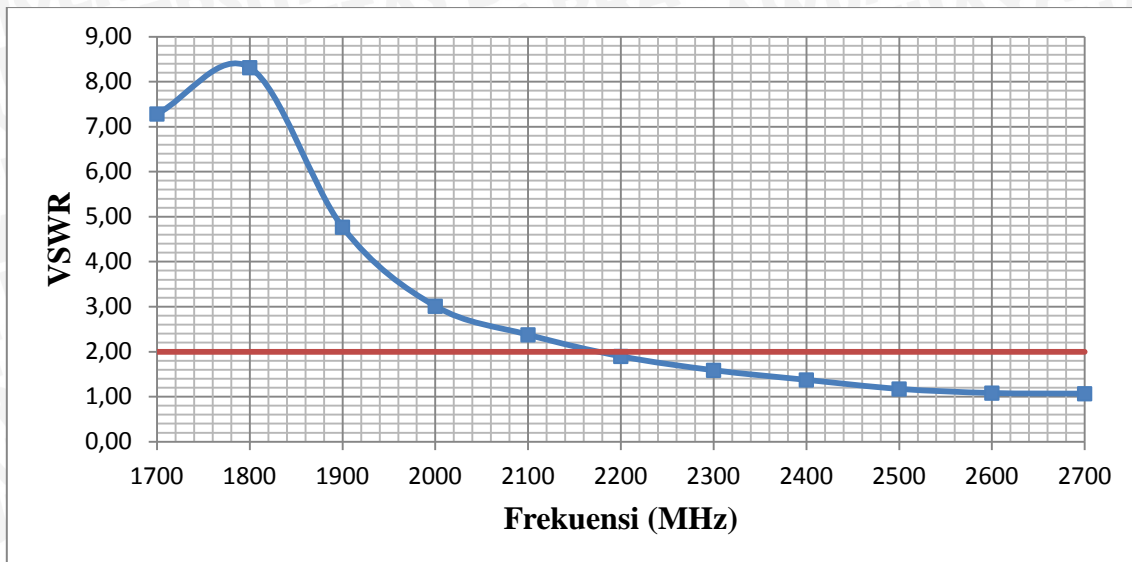
Dengan cara perhitungan yang sama, data hasil pengukuran *Return Loss*, koefisien pantul dan *VSWR* antenna mikrostrip dapat dilihat dalam Tabel 5.3 dan Gambar 5.2 di bawah ini.

**Tabel 5.1** Hasil Pengukuran RL, Perhitungan Koefisien Pantul dan *VSWR* Antena Uji

Frekuensi (Mhz)	<i>Return Loss</i> (dB)	Koofisien Pantul	<i>VSWR</i>
1700	-2.4	0.7585	7.28
1800	-2.1	0.7852	8.31
1900	-3.7	0.6531	4.77
2000	-6	0.5011	3.01
2100	-7.8	0.4073	2.37
2200	-10.2	0.3090	1.89
2300	-12.9	0.2264	1.59
2400	-16.1	0.1566	1.37
2500	-22.1	0.0785	1.17
2600	-28.4	0.0380	1.08
2700	-30	0.0316	1.07



**Gambar 5.2** Grafik *Return Loss* Antena Hasil Pengujian  
Sumber : Hasil Pengujian



**Gambar 5.3** Grafik VSWR Antena Hasil Pengujian  
Sumber : Hasil Pengujian

#### 5.2.4 Analisis Hasil Pengukuran

Hasil pengujian *VSWR* dan *Return Loss* antena diatas menunjukkan bahwa pada rentang frekuensi 2200-2700 MHz, antena uji memiliki *VSWR* dibawah 2 dan nilai *Return Loss*  $\leq -10$  dB sehingga dapat dikatakan bahwa antena bekerja pada rentang frekuensi tersebut.

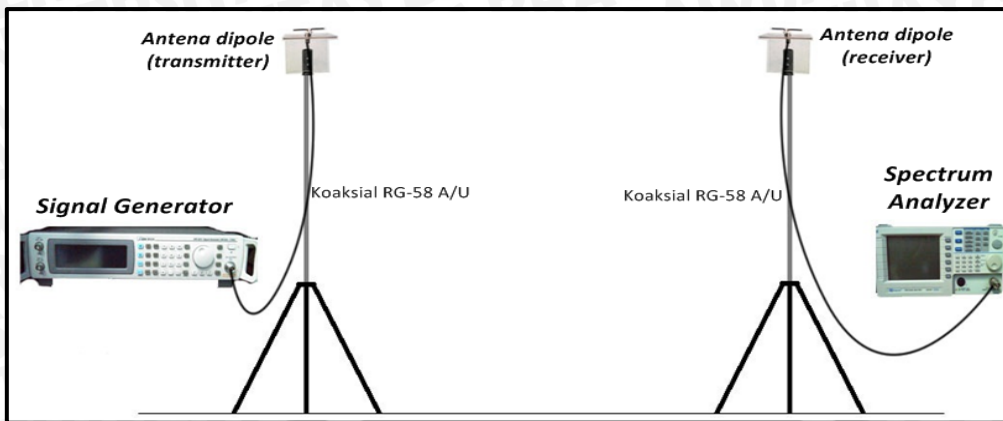
### 5.3 Pengukuran Gain Antena

#### 5.3.1 Alat-alat yang Digunakan

1. Aeroflex IFR 3413 Signal Generator 250 kHz – 3 GHz
2. GW Instek Spectrum Analyzer GSP-827 2.7 GHz
3. Dua buah antena standar *dipole*  $\lambda/2$
4. Antena uji (Antena mikrostrip konfigurasi 64)
5. Kabel adapter N to BNC
6. Dua Buah Tiang penyangga

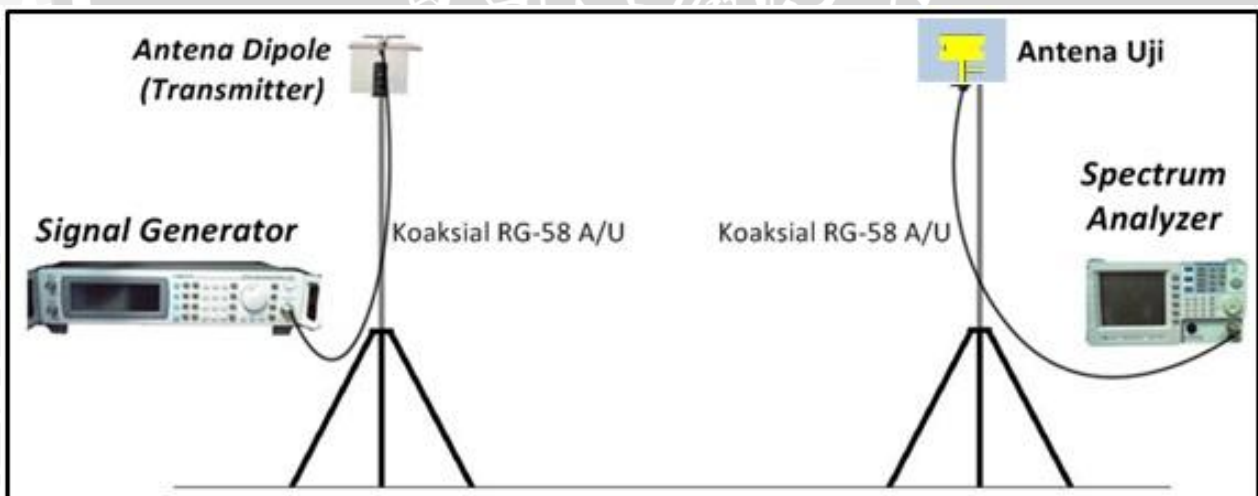
#### 5.3.2 Prosedur Pengukuran

1. Merangkai peralatan seperti pada Gambar 5.4.



**Gambar 5.4** Rangkaian pengukuran daya antenna referensi  
Sumber: Pengujian

2. *Signal Generator* diatur pada frekuensi 1700 MHz dan catat daya antenna *dipole*  $\lambda/2$  yang terukur pada *Spectrum Analyzer*.
3. Mengubah frekuensi *Sweep Oscillator* pada *Signal Generator* setiap rentang 100 MHz sehingga daya pada frekuensi 1700 – 2700 MHz terukur dan catat daya antenna *dipole*  $\lambda/2$  yang terukur pada *Spectrum Analyzer*.
4. Antena *dipole*  $\lambda/2$  pada penerima (referensi) diganti dengan antenna uji (Antena mikrostrip *patch* gabungan persegi berslot) hasil perancangan.



**Gambar 5.5** Rangkaian Pengukuran *Gain* Antena  
Sumber: Pengujian

5. Mengulangi langkah 2 dan 3

### 5.3.3 Hasil Pengukuran

1. Pada pengukuran *Gain* antenna ini, akan diperoleh parameter-parameter yaitu daya antenna referensi ( $P_{Ref}$ ), daya antenna yang diuji ( $P_U$ ), dan *Gain* antenna yang diuji ( $G_U$ ).

Nilai *Gain* antenna yang diuji ( $G_U$ ) diperoleh dari perhitungan data hasil pengukuran dengan menggunakan persamaan 2-13 yaitu:

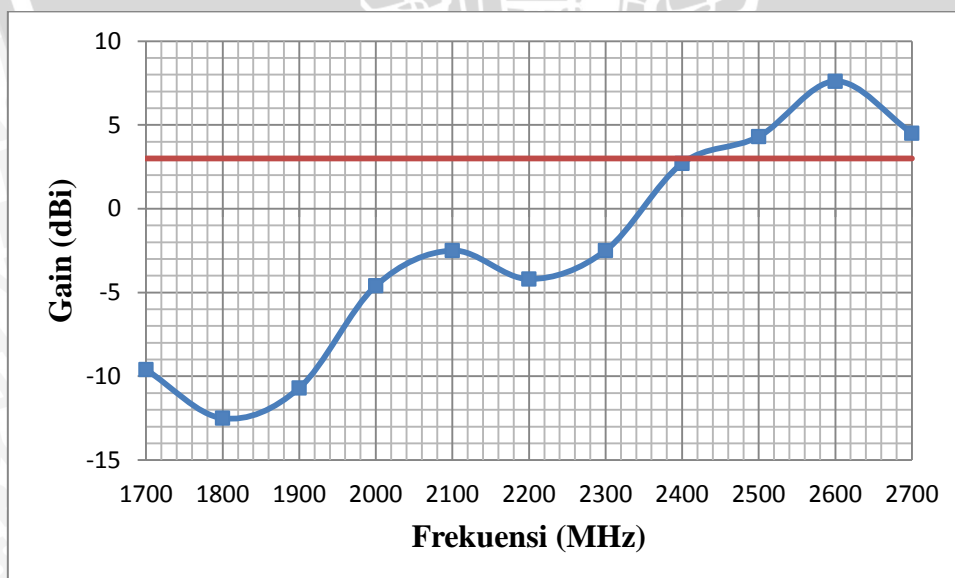
$$G = 2.15 + P_U(\text{dBm}) - P_R(\text{dBm})$$

2. Berdasarkan persamaan tersebut, hasil perhitungan *Gain* antenna uji di tiap frekuensi dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5.2 Nilai *Gain* Antena Hasil Pengujian

No.	Frekuensi (GHz)	Pengujian		
		Daya Ref (dBm)	Daya Uji (dBm)	Gain (dBi)
1	1700	-66.7	-78.8	-9.6
2	1800	-64	-79	-12.5
3	1900	-57.2	-70.4	-10.7
4	2000	-62.7	-69.8	-4.6
5	2100	-68.3	-73.3	-2.5
6	2200	-60.3	-67	-4.2
7	2300	-58.6	-63.6	-2.5
8	2400	-63.2	-63	2.7
9	2500	-60.2	-58.4	4.3
10	2600	-73.5	-68.4	7.6
21	2700	-64.5	-62.5	4.5

Sumber: Hasil Pengujian



Gambar 5.6 Grafik *Gain* Antena Hasil Pengujian  
Sumber : Hasil Pengujian

### 5.3.4 Analisis Hasil Pengukuran

Pada pengukuran *gain* menggunakan antenna referensi yaitu antenna *dipole*  $\lambda/2$  dengan nilai *gain* standar 2.15 dBi. Hasil pengukuran *gain* diatas menunjukkan antenna memiliki nilai *gain* dengan rata-rata positif mulai dari frekuensi 2400-2700 MHz. *Gain* pada frekuensi 2500 MHz sebesar 4.3 dBi.

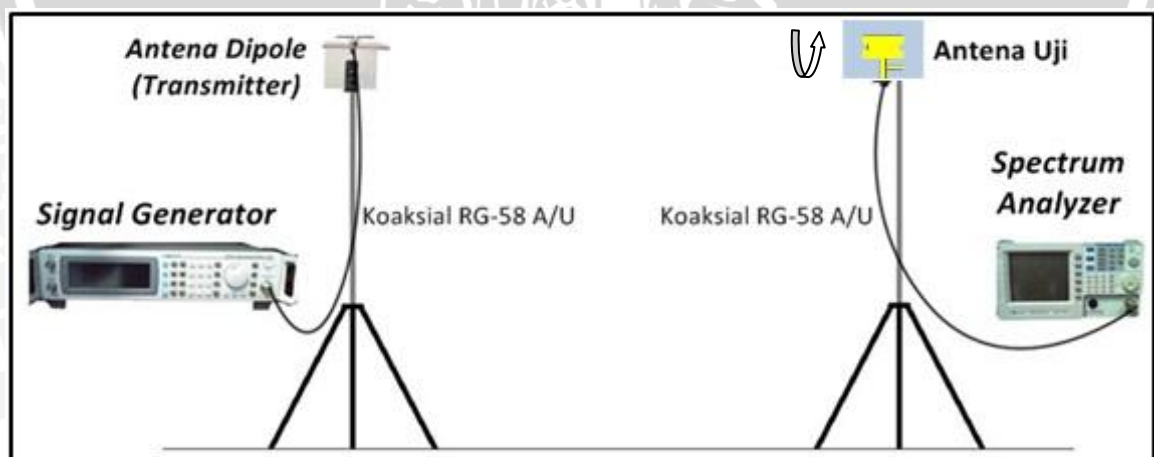
## 5.4 Pengukuran Polarisasi Antena

### 5.4.1 Alat-alat yang digunakan

1. Aeroflex *Signal Generator* FR M13 200 kHz - 3 GHz
2. GW Instek *Spectrum Analyzer* GSP-827 2.7 GHz
3. Satu buah antenna standar *dipole*  $\lambda/2$
4. Antena uji (Antena Mikrostrip Konfigurasi 64)
5. Kabel adapter N to BNC
6. Dua buah tiang penyangga yang salah satunya memiliki penanda sudut putar tiap kelipatan  $10^0$ .

### 5.4.2 Prosedur Pengukuran

1. Memasang antenna dipole  $\frac{1}{2}\lambda$  sebagai antenna pemancar dengan menghubungkannya ke *signal generator* menggunakan kabel koaksial RG-58A/U, seperti ditunjukkan pada gambar berikut.



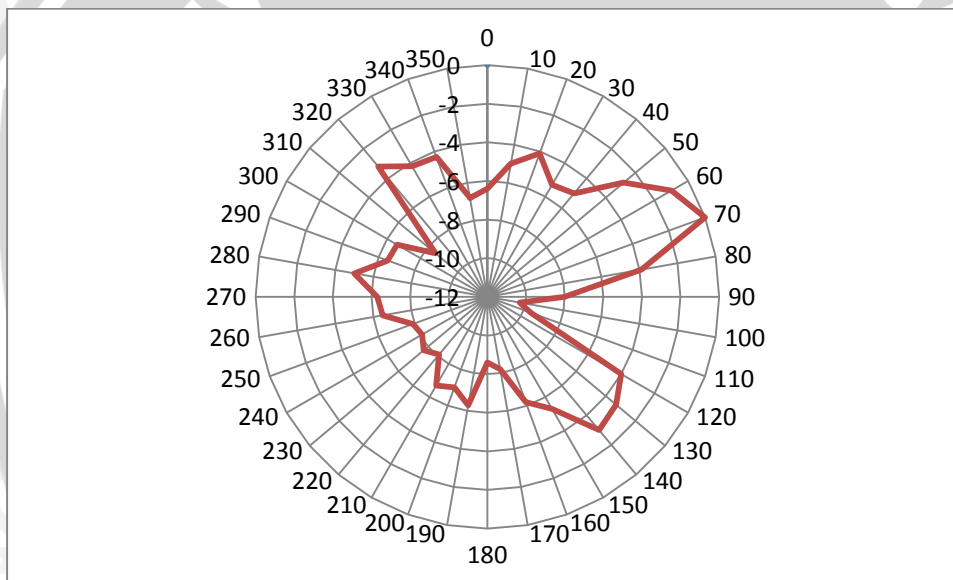
**Gambar 5.7** Rangkaian Pengukuran Polarisasi Antena  
Sumber: Pengujian

2. Memasang antenna uji sebagai antenna penerima dengan menghubungkannya ke *Spectrum Analyzer* menggunakan kabel koaksial RG-58A/U, seperti ditunjukkan pada Gambar 5.7

3. Memposisikan antenna pemancar sejajar dengan antenna uji. kemudian mengatur *Signal Generator* pada frekuensi 2500 MHz.
4. Memutar antenna uji pada sumbu horizontal antenna. dari  $0^\circ$  sampai  $360^\circ$  dengan interval  $10^\circ$ , dan mencatat nilai daya yang ditunjukkan oleh *Spectrum Analyzer* pada tiap-tiap interval putaran.
5. Menghitung harga normalisasi untuk tiap sudut putarnya.

#### 5.4.3 Hasil Pengukuran

Berdasarkan hasil pengukuran polarisasi yang dilakukan. maka diperoleh nilai daya yang diterima oleh antenna uji yang diputar  $10^\circ$  pada sumbu horizontal. Data hasil pengukuran polarisasi pada frekuensi 2500 MHz terlihat dalam tabel di bawah ini.



**Gambar 5.8** Diagram Polar Polarisasi Antena Uji  
Sumber: Pengujian



Tabel 5.3 Hasil Pengukuran Polarisasi pada Frekuensi 2500 MHz Hasil Pengujian

Sudut (derajat)	Level Terima (dBm)	Normalisasi
0	-58.4	-6.4
10	-57	-5
20	-56.1	-4.1
30	-57.3	-5.3
40	-57	-5
50	-54.8	-2.8
60	-53	-1
70	-52	0
80	-55.9	-3.9
90	-60	-8
100	-62.3	-10.3
110	-61.6	-9.6
120	-56	-4
130	-55.3	-3.3
140	-55	-3
150	-57.3	-5.3
160	-58.2	-6.2
170	-60.2	-8.2
180	-60.6	-8.6
190	-58.3	-6.3
200	-59	-7
210	-58.7	-6.7
220	-60.1	-8.1
230	-59.7	-7.7
240	-60.1	-8.1
250	-59.9	-7.9
260	-58.5	-6.5
270	-58.3	-6.3
280	-57	-5
290	-58.5	-6.5
300	-58.6	-6.6
310	-60.5	-8.5
320	-55.2	-3.2
330	-56.2	-4.2
340	-56.3	-4.3
350	-58.8	-6.8
360	-58.4	-6.4

#### 5.4.4 Analisis Hasil Pengukuran

Nilai daya yang diperoleh dari hasil pengujian dikonversi menjadi diagram polar agar terlihat jenis polarisasi yang dihasilkan antenna. Diagram polar hasil pengujian menunjukkan bahwa polarisasi antenna hasil pengujian memiliki bentuk lingkaran karena hampir di segala arah antenna berpolarisasi.

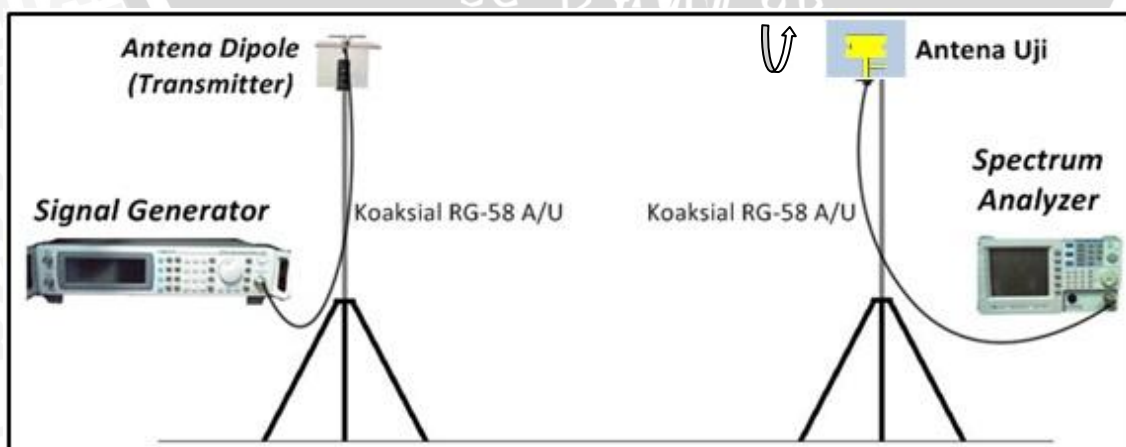
### 5.5 Pengujian Pola Radiasi

#### 5.5.1 Alat-alat yang Digunakan

1. Aeroflex *Signal Generator FR M13* 200 kHz - 3 GHz *Aeroflex*.
2. GW Instek *Spectrum Analyzer GSP-827* 2.7 GHz
3. Satu buah antenna standar *dipole  $\lambda/2$*
4. Antena uji (Antena mikrostrip konfigurasi 64)
5. Kabel adapter N to BNC
6. Konektor tipe N *Female*
7. Dua buah tiang penyangga yang salah satunya memiliki penanda sudut putar tiap kelipatan  $10^0$ .

#### 5.5.2 Prosedur Pengukuran

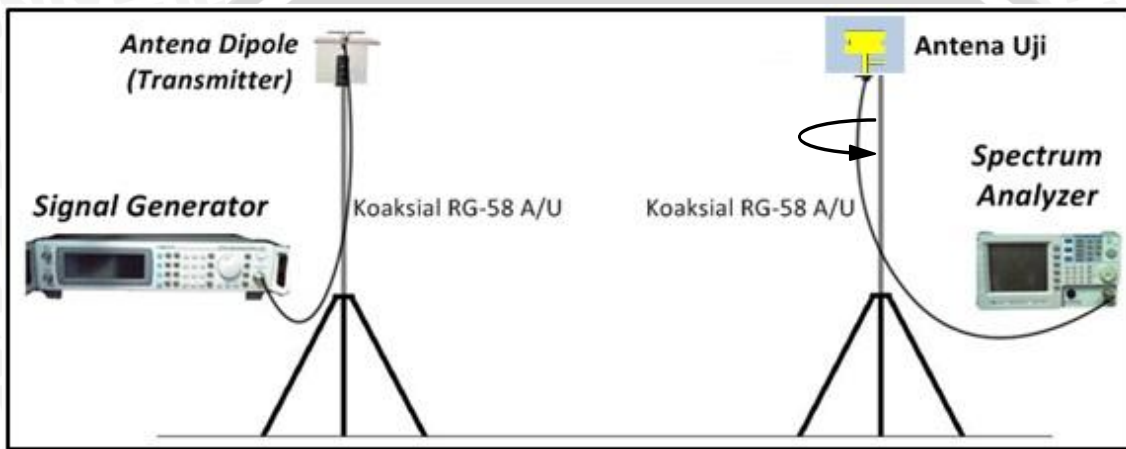
1. Memasang antenna *dipole  $\lambda/2$*  sebagai antenna pemancar dengan menghubungkannya ke *signal generator* menggunakan kabel koaksial RG-58A/U.
2. Memasang antenna uji sebagai antenna penerima dengan menghubungkannya ke *spectrum analyzer* menggunakan kabel koaksial RG-58A/U, seperti ditunjukkan pada gambar



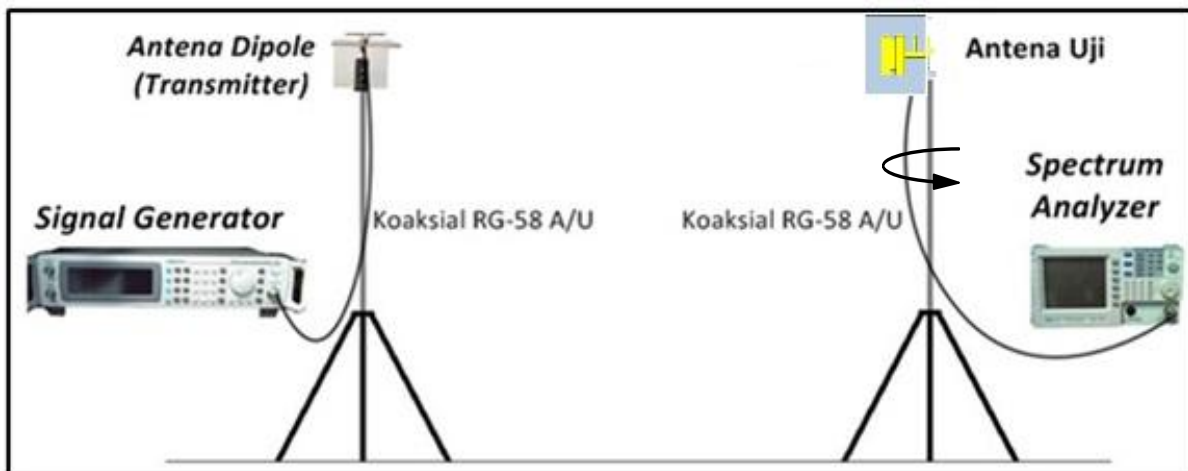
Gambar 5.9 Rangkaian Pengukuran Pola Radiasi Horizontal Antena Uji

Sumber : Pengujian

3. Mengatur *signal generator* pada frekuensi 2500 MHz.
4. Memutar antenna uji dari  $0^\circ$  sampai  $360^\circ$  dengan interval  $10^\circ$  terhadap sumbu horizontal. dan mencatat nilai daya yang ditunjukkan oleh *spectrum analyzer* pada tiap-tiap interval pemutaran untuk mendapatkan nilai pola radiasi horizontal.
5. Menghitung harga normalisasi untuk tiap sudut putarnya.
6. Memasang antenna uji secara vertikal sebagai antenna penerima dengan menghubungkannya ke *spectrum analyzer* menggunakan kabel koaksial RG-58A/U. seperti ditunjukkan pada gambar 5.7



(a)



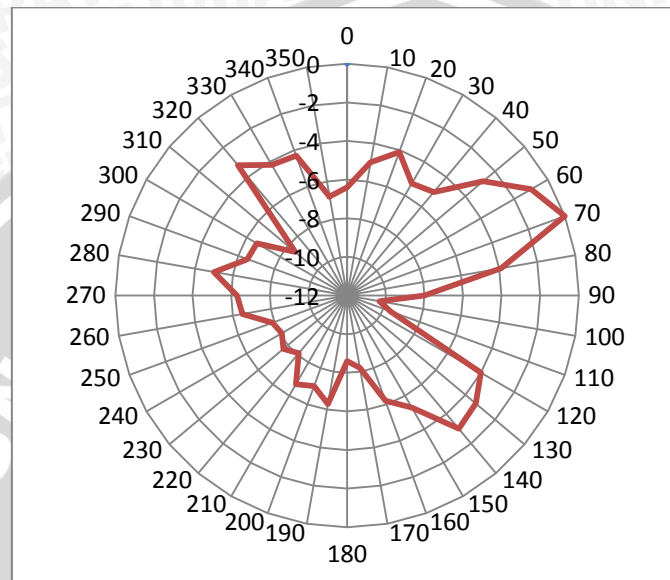
(b)

Gambar 5.10 Rangkaian Pengukuran Pola Radiasi Vertikal Antena Uji  
(a)  $\Phi_1$ . (b)  $\Phi_2$ . Sumber : Pengujian

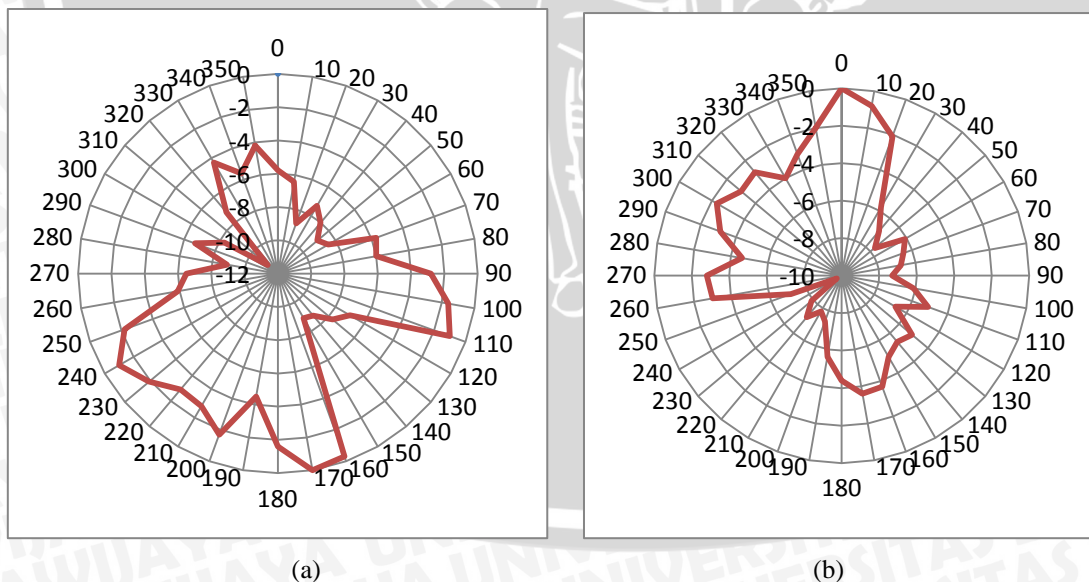
7. Mengulangi langkah 4 sampai 5 untuk untuk mendapatkan nilai pola radiasi vertikal dimana  $\Phi_1 = 0^\circ$  dan  $\Phi_2 = 90^\circ$

### 5.5.3 Hasil Pengukuran

Berdasarkan hasil pengukuran pola radiasi yang dilakukan, maka diperoleh nilai daya yang diradiasikan oleh antenna uji. Pola radiasi yang diperoleh yaitu pola radiasi horizontal dan pola radiasi vertikal. Data hasil pengukuran pola radiasi horizontal dan pola radiasi vertikal pada frekuensi 2500 MHz. Pola radiasi vertikal dan horizontal antenna mikrostrip uji dapat dilihat dalam gambar dan tabel berikut ini.



**Gambar 5.11** Diagram Polar Pola Radiasi Horizontal Antena Hasil Pengujian  
Sumber: Pengujian



**Gambar 5.12** Diagram Polar Pola Radiasi Vertikal Antena Hasil Pengujian  
(a) Pola Radiasi Vertikal  $\Phi_1$ . (b) Pola Radiasi Vertikal  $\Phi_2$

Sumber: Pengujian

Tabel 5.4 Hasil Pengukuran Pola Radiasi Antena Hasil Pengujian

Sudut (derajat)	Pola Radiasi Horizontal		Pola Radiasi Vertikal			
			$\Phi_1$		$\Phi_2$	
	Level Terima (dBm)	Normalisasi	Level Terima (dBm)	Normalisasi	Level Terima (dBm)	Normalisasi
0	-58.4	-6.4	-58.4	-5.8	-60.2	0
10	-57	-5	-59	-6.4	-61	-0.8
20	-56.1	-4.1	-61.4	-8.8	-62.3	-2.1
30	-57.3	-5.3	-59.9	-7.3	-66	-5.8
40	-57	-5	-60.6	-8	-67.1	-6.9
50	-54.8	-2.8	-61.5	-8.9	-67.9	-7.7
60	-53	-1	-61.1	-8.5	-66.3	-6.1
70	-52	0	-58.3	-5.7	-66.7	-6.5
80	-55.9	-3.9	-58.6	-6	-67	-6.8
90	-60	-8	-55.4	-2.8	-67.5	-7.3
100	-62.3	-10.3	-54.2	-1.6	-66.3	-6.1
110	-61.6	-9.6	-53.6	-1	-65.3	-5.1
120	-56	-4	-59.6	-7	-66.9	-6.7
130	-55.3	-3.3	-60.3	-7.7	-65.3	-5.1
140	-55	-3	-61.3	-8.7	-65.6	-5.4
150	-57.3	-5.3	-61.5	-8.9	-65.2	-5
160	-58.2	-6.2	-52.9	-0.3	-63.9	-3.7
170	-60.2	-8.2	-52.6	0	-63.8	-3.6
180	-60.6	-8.6	-54.2	-1.6	-64.6	-4.4
190	-58.3	-6.3	-57.1	-4.5	-65.8	-5.6
200	-59	-7	-54.3	-1.7	-67.6	-7.4
210	-58.7	-6.7	-55.4	-2.8	-68	-7.8
220	-60.1	-8.1	-55.5	-2.9	-67.3	-7.1
230	-59.7	-7.7	-54.5	-1.9	-68.1	-7.9
240	-60.1	-8.1	-53.6	-1	-69.9	-9.7
250	-59.9	-7.9	-54.8	-2.2	-67.3	-7.1
260	-58.5	-6.5	-58.5	-5.9	-63.2	-3
270	-58.3	-6.3	-59.1	-6.5	-63	-2.8
280	-57	-5	-61.5	-8.9	-64.8	-4.6
290	-58.5	-6.5	-59.3	-6.7	-63.3	-3.1
300	-58.6	-6.6	-60.9	-8.3	-62.5	-2.3
310	-60.5	-8.5	-63.8	-11.2	-63.2	-3
320	-55.2	-3.2	-59.8	-7.2	-63	-2.8
330	-56.2	-4.2	-56.9	-4.3	-64.2	-4
340	-56.3	-4.3	-58.2	-5.6	-63.3	-3.1
350	-58.8	-6.8	-56.8	-4.2	-62.2	-2
360	-58.4	-6.4	-58.4	-5.8	-60.2	0

### 5.5.4 Analisis Hasil Pengukuran

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian, dapat digambarkan bentuk pola radiasi antenna hasil perancangan dalam bentuk diagram polar. Gambar 5.11 dan 5.12 di atas merupakan diagram polar pola radiasi antenna uji pada frekuensi 2500 MHz. Berdasarkan bentuk pola radiasi yang terlukis dapat diketahui bahwa bentuk pola radiasi antenna hasil perancangan adalah *omnidirectional*. Hal ini berarti bahwa antenna memiliki intensitas radiasi maksimum pada tiga arah.

### 5.6 Analisis Hasil Perbandingan Parameter Antena Hasil Simulasi dan Hasil Pengukuran

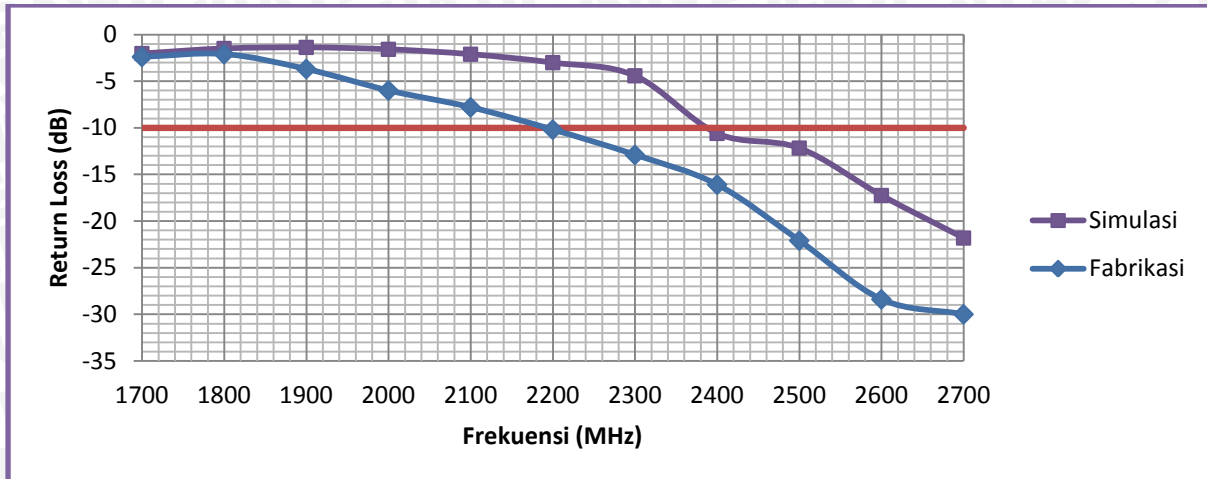
Berikut ini merupakan perbandingan parameter hasil simulasi antenna mikrostrip *monopole patch* gabungan persegi (antena ke-14) dan hasil pengukuran dari antenna hasil fabrikasi yang menggunakan rancangan antenna ke-14

**Tabel 5.5** Tabulasi Perbandingan Parameter Antena Hasil Simulasi dan Pengujian

Parameter Antena		Hasil Simulasi	Hasil Pengukuran
<b>Return Loss/VSWR</b>	Rentang frekuensi (MHz)	2400 - 2700	2200 - 2700
	Mampu bekerja pada frekuensi 2500 MHz	Ya	Ya
<b>Gain</b>	Gain pada frekuensi 2400 MHz	0.736268 dBi	4.3 dBi
<b>Polarisasi</b>		<i>Circular</i>	<i>Circular</i>
<b>Jenis Pola Radiasi</b>		<i>Omnidirectional</i>	<i>Omnidirectional</i>

Pada *range* simulasi 1700 – 2700 MHz, perbandingan performansi antenna mikrostrip optimasi ke-14 hasil simulasi dan pengujian terhadap parameter antenna adalah sebagai berikut:

a. Frekuensi Kerja (*VSWR* dan *Return Loss*)

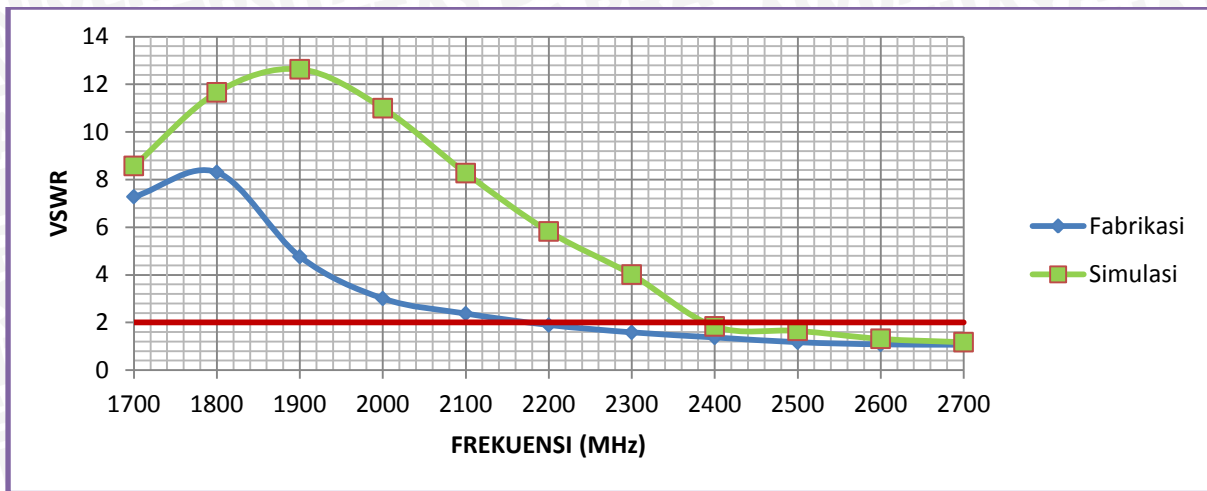


Gambar 5.13 Grafik *Return Loss* Antena Hasil Simulasi dan Fabrikasi  
Sumber : Hasil Simulasi dan Pengujian

Tabel 5.6 Tabulasi Perbandingan *Return Loss* Hasil Simulasi dan Fabrikasi

Frekuensi (Mhz)	<i>Return Loss</i> Simulasi (dB)	<i>Return Loss</i> Fabrikasi (dB)
1700	-2.0351	-2.4
1800	-1.49303	-2.1
1900	-1.37794	-3.7
2000	-1.58366	-6
2100	-2.10968	-7.8
2200	-3.01276	-10.2
2300	-4.42145	-12.9
2400	-10.6024	-16.1
2500	-12.1752	-22.1
2600	-17.2538	-28.4
2700	-21.8218	-30

Sumber : Hasil Simulasi dan Pengujian



Gambar 5.14 Grafik VSWR Antena Hasil Simulasi dan Fabrikasi  
Sumber : Hasil Simulasi dan Pengujian

Tabel 5.7 Tabulasi Perbandingan VSWR Hasil Simulasi dan Fabrikasi

Frekuensi (Mhz)	VSWR Simulasi	VSWR Fabrikasi
1700	8,575092	7.28
1800	11,66387	8.31
1900	12,63349	4.77
2000	10,99977	3.01
2100	8,274774	2.37
2200	5,823753	1.89
2300	4,013457	1.59
2400	1,83704	1.37
2500	1,653125	1.17
2600	1,317996	1.08
2700	1,176466	1.07

Sumber : Hasil Simulasi dan Pengujian

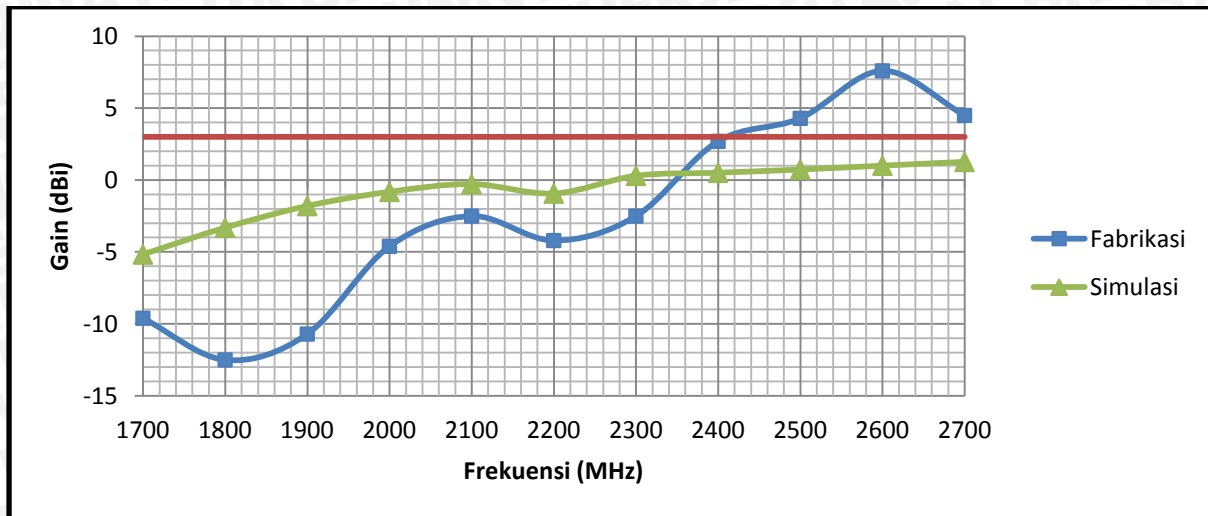
Gambar dan Tabel di atas menunjukkan perbandingan antara VSWR dan *return loss* hasil simulasi dan pengukuran. Terdapat perbedaan nilai VSWR dan *return loss* yang diperoleh dari hasil simulasi dan pengukuran. Meskipun begitu, hasil simulasi dan pengukuran menunjukkan frekuensi kerja yang dicari 2500 MHz pada VSWR dibawah 2 dan *return loss* dibawah -10 dB sehingga dapat dikatakan bahwa antena dapat bekerja dengan baik pada frekuensi tersebut.

Dengan demikian, antena mikrostrip *monople patch* gabungan persegi dapat bekerja pada frekuensi yang direncanakan dan telah memenuhi syarat antena untuk aplikasi WiMAX.



b. *Gain*

Nilai *gain* hasil pengukuran dan simulasi menunjukkan perbedaan. Nilai *gain* hasil pengukuran cenderung memiliki *gain* yang lebih tinggi daripada hasil simulasi.



**Gambar 5.15** Grafik *Gain* Antena Hasil Simulasi dan Fabrikasi  
Sumber : Hasil Simulasi dan Pengujian

**Tabel 5.8** Tabulasi Perbandingan *Gain* Hasil Simulasi dan Fabrikasi

Frekuensi (MHz)	<i>Gain</i> Simulasi (dBi)	<i>Gain</i> Pengukuran (dBi)
1700	-5,16657	-9.6
1800	-3,30745	-12.5
1900	-1,79693	-10.7
2000	-0,81319	-4.6
2100	-0,27625	-2.5
2200	-0,93187	-4.2
2300	0,30295	-2.5
2400	0,512587	2.7
2500	0,736268	4.3
2600	1,007973	7.6
2700	1,270764	4.5

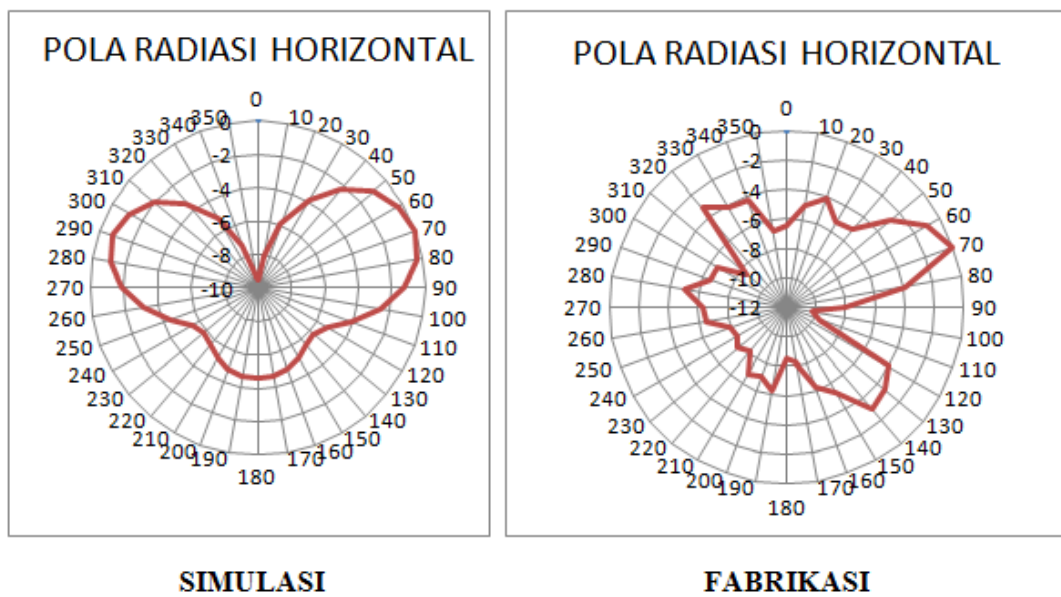
Sumber : Hasil Simulasi dan Pengujian

Nilai *gain* pada frekuensi 2500 MHz terlihat baik pada hasil fabrikasi karena melebihi standar dari *gain* yaitu 3 dB. Sementara untuk simulasi kurang terlihat baik karena tidak melebihi standar walaupun bernilai positif (masih bisa dikatakan bagus).

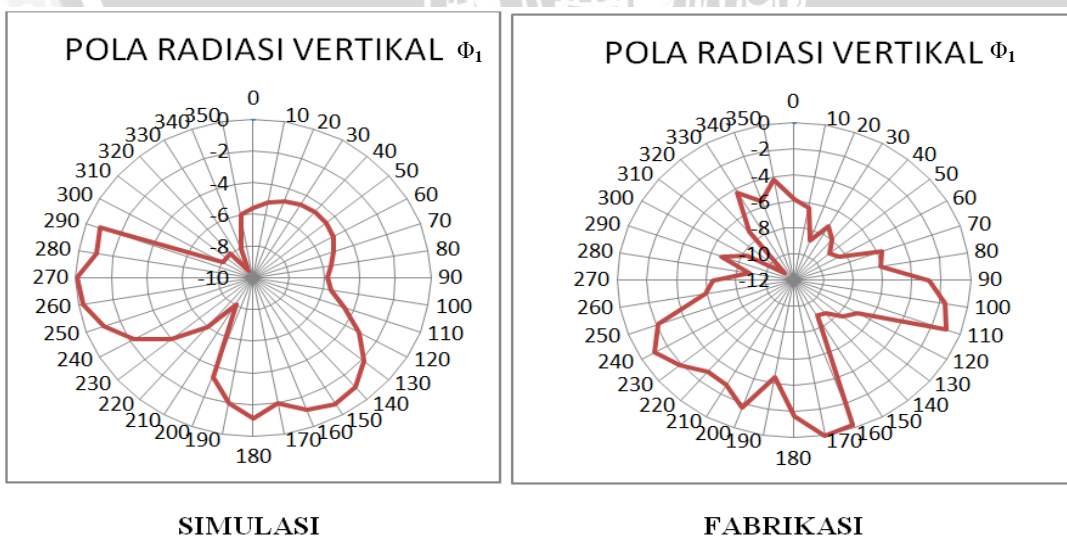
### c. Polarisasi

Berdasarkan data hasil pengukuran polarisasi yang dikonversi ke bentuk diagram polar, dapat diketahui bentuk polarisasi antenna yang diuji. Diagram polar hasil pengujian menunjukkan bahwa antenna memiliki polarisasi elips. Sedangkan hasil simulasi antenna menunjukkan pada frekuensi dimana *gain* antenna maksimum yaitu frekuensi 2500 MHz, diperoleh nilai *axial ratio* hasil simulasi sebesar 1.93 dB yang menandakan bahwa polarisasi antenna hasil simulasi berbentuk lingkaran. Berdasarkan hasil simulasi dan pengujian diperoleh bahwa antenna memiliki polarisasi lingkaran.

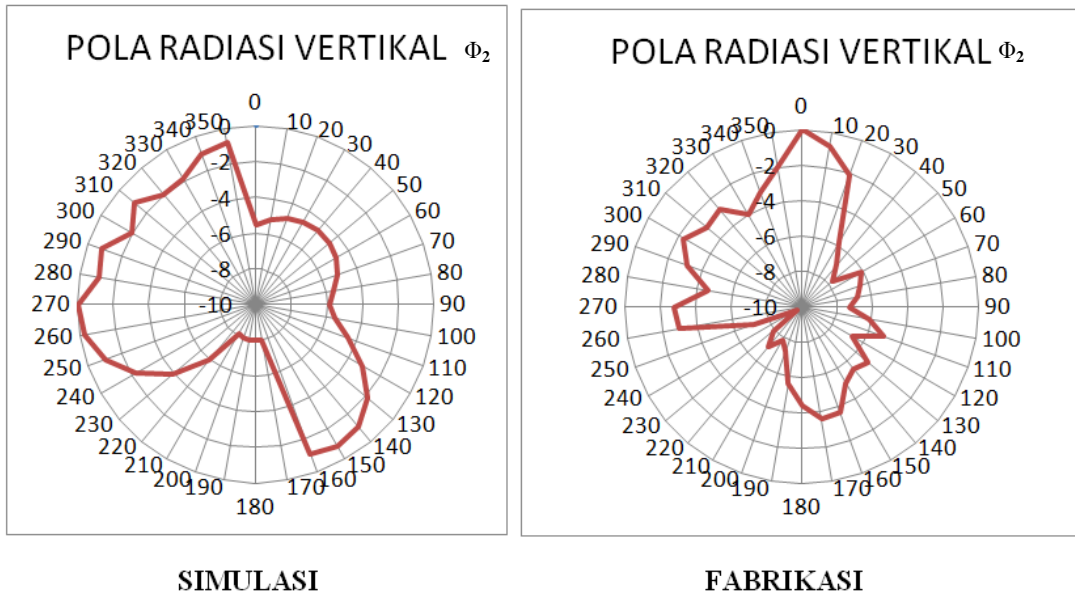
### d. Pola Radiasi



**Gambar 5.16** Perbandingan Pola Radiasi Horizontal Hasil Simulasi dan Fabrikasi  
Sumber : Simulasi dan Pengujian



(a)



(b)

**Gambar 5.17** Perbandingan Pola Radiasi Vertikal Hasil Simulasi dan Pengujian

(a) Pola Radiasi Vertikal  $\Phi_1$ , (b) Pola Radiasi Vertikal  $\Phi_2$

Sumber : Simulasi dan Pengujian

Diagram polar di atas menunjukkan bahwa meskipun bentuk pola radiasi antenna hasil simulasi dan pola radiasi tidak sama persis, pola radiasi pada simulasi menunjukkan antenna memiliki pola radiasi *bidirectional*, sedangkan pada pengujian, antenna memiliki pola radiasi *bidirectional*.